

DIN EN 15237

ICS 93.020

**Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) –
Vertikaldräns;
Deutsche Fassung EN 15237:2007**

Execution of special geotechnical works –
Vertical drainage;
German version EN 15237:2007

Exécution des travaux géotechniques spéciaux –
Drains verticaux;
Version allemande EN 15237:2007

Gesamtumfang 61 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 15237:2007) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 288 „Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau)“, WG 11 ohne deutsche Mitarbeit erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR (Frankreich) gehalten wird.

Auf nationaler Ebene ist der Arbeitsausschuss NA 005-05-08 AA „Injektionen, Düsenstrahlverfahren, tiefreichende Bodenstabilisierung“ im Normenausschuss Bauwesen (NABau) des DIN Deutsches Institut für Normung e. V. zuständig.

Deutsche Fassung

**Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten
(Spezialtiefbau) —
Vertikaldräns**

Execution of special geotechnical works —
Vertical drainage

Exécution des travaux géotechniques spéciaux —
Drains verticaux

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 7. Januar 2007 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum des CEN oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	6
4 Erforderliche Informationen für die Ausführung der Arbeit	8
5 Geotechnische Untersuchungen	9
5.1 Allgemeines	9
5.2 Besondere Anforderungen	10
6 Materialien und Produkte	10
6.1 Allgemeines	10
6.2 Rohstoffe von vorgefertigten Dräns	10
6.3 Streifendräng	11
6.4 Vorgefertigter zylindrischer Drän	14
6.5 Sanddräng	16
7 Überlegungen zur Bemessung	16
7.1 Feldversuche	16
8 Ausführung	17
8.1 Verfahrensdarstellung	17
8.2 Vorbereitung der Baustelle	17
8.3 Dräneinbau	18
8.4 Besondere Aspekte	18
9 Bauaufsicht und Überwachung	19
9.1 Bauaufsicht	19
9.2 Überwachung	19
10 Aufzeichnungen	20
10.1 Während der Konstruktion zu führende Aufzeichnungen	20
10.2 Aufzeichnungen bei Fertigstellung der Arbeit	20
11 Besondere Anforderungen	20
11.1 Allgemeines	20
11.2 Sicherheit	20
11.3 Umweltschutz	21
11.4 Auswirkungen auf benachbarte Bauwerke	21
Anhang A (informativ) Praktische Aspekte der vertikalen Dräng	22
Anhang B (informativ) Aspekte der Bemessung	43
Anhang C (informativ) Verbindlichkeitsgrad der Spezifikationen	54
Literaturhinweise	56

Bilder

Bild A.1 — Fließdiagramm zur Ausführung der vertikalen Dränung	23
Bild A.2 — Zeichnung zur Darstellung vollständig durchdringender Dräns (Dräns im Kontakt mit Dränschichten im oberen und unteren Bereich), einer oberen Dränebene und einer Auflast....	24
Bild A.3 — Beispiele für Streifendräns.....	25
Bild A.4 — Beispiel eines Dränschuhs für einen Streifendrän	26
Bild A.5 — Ausknicken und Kräuseln des Dräns durch sehr starke relative Kompression von Torf.....	27
Bild A.6 — Prüfgeräte zur Bestimmung der Durchflussskapazität [(Bild A.6 a)) Prüfeinrichtung Nr. 1 und (Bild A.6 b)) Prüfeinrichtung Nr. 2 nach EN ISO 12958].....	29
Bild A.7 — Über die Dauer der Prüfung der Durchflussskapazität beobachtete Auswirkungen des Kriechens auf die Durchflussskapazität [6].....	30
Bild A.8 — Beispiel einer Prüfeinrichtung zur Prüfung der Durchflussskapazität eines ausgeknickten Dräns [12].....	32
Bild A.9 — Ergebnisse von im Labormaßstab ausgeführten Prüfungen der Durchflussskapazität für verschiedene Streifendräns. Dräns von Boden umschlossen [19], [24], [26].....	33
Bild A.10 — Einfluss einer zeitabhängigen Verschlechterung des Filterzustandes auf die Durchflussskapazität [29]. Die Anzahl der Tage, die die Dräns nach dem Einbau im Boden verblieben, ist an jeder Kurve angegeben. Durchgezogene Linien stellen Dräns dar, die in Torf eingebaut wurden, gestrichelte Linien in Gytja eingebaute Dräns.....	34
Bild A.11 — Korngrößengrenzen bei körnigem Material, das bei Sanddräns zum Einsatz kommt.....	36
Bild A.12 — Beispiel einer oberen Dränebene aus körnigem Material mit unzureichender Durchlässigkeit, in dem Wasser gefangen wird, was zu einem Rückstau im Drän führt	38
Bild A.13 — Skizze des Vakuumverfahrens und dessen Auswirkungen auf den Porenwasserdruck sowohl für den horizontalen Porenwasserfluss in Richtung der Dräns (a)) als auch für den vertikalen Porenwasserfluss zwischen den Dräns (b))	39
Bild A.14 — Einbau eines horizontalen zylindrischen Dräns (links) und dessen Verbindung mit den Vertikaldräns	40
Bild A.15 — Typische Messgeräte zur Überwachung der Wirksamkeit der Vertikaldränung (einfacher Fall)	41
Bild A.16 — Typische Messgeräte zur Überwachung der Wirksamkeit der Vertikaldränung (Baustelle mit verschiedenen Schichten)	42
Bild B.1 — Diagramm des Bemessungsprozesses, einschließlich der Labor- und Felduntersuchungen, der funktionalen Bemessung und der Feldversuche.....	44
Bild B.2 — Durch einen Drän entwässerter Bodenzylinder	47
Bild B.3 — Beispiel für den Einfluss des Brunnenwiderstandes auf den Konsolidationsgrad bei teilweise durchdringenden und durchdringenden Dräns, die bis zu einer Tiefe von 30 m bzw. 60 m eingebaut wurden.....	50
Bild B.4 — Anforderungen an die Durchflussskapazität q_w in Bezug auf den Durchlässigkeitsbeiwert des Bodens bei einer Verlängerung der Konsolidationszeit um 10 % bei einer Dräneinbautiefe l (siehe Bilder B.2 und B.3)	51
Bild B.5 — Verzögerung bei der Konsolidation in einer Tiefe/des Dräneinbaus (siehe Bilder B.2 und B.3) bei Dräns mit einer Durchflussskapazität von $500 \text{ m}^3/\text{a}$ ($16 \text{ cm}^3/\text{s}$)	52

Tabellen

Tabelle 1 — Empfohlene Prüfhäufigkeit zur Kontrolle der Herstellung.....	14
Tabelle A.1 — Kriechbeiwerte (Werte für den Fall, dass keine früheren Daten vorliegen).....	31
Tabelle A.2 — Durchflussskapazität q_w und q_{wb} (in m^3/a) für verschiedene statische Drücke (in kPa) und ein hydraulisches Gefälle $i = 0,1$	32
Tabelle B.1 — Beispiele der Minstdurchflussskapazitäten nach Analyse der Konsolidation	51

Vorwort

Dieses Dokument (EN 15237:2007) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 288 „Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau)“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom AFNOR gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis August 2007, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis August 2007 zurückgezogen werden.

Dieses Dokument wurde in Ergänzung zu EN 1997-1, *Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik — Teil 1: Allgemeine Regeln* und zu EN 1997-2, *Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik — Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds* erarbeitet. In der vorliegenden Norm wird das Thema der Bemessung nur so weit behandelt, wie dies erforderlich ist; die Anforderungen an Konstruktion und Bauaufsicht werden jedoch ausführlich abgedeckt.

Dieses Dokument wurde durch eine Arbeitsgruppe von Delegierten aus 10 europäischen Ländern erarbeitet. Fachleute aus Japan nahmen ebenfalls an den Zusammenkünften der Arbeitsgruppe teil und trugen so zur Formulierung des Schlusssentwurfs bei. Die Arbeitsgruppe nahm ihre Arbeit im März 2002 auf.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt die allgemeinen Grundsätze für die Ausführung, Prüfung, Bauaufsicht und Überwachung von Projekten für Vertikaldräns fest.

Diese Europäische Norm umfasst die Anwendung vorgefertigter Vertikaldräns und Sanddräns und behandelt Anforderungen an Bemessung, Dränmaterialien sowie an Einbauverfahren. Diese Europäische Norm ist auf die Verbesserung schwach durchlässiger, stark komprimierbarer Böden durch Vertikaldränung und Vorbelastung anwendbar. Informationen bezüglich der Belastung (Damm, Vakuum oder Grundwasserabsenkung) und der Vorbelastung sind in den informativen Anhängen A und B angegeben.

Die Vertikaldränung wird sowohl bei Bauwerken an Land als auch bei Meeres- bzw. Seebauwerken angewendet, wobei folgende Zwecke verfolgt werden:

- (Vor-)Konsolidierung und Verringerung von Setzungen nach dem Errichten des Bauwerkes;
- Beschleunigen des Konsolidationsprozesses durch Verringerung der Pfadlängen für den Porenwasserabfluss;
- Erhöhung der Standsicherheit/Stabilität (durch Erhöhung der wirksamen Spannungen im Boden);
- Grundwasserabsenkung;
- Abschwächen von Verflüssigungswirkungen.

In jedem Fall findet eine Gesamtbehandlung des Bodens statt (das Volumen der Dräns ist im Verhältnis zum behandelten Bodenvolumen gering).

Diese Europäische Norm behandelt nicht die Verbesserung des Bodens mit Hilfe von Brunnen, Kies- und Steinsäulen, geotextilumschlossenen Säulen mit großem Durchmesser oder Bewehrungselementen.

Die Vertikaldränung kann auch mit weiteren Gründungs- oder Bodenverbesserungsverfahren, wie z. B. Elektro-Osmose, Pfähle und verdichtete Sandpfähle, Fallplattenverdichtung und tiefreichende Bodenstabilisierung, kombiniert werden.

Eine Anleitung zu praktischen Aspekten der Vertikaldränung, z. B. zur Untersuchung der Dräneigenschaften, zu den Ausführungsverfahren und der Ausrüstung, ist in Anhang A enthalten. Die Untersuchung der Bodeneigenschaften und die Beurteilung der Bemessungsparameter, die durch die Dräneigenschaften und die Ausführung beeinflusst werden, sind in Anhang B angegeben.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 1997-1, *Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik — Teil 1: Allgemeine Regeln*

EN 1997-2, *Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik — Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds*

EN 13252:2000, *Geotextilien und geotextilverwandte Produkte — Geforderte Eigenschaften für die Anwendung in Dränanlagen*

EN ISO 9862, *Geokunststoffe — Probenahme und Vorbereitung der Messproben (ISO 9862:2005)*

EN ISO 10319, *Geotextilien — Zugversuch am breiten Streifen (ISO 10319:1993)*

EN ISO 10320, *Geotextilien und geotextilverwandte Produkte — Identifikation auf der Baustelle (ISO 10320:1999)*

EN ISO 10321, *Geotextilien — Zugversuch am breiten Streifen an Verbindungen/Nähten (ISO 10321:1992)*

EN ISO 11058, *Geotextilien und geotextilverwandte Produkte — Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit normal zur Ebene, ohne Auflast (ISO 11058:1999)*

EN ISO 12956, *Geotextilien und geotextilverwandte Produkte — Bestimmung der charakteristischen Öffnungsweite (ISO 12956:1999)*

EN ISO 12958:1999, *Geotextilien und geotextilverwandte Produkte — Bestimmung des Wasserableitvermögens in der Ebene (ISO 12958:1999)*

EN ISO 14688 (alle Teile), *Geotechnische Erkundung und Untersuchung*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Schneckeneinbauverfahren

(en: auger installation method)

(fr: installation à la tarière)

Einbauverfahren von Sanddräns mit Hilfe eines Schneckenbohrers oder einer durchgehenden Hohlbohrschnecke

3.2

Streifendrän¹⁾

(en: band drain)

(fr: drain plat)

vorgefertigter Drän mit rechteckigem Querschnitt, üblicherweise bestehend aus einem zentralen Kern mit Röhrensystem, umgeben von einem Filtermantel

3.3

zylindrischer Drän

(en: cylindrical prefabricated drain)

(fr: drain tubulaire)

Drän, bestehend aus einem ringförmig gewellten und perforierten offenen Kern, umgeben von einem Filterschlauch

3.4

Durchflusskapazität

q_w

(en: discharge capacity)

(fr: capacité de décharge)

die Durchflusskapazität eines Drainagebrunnens entspricht der Querschnittsfläche des Dräns, multipliziert mit dessen Gesamtdurchlässigkeit in Längsrichtung (das Volumen an Wasser, das bei einem hydraulischen Gefälle von Eins je Zeiteinheit aus dem Drän fließt)

1) Als weitere Begriffe werden hier „Dochtdräns“ und „vorgefertigter Vertikaldräns“ (PVD, en: prefabricated vertical drains) verwendet.

3.5**Verdrängungseinbauverfahren****(en: displacement installation method)****(fr: installation par fonçage refoulant)**

Einbauverfahren von Dräns mit Hilfe eines stirnseitig geschlossenen Stahlrohres/Stahlaufsatzrohrs

3.6**Dränschuh****(en: drain anchor)****(fr: sabot d'ancrage)**

Anker, der vor dem Einbau am Ende von Streifendräns befestigt wird und der sowohl ein Eindringen von Boden in den Dorn während des Einbaus als auch ein Hinaufziehen des Streifendräns aus dem Boden bei der Entnahme des Dorns verhindert

3.7**obere Dränebene****(en: drainage blanket)****(fr: tapis drainant)**

obere stark durchlässige Dränschicht, die sich mit den Dräns in engem Kontakt befindet und das Entstehen eines Rückstaus in den Dräns verhindert

3.8**dynamische Dräneinbauweise****(en: dynamic installation method)****(fr: méthode d'installation par battage ou vibrofonçage)**

Dräneinbauverfahren unter Anwendung dynamischer Einwirkungen (Schlag- oder Vibrationshammer)

3.9**geotextilumschlossener Sanddrän****(en: geotextile enclosed sand drain)****(fr: drains de sable dans une gaine de géotextile)**

mit einer Art Filtergewebe aus Geotextil umschlossener Sanddrän

3.10**Einbau mittels Hochdruckinjektion****(en: jet installation method)****(fr: méthode d'installation par lancement)**

Einbauverfahren von Sanddräns mit Hilfe von Innen-Spülbohren oder Rotary-Spülbohren

3.11**Sanddrän****(en: sand drain)****(fr: drain de sable)**

Drän mit kreisförmigem Querschnitt aus körnigem, stark durchlässigem Material (Sand, Kies)

3.12**statisches Einbauverfahren****(en: static installation method)****(fr: méthode d'installation par fonçage)**

Dräneinbauverfahren mit Hilfe einer statischen Last (Vorpressen)

3.13**Vibrationseinbauverfahren****(en: vibro installation method)****(fr: méthode d'installation par vibrofonçage)**

Einbauverfahren von Sanddräns mit Hilfe eines auf einem Hohldorn montierten Höhenrüttlers oder eines Tiefenrüttlers

3.14

Arbeitsebene

(en: working platform)

(fr: plateforme de travail)

Plattform, die für die Dräneinbaumaschinen eine Zugangsmöglichkeit zu den Vertikaldräns schafft

4 Erforderliche Informationen für die Ausführung der Arbeit

4.1 Vor Ausführung der Arbeit müssen alle erforderlichen Informationen bereitstehen.

4.2 Diese Angaben müssen Folgendes umfassen:

- a) relevante Informationen bezüglich der Bedingungen an der Baustelle;
- b) die Anordnung der Hauptrasterlinien für das Abstecken des Geländes;
- c) Zeichnungen mit der Lage und Länge der Dräns;
- d) alle rechtlichen oder gesetzlichen Einschränkungen;
- e) Verfahrensdarstellung zum Einbau von Vertikaldräns (siehe 8.1);
- f) Merkmale der Dräns (physikalische und hydraulische Merkmale), Begleitdokumentation zur CE-Kennzeichnung;
- g) Spezifikation zu den Dräns sowie zu anderen zu verwendenden Materialien (siehe Abschnitt 6) und Plan mit sämtlichen Prüfungen und Annahmeverfahren in Bezug auf die bei den Arbeiten eingesetzten Materialien;
- h) Beschreibung eines geeigneten Qualitätssicherungssystems, einschließlich Bauaufsicht und Überwachung.

4.3 Die Angaben hinsichtlich der Bedingungen an der Baustelle müssen, sofern zutreffend, Folgendes umfassen:

- a) Geometrie der Baustelle (Randbedingungen, Topographie, Zugangsbedingungen, Böschungen und Beschränkungen hinsichtlich der Bauhöhe usw.);
- b) Eigenschaften des Bodens auf der Baustelle, die die Ausführung der Vertikaldränung beeinflussen könnten:
 - Beschreibung des Bodens (Bodenart, Bodenschichtung sowie Vorliegen und Häufigkeit von Sand- und Schluffschichten sowie harten Schichten);
 - Durchdringwiderstand (z. B. Ergebnisse von Durchdringprüfungen);
 - Zusammensetzung, seitliche Ausdehnung, Dicke und Festigkeit der Oberflächenschicht, Wurzeln von Bäumen, Schüttungen usw.);
 - Vorhandensein von Blockkies und Felsblöcken sowie verfestigten Schichten, die Schwierigkeiten bei der Ausführung der Arbeit verursachen oder eine besondere Einbauausrüstung erfordern können.
- c) folgende Angaben zum Klima und zur Umwelt:
 - Angaben zu den Wetterbedingungen in Gebieten mit extremen Klimabedingungen;
 - marine Bedingungen (Strömungen, Gezeitenbedingungen, Wellenbedingungen usw.);
 - Umweltgefährdungen (jegliche Kontaminationen des Wassers und des Untergrunds, die die Ausführung, die Sicherheit bei der Arbeit oder die Abförderung des Aushubmaterials von der Baustelle beeinträchtigen könnten, einschließlich des Vorhandenseins gefährlicher Gase und von Blindgängern, sind zu dokumentieren).

- d) bestehende unterirdische Bauwerke, Versorgungsleitungen, bekannte Kontaminationen und archäologisch bedingte Beschränkungen;
- e) umweltbezogene Beschränkungen, einschließlich Lärm, Vibration, Verunreinigung;
- f) geplante oder laufende Baumaßnahmen wie beispielsweise Entwässerung, Tunnelbau, Tiefbaggern;
- g) zuvor in der Nähe der Baustelle mit dem Einbau von Dräns gemachte Erfahrungen;
- h) die Eigenschaften der Arbeitsebene und der Dränschicht (physikalische und hydraulische Merkmale);
- i) die Bedingungen im Hinblick auf Bauwerke, Straßen, Versorgungsleitungen usw. in der Nähe der Baustelle.

4.4 Für die Ausführung des Belastungsvorganges müssen die folgenden Angaben bereitstehen:

- a) Bauablaufplan für den Belastungsvorgang;
- b) Vorbelastung (temporäre und ständige Belastung);
- c) Zeitablaufplan für den Belastungsvorgang und die mögliche Vorbelastung;
- d) für die Vorbelastung verwendete Masse der Schüttung pro Volumeneinheit;
- e) Angabe sämtlicher Beschränkungen, z. B. bei der Bemessung erforderliche Phaseneinteilung der Konstruktion;
- f) Überwachungsprogramm.

4.5 Darüber hinaus sind folgende Anweisungen zu geben:

- a) Verfahrensweise zur Berichterstattung bei unvorhergesehenen Umständen oder für den Fall, dass sich herausstellt, dass die Bedingungen von den bei der Bemessung zugrunde gelegten abweichen;
- b) Verfahrensweise zur Berichterstattung für den Fall, dass bei der Bemessung die Beobachtungsmethode zur Anwendung kommt.

4.6 Jegliche zusätzlichen oder abweichenden Anforderungen, die in den Geltungsbereich der auf die Genehmigungen bezogenen Abschnitte dieser Europäischen Norm fallen, sind vor Beginn der Arbeiten festzulegen und zu vereinbaren.

5 Geotechnische Untersuchungen

5.1 Allgemeines

5.1.1 Die geotechnischen, für die Bemessung von Arbeiten am Vertikaldrän nach den Anforderungen von EN 1997 durchgeführten Untersuchungen müssen Angaben für den Einbau von Vertikaldräns bereitstellen, siehe 4.3 b).

5.1.2 Der Bericht zur geotechnischen Untersuchung muss rechtzeitig zur Verfügung stehen, so dass die Planung und Ausführung der Arbeiten am Vertikaldrän sichergestellt ist.

5.1.3 Erweisen sich die durchgeführten geotechnischen Untersuchungen als unzureichend, sollte eine weitere Untersuchung durchgeführt werden.

5.2 Besondere Anforderungen

5.2.1 Zusätzlich zur allgemeinen geologischen Beschreibung und den in EN 1997-1 aufgeführten Einzelheiten muss der Bericht zur Standortuntersuchung Angaben zu den Bodenbedingungen in Bezug auf den Einbau der Vertikaldräns und die Belastung umfassen, siehe Anhänge A und B.

5.2.2 Angaben zu den Bodenbedingungen müssen Folgendes umfassen:

- a) piezometrische Höhe des Grundwasserspiegels sowie dessen Schwankungen und mögliche Abweichung von den Bedingungen in Bezug auf den hydrostatischen Druck;
- b) undrained Scherfestigkeit.

5.2.3 Die Geländeoberkante sowie die Lage aller Untersuchungs- oder Prüfstandorte sollten in Bezug auf den auf nationaler Ebene anerkannten Bezugshorizont oder einen feststehenden Bezugspunkt festgelegt werden.

6 Materialien und Produkte

6.1 Allgemeines

6.1.1 Bei der Vertikaldränung kommen vorgefertigte Dräns und/oder Sanddräns zum Einsatz.

ANMERKUNG Auf dem Markt wird eine Vielzahl von vorgefertigten Dräns angeboten. Die meisten davon bestehen aus dem Kern und einem Geotextilfilter.

6.1.2 Vorgefertigte Dräns, die aus einem Kern und einem Geotextilfilter bestehen, unterliegen der CE-Kennzeichnung. Folgende spezifische Eigenschaften müssen angegeben werden:

- a) Zugfestigkeit, in kN nach EN ISO 10319;
- b) Dehnung bei der maximalen Zugkraft, in % nach EN ISO 10319;
- c) Zugfestigkeit des Filters, in kN/m nach EN ISO 10319;
- d) Zugfestigkeit der Nähte und Verbindungen, in kN/m nach EN ISO 10321;
- e) Geschwindigkeitsindex des Filters (v_{h50}), in mm/s nach EN ISO 11058;
- f) charakteristische Maschenweite des Filters (O_{90}), in μm nach EN ISO 12956;
- g) Durchflusskapazität des Dräns, in m^3/Jahr nach EN ISO 12958 (siehe auch Anhang A);
- h) Beständigkeit, in Jahren (EN 13252:2000, Anhang B).

ANMERKUNG Das in EN 13252 erwähnte Durchschlagverhalten (Kegelfallversuch, EN 918) ist für diese Anwendung nicht zwingend vorgeschrieben.

6.2 Rohstoffe von vorgefertigten Dräns

6.2.1 Ein vorgefertigter Drän besteht in der Regel aus einem Geotextil oder einem geotextilverwandten Produkt.

6.2.2 Das Produkt kommt bei Anwendungen zum Einsatz, die keine Bewehrung des Bodens einschließen und bei denen die Langzeitfestigkeit keinen wesentlichen Parameter darstellt, sowie in natürlichen Böden mit einem pH-Wert zwischen 4 und 9 und bei einer Bodentemperatur von weniger als 25 °C nach EN 13252. Es gilt eine Funktionsdauer von bis zu 5 Jahren.

6.2.3 Bei der Herstellung der Dränkerne ist die Verwendung von 5 % internem Wiedergewinnungsmaterial (z. B. Rohstoffe aus unverbrauchten Dränkernen) zulässig. Die Zusammensetzung sollte bekannt sein, und das Material sollte auf dieselbe Weise verarbeitet werden wie das Ausgangsprodukt. Die Verwendung von Rückgewinnungsmaterial ist nur zulässig, wenn nachgewiesen werden kann, dass dieses nicht zu einer Verunreinigung des Bodens oder des Grundwassers führt.

6.2.4 Die bei der Herstellung der Dräns verwendeten Materialien dürfen nicht zu einer Verunreinigung des Bodens oder des Grundwassers führen.

6.2.5 Biologisch abbaubare Dräns können verwendet werden, wenn sie über die gesamte Projektlebensdauer die Anforderungen an die Dränung erfüllen.

6.3 Streifendräns

6.3.1 Form und Aufbau von Streifendräns

6.3.1.1 Ein Streifendrän ist ein vorgefertigter Drän mit rechteckigem Querschnitt, üblicherweise bestehend aus einem zentralen Kern mit Röhrensystem, umgeben von einem Filter. Die Breite des Kerns von Streifendräns beträgt üblicherweise 100 mm, die Dicke liegt zwischen 2 mm und 10 mm.

6.3.1.2 Der Kern sollte aus einem profilierten Streifen (mit oder ohne Perforation) oder einer profilierten Matte mit offenem oder geschlossenem Gefüge bestehen. Durch das Gefüge sollte ein regelmäßiges Wasserableitvermögen sichergestellt sein.

6.3.1.3 Risse und/oder sonstige Mängel sind nicht zulässig. Als Teil der Qualitätslenkung der Herstellung ist eine regelmäßige Sichtprüfung auf Schäden vorzunehmen.

6.3.2 Messungen

6.3.2.1 Die Ballenlänge, Breite und Dicke des Kerns sollte an allen Stellen den vom Hersteller angegebenen Maßen entsprechen (wobei die vom Hersteller angegebenen zulässigen Abweichungen gelten). Siehe Begleitdokumentation zur CE-Kennzeichnung (EN 13252).

6.3.2.2 Die Messungen sollten EN ISO 9863-1 entsprechen.

6.3.3 Beständigkeit

6.3.3.1 Die Beständigkeit des Dräns muss den Anforderungen an die Beständigkeit nach EN 13252 entsprechen (Bewitterung, geforderte Funktionsdauer von bis zu 5 Jahren oder länger, wenn die Dräns eingebaut werden, um eine Verflüssigung des Bodens abzuschwächen).

6.3.3.2 Während der Lagerung auf der Baustelle sollten die Dräns gegen Bewitterung geschützt werden.

6.3.3.3 Sofern das Produkt nicht verpackt oder in einem Gebäude gelagert wird, darf es nicht länger als vom Hersteller in der CE-Kennzeichnung (EN 13252) angegeben offen gelagert werden. Die Empfehlungen des Lieferanten sind zu befolgen.

6.3.4 Zugfestigkeit und Dehnung

6.3.4.1 Die erforderliche Zugfestigkeit des Streifendräns ist in hohem Maße vom Typ der beim Einbau angewendeten Maschinen, vom Einbauverfahren und von der Einbautiefe des Dräns abhängig. Die Zugfestigkeit der Streifendräns in Längsrichtung muss ausreichend hoch sein, um ein Brechen während des Einbaus und danach zu verhindern.

6.3.4.2 Die Prüfung der Zugfestigkeit und der Dehnung des Streifendräns sollte nach EN ISO 10319 erfolgen (wobei die entsprechenden Abänderungen bezüglich der Breite des Produkts vorzunehmen sind).

6.3.4.3 Folgende Eigenschaften eines Streifendröns werden empfohlen:

- a) Dehnung ≥ 2 % im Moment des Versagens des schwächsten Elementes;
- b) Dehnung ≤ 10 % bei einer Zugkraft von 0,5 kN (bei Frost 20 %);
- c) Mindestzugfestigkeit $> 1,5$ kN im Moment des Versagens des schwächsten Elementes. Während der Prüfung sollte die Naht nicht versagen.

ANMERKUNG Diese Werte sind von der Einbauausrüstung und dem Einbauverfahren abhängig und dürfen möglicherweise entsprechend angeglichen werden.

6.3.4.4 Die Festigkeit der Naht, gemessen nach EN ISO 10321 bei einer Reihe von Temperaturen, wie sie auf der Baustelle vorkommen können, muss mindestens 1 kN/m betragen.

6.3.5 Durchflussskapazität

6.3.5.1 Die Durchflussskapazität und die Filtrationsmerkmale stellen die wichtigsten Eigenschaften dar. Die Durchflussskapazität wird durch folgende Faktoren beeinflusst:

- a) aufgrund des während des Konsolidationsprozesses zunehmenden wirksamen Seitendrucks wird das Filter in das Röhrensystem des Kerns gepresst, wodurch sich die Röhrenfläche verringert;
- b) die während des Konsolidationsprozesses erfolgende vertikale Kompression des Bodens kann zu einem Ausknicken der relativ gering komprimierbaren Streifendröns führen, wodurch sich die Röhrenfläche verringern kann;
- c) durch das Filter können Feinstoffe in den Kern gelangen und das Röhrensystem blockieren;
- d) die Bodentemperatur hat Einfluss auf die Druckbeständigkeit und die Kriecheigenschaften der Dröns und damit auf die Durchflussskapazität.

6.3.5.2 Die erforderliche Durchflussskapazität des Streifendröns ist in großem Maße abhängig vom Zweck der Bodenverbesserung, von den Konsolidationsparametern des Bodens, dem Abstand zwischen den Dröns und der Einbautiefe des Dröns (siehe Anhang B).

6.3.5.3 Die Durchflussskapazität muss ausreichend hoch sein, um die Anforderungen an die Bemessung zu erfüllen.

6.3.5.4 Der empfohlene Wert der Durchflussskapazität ist in Anhang B angegeben.

6.3.5.5 Die Prüfung der Durchflussskapazität sollte mit den in Anhang A unter A.4.1.2 angegebenen Abänderungen entsprechend EN 12958 durchgeführt werden.

6.3.5.6 Für übliche Anwendungen sollte die Prüfung der Durchflussskapazität bei Labortemperatur durchgeführt werden, und der Prüfbericht sollte sich auf eine Temperatur von 20 °C beziehen. Bei Anwendungen in tropischen Umgebungen sollte die Prüfung der Durchflussskapazität bei einer Temperatur durchgeführt werden, die der Temperatur des Bodens am Ort des Dröneinbaus entspricht, und der Prüfbericht sollte auf die jeweilige Temperatur bezogen sein.

6.3.5.7 Die Prüfdauer sollte ausreichend lang sein, um einen konstanten Wert für die Durchflussskapazität zu erreichen, vorzugsweise mindestens 2 Tage unter dem vom Planer festgelegten maximalen statischen Druck.

6.3.6 Filter von Streifendröns

6.3.6.1 Der Filtermantel sollte aus einem Vliesmaterial bestehen, das aus Fasern besteht, die mechanisch, chemisch oder thermisch miteinander verbunden sind.

6.3.6.2 Der Filtermantel sollte eine regelmäßige Struktur aufweisen.

6.3.6.3 Falten, Risse, Löcher und/oder sonstige Mängel sind nicht zulässig. Die Nähte des Filtermantels sind so zu gestalten, dass keine Feinstoffe in den Kern des Streifendröns eindringen können.

6.3.6.4 Während der Herstellung sind regelmäßig und in Übereinstimmung mit dem Ablaufplan zur werkseigenen Produktionskontrolle Sichtprüfungen auf Schäden vorzunehmen.

6.3.7 Zugfestigkeit je Breiteneinheit des Filters

6.3.7.1 Die Zugfestigkeit des Filters muss ausreichen, um ein Brechen während des Einbaus und danach zu verhindern.

6.3.7.2 Die Prüfung sollte nach EN ISO 10319 durchgeführt werden. Der Mittelwert der einzelnen Messwerte für die Zugfestigkeit in Längsrichtung sollte nicht weniger als 3 kN/m betragen. Für Einbauten in größerer Tiefe als 25 m oder unter schwierigen Bodenbedingungen wird eine Mindestzugfestigkeit von 6 kN/m in Längsrichtung empfohlen.

6.3.8 Geschwindigkeitsindex des Filters

Die Prüfung sollte nach EN ISO 11058 durchgeführt werden. Der Mittelwert der einzelnen Messwerte für den Geschwindigkeitsindex (v_{h50}) sollte mehr als 1 mm/s betragen. Erfolgt der Dröneinbau aufgrund von verflüssigungsbezogenen Problemen, sollte die Porengröße des Filters entsprechend angepasst werden, um eine für diese Anwendung angemessene Durchlässigkeit des Filters sicherzustellen, siehe 6.4.

6.3.9 Porengröße des Filters

6.3.9.1 Die Porengröße des Filters ist so zu wählen, dass eine ausreichende Durchflusskapazität sichergestellt ist und ein bedeutender Verlust der Durchflusskapazität durch Zusetzen des Filters und/des Kerns durch Bodenteilchen vermieden wird. Die Nähte des Filters dürfen keine Maschenweite aufweisen, die über der des Geotextilfilters liegt.

6.3.9.2 Vorwiegend sind die Anforderungen an die Merkmale des Filtermantels unter Berücksichtigung der Eigenschaften des Bodens auf der Baustelle und der Einbaubedingungen (Trocken- oder Feuchtgebiete, küstennaher Bereich) in dem Projekt anzugeben.

6.3.9.3 Der nach EN ISO 12956 gemessene Wert der charakteristischen Maschenweite O_{90} sollte nicht mehr als 80 μm betragen.

ANMERKUNG Der Wert von O_{90} ist möglicherweise von projektspezifischen Anforderungen beeinflusst, und höhere Werte können zulässig sein.

6.3.9.4 Bei schluffigen Böden und Schluff sollte die charakteristische Maschenweite O_{90} des Filters entsprechend den folgenden Kriterien an die Bodenbedingungen angepasst werden:

- a) $< d_{85, \text{soil}}$ bei schluffigen Böden, die in Hinblick auf das Filterverfahren problematisch sind;
- b) $< 1,5d_{50, \text{soil}}$ bis $2,8d_{50, \text{soil}}$ bei Böden, die in Hinblick auf das Filterverfahren schwierig sind, überwiegend Mittel- und Grobschluff.

6.3.10 Qualitätslenkung

6.3.10.1 Streifendröns müssen allen in Europa geltenden Anforderungen und Verfahren der Konformitätsbewertung entsprechen, die auf sie zutreffen. Die Eigenschaften müssen innerhalb der in den durch eine notifizierte Stelle zugelassenen Begleitdokumenten angegebenen Grenzen liegen.

6.3.10.2 Die Merkmale der Filter und der Dräns sowie die entsprechenden Prüfverfahren und die Prüfhäufigkeit sind in Tabelle 1 angegeben, die in Anlehnung an EN 13252 erstellt wurde. Das Probenahmeverfahren für die unterschiedlichen Prüfverfahren muss EN ISO 9862 entsprechen.

ANMERKUNG Die Prüfhäufigkeit auf der Baustelle sollte zwischen den beteiligten Parteien vereinbart werden.

Tabelle 1 — Empfohlene Prüfhäufigkeit zur Kontrolle der Herstellung

Eigenschaft	Empfohlene Prüfhäufigkeit	Geforderte Norm
Filter:		
Dicke	25 000 m ²	EN 9863-1
Flächenbezogene Masse	25 000 m ²	EN 9864
Porengröße	200 000 m ²	EN 12956
Geschwindigkeitsindex	200 000 m ²	EN 11058
Zugfestigkeit in Längsrichtung	200 000 m ²	EN 10319
Zugfestigkeit in Querrichtung	200 000 m ²	EN 10319
Geoverbundstoff:		
Breite und Dicke	25 000 m	EN 9863-1
Längenbezogene Masse	25 000 m	EN 9864
Zugfestigkeit in Längsrichtung	100 000 m	EN 10319
Dehnung bei maximaler Zugkraft	100 000 m	EN 10319
Durchflusskapazität, gerade	500 000 m	Anhang A
Durchflusskapazität, ausgeknickt	500 000 m	Anhang A
Zugfestigkeit der Filternaht	100 000 m	EN 10321
Beständigkeit	500 000 m	EN 13252

6.4 Vorgefertigter zylindrischer Drän

6.4.1 Form und Struktur zylindrischer Dräns

6.4.1.1 Ein zylindrischer Drän besteht aus einem ringförmig gewellten und perforierten offenen Kern, umgeben von einem Filterschlauch. Der Außendurchmesser des Dräns beträgt üblicherweise 50 mm und der Innendurchmesser 45 mm.

6.4.1.2 Risse und/oder sonstige Mängel sind nicht zulässig. Als Teil der Qualitätslenkung der Herstellung ist eine regelmäßige Sichtprüfung auf Schäden vorzunehmen.

6.4.2 Messungen

Der Durchmesser und die Dicke des Kerns sollten den vom Hersteller angegebenen Maßen entsprechen (wobei die vom Hersteller angegebenen zulässigen Abweichungen gelten).

6.4.3 Beständigkeit

6.4.3.1 Die Beständigkeit des Dräns muss den Anforderungen an die Beständigkeit nach EN 13252 (Anhang B, B.1, Bewitterung, und B.2, geforderte Funktionsdauer von bis zu 5 Jahren oder mehr, wenn die Dräns eingebaut werden, um eine Verflüssigung des Bodens abzuschwächen) entsprechen.

6.4.3.2 Während der Lagerung auf der Baustelle sollten die Dräns gegen Bewitterung geschützt werden.

6.4.3.3 Sofern das Produkt nicht verpackt oder in einem Gebäude gelagert wird, darf es nicht länger als vom Hersteller in der CE-Kennzeichnung (EN 13252) angegeben offen gelagert werden. Die Empfehlungen des Lieferanten sind zu befolgen.

6.4.4 Zugfestigkeit und Dehnung

6.4.4.1 Die erforderliche Zugfestigkeit des zylindrischen Dräns ist in hohem Maße vom Typ der beim Einbau angewendeten Maschinen, von der Einbauverfahrensweise und der Einbautiefe des Dräns abhängig. Die Zugfestigkeit der Dräns in Längsrichtung muss ausreichend hoch sein, um ein Brechen während des Einbaus und danach zu verhindern.

6.4.4.2 Die Prüfung der Zugfestigkeit und der Dehnung des zylindrischen Dräns sollte in Übereinstimmung mit dem genormten Zugversuch mit entsprechend abgeänderten Spannbacken erfolgen.

6.4.4.3 Die Festigkeit der Naht, gemessen nach EN ISO 10321 bei einer Reihe von Temperaturen, wie sie auf der Baustelle vorkommen, muss mindestens 1 kN/m betragen.

6.4.5 Durchflusskapazität und Filtrationsmerkmale

6.4.5.1 Die Durchflusskapazität der zylindrischen Dräns ist im Allgemeinen viel höher als sie für die Bodenkonsolidation gefordert wird. Sie darf sinken, wenn der zylindrische Kern aufgrund des während des Konsolidationsprozesses zunehmenden wirksamen Seitendrucks und/oder durch Ausknicken gedrückt wird.

6.4.5.2 Der durch den Filtermantel ausgeübte Druck darf nicht dazu führen, dass die Perforation des Rohres (Kerns) verschlossen wird.

6.4.5.3 Rohre und Filter von für die Abschwächung der Verflüssigung verwendeten Dräns müssen über die gesamte Bemessungslebensdauer den Auswirkungen der Alterung standhalten.

6.4.6 Filter von zylindrischen Dräns

6.4.6.1 Der Filtermantel sollte aus Fasern bestehen, die mechanisch, chemisch oder thermisch miteinander verbunden sind.

6.4.6.2 Der Filtermantel sollte eine regelmäßige Struktur aufweisen.

6.4.6.3 Falten, Risse, Löcher und/oder sonstige Mängel sind nicht zulässig. Die Nähte des Filtermantels sind so zu gestalten, dass keine Feinstoffe in den Kern des Streifendräns eindringen können.

6.4.6.4 Während der Herstellung sind regelmäßig und in Übereinstimmung mit dem Ablaufplan zur werkseigenen Produktionskontrolle Sichtprüfungen auf Schäden vorzunehmen.

6.4.7 Zugfestigkeit je Breiteneinheit des Filters

6.4.7.1 Die Zugfestigkeit des Filters muss ausreichen, um ein Brechen während des Einbaus und danach zu verhindern.

6.4.7.2 Die Prüfung sollte nach EN ISO 10319 durchgeführt werden. Der Mittelwert der einzelnen Messwerte für die Zugfestigkeit in Längsrichtung sollte nicht weniger als 3 kN/m betragen. Für Einbauten in größerer Tiefe als 25 m oder unter schwierigen Bodenbedingungen wird eine Mindestzugfestigkeit von 6 kN/m in Längsrichtung empfohlen und muss mit dem empfohlenen Wert übereinstimmen.

6.4.8 Geschwindigkeitsindex des Filters

Die Prüfung sollte nach EN ISO 11058 durchgeführt werden. Der Mittelwert der einzelnen Messwerte für den Geschwindigkeitsindex (v_{h50}) sollte mehr als 1 mm/s betragen. Der Mittelwert der einzelnen Messwerte muss dem empfohlenen Wert entsprechen. Erfolgt der Dräneinbau aufgrund von verflüssigungsbezogenen Problemen, sollte die Porengröße des Filters entsprechend angepasst werden, um eine für diese Anwendung angemessene Durchlässigkeit des Filters sicherzustellen.

6.4.9 Porengröße des Filters

Die Anforderungen sind mit denen von 6.3.9 identisch.

6.4.10 Qualitätslenkung

Das vorgefertigte Dränprodukt muss allen in Europa geltenden Anforderungen und Verfahren der Konformitätsbewertung entsprechen, die auf das Produkt zutreffen. Die Eigenschaften müssen innerhalb der in den durch eine notifizierte Stelle zugelassenen Begleitdokumenten angegebenen Grenzen liegen.

6.5 Sanddräns

6.5.1 Der Sanddrän weist einen kreisförmigen Querschnitt auf und besteht aus körnigem, stark durchlässigem Material. Der Durchmesser eines Sanddräns schwankt üblicherweise zwischen 150 mm und 500 mm.

6.5.2 Die Korngrößenverteilung des für Sanddräns verwendeten Materials sollte vorzugsweise innerhalb der Grenzen nach Anhang A liegen.

6.5.3 Die Durchlässigkeit des Sandes sollte ausreichend hoch sein, um bedeutenden Brunnenwiderstand zu verhindern. Die Anforderungen an die Durchlässigkeit sind von der Durchlässigkeit des umgebenden Bodens und der Tiefe des Dräneinbaus abhängig (siehe Anhang B) und sollten in erster Linie durch den Planer definiert werden.

6.5.4 Das für Sanddräns verwendete Material darf beim Einbau nicht zu Verunreinigungen des Bodens oder des Grundwassers führen.

7 Überlegungen zur Bemessung

7.1 Feldversuche

7.1.1 Prüfgebiete mit unterschiedlichen Abständen zwischen den Dräns und/oder unterschiedlichen Dräntypen können als Grundlage der abschließenden Bemessung des Dräneinbaus erforderlich sein.

7.1.2 Der Konsolidationsprozess in den Prüfgebieten sollte durch Messung der Setzung in Verbindung mit der Messung des Porenwasserdrucks, vorzugsweise mit Hilfe von in unterschiedlicher Tiefe angeordneten Setzungsmessgeräten und Piezometern, überwacht werden. Die Erhöhung der Festigkeit infolge der Konsolidation kann möglicherweise durch Laborprüfungen und/oder durch *In-situ*-Prüfungen beurteilt werden.

7.1.3 Sofern zutreffend, kann die horizontale Verdrängung am Umfang des Prüfgebietes mit Hilfe von Neigungsmessgeräten gemessen werden.

7.1.4 Bei Prüfgebieten mit teilweise durchdringenden Dräns sollte der Einfluss auf den Konsolidationsprozess der unterliegenden unbehandelten Bodenschichten berücksichtigt werden.

8 Ausführung

8.1 Verfahrensdarstellung

8.1.1 Es ist eine Verfahrensdarstellung zu erarbeiten, die die Arbeit beim Einbau des Vertikaldräns ausführlich beschreibt. Diese Verfahrensdarstellung muss ausführliche Informationen zu Lage, Dränraster, Ausrüstung und Einbauverfahren sowie zu möglichen Einschränkungen während der Bauphase und jeglichen mit der Ausführung der Arbeit verbundenen Gefährdungen enthalten.

8.1.2 Die vom Auftragnehmer gewählte Ausrüstung und das Einbauverfahren müssen beurteilt und genehmigt werden.

8.1.3 Folgende Verfahrensdarstellung muss bereitgestellt werden, die mindestens folgende Informationen enthält (siehe Abschnitt 4):

- a) Ziel und Umfang des Dräneinbaus;
- b) Einbauort und Arbeitsbereiche;
- c) Anlage und Ausrüstung;
- d) Kontrollverfahren;
- e) Verfahren hinsichtlich möglicher Unterbrechungen des Dräneinbaus und/oder der Belastung;
- f) Nachweisprüfverfahren;
- g) Arbeitsunterlagen (Aufbau, Zeichnungen, Berichte);
- h) Maßnahmen zur Vermeidung des Durchstoßens von artesisch gespanntem Grundwasser;
- i) Beurteilung der sicherheits- und umweltbezogenen Risiken.

8.1.4 Sofern dies als erforderlich angesehen wird, sollten Probeeinbauten vorgenommen werden, um die Eignung der zum Einbau eingesetzten Maschine für die Bedingungen an der Baustelle und das verwendete Dränmaterial zu bestätigen.

8.2 Vorbereitung der Baustelle

8.2.1 Die Vorbereitung ist in Übereinstimmung mit den Konstruktionsvorschriften und den jeweils an der Baustelle vorherrschenden Bedingungen auszuführen. Dies muss die entsprechenden Zugangsmöglichkeiten für Anlagen und Maschinen, die Nivellierung der Arbeitsebene, die Herstellung einer für die Ausrüstung angemessenen Tragfähigkeit des Bodens sowie den Einbau einer oberen Dränebene einschließen. Bei Bauwerken an Land kann die obere Dränebene möglicherweise nach dem Einbau der Vertikaldräns eingebaut werden.

8.2.2 Alle an die Baustelle gelieferten Materialien und Produkte für die Vertikaldränung sind zu identifizieren und gegen die Material- und Produktspezifikationen zu prüfen.

8.2.3 Dient die obere Dränebene als Arbeitsebene und ist direkt an der Bodenoberfläche installiert, so sollte sie eine Mindestdicke von 0,5 m und eine anfänglich horizontale Oberfläche aufweisen. Ist die Dränschicht auf der Oberseite der Arbeitsebene eingebaut und besteht aus üblichem Schüttungsmaterial, beträgt die Mindestdicke der Arbeitsebene bei Bauwerken an Land üblicherweise 0,5 m. Die obere Dränebene ist dann mindestens 0,3 m dick. Sie sollte aus Kiessand oder sandigem Kies bestehen und weniger als 5 % an Material mit einer Korngröße < 0,06 mm enthalten. Sie sollte gegen das Eindringen von feinkörnigem Material und gegen Frost geschützt sein, da dadurch ihre Durchlässigkeit beeinträchtigt werden könnte. Sie kann auch aus einer geeigneten Dränanlage aus Geotextilien und geotextilverwandten Produkten bestehen.