

DIN EN 14475

The logo consists of the letters 'DIN' in a bold, sans-serif font, enclosed within a rectangular border.

ICS 93.020

**Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) –
Bewehrte Schüttkörper;
Deutsche Fassung EN 14475:2006**

Execution of special geotechnical works –
Reinforced fill;
German version EN 14475:2006

Exécution de travaux géotechniques spéciaux –
Remblais renforcés;
Version allemande EN 14475:2006

Gesamtumfang 60 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 288 „Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau)“ (Sekretariat: AFNOR, Frankreich; Vorsitz: Deutschland) in der Arbeitsgruppe WG 9 „Bodenvernagelung — Bewehrte Schüttkörper“ erarbeitet.

Im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. ist der Arbeitsausschuss NA 005-05-20 AA „Bodenbewehrungssysteme“ des NABau Normenausschuss Bauwesen zuständig.

Dem Literaturhinweis [1] entsprechen auf nationaler Ebene

DIN 18196, *Erd- und Grundbau — Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke*

DIN 18300, *VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen — Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV); Erdarbeiten*

DIN 4020, *Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke*.

Den Literaturhinweisen [2] und [3] entspricht auf nationaler Ebene die

EBGEO (Empfehlungen für Bewehrungen aus Kunststoffen), Herausgeber: DGGT (Deutsche Gesellschaft für Geotechnik), Ernst & Sohn Verlag, 1997.

Deutsche Fassung

**Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten
(Spezialtiefbau) —
Bewehrte Schüttkörper**

Execution of special geotechnical works —
Reinforced fill

Exécution de travaux géotechniques spéciaux —
Remblais renforcés

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 10. November 2005 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 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, 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	6
3 Begriffe	8
4 Bautechnische Unterlagen für die Ausführung	10
5 Baugrunderkundung	10
6 Baustoffe	11
7 Entwurfskriterien	17
8 Ausführung	21
9 Bauaufsicht, Prüfungen, Überwachung	27
10 Baustellenberichte	28
11 Spezielle Anforderungen	29
Anhang A (informativ) Typische Verwendbarkeit von Schüttmaterialien, in Abhängigkeit von der Anwendung, Bewehrung und Frontausbildung	30
Anhang B (informativ)	31
Anhang C (informativ) Frontelemente und Systeme	33
Anhang D (informativ) Einige typische Bewehrungsformen	53
Anhang E (informativ) Bewehrungen aus Stahl	55
Anhang F (informativ) Anforderungen an Frontelemente	57
Literaturhinweise	58

Bilder

Bild 1 — Beispiele für bewehrte Schüttkörper	6
Bild C.1	34
Bild C.2 — Paneel mit voller Bauhöhe	35
Bild C.3 — Paneele mit teilweiser Bauhöhe	35
Bild C.4 — Paneele mit Sollbruchstellen	36
Bild C.5 — Winkелеlemente	36
Bild C.6 — Pflanztröge	36
Bild C.7 — Blockelemente, Formsteine	37
Bild C.8 — Bohlträgerwände	37
Bild C.9 — Schalenförmige Stahlelemente	37
Bild C.10 — Geschweißte Stahlgitter	38
Bild C.11 — Gabionenkästen	38
Bild C.12 — Verformbare Frontelemente	39
Bild C.13 — Querschnitt durch die Stützkonstruktion	41
Bild C.14 — Höhenentwicklung der Stützkonstruktion	41
Bild C.15 — Querschnitt durch die Stützkonstruktion	42
Bild D.1 — Bewehrungen aus Stahl	53
Bild D.2 — Bewehrungen aus Geokunststoffen	54

Tabellen

Tabelle 1 — Einschlägige Normen für Anforderungen an Frontausbildungen.....	17
Tabelle 2 — Einige mögliche Aspekte der Entwurfsplanung.....	20
Tabelle A.1 — Typische Kombinationen von Schüttmaterial, Bewehrung und Frontausbildung	30
Tabelle B.1 — Elektro-chemische Eigenschaften von Schüttmaterialien bei metallischen Bewehrungen	31
Tabelle C.1 — Frontpaneele mit teilweiser Bauhöhe	42
Tabelle C.2 — Frontpaneele mit voller Bauhöhe.....	43
Tabelle C.3 — Geneigte Paneele, Winkелеlemente	44
Tabelle C.4 — Pflanztröge	45
Tabelle C.5 — Betonblöcke	46
Tabelle C.6 — Trägerbohlensystem.....	47
Tabelle C.7 — Schalenförmige Stahlfront.....	47
Tabelle C.8 — Stahldrahtgitter	48
Tabelle C.9 — Gabionenkästen	49
Tabelle C.10 — Umschlagmethode (ohne Schalung)	50
Tabelle C.11 — Umschlagmethode (mit Schalung) oder gefüllte Säcke	51
Tabelle C.12 — Spritzbeton	52

Vorwort

Dieses Dokument (EN 14475:2006) 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 Juli 2006, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Juli 2006 zurückgezogen werden.

Die Ausführung von bewehrten Schüttkörper-Bauwerken wird derzeit entsprechend nationalen Normen wie z. B. BS 8006 (1995) sowie NF P 94-220 (1998) und anderen Normen behandelt. Tatsächlich deckt EN 1997-1, Eurocode 7 (Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik) den detaillierten Aufbau von bewehrten Schüttkörper-Bauwerken derzeit nicht ab. Die in EN 1997-1 angegebenen Werte für Teilsicherheitsfaktoren und Lasterhöhungsfaktoren sind für Bauwerke aus bewehrten Schüttkörpern noch nicht kalibriert worden.

Auch wenn viele Gemeinsamkeiten zwischen den Ausführungsmethoden, die sich in den verschiedenen Mitgliedsländern des CEN entwickelt und etabliert haben, existieren, gibt es ebenso Unterschiede, die sowohl unterschiedliche Arbeitsweisen und Gegebenheiten wie geologische und klimatische Schwankungen widerspiegeln.

Unter Berücksichtigung dieser Unterschiede in speziellen nationalen Methoden und der erforderlichen Zeit, um eine allgemeine Ausführungs- und Bemessungsmethode auszuarbeiten, wurde die Ausarbeitung einer Norm für bewehrte Schüttkörper in zwei Phasen vorgesehen.

Demzufolge wurde die Arbeitsgruppe 9 von TC 288 beauftragt, zunächst eine EN zu erstellen, die eine Anleitung für die Bauweise von bewehrten Schüttkörpern beinhaltet, bevor man eine gemeinsame Methode der Bemessung erarbeitet. Diese Norm stellt die Umsetzung des ersten Teils dieses Auftrages dar.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, 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

1.1 Diese Europäische Norm legt die allgemeinen Grundsätze zur Ausführung bewehrter Schüttkörper fest.

1.2 Diese Europäische Norm umfasst ingenieurmäßig hergestellte Schüttkörper, die durch Einlage von horizontalen oder nahezu horizontalen Bewehrungen zwischen die Schichten der Schüttung errichtet werden.

1.3 Der Anwendungsbereich von bewehrten Schüttkonstruktionen nach dieser Europäischen Norm umfasst (siehe Bild 1):

- Erdstützkonstruktionen (senkrechte, abgestufte oder geneigte Wände, Brückenwiderlager, Schüttgutlager) mit einer Frontausbildung zur Rückhaltung des Schüttmaterials, das zwischen den Bewehrungslagen eingebaut wird;
- bewehrte Steilböschungen mit Frontausbildung, entweder im Schüttkörper integriert oder ihm vorgesetzt oder als Polsterwände, flache bewehrte Böschungen ohne Frontausbildung, aber mit oberflächlichem Erosionsschutz und die Wiederherstellung gerutschter Böschungen;
- Dämme mit Sohlbewehrung und Dämme mit Bewehrungen zur Verhinderung von Frosthebungen im oberen Bereich.

Grundsätze der Ausführung anderer spezieller geotechnischer Arbeiten unter Verwendung von Vernagelungen, Bohrpfählen, Verdrängungspfählen, Kleinbohrpfählen, Spundwänden, Schmaldichtwänden, Injektionen und Düsenstrahlverfahren werden in anderen Europäischen Normen geregelt.

Die Bewehrung von Straßenoberbauten wird in dieser Norm nicht behandelt.

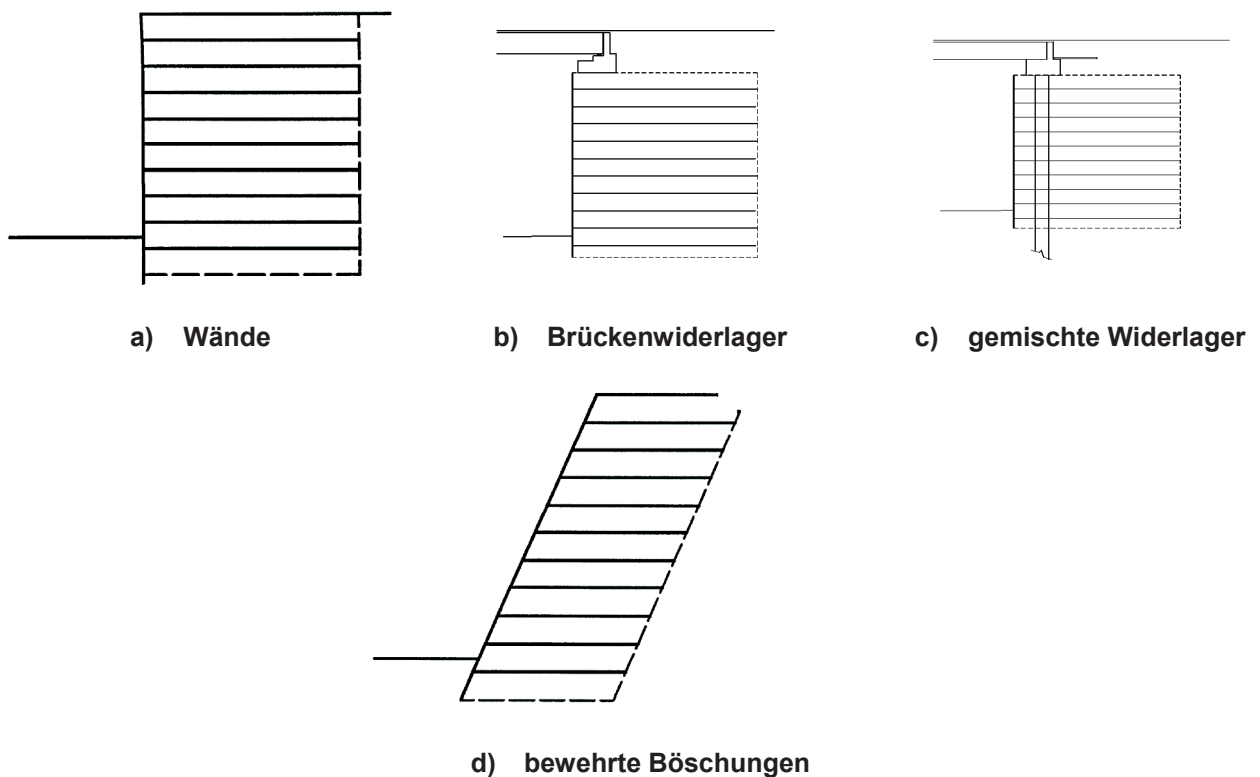
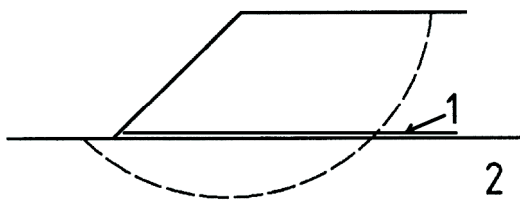


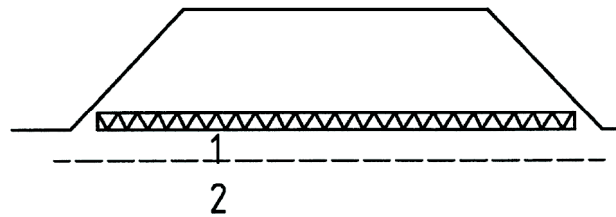
Bild 1 — Beispiele für bewehrte Schüttkörper



e) Sohlbewehrung

Legende

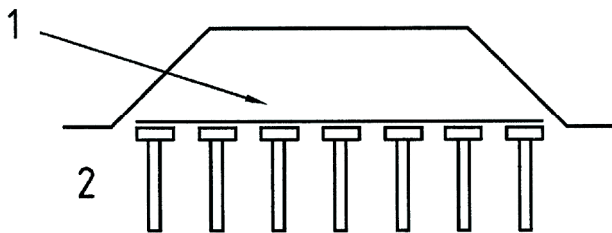
- 1 Bewehrung
- 2 gering tragfähiger Untergrund



f) Gründungspolster/-matratze

Legende

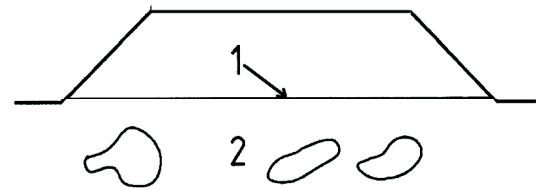
- 1 gering mächtige, gering tragfähige Schicht
- 2 tragfähiger Untergrund



g) Dämme auf Pfahlgründungen

Legende

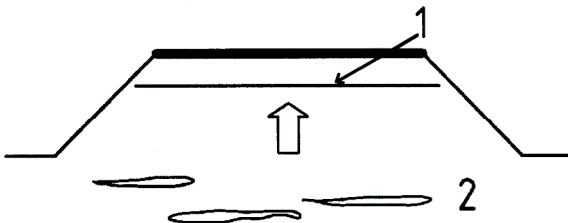
- 1 Bewehrung
- 2 Pfähle



h) Bewehrung über Bereichen mit vorherzusehenden Setzungen und Sackungen

Legende

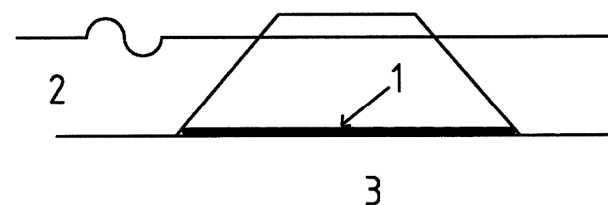
- 1 Bewehrung
- 2 potentielle Bereiche geringer Tragfähigkeit oder von Hohlräumen



i) Bewehrung in Bereichen mit zu erwartenden Frosthebungen

Legende

- 1 Bewehrung
- 2 Eislinnen



j) Sohlbewehrung im Wasserbau

Legende

- 1 Bewehrung
- 2 See oder Meer
- 3 gering tragfähiger Grund

Bild 2 — Beispiele für bewehrte Schüttkörper (fortgesetzt)

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 206-1, *Beton — Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität*

EN 1990, *Eurocode — Grundlagen der Tragwerksplanung*

- EN 1991, *Eurocode 1 — Einwirkungen auf Tragwerke*
- EN 1992-1-1, *Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken — Teil 1-1: Grundlagen und Anwendungsregeln für den Hochbau*
- EN 1997-1, *Eurocode 7 — Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik — Teil 1: Allgemeine Regeln*
- EN 10025-2, *Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen — Teil 2: Technische Lieferbedingungen für unlegierte Baustähle*
- EN 10025-4, *Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen — Teil 4: Technische Lieferbedingungen für thermomechanisch gewalzte schweißgeeignete Feinkornbaustähle*
- EN 10079, *Begriffsbestimmungen für Stahlerzeugnisse*
- EN 10080, *Stahl für die Bewehrung von Beton — Schweißgeeigneter Betonstahl — Allgemeines*
- EN 10218-1, *Stahldraht und Drahterzeugnisse — Allgemeines — Teil 1: Prüfverfahren*
- EN 10218-2, *Stahldraht und Drahterzeugnisse — Allgemeines — Teil 2: Drahtmaße und Toleranzen*
- EN 10223-3, *Stahldraht und Drahterzeugnisse für Zäune — Teil 3: Stahldrahtgeflecht mit sechseckigen Maschen für bauwirtschaftliche Zwecke*
- EN 10223-4, *Stahldraht und Drahterzeugnisse für Zäune — Teil 4: Geschweißte Gitter aus Stahldraht für Zäune*
- EN 10244-1, *Stahldraht und Drahterzeugnisse — Überzüge aus Nichteisenmetall auf Stahldraht — Teil 1: Allgemeine Regeln*
- EN 10244-2, *Stahldraht und Drahterzeugnisse — Überzüge aus Nichteisenmetall auf Stahldraht — Teil 2: Überzüge aus Zink und Zinklegierungen*
- EN 10245-1, *Stahldraht und Drahterzeugnisse — Organische Beschichtungen auf Draht — Teil 1: Allgemeine Regeln*
- EN 10245-2, *Stahldraht und Drahterzeugnisse — Organische Beschichtungen auf Draht — Teil 2: PVC-beschichteter Draht*
- EN 10245-3, *Stahldraht und Drahterzeugnisse — Organische Beschichtungen auf Draht — Teil 3: PE-beschichteter Draht*
- EN 10326, *Kontinuierlich schmelztauchveredeltes Band und Blech aus Baustählen — Technische Lieferbedingungen*
- EN 12224, *Geotextilien und geotextilverwandte Produkte — Bestimmung der Witterungsbeständigkeit*
- EN 12225, *Geotextilien und geotextilverwandte Produkte — Prüfverfahren zur Bestimmung der mikrobiologischen Beständigkeit durch einen Erdeingravingsversuch*
- EN 13251, *Geotextilien und geotextilverwandte Produkte — Geforderte Eigenschaften für die Anwendung in Erd- und Grundbau sowie in Stützbauwerken*
- EN ISO 898-1, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl — Teil 1: Schrauben (ISO 898-1:1999)*

EN 14475:2006 (D)

EN ISO 1461, *Durch Feuerverzinken auf Stahl aufgetragene Zinküberzüge (Stückverzinken) — Anforderungen und Prüfung (ISO 1461:1999)*

EN ISO 2063, *Thermisches Spritzen — Metallische und andere anorganische Schichten — Zink, Aluminium und ihre Legierungen (ISO 2063:2005)*

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

ENV ISO 10722-1, *Geotextilien und geotextilverwandte Produkte — Verfahren zur Nachahmung von beim Einbau auftretenden Beschädigungen — Teil 1: Einbau in körnige Materialien (ISO 10722-1:1998)*

EN ISO 12957-1, *Geokunststoffe — Bestimmung der Reibungseigenschaften — Teil 1: Scherkastenversuch (ISO 12957-1:2005)*

EN ISO 13431, *Geotextilien und geotextilverwandte Produkte — Bestimmung des Zugkriech- und des Zeitstandbruchverhaltens (ISO 13431:1999)*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1 Schüttmaterial
natürliches oder künstlich hergestelltes Material, bestehend aus festen Teilchen, einschließlich bestimmter Felsgesteine, das für die Ausführung von ingenieurmäßig hergestellten Schüttkonstruktionen verwendet wird

3.2 Bewehrung
allgemeine Bezeichnung für bewehrende Einlagen, die in das Schüttmaterial eingebaut werden

3.3 ingenieurmäßige Schüttkonstruktion
Schüttkonstruktion, die unter kontrollierten Bedingungen eingebracht und verdichtet wird

3.4 bewehrte Schüttkonstruktion
ingenieurmäßig hergestellte Schüttkonstruktion mit einzelnen üblicherweise horizontalen Lagen von Bewehrungselementen, die zwischen aufeinander liegenden Lagen von Schüttmaterial eingelegt werden

3.5 Bewehrung der Schüttkonstruktion
Bewehrung, die die Standsicherheit einer bewehrten Schüttkonstruktion durch die Aktivierung der axialen Zugfestigkeit über die Verbundwirkung zum Boden auf gesamter Länge erhöht

ANMERKUNG Üblicherweise in Form von Streifen, Matten/Bahnen, Stäben, Gittern, Netzen oder Filamenten in einzelnen Lagen eingebaut.

3.6 Geokunststoffe
in dieser Europäischen Norm steht "Geokunststoffe" für "Geotextilien und geotextil-ähnliche Produkte"

3.7 Frontausbildung
Verblendung der Ansichtsfläche einer bewehrten Schüttkonstruktion, die das Schüttmaterial zwischen den Bewehrungslagen zurückhält und gegen Erosion schützt

3.8**Gründung**

gesamter Bereich der Oberfläche, auf der die unterste Schicht der Bewehrung eingebaut ist

3.9**einzelnes Frontelement**

Frontelement mit beschränkten Abmessungen, mit dem abschnittsweise eine bewehrte Schüttkonstruktion errichtet wird

3.10**Frontelement mit voller Höhe**

Frontelement, das die volle Höhe der Schüttkonstruktion in einem Stück abdeckt

3.11**nicht verformbares Frontelement**

Paneel oder Block, üblicherweise aus Betonfertigteilen mit an sich geringer vertikaler Zusammendrückbarkeit und hoher Biegesteifigkeit (siehe C.2.1 für weitere Hinweise)

3.12**bedingt verformbares Frontelement**

vorgeformter Stahlgitterabschnitt, vorgeformtes Stahlelement oder mit Felsmaterial gefüllte Gabione mit an sich hoher vertikaler Zusammendrückbarkeit und geringer Biegesteifigkeit (siehe C.2.2 für weitere Hinweise)

3.13**verformbares Frontelement**

Frontausbildung ohne Biegesteifigkeit, bei der das Schüttmaterial von einem Geogitter oder einem Geotextil eingehüllt wird (siehe C.2.3 für weitere Hinweise)

3.14**Frontsystem**

Anordnung von Frontelementen zur Fertigstellung eines bewehrten Schüttkörpers

3.15**starres Frontsystem**

Frontsystem, das keine vertikalen Setzungsdifferenzen zwischen der Frontausbildung und dem Schüttmaterial aufnehmen kann (siehe Anhang C für weitere Hinweise)

3.16**bedingt nachgiebiges Frontsystem**

Frontsystem, das in gewissem Umfang Differenzsetzungen zwischen der Frontausbildung und dem Schüttmaterial aufnehmen kann

3.17**nachgiebiges Frontsystem**

nachgiebiges, gelenkiges Frontsystem, das Differenzsetzungen zwischen der Frontausbildung und dem Schüttmaterial aufnehmen kann

3.18**begrünte Frontausbildung**

oberflächige Bepflanzung oder Ausfachung, die ohne Frontelemente oder mit verformbaren bzw. bedingt verformbaren Frontelementen als zusätzliche Maßnahmen bei bewehrten Schüttkonstruktionen verwendet wird

3.19**Verblendung**

Frontausbildung, die aus optischen Gründen nachträglich vor eine bewehrte Schüttkonstruktion gesetzt wird

3.20

Nutzungsdauer/Bemessungszeitraum

Zeitdauer in Jahren, die das Bauwerk planmäßig genutzt werden soll

3.21

vorübergehende (temporäre) Bauwerke

Bauwerke mit einer Nutzungsdauer/Bemessungszeitraum von 1 bis 5 Jahren (Klasse 1)

3.22

dauerhafte (permanente) Bauwerke

Bauwerke mit einer Nutzungsdauer/Bemessungszeitraum von mehr als 5 Jahren (Klassen 2 bis 5)

4 Bautechnische Unterlagen für die Ausführung

4.1 Vor Beginn jeder Maßnahme müssen alle Angaben bereitgestellt werden, die für die Ausführung der Arbeiten in Übereinstimmung mit der Planung und den Vertragsdokumenten nötig sind.

4.2 Die Angaben müssen Festlegungen enthalten für die Dokumentation unvorhergesehener Verhältnisse oder für den Fall, dass sich die Bedingungen während der Bauphase als schlechter erweisen, als sie in der Planung angenommen wurden.

4.3 Die Angaben müssen Festlegungen für die Dokumentation enthalten, falls die Beobachtungsmethode zur Kontrolle der Bemessung angewendet werden soll oder eine Überwachung der Ausführung notwendig wird.

4.4 Angaben über etwaige Einschränkungen, wie zum Beispiel eine planmäßig geforderte abschnittsweise Ausführung, Einschränkungen beim Baustellenzugang, umweltbedingte Einschränkungen oder aber rechtliche Einschränkungen auf der Baustelle, müssen vorgelegt werden.

4.5 Für Arbeiten, die bis zu bestimmten Höhen oder Koordinaten ausgeführt bzw. bei denen bestimmte Toleranzen eingehalten werden müssen, sind diese in Plänen oder in der Baubeschreibung zusammen mit der Lage, den Höhen und Koordinaten von festen Referenzpunkten auf oder in der Nähe der Baustelle anzugeben.

4.6 Falls erforderlich, muss eine Liste der Prüf- und Abnahme-Verfahren für Materialien, die bei den Arbeiten verwendet werden, vorgelegt werden.

4.7 Wenn zusätzliche Proben der Bewehrung einzubauen sind, um ihre Langzeitbeständigkeit oder das Herausziehenverhalten abzuschätzen, sind genaue Anweisungen über ihre Einbaustelle, die Identifikation der Produkte und ihren Einbau vorzulegen.

4.8 Um eine Beschädigung bereits existierender oder vorgesehener Ver- und Entsorgungsleitungen zu vermeiden, ist die genaue Lage aller Einbauten, wie Elektrizität, Telefon, Wasser, Gas, Abflussleitungen und Kanalisation, sicherzustellen.

4.9 Bei Baustellen, die gezeitenabhängig oder planmäßig überflutet werden, Frost-Bedingungen oder damit zusammenhängenden Einschränkungen unterliegen, sollten die Details solcher Einschränkungen geklärt werden.

5 Baugrunderkundung

5.1 Der Umfang der Baugrunderkundung muss ausreichend sein, um eine Bestimmung der Untergrundverhältnisse auf der Baustelle nach den allgemeinen Regeln der EN 1997-1 zu erlauben und die Durchführung der Arbeiten entsprechend den Verträgen und Planungen zu ermöglichen.

5.2 Es sollten ausreichende geotechnische, hydrogeologische und hydrologische Informationen vorliegen, um dem Ausführenden die Planung von temporären Hilfsmaßnahmen oder Zugangsmöglichkeiten, die für den Bau notwendig sind (z. B. Erdarbeiten, Dämme, Stabilisierung von Aushüben oder Einschnitten nahe an Gebäuden, Errichtung von Kofferdämmen), zu ermöglichen.

5.3 Entsprechende geotechnische Untersuchungen müssen vorliegen, um die Eigenschaften des Schüttmaterials feststellen zu können, insbesondere in Bezug auf:

- Verarbeitbarkeit, nach 6.2.2;
- Aggressivität gegenüber der Bewehrung oder der Frontelemente, nach 6.2.8;
- innere Reibung und Kohäsion, nach 6.2.10.

5.4 Eine geotechnische Untersuchung nach 6.2.8.1 bis 6.2.8.3 ist, soweit maßgebend, vorzulegen, um die Aggressivität von:

- Boden der Gründung, das mit der Bewehrung oder den Frontelementen in Kontakt kommen kann;
- Grundwasser, das die ausgewählte Schüttung aufweichen kann und deren Aggressivität beeinflusst, bestimmen zu können.

6 Baustoffe

6.1 Allgemeines

6.1.1 Die Konstruktion bewehrter Schüttkörper besteht hauptsächlich aus folgenden Bestandteilen:

- Schüttmaterial,
- Bewehrung der Schüttkonstruktion und, falls erforderlich,
- Frontausbildung.

Alle Baustoffe müssen den Festlegungen der Planung und den technischen Anforderungen der Lieferanten entsprechen, auch wenn Lieferanten eigene Produkte verwenden. Alle verwendeten Baustoffe müssen untereinander verträglich sein.

6.1.2 Die Herkunft aller Baustoffe, Füllmaterialien, Bewehrungen, Frontelemente usw. muss dokumentiert werden. Die Herkunft der Baustoffe darf ohne vorherige Mitteilung nicht geändert werden.

6.2 Schüttmaterial

6.2.1 Allgemeines

6.2.1.1 Das verwendete Schüttmaterial im bewehrten Bereich muss den Eigenschaften, die in der Planung und der Baubeschreibung gefordert werden, entsprechen.

6.2.1.2 Die Eignung des bewehrten Schüttmaterials hängt von zahlreichen Faktoren ab, die bei der Auswahl des Materials berücksichtigt werden müssen.

- Verarbeitbarkeit des Schüttmaterials;
- Funktion und Umgebung des Bauwerkes und dessen Langzeitverhalten;

- Schichtdicke der Schüttung und maximale Korngröße;
- Art der Frontausbildung;
- Begrünung;
- Drainageeigenschaften;
- Aggressivität des Schüttmaterials;
- Wechselwirkung zwischen Schüttmaterial und Bewehrung;
- Scherparameter des Schüttmaterials (innere Reibung und Kohäsion);
- Frostempfindlichkeit.

6.2.2 Verarbeitbarkeit des Schüttmaterials

6.2.2.1 Die Verarbeitbarkeit des Schüttmaterials muss so sein, dass bei Einbau und Verdichtung die planmäßig geforderten Eigenschaften erreicht werden können.

6.2.2.2 Bei der Auswahl des Schüttmaterials sind die klimatischen Bedingungen, unter denen das Material eingebaut wird, das Verdichtungsgerät und örtliche Praktiken und Erfahrungen in Betracht zu ziehen. Für Hinweise siehe Anhang A.

6.2.2.3 Einschlägige örtliche Erfahrungen beim Bau von unbewehrten Dämmen sollten bei der Auswahl des Schüttmaterials für bewehrte Schüttkonstruktionen berücksichtigt werden.

6.2.2.4 Zusatzstoffe, die verwendet werden, um die Bearbeitung verschiedener Schüttmaterialien zu verbessern, z. B. Kalk, Zement, müssen hinsichtlich möglicher Einschränkungen bei der Ausführung, d. h. bei Vorhandensein von Bewehrungslagen innerhalb der Schüttung hinsichtlich der chemischen Verträglichkeit, beurteilt werden.

6.2.2.5 Das Schüttmaterial muss schnee- und eisfrei sein. Frostempfindliche Materialien dürfen nicht bei Frostbedingungen eingebaut werden.

6.2.3 Funktion und Umgebung des Bauwerkes und dessen Langzeitverhalten

6.2.3.1 Bei verschiedenen Arten von Bauwerken sind die Setzungen nach der Bauphase von besonderer Bedeutung (z. B. Brückenpfeiler, Stützmauern für Eisenbahnstrecken und -gebäude sowie hohe Erdstützbauwerke usw.). Für solche Fälle muss ein Schüttmaterial gewählt werden, das leicht zu verdichten ist und nur geringe Nachsetzungen aufweist (Hinweise siehe Anhang A).

6.2.3.2 In Fällen, bei denen ein Bauwerk der Überflutung und anschließend raschen Trockenfallen ausgesetzt ist, sind die Drainageeigenschaften des Füllmaterials auf Übereinstimmung mit den Annahmen in der Planung zu überprüfen.

6.2.3.3 Das Verhalten einiger feinkörniger Böden muss im Hinblick auf die geplante Lebensdauer, das Langzeitverhalten und die Funktion des bewehrten Bodenkörpers geprüft werden. Veränderlich feste Schüttmaterialien und krümelige Böden dürfen nicht verwendet werden, es sei denn, deren Verwendbarkeit konnte durch gesonderte Untersuchungen bestätigt werden. Im Besonderen sind die Eigenschaften von strukturempfindlichen Materialien durch Feldversuche oder Versuche am Material nach der Verdichtung zu bestimmen.

6.2.4 Schichtdicke der Schüttung und maximale Korngröße

6.2.4.1 Die maximale Korngröße sollte die Ausformung einer einwandfreien ebenen Oberfläche erlauben und verträglich sein mit der verdichteten Schichtdicke. Darüber hinaus kann die maximale Korngröße auch vom Abstand der Bewehrungslagen und, soweit vorhanden, von der Größe der Frontelemente abhängen.

6.2.4.2 Um die Beschädigung während der Bauphase innerhalb der planmäßigen Grenzen zu halten, hängt die maximale Korngröße auch von der Wahl der Bewehrung ab (siehe 6.2.8.4).

6.2.4.3 Das Verdichtungsgerät, das nahe der Front des Bauwerkes verwendet wird, sollte üblicherweise leichter sein als das, was im Inneren der Schüttung eingesetzt wird (soweit durch das Boden-Bewehrungs-System nicht anders vorgegeben). Um die geforderte Verdichtung zu erreichen, kann dies zu dünneren Einbaulagen führen.

6.2.4.4 Ungeeignete Schüttmaterialien wie zum Beispiel organische Böden, lösliche und stark quellende Materialien sind nicht zu verwenden.

6.2.5 Frontausbildung

6.2.5.1 Bei der Auswahl des Schüttmaterials ist die Verträglichkeit der durch die Verdichtung eintretenden Setzungen und der Setzungen, die nach der Bauphase auftreten, mit der Frontausbildung zu berücksichtigen. Hinweise siehe Anhänge A und C.

6.2.6 Begrünung

6.2.6.1 Wenn an der Front eine Begrünung geplant ist, muss das nahe der Oberfläche eingebaute Material den Anforderungen der Bepflanzung entsprechen.

6.2.7 Drainageeigenschaften

6.2.7.1 Soweit Geokunststoffe zur Drainage eingebaut werden, müssen die Filter- und Drainageeigenschaften der Geokunststoffe mit denen des gewählten Schüttmaterials zusammenpassen.

6.2.8 Aggressivität des Schüttmaterials

6.2.8.1 Die elektrochemische, chemische und biologische Aggressivität des Schüttmaterials muss berücksichtigt werden, um sicherzustellen, dass diese Eigenschaften die Wirkungsweise der Bewehrung oder des Frontsystems nicht negativ beeinflussen.

6.2.8.2 Die Beurteilung der elektrochemischen, chemischen oder biologischen Eignung des ausgewählten Schüttmaterials im Hinblick auf die Bewehrungen muss auf früheren einschlägigen Erfahrungen basieren (z. B. abgesicherte Korrelation zwischen den Bodenkennwerten und den Langzeitfestigkeitsverlusten der Bewehrungen).

6.2.8.3 Die mechanische Aggressivität des Füllmaterials im Hinblick auf die Bewehrung oder die Frontausbildung muss berücksichtigt werden, um Übereinstimmung mit den Planungsannahmen sicherzustellen.

6.2.8.4 Die mechanische Beschädigung von Bewehrungen oder deren Beschichtung, die während der Bauphase durch die gewählte Verfüllung entsteht, muss, soweit vorhanden, aufgrund früherer einschlägiger Erfahrungen beurteilt werden oder muss durch spezielle Baustellenversuche nachgewiesen werden. Dies ist insbesondere bei Verwendung von gebrochenem, kantigem Schüttmaterial von Bedeutung.

6.2.9 Wechselwirkung zwischen Schüttmaterial und Bewehrung

6.2.9.1 Die Wechselwirkungen zwischen Schüttmaterial und Bewehrung müssen hinsichtlich der Übereinstimmung mit den Bemessungsannahmen überprüft werden.

6.2.9.2 Die Beurteilung der Wechselwirkungen zwischen Schüttmaterial und Bewehrung muss anhand von Versuchen wie z. B. direkten Scherversuchen oder Herausziehversuchen und/oder, wenn möglich, anhand von früheren einschlägigen Erfahrungen erfolgen.

6.2.10 Scherparameter des Schüttmaterials (innere Reibung und Kohäsion)

6.2.10.1 Die Vereinbarkeit von innerer Reibung und Kohäsion des ausgewählten Schüttmaterials mit den Bemessungsannahmen muss überprüft werden.

6.2.10.2 Die Bedingungen für die Bestimmung der inneren Reibung und Kohäsion des Schüttmaterials müssen typisch sein für die Bedingungen, unter denen das Schüttmaterial verwendet wird (z. B. Dichte, Wassergehalt, Spannungszustand).

6.2.10.3 Zur Festlegung der Scherparameter frei entwässernder oder körniger Schüttmaterialien (siehe Anhang A) können frühere einschlägige Erfahrungen genutzt werden, wobei die Korngrößenverteilung des Materials zu berücksichtigen ist.

6.2.11 Frostempfindlichkeit

6.2.11.1 Soweit maßgebend, muss frostsicheres Material bis zur Frosteindringtiefe bei allen Oberflächen, die Temperaturen unter null Grad ausgesetzt sind, verwendet werden, es sei denn, es kommt eine Isolationsschicht zur Anwendung.

6.2.12 Hinweis

Einige typische Kombinationen von Schüttmaterialien, Bewehrung und Frontausbildungen werden in Anhang A aufgezeigt. Die elektrochemischen Eigenschaften von Schüttmaterialien, die bei Bewehrungen aus Metall eingesetzt werden, werden in Anhang B berücksichtigt.

6.3 Bewehrungsprodukte

6.3.1 Allgemeines

6.3.1.1 Bewehrungen für Schüttungen können aus Metall, im Allgemeinen Stahl, oder polymeren Stoffen bestehen. Einige typische Beispiele siehe Anhang D.

ANMERKUNG Fiberglas- und Carbonfaser-Bewehrungen wurden bislang vereinzelt erprobt; natürliche Fasern wurden bei temporären Bauwerken eingesetzt.

6.3.1.2 Bewehrungen sind nur zu verwenden, wenn deren Eignung, einschließlich Haltbarkeit, durch Versuche, Erfahrungswerte oder anerkannte Prüfungen am vorgesehenen Produkt bzw. an ähnlichen Produkten derselben Stoffklasse mit anerkanntermaßen gleichen Eigenschaften nachgewiesen wurde. Dies soll sicherstellen, dass die geforderten Eigenschaften der Bewehrung auch am Ende der festgelegten Nutzungsdauer noch den Bemessungsansätzen entsprechen.

6.3.1.3 Alle zum Einsatz kommenden Bewehrungsmaterialien müssen den in der Bemessung geforderten Spezifikationen entsprechen.

6.3.2 Bewehrungen aus Stahl

6.3.2.1 Stahlbewehrungen (siehe Bild D.1) können in Form von Streifen, Balken und Stäben nach EN 10025-4, EN 10025-2 oder EN 10080, Leitern, geschweißten Drahtnetzen (auch bekannt als Gitter oder Stabmatten) nach EN 10080 oder gewebten Drahtnetzen nach EN 10218 und EN 10223 vorliegen. Ein Bewehrungsende sollte im Allgemeinen mit einem Frontelement verbunden sein, wobei die Abstände in der Bemessung festgelegt werden. Stahlbewehrungen können mit einer Schutzschicht überzogen sein, um die Auswirkungen einer elektrochemischen Korrosion abzumildern. Einige typische Beispiele für die weit verbreitete Stahlbewehrung sind im Anhang E angegeben.

6.3.2.2 Stahlstreifen, -stäbe, -balken, -leitern oder geschweißte Drahtnetze aus Stahl können mit einer Galvanisierungsschicht (Verzinkungsschicht) ausgestattet werden. Die Galvanisierung (Verzinkung) muss entsprechend EN ISO 1461 in einer lokalen Schichtdicke von 70 µm ausgeführt werden. Dünne Streifen

werden nach EN 10326 galvanisiert mit einer lokalen Schichtdicke von 35 µm. Für das unedle Metall muss, entsprechend dem Bemessungszeitraum, eine Korrosionstoleranz berücksichtigt werden.

6.3.2.3 Stählerne gewebte Drahtnetze können mit einer Zink-Aluminium-Legierungsschicht (Zn95Al5) in einer Dicke von mindestens 30 µm ausgestattet und darüber hinaus mit einer 0,5 mm dicken PVC- oder PE-Schicht geschützt werden. Die Zink-Aluminium-Schicht ist nach EN 10244-2 auszuführen.

6.3.2.4 Nichtrostender Stahl oder Aluminium-Metalllegierungen dürfen als Bodenbewehrung in dauerhaften Bauwerken nicht verwendet werden, es sei denn, in besonderen Fällen und aufgrund von spezifischen Untersuchungen.

6.3.3 Polymere Bewehrungen

6.3.3.1 Polymere Bewehrungen können in vielfältigen Formen vorliegen (siehe Bild D.2), wie z. B. als Streifen, Gitter oder Bahnen, die mit Frontelementen nicht verbunden sind. Wie Stahlstreifen müssen auch polymere Streifen in festgelegten vertikalen und horizontalen Abständen entsprechend der Bemessung eingebaut werden. Im Gegensatz dazu sind für Gitter oder Bahnen, die als Bewehrung über die gesamte Breite eingebaut werden, nur vertikale Abstände festzulegen. Die am häufigsten verwendeten Polymere sind Polyester und Polyolefine, wenngleich auch noch weitere geosynthetische Materialien Anwendung finden können.

6.3.3.2 Alle geosynthetischen Bewehrungen müssen den Anforderungen in der EN 13251 entsprechen, soweit Untersuchungen und Untersuchungsverfahren im Hinblick auf die besondere Form der Bewehrung relevant sind.

6.3.3.3 Entsprechend der Bemessung sind für polymere Bewehrungen in Form von Streifen, Gittern oder Bahnen abgesicherte Werte für die Bemessungsfestigkeit unter Berücksichtigung der festgelegten Nutzungsdauer und der Temperatur während der Nutzungsdauer des bewehrten Bodenkörpers zu verwenden, basierend auf dem Zeitstandsverhalten und dem isochronen Kraft-Dehnungs-Verhalten nach EN ISO 13431.

6.3.3.4 Sofern die abgesicherten Werte für die Bemessungsfestigkeit der polymeren Bewehrung nicht auf früheren entsprechenden Erfahrungswerten und/oder bestimmten Untersuchungen nach 6.2.8.2, 6.2.8.4 oder 6.2.9.2 beruhen, müssen sie sich auf die Beschädigung beim Einbau nach ENV ISO 10722-1, die Wechselwirkung zwischen Schüttmaterial und Bewehrung nach EN ISO 12957-1 sowie die Nutzungsdauer nach EN 13251, Anhang B, einschließlich der Berücksichtigung der Witterungsbeständigkeit nach EN 12224 sowie der Möglichkeit eines mikrobiologischen Angriffes nach EN 12225 stützen.

6.4 Frontausbildungen

6.4.1 Allgemeines

6.4.1.1 Frontausbildungen können aus einer Vielzahl von Materialien in unterschiedlichsten Arten mit einer Vielzahl von Bewehrungsanschlüssen an die Frontelemente und mit den unterschiedlichsten Zwischenelementen und Traggliedern hergestellt sein.

6.4.1.2 Alle Frontausbildungen und Frontelemente, einschließlich der Anschlüsse zwischen Frontausbildung, Bewehrung und Verbindungselementen, sofern diese notwendig sind, müssen den Baubeschreibungen entsprechen und die Eigenschaften, die in der Planung gefordert werden, aufweisen.

6.4.1.3 Die Frontausbildung muss den Bau innerhalb festgelegter vertikaler und horizontaler Toleranzen ermöglichen und sollte im Gebrauchszustand innerhalb der festgelegten vertikalen und horizontalen Toleranzen während der gesamten Nutzungsdauer bleiben.

6.4.1.4 Die Frontausbildung sollte in der Lage sein, Differenzsetzungen, die aufgrund der Bemessung zu erwarten sind, auszuhalten, ohne dass dabei die Struktur der Frontausbildung beschädigt wird.

6.4.1.5 Wenn eine Begrünung durchgeführt werden soll, muss die Frontausbildung ein geeignetes Medium für die Ansiedlung und ein kontinuierliches Wachstum des Bewuchses zur Verfügung stellen.

6.4.1.6 Für eine begründete Frontausbildung sind verschiedene sich gegenseitig beeinflussende Einflüsse zu berücksichtigen, unter anderem das Klima, die Lage des Bauplatzes, Richtung, Höhe, Menge und Häufigkeit von Niederschlägen, die Belichtung, die Form der Frontausbildung und die Erosionsstabilität.

6.4.1.7 Alle offenen Fugen zwischen den Frontelementen sind entweder zu verfüllen, mit einem durchgängigen Fugenverschluss oder einer Fugenüberdeckung abzudecken oder auf andere Weise gegen den Verlust von Feinpartikeln aus dem Schüttmaterial hinter der Frontausbildung zu schützen. Das Verschlussmaterial muss durchlässig sein, es sei denn, es wird in der Baubeschreibung anders gefordert.

6.4.1.8 Hinweis: Beispiele für Frontausbildungen sind im Anhang C beschrieben.

6.4.2 Vorgefertigte Betonelemente (Betonpaneel, Segment-Element-Wand)

6.4.2.1 Besonderes Augenmerk ist auf die Auswahl des Materials zur Herstellung der Frontelemente sowie auf die Präzision zu deren Herstellung zu legen, da beides das Verhalten der Frontelemente hinsichtlich erreichbarer Ausführungstoleranzen und Dauerhaftigkeit beeinflusst.

6.4.2.2 Alle Elemente müssen frei von Rissen oder Schäden sein, die einen ordnungsgemäßen Einbau der Elemente behindern oder die Stabilität bzw. die Dauerhaftigkeit des Bauwerks entscheidend beeinträchtigen. Betonpaneele müssen EN 1992 oder EN 1990, Abschnitt 5, falls sie auf Untersuchungen beruhen, entsprechen.

6.4.2.3 Die Zusammendrückbarkeit der Füll- und Tragelemente muss mit der Zusammendrückbarkeit des Schüttmaterials übereinstimmen.

6.4.2.4 Hinweis: Als Hilfestellung sind in Anhang F einige typische Beispiele für üblicherweise verwendete Betonelemente zusammengestellt.

6.4.3 Frontelemente aus Stahl (geschweißte Stahl-Netz Frontelemente, gewebte Stahl-Netz-Frontelemente und Gabionen, schalenförmige Stahl-Frontelemente)

6.4.3.1 Hinweis: Als Hilfestellung sind in Anhang E einige typische Beispiele für üblicherweise verwendete Frontelemente aus Stahl zusammengestellt.

6.4.4 Geokunststoff-Frontelemente

6.4.4.1 Alle Geokunststoffe, die zum Bau von Frontausbildungen nach der Umschlagmethode oder mit vorgefertigten Bodenbehältern sowie bei Gabionenkästen verwendet werden, müssen der EN 13251 entsprechen.

6.4.5 Eigenschaften der Frontausbildungen

6.4.5.1 Frontausbildungen müssen den Normen, angegeben in Tabelle 1, entsprechen.

Tabelle 1 — Einschlägige Normen für Anforderungen an Frontausbildungen

Anforderungen	Frontausbildung					
	Betonpaneel	Elementwand	Geschweißte Stahlgitter	Gewebte Stahlgitter und Gabionen	Schalen- förmige Stahlelemente	Umschlag- methode
Betonqualität	EN 206	EN 771-3				
Stahlbewehrung (im Paneel)	EN 10080/ EN 1992-1-1					
Maßtoleranzen	^a	^a				
Druckfestigkeit beim Einbau	^a	^a				
Oberflächen- qualität	^a	^a				^a
Stahlqualität			EN 10079/ EN 10080	EN 10218-1 EN 10218-2 EN 10223-3	EN 10025-2	^a
Galvanisie- rungsqualität			EN ISO1461	EN 10244-1 EN 10244-2	EN ISO1461	
Qualität der organischen Schicht				EN 10245-1 bis EN 10245-3		
^a Maßgaben werden benötigt, es sind aber keine entsprechenden Normen vorhanden.						

7 Entwurfskriterien

7.1 Allgemeines

7.1.1 Der Entwurf muss Vertragsdokumente liefern, um zu ermöglichen, Bauwerke zu errichten, die die festgelegten Anforderungen an Sicherheit, Gebrauchstauglichkeit, Wirtschaftlichkeit und Dauerhaftigkeit für die erwartete Nutzungsdauer erfüllen.

7.1.2 Der Entwurf von bewehrten Schüttkonstruktionen muss auf EN 1990 und EN 1991 basieren. Da EN 1997-1 derzeit den detaillierten Entwurf von bewehrten Schüttkonstruktionen nicht abdeckt, muss die Planung dieser Konstruktionen nach nationalen Normen durchgeführt werden (zur weiteren Erläuterung siehe Vorwort).

7.1.3 Die Technologie des bewehrten Schüttkörpers muss mit der Ausführung verträglich sein und muss im Entwurfsstadium festgelegt werden.

7.1.4 Der Entwurf muss eine Ausführung innerhalb realistischer Toleranzen ermöglichen. Grundsätzlich sind bewehrte Schüttkonstruktionen flexibel und können sich während und nach dem Bau verformen. Daher sollen beim Entwurf angemessene Ausführungstoleranzen hinsichtlich vertikaler und horizontaler Ausrichtung, Höhen und Gestaltung vorgesehen werden. Besonderes Augenmerk muss auf die Verformungskompatibilität zwischen einer bewehrten Schüttkonstruktion und starren Bauwerken gelegt werden, wenn diese direkt verbunden sind oder in unmittelbarer Nähe zueinander ausgeführt werden müssen.

7.1.5 Es ist eine Entwurfsplanung zu erstellen, die die durchzuführenden Arbeiten spezifiziert und den Umfang der laut Plan auszuführenden Arbeiten definiert, sowie die geforderte Nutzungsdauer und etwaige Gefahren, die mit der Durchführung des Bauwerkes verbunden sind, beschreibt.

7.1.6 Wenn bei der Auswahl der einzusetzenden Materialien und Systeme ein gewisser Spielraum eingeräumt wird, muss die Entwurfsplanung die besonderen Anforderungen des Projektes hervorheben, die bei der endgültigen Auswahlentscheidung zu berücksichtigen sind.

7.1.7 Mögliche Konsequenzen eines Versagens sind in Bezug auf Lebensgefahr, mögliche wirtschaftliche Verluste und Beeinträchtigungen, insbesondere Zerstörung von Sparten, bereits früh während der Entwurfsphase in Übereinstimmung mit den in EN 1997 angegebenen Kategorien zu untersuchen.

7.2 Zusätzliche Entwurfskriterien

7.2.1 Belastungsbedingungen, einschließlich unbeabsichtigter und vorübergehender Belastungen während der Bauphase, klimatische Einflüsse und hydraulische Verhältnisse müssen sowohl für dauerhafte als auch vorübergehende bewehrte Schüttkörper in Betracht gezogen werden. Dies schließt in Gebieten, die seismisch aktiv sind, auch seismische Belastungen ein.

7.2.2 Die Auswirkungen von dauerhaften und vorübergehenden bewehrten Schüttkörpern auf nahe gelegene Gebäude sind zu berücksichtigen.

7.2.3 Hydraulische Randbedingungen müssen die Auswirkungen einer hydraulischen Belastung sowie die Auswirkungen auf die Beständigkeit, die aus jedem Kontakt mit Wasser oder verunreinigenden Substanzen entstehen, berücksichtigen.

7.2.4 Es ist darauf zu achten, dass die bewehrten Schüttkörper die erwarteten Gesamt- und Differenzsetzungen, Frosthörungen, Verformungen und Bewegungen tolerieren können. Soweit erforderlich, sind solche Setzungen, Verformungen und Bewegungen von bewehrten Schüttkörpern während des Baufortschrittes zu überwachen und mit den Vorhersagen zu vergleichen (siehe 7.4.5).

7.2.5 Gegebenenfalls ist während der Bauphase besonders auf eine ausreichende Drainage zu achten.

7.2.6 Es ist auf alle Einschränkungen der Bauausführung, wie zum Beispiel Umwelteinflüsse, einschließlich Lärm und Vibrationen, Arbeiten abhängig von den Gezeiten, klimatische Bedingungen und jegliche Zwischenphasen bei der Bauausführung, zu achten.

7.2.7 Wenn Herkunft und Eigenschaften des verwendeten Schüttmaterials in der Planungsphase noch nicht bekannt sind, sind die Entwurfsannahmen in den Planungsunterlagen anzugeben.

7.2.8 Bei bewehrten Schüttkonstruktionen mit einer Oberflächenbepflanzung als Frontausbildung sollten die besonderen Ausführungsrichtlinien der Lieferfirma des Frontsystems berücksichtigt werden, um eine dauerhafte Vegetation sicherzustellen.

7.3 Entwurfsänderungen

7.3.1 Änderungen können entweder aufgrund von unvorhersehbaren Bedingungen oder geplanten Anpassungen, die sich aus der Anwendung von Beobachtungsmethoden ergeben, erforderlich werden.

7.3.2 Änderungen, die aufgrund von unvorhergesehenen Verhältnissen, wie zum Beispiel veränderten Untergrund oder hydraulischen Bedingungen, erforderlich werden, sind unverzüglich nach 4.2 und 4.3 zu berichten.

7.3.3 Erfordert die Bauausführung eine Änderung des Bauwerkes gegenüber den Planungsunterlagen, ist diese erst nach Überprüfung und entsprechender Anpassung der Planung durchzuführen.

7.4 Beobachtungen während der Ausführungen

7.4.1 Die Beobachtungen während der Ausführung müssen EN 1997-1, 2.7 entsprechen.

7.4.2 Soweit erforderlich, sind Beobachtungen während des Baues oder der Überwachung unverzüglich mitzuteilen.

7.4.3 Wenn eine bewehrte Schüttkonstruktion auf einer Böschung oder einem Boden mit darunter liegendem Fels aufgebracht werden soll, ist eine exakte Aufnahme der Felsoberfläche zu erstellen, um eine endgültige Planung des Aushubs, der Frontausbildung (soweit vorhanden) sowie der auszuführenden Bewehrungslängen und des -abstandes zu ermöglichen.

7.4.4 Wenn eine bewehrte Schüttkonstruktion oberhalb eines verankerten oder mit Bodennägeln versehenen Bauwerkes aufgebracht werden soll, ist eine genaue Übersicht der Anker oder Bodennägel zu erstellen, um eine endgültige Planung des Aushubs, der Frontausbildung (soweit vorhanden) sowie der auszuführenden Bewehrungslängen und -abstände zu ermöglichen.

7.4.5 Bei einer zu erwartenden ausgeprägten Konsolidierung und Setzung des Baugrundes ist die bewehrte Schüttkonstruktion in mehreren Phasen auszuführen. Die Bewegungen (und, soweit möglich, der Porenwasserdruck) sind im Baufortschritt zu überwachen und wie vorgesehen mitzuteilen und mit den Vorhersagen zu vergleichen. Die Berechnung der angenommenen Endsetzungen sowie die Planung der obersten Schicht des Bauwerkes sind zu überprüfen, sobald ausreichende Daten zur Verfügung stehen.

7.4.6 Wenn Setzungen erwartet werden, kann die Ausführung von aufgesetzten Bauwerken, einschließlich Abdeckungen, verschoben werden, bis die noch erwarteten Setzungen innerhalb der Setzungstoleranzen für die aufgesetzten Bauwerke liegen. Soweit die aufgesetzten Bauwerke eine bedeutende zusätzliche Auflast darstellen, kann der bewehrte Bodenkörper bis zur endgültigen Laststufe vorbelastet werden.

7.5 Entwurfsplanung

7.5.1 Die Entwurfsplanung muss die geforderte Geometrie des zu errichtenden Bauwerkes, einschlägige Beschreibungen von Baustoffen und Produkten, die im Entwurf angenommen werden, sowie weitere Details, z. B. die stufenweise Ausführung der Arbeit, beinhalten. Tabelle 2 zeigt mögliche Aspekte der Entwurfsplanung

Tabelle 2 — Einige mögliche Aspekte der Entwurfsplanung

Detail	Beschreibung
Allgemeines	Geometrie einschließlich: — Übersichts- und Lagepläne; — typische Querschnitte; — Ansichten. Drainage Ausführungsphasen Überwachung der Bauausführung Art der Bauüberwachung Ausführungstoleranzen Klimatische Bedingungen
Anstehender Boden	Physikalische Eigenschaften: — Dichte; — Korngrößenverteilung (D_{max} , Ungleichförmigkeitszahl); — Reibungswinkel und Kohäsion im Bemessungszustand; — Wassergehalt; — Frostempfindlichkeit, soweit erforderlich.
Schüttmaterial	Physikalische Eigenschaften: — maximale und minimale Dichte, Proctordichte; — Korngrößenverteilung und/oder Reibungswinkel und Kohäsion im Bemessungszustand. Elektrochemische, chemische und biologische Eigenschaften: — minimaler Widerstand des Bodens; — minimaler/maximaler pH-Wert; — maximaler Chlorid- und Sulfatgehalt; — maximaler Gehalt an organischen Stoffen und Sulfiden. Frostempfindlichkeit, soweit erforderlich Einbauerfordernisse: — zu erreichende Trockendichte; — Wassergehalt; — Lagendicke; — Einbaumethode.
Bewehrung	Alle Bewehrungsarten: — Art und Ausstattung, Verlegerichtung, Nähte und Verbindungen; — Kurzzeitbemessungsfestigkeit; — Langzeitbemessungsfestigkeit; — Verbundverhalten Boden/Bewehrung; — mechanische Beschädigung in Abhängigkeit von Korngröße und Kantigkeit des Schüttmaterials; — Verlegeplan; — Einbau von Probestücken. Stahlbewehrungen: — Güte; — Art der Beschichtung; — Geokunststoffbewehrungen; — Kriechverhalten nach EN ISO 13431.
Frontausbildung und Anschlüsse	Art und Form Ästhetische Erfordernisse Ausführung der Frontausbildung Ausführung der Verbindungen Frontausbildung/Bewehrung Zulässige Windgeschwindigkeit beim Errichten großer Paneele
Vegetationsschicht bei begrünter Frontausbildung	Physikalische Eigenschaften: — Korngrößenverteilung; — Gehalt an organischen Stoffen. Chemische Eigenschaften: — minimaler/maximaler pH-Wert. Hydraulische Eigenschaften: Wasserrückhaltevermögen.

8 Ausführung

8.1 Identifizierung und Qualitätskontrolle der Baustoffe

8.1.1 Alle vorgefertigten Frontelemente oder deren Liefereinheiten, alle Liefereinheiten oder Rollen von Bewehrungen müssen mit eindeutigen Markierungen oder Etiketten gekennzeichnet sein, die mit den Bezeichnungen der Planung übereinstimmen müssen. Geokunststoffprodukte müssen EN ISO 10320 entsprechen.

8.1.2 Die Details jeder/s auf die Baustelle gelieferten Rolle oder Liefereinheit eines Bewehrungsmaterials müssen mit den angegebenen Materialien verglichen, und deren Seriennummern aufgezeichnet und archiviert werden.

8.2 Handhabung und Lagerung

8.2.1 Es ist ein geeigneter Lagerplatz in ausreichender Größe vorzubereiten, sodass Be- und Entladen, Lagerung und Transport aller bewehrten Schüttmaterialien und Frontelemente sowie Zubehör, die auf die Baustelle geliefert werden, ohne Beschädigung möglich sind.

8.2.2 Handhabung und Lagerung von Bewehrungsmaterialien und Frontelementen müssen sorgfältig und in Übereinstimmung mit den Projektbeschreibungen erfolgen. Die betreffende Empfehlungen der Lieferanten oder Hersteller sollten ebenfalls eingehalten werden.

8.2.3 Posten, die unterschiedliche Größen oder physikalische Eigenschaften haben, sollten getrennt voneinander gelagert werden.

8.2.4 Bewehrungsmaterialien und Frontelemente haben viele verschiedene Formen. Wenn die oben genannten Anforderungen nicht auf einzelne Produkte zutreffen, können weitergehende Anweisungen von einer genehmigenden Stelle, dem Lieferanten oder Hersteller eingeholt werden.

8.3 Vorbereitung der Baustelle und der Gründung

8.3.1 Allgemeines

8.3.1.1 Höhenlage und Gefälle der Gründung müssen entsprechend den Anforderungen der Planung hergestellt werden.

8.3.1.2 Die Vorbereitung ist entsprechend der Planung und der speziellen Umgebung des Bauwerkes auszuführen und beinhaltet, falls erforderlich, den Baustellenzugang für Einrichtungen und Geräte, den Aushub, der erforderlich ist, um das Planum frei zuräumen, und die Säuberung, Einebnung und Vorbereitung der Gründung.

8.3.1.3 Wenn der Boden bei den vorbereitenden Arbeiten nicht dem entsprechend Planung erwarteten entspricht, ist dies unmittelbar mitzuteilen.

8.3.1.4 Wo Vertikaldräns unter jeglicher Art von bewehrter Schüttkonstruktion von einer Zwischenschüttlage aus eingebaut werden müssen, ist dafür zu sorgen, dass die Dicke der aufgetragenen Schüttung ausreichend ist für die Last, die die Baustelleneinrichtung ausübt. Zusätzlich darf der Einbau von Vertikaldräns zu keiner Beschädigung an der Basisbewehrung führen, die über eine im Entwurf bereits berücksichtigte hinausgeht.

8.3.1.5 Bei jeder bewehrten Schüttkonstruktion, wo Bewehrungen über Pfählen eingebaut werden, sollte, wenn nicht anders angegeben, darauf geachtet werden, die Kanten der Pfahlkappen abzuschrägen und/oder die Pfahlkappen mit einer Schicht Schüttmaterial abzudecken, um eine Beschädigung der Bewehrung zu verhindern.

8.3.2 Erdstützbauwerke und bewehrte Böschungen

8.3.2.1 Ungeeignete Materialien sind von der Fläche, auf der der bewehrte Schüttkörper errichtet werden soll, zu entfernen. Alle Elemente, die die Bewehrungen beschädigen könnten, sind von der Gründungsfläche zu entfernen. Je nach Fall sind alle organischen Bestandteile, Bepflanzungen, Erdrutschmassen und andere nicht standsichere Materialien zu entfernen und der Untergrund vor dem Aufbringen von Schüttmaterial zu verdichten. Gering tragfähige Stellen sollten ausgebaut und durch gut abgestuftes und verdichtetes Schüttmaterial ersetzt werden.

8.3.2.2 Für Erdstützbauwerke mit starren Frontelementen sollte ein entsprechend der Fundamentebene abgestufter Grabenaushub angelegt werden, um eine Ausgleichsschicht unterhalb der Frontelemente einbauen zu können. Diese Ausgleichsschicht ist kein Bestandteil des Bauwerkes, sondern eine Hilfsmaßnahme, um den Aufbau und die Ausrichtung der Frontelemente zu erleichtern. Üblicherweise sollte sie aus unbewehrtem Magerbeton hergestellt werden.

ANMERKUNG Unterhalb breiter Frontelemente, wie Modulblöcke, Böschungspaneele oder Pflanztröge, kann der Beton durch Kies ersetzt werden. Derartige Ausgleichsschichten sind bei weichen oder flexiblen Frontelementen nicht erforderlich.

8.3.3 Dämme mit Sohlbewehrung

8.3.3.1 Bei bewachsenen Baustellen muss nur die wesentliche Bepflanzung, wie Büsche oder Bäume, bis auf Geländeoberkante abgeschnitten werden. Reste, die die Bewehrung durchlöchern oder anderweitig mechanisch beschädigen können, sollten in der Fläche, die für das Aufbringen einer Bewehrungslage vorbereitet wird, entfernt werden. Wurzelstöcke von gefälltten Bäumen oder Büschen und Pflanzen, die eine Bodendeckung bilden, können vor Ort belassen werden. Ob die Verrottung der organischen Materialien, die auf der Baustelle verbleiben, von Bedeutung für die Langzeitbeständigkeit des Bauwerkes ist, sollte geprüft werden.

8.3.3.2 Auf Baustellen mit einer ausgetrockneten Bodenoberfläche ist während der Vorbereitung der Baustelle und der ersten Schüttungen darauf zu achten, diese Oberfläche nicht zu zerstören, sofern nicht anders im Entwurf festgelegt.

8.3.3.3 Bevor mit der Verlegung der Bewehrung begonnen wird, sind alle sprunghaften Änderungen des Bodenprofils durch den Einbau und die Verdichtung einer Ausgleichsschicht aus geeignetem Schüttmaterial zu beseitigen. Das Füllmaterial der Ausgleichsschicht und jegliche geosynthetische Trennlage zwischen dem Untergrundboden und der Schüttung dürfen den Porenwasserdruckabbau im Untergrundboden nicht beeinträchtigen.

8.4 Entwässerung

8.4.1 Entwässerung von Erdstützbauwerken

8.4.1.1 Wenn die Gründung des Bauwerkes nicht frei entwässert, sind an der Basis des Bauwerks Drängräben, Dränrohre oder -rinnen in geeigneter Größe oder Geoverbundstoff-Dräns einzubauen, um das Wasser zu sammeln und es in das Dränagesystem der Baustelle abzuleiten. Alle Frontelemente müssen einen Wasserdurchlass zu diesem Leitungssystem ermöglichen, falls es vor den Frontelementen liegt. Normalerweise ist es ausreichend, bei den vertikalen Stößen das Dichtungsmaterial im Bereich der Höhe der Einspannung der abschnittsweisen Paneel-Frontelemente wegzulassen, um einen Wasserdurchtritt durch die Frontelemente zu ermöglichen, ohne dass Entwässerungsschlitze nötig werden.

8.4.1.2 Wenn aus dem anstehenden Boden Wasseraustritte zu erwarten sind, müssen Drängräben oder Dränagen aus Geoverbundstoff in Abständen entlang der Stützkonstruktion eingebaut werden.

8.4.1.3 In Fällen von starkem Wasserandrang ist unterhalb der bewehrten Stützkonstruktion eine ausreichend dicke Entwässerungsschicht oder ein Geoverbundstoff einzulegen und das Wasser jenseits des Dammfußes abzuleiten. Falls erforderlich, kann diese Schicht entlang der vorläufigen Aushubfläche weitergeführt werden.

8.4.1.4 Alle Dränagematerialien sind so auszulegen, dass ein Austrag von bewehrtem Schüttmaterial oder dem angrenzenden Boden in die Dränageschicht vermieden wird.

8.4.1.5 Bei teilweise oder vorübergehend unter Wasser liegenden bewehrten Schüttkörpern sind bezüglich der Entwässerung spezielle Überlegungen anzustellen.

8.4.2 Entwässerung von bewehrten Böschungen

8.4.2.1 Maßnahmen zur Entwässerung von bewehrten Böschungen müssen den in 8.4.1 beschriebenen Verfahren entsprechen. Zusätzlich können Maßnahmen zur Verhinderung von Erosionserscheinung durch Regen, der auf die Böschungsoberfläche fällt, erforderlich werden.

8.5 Ausführung von Erdstützbauwerken und bewehrten Böschungen

8.5.1 Allgemeines

8.5.1.1 Das Bauverfahren aller Erdstützbauwerke und bewehrter Böschungen muss den Anforderungen entsprechen, die für alle Arten von bewehrten Schüttkörpern zutreffen, wie in diesem Abschnitt spezifiziert.

8.5.1.2 Außerdem sollte das Bauverfahren den Empfehlungen der Lieferanten von Bewehrungen und Frontsystemen folgen, wie sie in den speziell für die jeweiligen Arten von bewehrten Schüttkörpern mitgelieferten Anweisungen angegeben sind. Beispiele sind in Anhang C aufgeführt.

8.5.1.3 Die Ausführung aller bewehrten Schüttkonstruktionen muss schichtweise und in Stufen durchgeführt werden, wobei die Aufstellung und Befestigung etwaiger Frontelemente mit der Schüttung, Verteilung, Einebnung und Verdichtung des Schüttmaterials abwechseln.

8.5.1.4 Wenn der bewehrte Schüttkörper auf unterschiedlichen Gründungsebenen errichtet wird, sollte der Bau üblicherweise auf der untersten Gründungsebene begonnen werden.

8.5.2 Einbau der Frontausbildung

8.5.2.1 Für alle Frontausbildungen sind spezielle Ausführungshilfsmittel, geeignete vorübergehende Hilfskonstruktionen, wie z. B. Streben, Keile, Klemmen, Stahlwinkel usw. oder Schalungen zu verwenden. In jeder Bauphase muss sichergestellt sein, dass jede neue Einbaueinheit von Frontelementen standsicher ist, während zusätzliche Schichten der Hinterfüllung darüber oder dahinter aufgebracht und verdichtet werden, bis sie wirksam durch die Bewehrung zurückgehalten werden kann.

8.5.2.2 Alle vorübergehenden Hilfskonstruktionen oder Schalungen mit Ausnahme verlorener Schalungen sind zu entfernen, sobald sie nicht mehr benötigt werden.

8.5.2.3 Spezielle Ausführungshilfsmittel sind zu jeder Bauphase einzusetzen, damit die endgültige Geometrie gemäß den Vorgaben der Planung innerhalb der festgelegten Maßtoleranzen erreicht wird. Solche Hilfsmittel können der Anordnung der Frontelemente in der geforderten horizontalen und vertikalen Ausrichtung, Neigung oder Abschrägung dienen, um die erwarteten Eigenverformungen des bewehrten Schüttkörpers, jedoch nicht die Setzungen und Bewegungen des Fundamentes, zu kompensieren.

8.5.2.4 Während des Baufortschrittes sind der horizontale Abstand in Bezug auf die Überlappung, die Anordnung und Höhe sowie die vertikale Ausrichtung, Neigung oder Abschrägung jeder neuen Einbaueinheit von Frontelementen oder Schalung zu überprüfen und erforderlichenfalls anzupassen.

8.5.2.5 Besondere Aufmerksamkeit muss dem horizontalen Abstand in Bezug auf die Überlappung, der Ausrichtung und Höhe sowie der vertikalen Ausrichtung, der Neigung und Abschrägung der ersten Lage gewidmet werden, da eine hohe Genauigkeit in dieser Phase dazu beiträgt, eine schnelle und genau abgestimmte Errichtung des gesamten Bauwerkes sicherzustellen.

8.5.2.6 Verbindungsmaterialien und Auflagerplatten, soweit im Plan gefordert, sind zu installieren, wenn eine neue Einbaueinheit von Frontelementen platziert und gesichert wird.

8.5.3 Einbau der Bewehrungen

8.5.3.1 Die Bewehrung muss auf einer ebenen Oberfläche verlegt und mit der Frontausbildung verbunden werden, indem die für das jeweilige Frontausbildungssystem planmäßig vorgesehene Verbindungsmethode verwendet wird.

8.5.3.2 Es ist sicherzustellen, dass die flexible Bewehrung gestrafft ist und alle Wellen oder Falten beseitigt wurden, um Verformungen beim Einleiten von Zugkräften in die Bewehrungslage zu minimieren. Dies kann dadurch erreicht werden, dass die Bewehrung straff gezogen und in dieser Position fixiert wird, während sie mit dem Schüttmaterial überdeckt wird.

8.5.3.3 Wenn im Plan nicht anders gefordert, muss die Bewehrung möglichst senkrecht zu den Frontelementen oder der geneigten Oberfläche eingebaut werden. Eine quer verlaufende Überlappung kann an der Verbindungsstelle zwischen benachbarten flächigen Bewehrungen ist nach Planung ausgeführt werden, wenn dies im Plan vorgeschrieben ist.

8.5.3.4 Bei Hindernissen, wie z. B. Rohrleitungen, Säulen, Pfählen, Kanalisationsschächten usw. kann es nötig sein, die Bewehrung aus ihrer ursprünglichen Lage horizontal oder vertikal zu verdrehen oder zu verschieben. Bei flächigen Bewehrungen kann es erforderlich sein, eine Aussparung zu schneiden. Ist eine solche Abweichung laut Plan nicht ausdrücklich zugelassen, muss dem der Planer/Konstrukteur zustimmen.

8.5.3.5 Bewehrungen mit vertikalen Umlenkungen sollten um einen vorgefertigten Teil der Hinterfüllung eingebaut werden. Scharfe Knicke, die die Bewehrungskräfte beeinträchtigen, sind zu vermeiden, es sei denn, dies ist planmäßig zugelassen.

8.5.3.6 Bewehrungen sollten in der Haupttragrichtung aus einem durchgehenden Stück bestehen. Sind Stöße in dieser Richtung unvermeidlich, muss die Planung angemessene Methoden zur Verbindung auf der Baustelle angeben. Die Verbindungen können durch Methoden, wie z. B. Verschraubung (Verriegelung), Verschweißen, Vernähen von Geotextilien, Steckverbindungen usw. oder berechnete Überlappungslängen hergestellt werden.

8.5.3.7 Polymere Bewehrungen können dazu neigen, sich zu zersetzen, wenn sie dem Sonnenlicht ausgesetzt sind, und sollten daher innerhalb einer bestimmten Zeit der Verlegung mit Schüttmaterial überdeckt werden. Ist eine solche Zeit nicht angegeben, sollte die ungeschützte Bewehrung innerhalb von 24 Stunden nach der Ausbringung abgedeckt werden.

8.5.3.8 Im Allgemeinen kann die Verlegung von flächigem Material durch Wind gestört werden. Wo dies zu erwarten ist, sollte das Material örtlich mit Ballast beladen werden.

8.5.4 Einbau und Verdichtung des Schüttmaterials

8.5.4.1 Der Einbau und die Verdichtung des Schüttmaterials sind mit großer Sorgfalt auszuführen, da das Verhalten eines bewehrten Schüttkörpers hauptsächlich von der Art der Verfüllung und der Homogenität des Einbaues und der Verdichtung bestimmt wird.

8.5.4.2 Vor Baubeginn muss eine Verdichtungsmethode für das Schüttmaterial festgelegt werden, die, sofern genau angegeben, Feldversuche mit einschließen kann.

8.5.4.3 Für die vorgesehene Einbaumethode, müssen geeignete Gerätschaften bereitgestellt werden, um die planmäßig erforderliche Verdichtung zu erreichen.

8.5.4.4 Die Korngrößenverteilung und der Wassergehalt des Schüttmaterials sind während der Ausführung regelmäßig zu überprüfen, um die Übereinstimmung mit den Anforderungen der Planung zu gewährleisten, insbesondere dann, wenn sich Aussehen oder Verhalten des Materials deutlich erkennbar verändert.

8.5.4.5 Das Abladen, Verteilen, Einebnen und Verdichten des Schüttmaterials müssen im Allgemeinen parallel zur Frontausbildung oder der geneigten Oberfläche ausgeführt werden.

8.5.4.6 Es ist dafür Sorge zu tragen, dass die Bewehrungselemente und die Frontausbildung, soweit vorhanden, während des Beschüttens, Verteilens, Einebnens und Verdichtens des Schüttmaterials nicht beschädigt werden. Ein direktes Befahren der Bewehrung mit Maschinen oder Fahrzeugen ist nicht zulässig.

8.5.4.7 Alle Fahrzeuge und alle Baugeräte, die mehr als 1 500 kg wiegen, dürfen nicht näher als 1 m an die Frontausbildung oder die Böschungsvorderkante gebracht werden.

8.5.4.8 Die Schichtdicke der Verfüllung muss innerhalb der planmäßigen Grenzen liegen und so beschaffen sein, dass sie eine Verdichtung bis zur geforderten Dichte zulässt. Sie sollte ein ganzzahliger Teil des oder gleich dem vertikalen Bewehrungsabstand sein.

8.5.4.9 Besondere Vorsicht ist bei der Verdichtung des Schüttmaterials nahe der Frontabdeckung geboten, wenn überhaupt, um eine Beschädigung der Frontelemente und der damit verbundenen Bewehrung zu vermeiden und Verformungen zu minimieren. Schlecht zugänglichen Flächen, wie z. B. den Ecken des Bauwerkes, muss besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden.

8.5.4.10 Bis zu 1 m Abstand von der Front kann die Schüttung durch Verwendung geeigneter, leichter Verdichtungsgeräte verdichtet werden. Soweit kleines Verdichtungsgerät verwendet wird, ist die Schichtdicke so anzupassen, dass die geforderte Verdichtung erreicht wird.

8.5.4.11 Am Ende jedes Arbeitstages sollte die Oberfläche der Schüttung in einer leichten Neigung (2 % bis 4 %) weg von der Front oder der geneigten Oberfläche verbleiben und mit einem leichten Verdichtungsgerät versiegelt werden, um sicherzustellen, dass Oberflächenwasser zu einer geeigneten Vorflut abgeleitet wird.

8.5.4.12 Die Rückseite des Bauwerkes sollte so hinterfüllt werden, dass die gleichzeitige Einbringung des Verfüllmaterials sichergestellt wird.

8.5.4.13 Der Ablauf des Einbaus der Schüttung über weichem oder extrem weichem Untergrund kann im Plan beschrieben werden. Ist das nicht der Fall, ist darauf zu achten, dass die Abfolge der Schüttung inklusive jeder Befahrung durch Baustellenverkehr zu keiner Zeit die Tragfähigkeit des Untergrundes überschreitet.

8.5.5 Begrünte Frontausbildung

8.5.5.1 Bei permanent bewehrten Schüttkörpern, die eine dauerhaft begrünte Frontausbildung erhalten sollen, sind die entsprechenden Anforderungen der Planung strikt einzuhalten. Weiterhin sollte sorgfältig auf die besonderen Einbauvorschriften der Lieferanten der Systeme geachtet werden.

8.5.5.2 Wenn die Eigenschaften des Verfüllmaterials nicht geeignet sind, um einen Bewuchs zu fördern, kann im Bereich der Frontausbildung geeignetes Oberbodenmaterial eingebaut und, falls erforderlich, mit einem entsprechenden Geotextil von der Schüttung getrennt werden.

8.5.5.3 Die klimatischen und örtlichen Bedingungen (wie die Lage der Baustelle, markante Randbedingungen, Ausrichtung, Höhe, Menge und Häufigkeit von Niederschlägen) müssen zusammen mit der Böschungsneigung beachtet werden, da sie Einfluss haben können auf die Auswahl:

- der Bodenart im Frontbereich;
- des Samen- oder Pflanzensortiments;
- der Art der Begrünung (Spritzbegrünung, Geotextilien mit Sameneinlage, Pflanzen usw.) oder der Notwendigkeit von künstlicher Bewässerung.

8.6 Ausführung von bewehrten Dämmen

8.6.1 Allgemeines

8.6.1.1 Die Ausführung aller Dämme mit einer Basisbewehrung sowie aller Dämme mit einer Bewehrung gegen Frosthebung im oberen Teil muss den Anforderungen entsprechen, die bei allen Arten von bewehrten Dämmen üblich sind, wie in diesem Abschnitt aufgeführt.

8.6.1.2 Darüber hinaus muss das Ausführungsverfahren mit den Empfehlungen übereinstimmen, die spezifisch für die betreffende Art eines bewehrten Dammes sind, wie sie in den Vorschriften des Lieferanten der Bewehrung fixiert sind.

8.6.2 Dämme auf gering tragfähigem Untergrund

8.6.2.1 Bewehrte Dämme mit einer Basisbewehrung können Dämme, die über gering tragfähigem Untergrund errichtet wurden, mit einschließen. Bei gering tragfähigem Untergrund kann es sich um natürlich vorkommende Ablagerungen von überwiegend feinkörnigem Boden handeln oder einen Untergrund, der durch künstlich erzeugte Hohlräume, zum Beispiel infolge Bergbautätigkeit, oder natürlich vorkommende unterirdische Hohlräume, wie zum Beispiel Lunker, geschwächt wurde.

8.6.2.2 Es können mehrere unterschiedliche Bewehrungsmethoden angewandt werden, die geeignet sind für die Errichtung von Dämmen über gering tragfähigem Untergrund. Die genaue Ausführung kann von der jeweiligen Methode, die zum Einsatz gelangt, abhängen.

8.6.3 Einbringung der Bewehrung

8.6.3.1 Die Bewehrung in Form von geosynthetischen Gittern oder Bahnen oder Metall-Gittern, -Netzen oder Bahnen, die in unterschiedlichen Richtungen unterschiedliche Zugfestigkeiten und Dehnsteifigkeiten aufweisen können, muss in der festgelegten Ausrichtung eingebaut werden.

8.6.3.2 Die Bewehrung sollte bei der Planung so gewählt werden, dass sie die erforderliche Widerstandsfähigkeit gegen Einbaubeschädigung sicherstellt, und sollte keiner direkten Befahrung durch Baustellenverkehr ausgesetzt werden.

8.6.3.3 Es ist sicherzustellen, dass die flexible Bewehrung gestrafft ist und alle Wellen oder Falten beseitigt wurden, um Verformungen beim Einleiten von Zugkräften in die Bewehrungslage zu minimieren. Dies kann dadurch erreicht werden, dass die Bewehrung straff gezogen und in dieser Position fixiert wird, während sie mit dem Schüttmaterial überdeckt wird.

8.6.3.4 Geosynthetische Bewehrungen können anfällig sein, sich bei Sonnenbestrahlung zu zersetzen (abzubauen), wenn sie dem Sonnenlicht ausgesetzt sind, und sollten daher innerhalb einer bestimmten Zeit nach Verlegung mit Schüttmaterial überdeckt werden. Ist eine solche Zeit nicht angegeben, sollte die ungeschützte Bewehrung innerhalb von 24 Stunden nach der Ausbringung abgedeckt werden.

8.6.3.5 Geosynthetische Bewehrungsprodukte werden in Streifen oder Rollen von begrenzter Breite und Länge geliefert. Wenn die Abmessungen der zu bewehrenden Fläche die Rollenabmessungen überschreiten, werden festgelegte Verbindungen oder Überlappungen erforderlich.

8.6.3.6 Wenn Verbindungen festgelegt wurden, können diese vor dem endgültigen Einbau, in-situ ausgebildet oder anderswo vorgefertigt worden sein. Über die laut Plan benötigte Stärke hinaus muss die Verbindungsstärke zusätzlich ausreichend sein, um den Belastungen, den erschwerten Verarbeitungsmethoden, wie etwa der Verwendung von Zugseilen, zu widerstehen.

8.6.3.7 Das Einbringen von Bewehrungen im Flachwasser wird ein Beschweren des polymeren Materials erfordern, wenn dieses ein geringeres spezifisches Gewicht als Wasser hat. Ein Einbau im tieferen Wasser kann darüber hinaus die Verwendung von Pontons oder die Verwendung von Zugseilen von Schiffen aus erforderlich machen.

8.6.3.8 Im Allgemeinen kann die Verlegung von flächigem Material durch Wind gestört werden. Wo dies zu erwarten ist, sollte das Material örtlich ballastiert werden.

8.6.4 Einbau und Verdichtung des Schüttmaterials

8.6.4.1 Für Einbau und Verdichtung des Schüttmaterials sollten im Allgemeinen die gleichen Abläufe befolgt werden, wie sie für Erdstützbauwerke und bewehrte Böschungen Anwendung finden, es sei denn, das Schüttmaterial wird über einer tiefen Ablagerung von weichem bis extrem weichem Untergrund aufgebracht.

8.6.4.2 Der Ablauf des Einbaus der Schüttung über weichem oder extrem weichem Untergrund sollte im Plan genau beschrieben werden. Ist das nicht der Fall, ist darauf zu achten, dass die Abfolge der Schüttung inklusive jeder Befahrung durch Baustellenverkehr zu keiner Zeit die Tragfähigkeit des Untergrundes überschreitet.

8.6.4.3 Wenn das Schüttmaterial in einer Abschlusskipfung (Vor-Kopf-Schüttung) abgelagert wird, sollte ganz besonders darauf geachtet werden, dass eine Bugwelle, die sich im darunter liegenden Boden ausbildet, die Bewehrung weder verschiebt noch zerreißt.

8.6.4.4 Wenn der Einbau der Schüttung in Richtung der Längsachse des Dammes voranschreitet, kann die Ausbildung einer unerwünschten Bugwelle dadurch eingeschränkt werden, dass das Einfüllen im zentralen Bereich des Dammes dem Einfüllen entlang der Fußpunkte des Dammes voraussieht.

8.6.4.5 Die Entwicklung einer Bugwelle kann darüber hinaus dadurch reduziert werden, dass man die Höhe der ersten Schüttlage auf das Minimum reduziert, welches für die Befahrung mit leichten Baustellenfahrzeugen, die nur geringe Bodenpressung erzeugen, erforderlich ist.

8.6.4.6 Bei der Errichtung breiter Dämme kann es sinnvoll sein, zuerst das Schüttmaterial entlang der beiden Böschungsfüße des Dammes einzubringen, um dort Hilfsdämme zu errichten, von denen aus anschließend das Einfüllen in Richtung auf das Zentrum des Dammes voranschreiten kann.

9 Bauaufsicht, Prüfungen, Überwachung

9.1 Bauaufsicht — Eine geeignete, qualifizierte und erfahrene Person muss für die Kontrolle der Einhaltung der Vorgaben der Entwurfsplanung und aller zugehörigen Vertragsdokumente zuständig sein.

9.2 Überwachung — Die Überwachung aller Arbeiten in Verbindung mit der Ausführung der verschiedenen Stufen der bewehrten Schüttkonstruktion muss die Übereinstimmung mit den Ausführungsanweisungen der Entwurfsplanung und der Projektbeschreibung sicherstellen.

9.3 Prüfung — Die Prüfung bewehrter Schüttkonstruktionen muss EN 1997-1 oder den Angaben der Entwurfsplanung entsprechen. Die Prüfberichte müssen die Prüfmethode und das Prüfverfahren, die Prüfergebnisse und die Schlussfolgerungen sowie die Bedeutung für die bewehrte Schüttkonstruktion aufzeigen.

9.4 Der Umfang von Bauaufsicht, Überwachung und Prüfungen muss mit den Ausführungen der Entwurfsplanung übereinstimmen, siehe 4.6.

9.5 Art, Umfang und Genauigkeit von Überwachung und Prüftätigkeit auf der Baustelle oder bei der Fabrikation sollten in der Baubeschreibung vor Beginn der Arbeiten auf der Baustelle klar dargelegt werden.

9.6 Soweit in der Entwurfsplanung nicht anders festgelegt, sollte die Bauaufsicht Folgendes umfassen:

- a) Baustellenvorbereitung: Geländeverhältnisse, geotechnische Daten, Baustelleneinrichtung, Abmessungen des Aushubes, Arbeitsplattformen (soweit vorgesehen);
- b) Schüttmaterialien: Übereinstimmung mit Entwurfsplanung, Kenngrößen, Einbau und Verdichtung, Überwachung und Prüfung, falls erforderlich;

- c) Bewehrungen: Übereinstimmung mit Entwurfsplanung, Eingangskontrolle, Handhabung, Lagerung, Verlegung, Einbaubeschädigung, Vorspannung der Bewehrung (soweit vorgesehen), Überwachung und Prüfung, falls erforderlich;
- d) Materialien zur Frontausbildung: Übereinstimmung mit Entwurfsplanung, Einbau der Frontelemente, Anordnung und Ausrichtung, Endbearbeitung, Überwachung und Prüfung, falls erforderlich;
- e) Drainage: Aufstandsfläche/Gründung, rückwärtige Böschung, Entwässerung der Einbaulagen während des Baues, andere notwendige Entwässerungssysteme.

10 Baustellenberichte

10.1 Berichte während der Bauphase

10.1.1 Falls erforderlich, sind von bedeutenden Beobachtungen während des Baues, einschließlich Witterungsbedingungen, Baufortschritt, Überwachung, Prüfungen und Beobachtungen, Berichte zu erstellen, wie in Abschnitt 9 beschrieben.

10.2 Berichte nach Fertigstellung der Arbeiten

Falls erforderlich, sind Berichte über die ausgeführten Arbeiten zu erstellen, die mindestens Folgendes umfassen sollen:

- Berichte wie in 10.1.1 angeführt;
- Informationen über die im Einzelnen ausgeführten Arbeiten unmittelbar im Bereich der bewehrten Schüttkörper, insbesondere mit allen Änderungen gegenüber den ursprünglichen Zeichnungen und Baubeschreibungen;
- Einzelheiten über die verwendeten Materialien;
- die Lage aller Abflussleitungen, Zäune, unterirdischer Kabel, Rohrleitungen und Ähnlichem;
- Einzelheiten über Untergrüdböden und -verhältnisse sowie andere bedeutende geotechnische Bedingungen;
- jegliche Einschränkungen bezüglich Auflasten, die auf die Konstruktion einwirken können;
- alle Besonderheiten oder Vorkehrungen, die nötig sein könnten, wenn das Bauwerk rückgebaut werden muss;
- Einzelheiten und Lage von eingebauten Proben zur Bestimmung der Langzeitbeständigkeit mit Empfehlungen über Art und Weise sowie Zeitpunkt der Probenahmen und nachfolgenden Prüfungen;
- besondere Empfehlungen für Kontrolle und Instandhaltung.

Die Aufzeichnungen sollten nach Beendigung der Arbeiten für einen Zeitraum, der in der Baubeschreibung angegeben ist, aufbewahrt werden.

11 Spezielle Anforderungen

11.1 Allgemeines

11.1.1 Die einschlägigen Normen, Anforderungen oder gesetzlichen Bestimmungen sind zu berücksichtigen hinsichtlich:

- Sicherheit der Baustelle,
- Sicherheit der Arbeitsverfahren und
- Betriebssicherheit von Verdichtungsgeräten, Hubvorrichtungen sowie anderen Hilfsgeräten, Maschinen und Werkzeugen.

11.1.2 Besondere Aufmerksamkeit ist zu richten auf alle Vorgänge, die ein Arbeiten des Personals neben schweren Geräten und schweren Werkzeugen erfordern. Die hauptsächlich zu berücksichtigenden Gefahren sind:

- sich bewegende Geräte und Maschinen, vor allem Lastwagen, Bagger/Lader, Verdichtungsgeräte und Bohrgeräte;
- das Stürzen über ungeschützte Mauerkanten oder steile Böschungen während der Bauphase;
- das Anheben und Versetzen von Frontelementen.

11.1.3 Es ist dafür zu sorgen, dass unbefugte Personen keinen Zutritt zur Baustelle erhalten können.

11.2 Schutz der Umwelt

11.2.1 Es sind Maßnahmen zu ergreifen, um schädliche Einflüsse auf die Umwelt zu begrenzen oder zu vermeiden.

ANMERKUNG Die nationalen Normen und gesetzlichen Anforderungen bezüglich Umweltschutz sind zu beachten.

11.2.2 Die folgenden Risiken für die Umwelt sind zu bedenken:

- Eintragung von Bewegungen in den Untergrund oder benachbarte Bauwerke;
- Verschmutzung von Oberflächenwasser und Grundwasser;
- nicht zulässige Veränderungen der natürlichen Grundwasserströmung;
- Luftverschmutzung;
- Lärm.

Anhang A (informativ)

Typische Verwendbarkeit von Schüttmaterialien, in Abhängigkeit von der Anwendung, Bewehrung und Frontausbildung

Tabelle A.1 — Typische Kombinationen von Schüttmaterial, Bewehrung und Frontausbildung

Schüttmaterialarten		Typ 1	Typ 2		Typ 3		Typ 4
		Dränagematerial	Grobkörniges Material		Gemischtkörniges Material		Feinkörniges Material
Geotechnische Eigenschaften	% Durchgang durch das 80-µm-Sieb	< 5 %	< 12 %	12 % bis 35 %	12 % bis 35 %	> 35 %	Sonstige
	% Durchgang durch das 20-µm-Sieb	n.a.	n.a.	< 10 %	> 10 %	< 40 %	
	Plastizitätsindex	n.a.	n.a.	n.a.	< 25	< 25	
Anwendung							
	Teile des Bauwerkes werden geflutet und/oder fallen trocken	A	B	B	D	D	D
	Bauwerke bei Brückenwiderlagern, Eisenbahnen oder Hochbauten	A	A	B	C (a)	D	D
	Hohe bewehrte Schüttkonstruktion — Stützkonstruktionen	A	A	B	B	D	D
	Hohe bewehrte Schüttkonstruktion — Böschungen	A	A	B	B	C (b)	C (b)
	Übliche Stützkonstruktionen und Böschungen	A	A	A	B	C (c)	C (c)
Bewehrung							
	Glatte Streifen oder Stäbe (aus Metall oder Polymeren)	A	A		C (d)		D
	Gerippte Streifen oder Stäbe, Leitern (aus Metall oder Polymeren)	A	A		B	C (d)	D
	Matten aus Stäben, Leitern, Netze, Gitter, Matten (aus Metall oder Polymeren)	A	A		B	C (d)	D
	Dränage-Geokunststoffe (Wasserableitung in der Ebene)	B	A		A		C (b)
Frontausbildung							
	Starres Frontsystem	A	A		D (a)		D
	Bedingt nachgiebiges Frontsystem	A	A		C (e)		D
	Nachgiebiges Frontsystem	A	A		A	B	C (e)
					Legende:		
					A = häufig verwendet		
					B = manchmal verwendet		
					C = spezielle Untersuchungen erforderlich		
					D = nicht empfohlen		
ANMERKUNGEN							
<u>Allgemeines</u>							
Die Kombinationen sind typische Varianten, die als allgemeine Hinweise zu verstehen sind und nicht als Vorgaben, wann welche Schüttmaterialien oder Komponenten verwendet werden sollen. Die Kurzbeschreibung der Schüttmaterialien stellt nur eine grundsätzliche Charakterisierung und nicht eine ausreichende Beschreibung der Materialien dar. Die Unterlagen zur Entwurfsplanung für das jeweilige Projekt sollten die zu verwendenden Schüttmaterialien und Komponenten vorgeben. Feinkörniges Schüttmaterial mit einem zu hohen Wassergehalt ist schwierig zu verdichten und es ist wahrscheinlich, dass eventuell verwendete Frontausbildungen als Folge davon ihre Ausrichtung, während der Verdichtung, verändern. Feinkörniges Schüttmaterial, das bei widrigen Wetterverhältnissen ausgebracht und verdichtet wird, kann problematisch sein. Frostempfindlichkeit sollte überprüft werden bei Anwendung in kalten Klimata.							
<u>Besonderes</u>							
a	Wird eine ausreichende Verdichtung nicht erreicht, kann das zu unterschiedlichen Setzungen zwischen Frontausbildung und Bewehrung führen, was die Anbindung überlasten kann.						
b	Der Einfluss der Dräneigenschaften auf die Eigenschaften des Schüttmaterials sollten berücksichtigt werden						
c	Besonderes zu beachten sind: Winkel der inneren Reibung, Art der Verdichtung unter Berücksichtigung von Wassergehalt und klimatischen Randbedingungen, Erfordernis von Dränageschichten.						
d	Die Verbundwirkung von Schüttmaterial und Bewehrung sollte für die Nutzungsdauer und unter den Ausführungsbedingungen untersucht werden.						
e	Die Ausrichtung der Frontelemente (soweit vorhanden) sollte während der Ausführung besonders überwacht werden.						

Anhang B (informativ)

Tabelle B.1 — Elektro-chemische Eigenschaften von Schüttmaterialien bei metallischen Bewehrungen

Stahlbewehrungen				Streifen				geschweißte Drahtgitter, Leitern, Stäbe		Gewebe Drahtgitter		
Merkmale in Bezug auf die Korrosionsempfindlichkeit				Unbeschichteter Rohstahl	Durchgängig feuerverzinkt (35 µm)	Feuerverzinkt (70 µm)	Zink/Aluminium beschichtet (Zn85Al15, thermische Spritzbeschichtung 70 µm)	Unbeschichteter Rohstahl	Feuerverzinkt (70 µm)	Zink/Aluminium beschichtet (Zn95Al5, feuerverzinkt 35 µm)	Zink/Aluminium beschichtet (Zn85Al15, feuerverzinkt 35 µm) + polymerbeschichtet (PVC/U oder PE, 0,5 mm)	
Anmerkungen												
Allgemein verwendete Abmessungen				3 mm bis 6 mm	3 mm dick	4 mm bis 6 mm dick		Stäbe ϕ 8 mm bis 12 mm		Draht ϕ 2 mm bis 3 mm		
Üblicher Anwendungsbereich — Anwendungsklassen (in Bezug auf die Nutzungsdauer)				(1) Klasse 3 oder 4	Klasse 4	Klasse 4 oder 5		Klasse 4	Klasse 4 oder 5	Klasse 1	Klasse 4 für Steilböschungen bis zu 70°	
Elektro-chemische Eigenschaften für Standardbemessungen				(2)								
UMGEBUNG	An Land, außerhalb des Wassers	pH-Wert		(3)	5 bis 10	5 bis 10	5 bis 10	A (9)	5 bis 10	5 bis 10	5 bis 10	3 bis 10
		Widerstand	Ω cm	(4)	> 1 000	> 1 000	> 1 000		> 1 000	> 1 000	> 1 000	B (7)
		Chloride Cl	ppm	(5)	< 200	< 200	< 200		< 200	< 200	< 200	
		Sulfate SO ₄	ppm	(6)	< 1 000	< 1 000	< 1 000		< 1 000	< 1 000	< 1 000	
	In Süßwasser (8)	pH-Wert		(3)	5 bis 10	5 bis 10	5 bis 10	A (9)	5 bis 10	5 bis 10	5 bis 10	3 bis 10
		Widerstand	Ω cm	(4)	> 3 000	> 3 000	> 3 000		> 3 000	> 3 000	> 3 000	B (7)
		Chloride Cl	ppm	(5)	< 100	< 100	< 100		< 100	< 100	< 100	
		Sulfate SO ₄	ppm	(6)	< 500	< 500	< 500		< 500	< 500	< 500	
Außerplanmäßige Bemessung												
UMGEBUNG	Meeresumgebung oder Schüttmaterial marinen Ursprungs				Spezielle Untersuchungen erforderlich. Dickere Streifen oder größere Elemente sind generell nötig	pH-Wert – 5 bis 10 Keine weiteren Anforderungen	Spezielle Untersuchungen erforderlich. Größere Elemente sind generell nötig	C	Spezielle Untersuchungen erforderlich			
	Industrieabfälle und Umgebungen hoher Aggressivität				Spezielle Untersuchungen erforderlich		Spezielle Untersuchungen erforderlich		Spezielle Untersuchungen erforderlich			

Legende	A	Material wird üblicherweise nicht verwendet
	B	Test nicht maßgeblich
	C	Material üblicherweise nicht geeignet

EN 14475:2006 (D)

ANMERKUNG 1 Siehe EN 1991-1, 2.4. Hier angegebene Klassen werden am häufigsten verwendet, sind aber nicht vorgeschrieben.

ANMERKUNG 2 Standardbemessung, allgemeine Anwendung bei Umgebungen von normaler Aggressivität.

ANMERKUNG 3 Die pH-Messung sollte in jedem Fall nach BS 1377-3:1990 entsprechend NF A05-252, Anhang C und NF T01-013, Test 9 oder äquivalenten nationalen Normen ausgeführt werden.

ANMERKUNG 4 Die Messung des Widerstandes einer gesättigten Probe sollte in jedem Fall nach BS 1377-3:1990 entsprechend NF A05-252, Anhang B, Test 10.4 oder äquivalenten nationalen Normen durchgeführt werden.

ANMERKUNG 5 Die Messung der wasserlöslichen Chloride ist nur nötig, wenn der Widerstand weniger als 5000 ohm.cm beträgt. Für diesen Fall sind entsprechende Verfahren nach BS 1377-3:1990, NF A05-252, Anhang C und NF T90-009, Test 7.2 oder äquivalenten nationalen Normen genau beschrieben.

ANMERKUNG 6

i) Die Messung der wasserlöslichen Sulfate SO_4 ist nur nötig, wenn der Widerstand weniger als 5 000 ohm.cm beträgt. Für diesen Fall sind entsprechende Verfahren nach BS 1377-3:1990, NF A05-252, Anhang C und NF T90-014, Test 5, wo das Ergebnis als SO_3 multipliziert mit 1,2 ausgedrückt ist, oder äquivalenten nationalen Normen genau beschrieben.

ii) Der Sulfat-Gehalt sollte den dreifachen möglichen Schwefelgehalt S- einschließen. Die Messung von S- sollte durchgeführt werden, wenn die Herkunft des Schüttmaterials auf dessen Vorhandensein schließen lässt. Sie sollte von einem Fachlabor durchgeführt werden, das die Verfahren, beschrieben in der "Encyclopedia of Industrial Chemical Analysis", anwendet.

iii) Der Grenzwert für den Sulfatgehalt setzt voraus, dass kein Chlorid vorhanden ist, und umgekehrt. In Fällen, wo beide Salze nebeneinander vorhanden sind, kann der Grenzwert aus der Gleichung: $(\text{Cl})^{0,86} + 13(\text{SO}_4)^{0,32} = k$ abgeleitet werden, wobei für Cl und SO_4 in ppm, $(\text{Cl}) \geq 1$, $(\text{SO}_4) \geq 5$, und $k = 120$ bei Bedingungen "außerhalb von Wasser", bzw. $k = 95$, wenn sich Bauwerksteile im Süßwasser befinden, angesetzt werden.

ANMERKUNG 7 Bezieht sich auf einschlägige Anforderungen für polymere Materialien.

ANMERKUNG 8 Im Süßwasser oder regelmäßig unter Wasser, z. B. die unteren Teile von Flussuferbefestigungen unterhalb des mittleren Hochwasserspiegels.

ANMERKUNG 9 Üblicherweise für Umgebungen mit normaler Aggressivität nicht angewendet; falls doch, gilt: $5 < \text{pH} < 10$. Andere Versuche sind nicht maßgeblich.

Anhang C (informativ)

Frontelemente und Systeme

C.1 Allgemeines

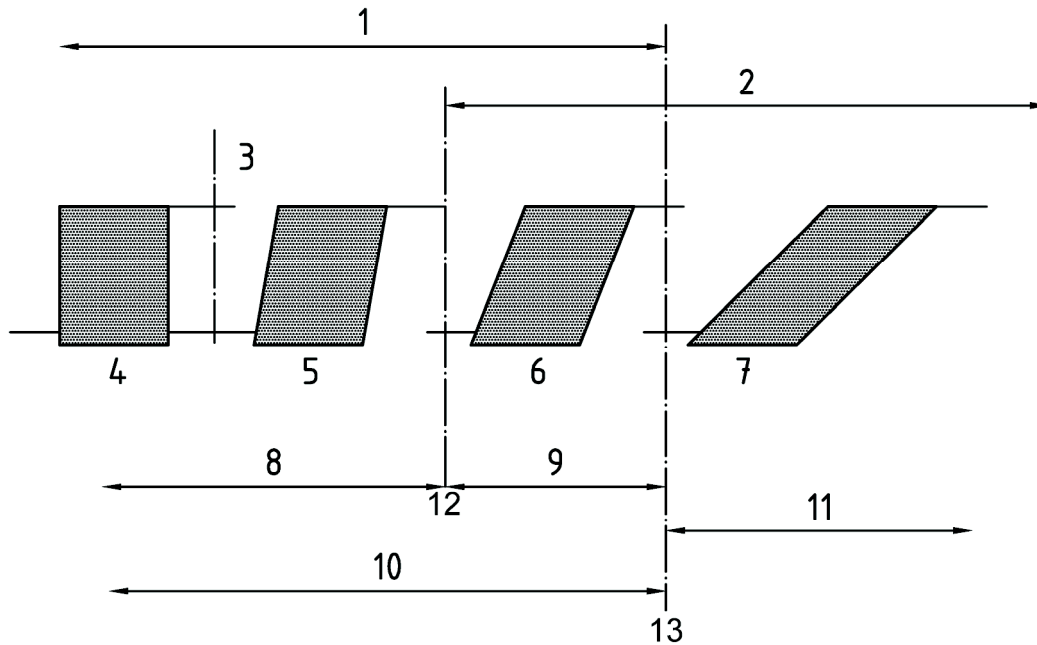
C.1.1 Bewehrte Schüttkörper werden durch übereinander liegende Schichten von speziellem, verdichtetem Schüttmaterial mit Zwischenlagen aus horizontal oder annähernd horizontal liegenden Bewehrungen in Abständen, die in einer Bemessung festgelegt werden, hergestellt.

C.1.2 Bei bewehrten Schüttkörpern mit senkrechter, abgestufter oder geneigter Front (siehe Bild C.1) ist eine Frontausbildung erforderlich, um das Schüttmaterial zwischen den Bewehrungslagen zurückzuhalten. Abhängig vom jeweiligen System sind bestimmte Bewehrungslagen nicht mit der Frontausbildung verbunden.

C.1.3 Bei flachen bewehrten Böschungen sind Frontausbildungen üblicherweise nicht erforderlich. Solche Böschungen sind üblicherweise durch eine Begrünung mit/ohne Materialien als Schutz gegen Oberflächen-erosion gesichert.

C.1.4 Die Frontausbildung kann entweder aus nicht verformbaren Elementen (üblicherweise aus Beton), aus bedingt verformbaren Elementen (üblicherweise aus Metall, Stahlgittern oder -netzen oder Gabionenkästen) oder aus verformbaren Elementen (üblicherweise Geokunststoffbahnen oder Geogitter oder gewebte Drahtnetze) bestehen.

C.1.5 Nicht bzw. bedingt verformbare Frontelemente dienen zugleich als Schalung, gegen die das Schüttmaterial eingebracht und verdichtet werden kann. Bei verformbaren Frontelementen sind grundsätzlich Hilfsschalungen erforderlich, um die Ausrichtung der Front während des Aufbaues der Stützkonstruktionen oder Steilböschungen sicherstellen zu können.



Legende

- | | |
|---|--|
| 1 Bodenstützkonstruktionen | 9 Bestimmte Arten von geneigten Frontplatten z. B. für Schüttgutlager |
| 2 Bewehrte Böschungen | 10 Einige gebräuchliche Arten von Frontausbildungen: Pflanztröge, Drahtgitter, Umschlagmethode |
| 3 Senkrecht | 11 Keine Frontausbildung, Erosionsschutz kann erforderlich sein |
| 4 Senkrechte Stützkonstruktion | 12 Grenze für Neigungswinkel der Front 4:1 |
| 5 Abgestufte Stützkonstruktion | 13 Grenze für Neigungswinkel der Front 1:1 |
| 6 Geneigte Stützkonstruktion, Steilböschung | |
| 7 Flache Böschung | |
| 8 Einige spezielle Arten von Frontausbildungen: Paneele, Blöcke, schalenförmige Stahlelemente, Gabionen | |

Bild C.1

C.2 Frontelemente

C.2.1 Nicht verformbare Elemente

C.2.1.1 Nicht verformbare Frontelemente sind üblicherweise Fertigteile aus bewehrtem oder unbewehrtem Beton (siehe Bild C.1).

C.2.1.2 Betonfrontelemente können Paneele mit voller Bauhöhe, teilweiser Bauhöhe, Winkelelemente, Pflanztröge oder Einzelblöcke sein. Viele Arten von Betonfrontelementen sind geschützt oder gehören zu einem geschützten System.

C.2.1.3 Die Bewehrung wird an die Elemente mit Verbindungselementen angeschlossen, die in den Betonelementen enthalten oder befestigt sind. Die Bewehrung kann auch einfach zwischen den Elementen eingeklemmt werden.

C.2.1.4 Paneele mit voller Bauhöhe: Wie der Name bereits aussagt, werden diese Elemente (siehe Bild C.2a) so vorgefertigt, dass sie die volle Höhe der zu bauenden bewehrten Stützkonstruktion in einem Stück abdecken. Die Breite dieser Elemente ist üblicherweise 1 m bis 3 m bei einer Dicke von 100 mm bis 200 mm.

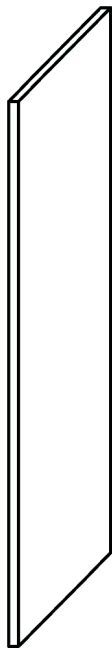
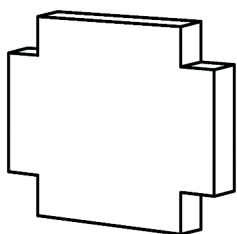
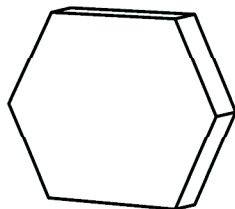


Bild C.2 — Paneel mit voller Bauhöhe

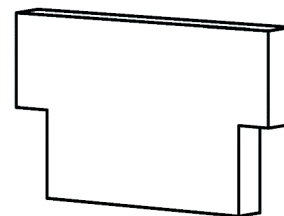
C.2.1.5 Paneele mit teilweiser Bauhöhe: Paneele mit teilweiser Bauhöhe (siehe Bild C.3) sind sehr häufig und haben üblicherweise Höhen von 1 m bis 2 m bei Dicken von 100 mm bis 200 mm. Sie haben meist besondere Formen, um die Paneele miteinander verbinden zu können und um den besonderen Aufbauvorgängen gerecht zu werden. Es sind aber auch einfache Rechteckelemente verfügbar. Die Paneele werden durch Verbindungselemente, die in der Rückseite eingelassen sind, verbunden. Die Kanten werden üblicherweise als Nut und Feder ausgebildet.



a)



b)



c)

Bild C.3 — Paneele mit teilweiser Bauhöhe

C.2.1.6 Vertikale Paneele mit Sollbruchstellen können auch zum Einsatz kommen (siehe Bild C.4)

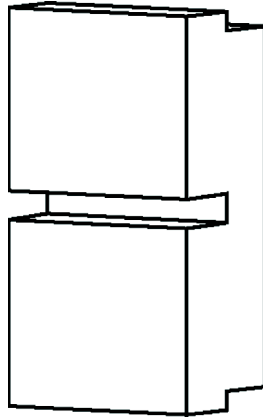
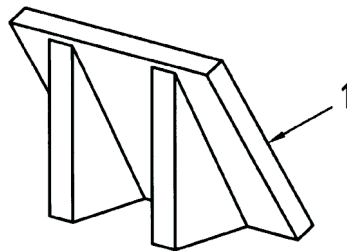


Bild C.4 — Paneele mit Sollbruchstellen

C.2.1.7 Winkelelemente: Vorgefertigte Betonwinkelelemente (siehe Bild C.5) werden meist mit innen liegenden Abstützungen auf das verdichtete Schüttmaterial gefertigt. Sie haben üblicherweise eine Länge von etwa 3 m und eine Höhe gemessen in Böschungsebene von etwa 1,5 m. Der Neigungswinkel beträgt meist 50° bis 65° gegenüber der Horizontalen. Die Elemente werden mit Verbindungselementen in der Abstützung ausgerüstet.

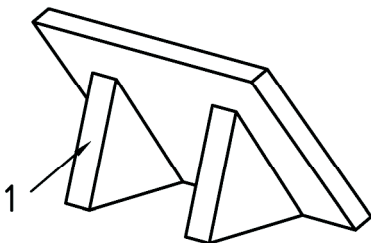


Legende

1 Vorderansicht

Bild C.5 — Winkelelemente

C.2.1.8 Pflanztröge: Fertigteile aus geneigten Platten (siehe Bild C.6), die von außen gestützt werden oder an den seitlichen Flanken (teilweise oder ganz) auf dem verdichteten Schüttmaterial aufliegen. Die Länge beträgt üblicherweise etwa 2 m und die Höhe liegt zwischen 0,5 m und 1 m. Die Elemente haben Verbindungselemente, die an der Rückseite eingelassen sind.



Legende

1 Vorderansicht

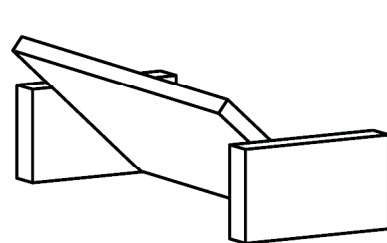


Bild C.6 — Pflanztröge

C.2.1.9 Blockelemente, Formsteine: Frontelement aus vorgefertigten oder aus Trockenbeton gefertigten unbewehrten Betonblöcken (siehe Bild C.7) werden üblicherweise als Modulblöcke oder Segmentblöcke bezeichnet. Die Elemente werden sowohl massiv als auch mit Aussparungen hergestellt. Sie wiegen üblicherweise zwischen 20 kg und 50 kg. Die Höhen liegen zwischen 150 mm und 250 mm, die Frontlänge zwischen 200 mm und 500 mm. Abhängig von der Art der Bewehrung werden die Blöcke mit Anschlussmöglichkeiten (Haken, Bolzen, Ösen) ausgestattet. Ansonsten kann die Bewehrung auch zwischen aufeinander liegende Reihen von Blöcken geklemmt werden.

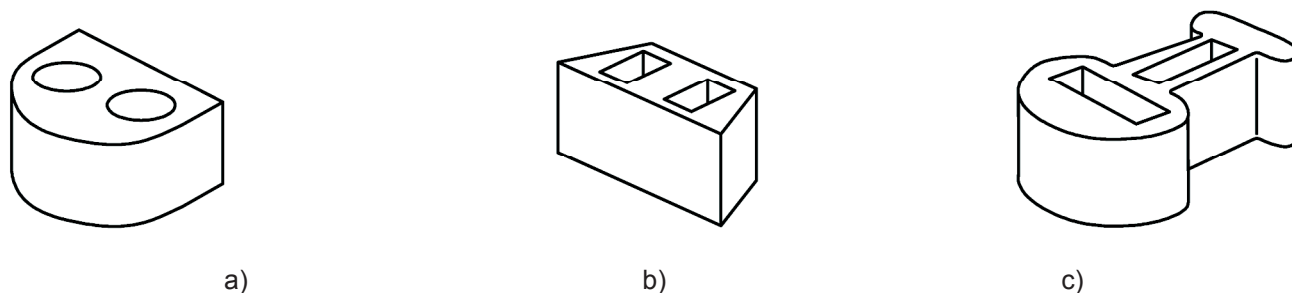


Bild C.7 — Blockelemente, Formsteine

C.2.1.10 Bohlträgerwände: Horizontale Betonbohlen werden zwischen Träger eingelegt (siehe Bild C.8). Die Bewehrung wird üblicherweise an einen Balken angeschlossen, der sich an der Hinterkante der Bohlenträger entlang zieht, oder zwischen die Betonbohlen geklemmt mit zusätzlicher Arretierung auf der Außenseite.

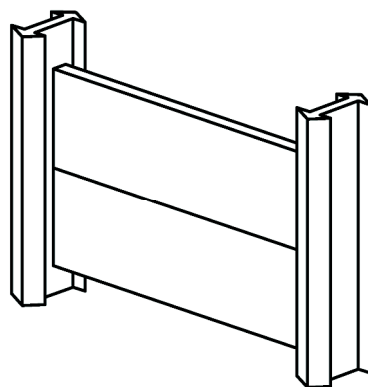


Bild C.8 — Bohlträgerwände

C.2.2 Bedingt verformbare Elemente

C.2.2.1 Schalenförmige Stahlelemente: Frontelemente aus Stahlblechen (siehe Bild C.9), die zu elliptischen oder U-förmigen Halbzyklindern geformt werden. Solche Elemente, die horizontal eingebaut werden, sind meist 2 mm bis 4 mm dick, 250 mm bis 400 mm hoch und einige Meter lang. Sie werden mit Löchern entlang der Kanten versehen, um die Bewehrung befestigen zu können.

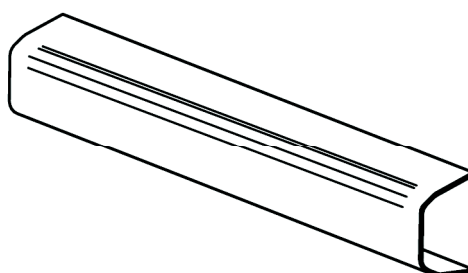


Bild C.9 — Schalenförmige Stahlelemente

C.2.2.2 Geschweißte Stahlgitter: Frontelemente, die aus offenen, geschweißten Stahlgitterabschnitten hergestellt werden (siehe Bild C.10) und entweder flach oder dem Neigungswinkel der Böschung angepasst sind. Diese Elemente können als Schalung bei der Ausführung dienen. In geneigten Böschungen können diese Elemente begrünt werden, um auf Dauer Oberflächenerosionen zu verhindern. In senkrechten oder abgetreppten Frontausbildungen können solche Elemente eine Einlage aus Steinen oder gebrochenem Felsgestein aufweisen oder werden, vor allem bei vorübergehenden Maßnahmen, mit einem Geokunststoff verstärkt. Manchmal werden diese Elemente im Endzustand mit Spritzbeton versehen oder mit Ortbeton abgedeckt. Sie können wahlweise mit der Bewehrung verbunden werden. Einige Arten sind geschützt und gehören zu einem System.

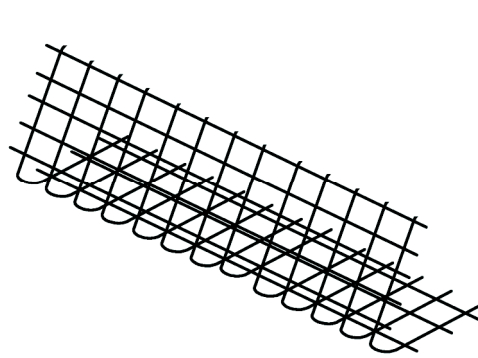


Bild C.10 — Geschweißte Stahlgitter

C.2.2.3 Gabionenkästen: Frontelemente können auch Gabionenkästen aus Geogittern oder gewebten Stahlnetzen/-gittern (verzinkt oder kunststoffummantelt) oder verzinkten geschweißten Drahtgittern sein (siehe Bild C.11), die mit Steinen oder gebrochenem Felsgestein gefüllt werden. Die Größe solcher Gabionenkästen liegt üblicherweise zwischen 0,5 m bis 1,0 m Höhe, 2 m bis 3 m Länge und 0,5 m bis 1,0 m Tiefe. Die Gabionenkästen können mit einem verlängerten Ende ausgestattet sein, das einen Kraftschluss zu der Hauptbewehrung ausbildet.

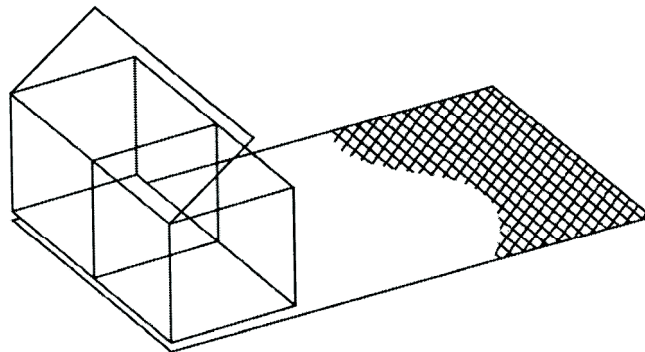


Bild C.11 — Gabionenkästen

C.2.2.4 Reifen: Frontausbildungen können ebenfalls mit Reifen ausgeformt werden. Die Reifen sind von gleicher Größe und werden in einer gestaffelten Anordnung aufgestapelt, um die Front zu bilden.

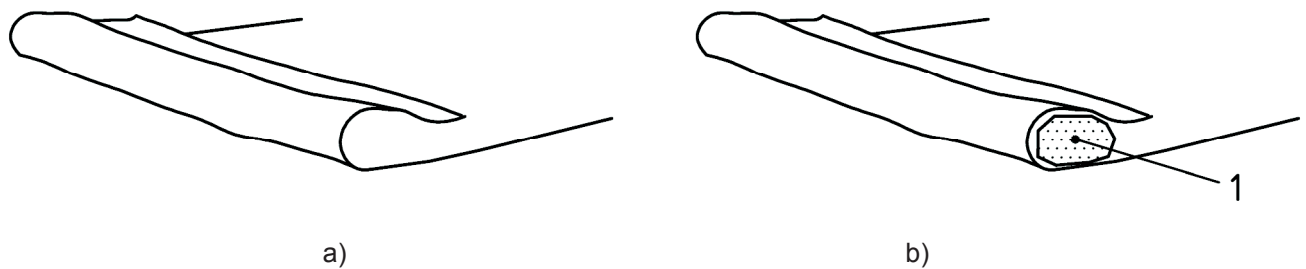
C.2.3 Verformbare Frontelemente

C.2.3.1 Das am meisten verwendete verformbare Frontelement ist die sog. Umschlagmethode oder Polsterwandbauweise (siehe Bild C.12). Hierbei wird die volle Breite der Bewehrung (Geogitter oder Geotextil, gewebtes Stahlnetz) nach vorne aus dem bewehrten Schüttkörper herausgeführt und um die Front einer Lage aus Schüttmaterial herumgeschlagen. Bei Verwendung von Geogittern oder Stahlnetzen werden vor oder hinter diesen geeignete Geotextilien eingelegt, um eine Erosion an der Oberfläche zu verhindern.

C.2.3.2 Um eine ansprechende Frontgestaltung zu erreichen, ist bei dieser Bauweise eine Hilfsschalung gängige Praxis.

C.2.3.3 Als Alternative kommen auch Frontelemente aus mit Boden gefüllten Behältern/Säcken zur Anwendung. Hierbei wird das Frontelement bevorzugt von der eigentlichen Bewehrung mit eingeschlossen, wie es auch bei der einfachen Umschlagmethode der Fall ist.

C.2.3.4 In den meisten Fällen werden die verformbaren Frontelemente spritzbegrünt oder besät, um eine Bepflanzung zu erreichen, manchmal kommt auch Spritzbeton zur Anwendung.



Legende
1 Säcke

Bild C.12 — Verformbare Frontelemente

C.3 Frontsysteme

C.3.1 Allgemeine Anforderungen für Frontsysteme

C.3.1.1 Die Größe der Verformungen der Frontausbildung während der Ausführung und die Verformungen nach Abschluss der Arbeiten sind von System zu System verschieden. Deshalb ist bei dem jeweiligen System darauf zu achten, dass die vorhergesagten Verformungen während der Bauzeit und während der gesamten Nutzungsdauer innerhalb der zulässigen Toleranzen bleiben. Viele Systeme sind geschützt und es ist unbedingt erforderlich, die Anweisungen des Herstellers zu beachten, um die erforderlichen Ausführungstoleranzen einhalten zu können.

C.3.2 Setzungsunterschiede zwischen Schüttmaterial und Frontausbildung

C.3.2.1 Bei allen Frontsystemen gibt es eine Zusammendrückung des Schüttmaterials während und manchmal auch nach der Ausführung, die zu Setzungsunterschieden zwischen dem bewehrten Schüttkörper und der Frontausbildung führen kann. Wenn die Bewehrung des Schüttkörpers fest mit den Frontelementen verbunden ist und keine Möglichkeit für die Aufnahme solcher gegenseitiger Verschiebungen vorgesehen wird, sind zusätzliche Belastungen der Bewehrung zu erwarten. Solche Verformungen und unterschiedlichen Bewegungen werden hauptsächlich von der Qualität des Schüttmaterials und der Art der Verdichtung bestimmt.

C.3.2.2 Es sollten umso strengere Anforderungen an das Schüttmaterial gestellt werden, je weniger nachgiebig das Frontsystem ist. Das Frontsystem muss umso nachgiebiger sein, je mehr das Schüttmaterial zu Setzungen neigt oder sich schlecht verdichten lässt.

C.3.2.3 Bei nachgiebigen Frontsystemen aus verformbaren Frontelementen verformen sich die Elemente in vertikaler Richtung wie die Setzungen des dahinter liegenden Schüttmaterials. Differenzsetzungen sind daher nicht zu erwarten.

C.3.2.4 Bei bedingt nachgiebigen Frontsystemen, die aus Paneelen mit teilweiser Bauhöhe, oder Bohlrägerverbauten mit an den Betonelementen angeschlossenen Bewehrungen hergestellt werden, können unterschiedliche Bewegungen durch die Einlage von zusammendrückbaren Polstern zwischen den horizontalen Verbindungen ermöglicht und angeglichen werden.

C.3.2.5 Bei anderen bedingt nachgiebigen Frontsystemen aus verformbaren Frontelementen ermöglichen eine geringe Biegesteifigkeit und eine vertikale Zusammendrückbarkeit, dass sich die Frontelemente in vertikaler Richtung zusammendrücken können und so in bedingtem Umfang den Setzungen des dahinter liegenden Schüttmaterials folgen können.

C.3.2.6 Bei Paneelen mit voller Bauhöhe können Relativverschiebungen zwischen dem Schüttmaterial, den eingelagerten Bewehrungen und der Frontausbildung durch die Schaffung von Bewegungsmöglichkeiten zwischen Bewehrung und Frontpaneel ermöglicht werden. Hierdurch kann das System dann als bedingt nachgiebig eingestuft werden. Es wurden verschiedene Methoden entwickelt, u. a. Führungsschlitze, vertikale Stangen, zusammendrückbare Konsolen. Eine wirksame Gleiteinrichtung sollte die Lastabtragung der Bewehrung in horizontaler Richtung bei gleichzeitiger Verschiebung in vertikaler Richtung mit dem Schüttfortschritt ohne Aufnahme von Zusatzlasten ermöglichen.

C.3.2.7 Bei starren Frontsystemen wie Paneelen mit voller Bauhöhe ohne bewegliche Anschlüsse oder Blockelementen ohne zusammendrückbare Zwischenlagen wird die Bewehrung üblicherweise innerhalb der Frontpaneele oder -blöcke befestigt. Bei dieser Anordnung können Verformungen im Bereich der Front auftreten. Zusätzliche Belastungen der Anschlüsse und der Bewehrung sollten durch geeignete Auswahl, Einbau und Verdichtung des Schüttmaterials abgemildert werden.

C.3.3 Setzungsunterschiede in Längsrichtung

C.3.3.1 Da die Höhe der Stützkonstruktionen entlang der Achse und die Zusammendrückbarkeit des darunter liegenden Untergrundbodens unterschiedlich sein können, können auch unterschiedliche Setzungen über die Länge der Stützkonstruktion oder der Böschung entstehen.

C.3.3.2 Bedingt nachgiebige and nachgiebige Frontsysteme weisen im Allgemeinen eine hohe bis sehr hohe Toleranz gegenüber Differenzsetzungen in Längsrichtung auf.

C.3.3.3 Die Längsbeweglichkeit von bedingt nachgiebigen Frontsystemen aus nicht verformbaren Frontelementen hängt vom Verhältnis Länge zu Breite der Einzelelemente und dem Maß an Gelenkigkeit zwischen den Frontelementen, das von den Verbindungsdetails und der Abdichtung bestimmt wird, ab.

C.3.3.4 Vorgefertigte nahezu quadratische Betonpaneele bieten ein hohes Maß an Gelenkigkeit und deshalb eine hohe Toleranz gegenüber Setzungsunterschieden in Längsrichtung, vorausgesetzt, dass entsprechende Verbindungsdetails und zusammendrückbare Lager Elemente in den horizontalen Verbindungen zum Einsatz kommen.

C.3.3.5 Betonpaneele mit voller Bauhöhe, die eine vergleichsweise große Höhe gegenüber der Breite haben, und vorgefertigte horizontale Betonbohlen, die eine vergleichsweise große Breite haben, bieten eine geringere Toleranz gegenüber Setzungsunterschieden in Längsrichtung.

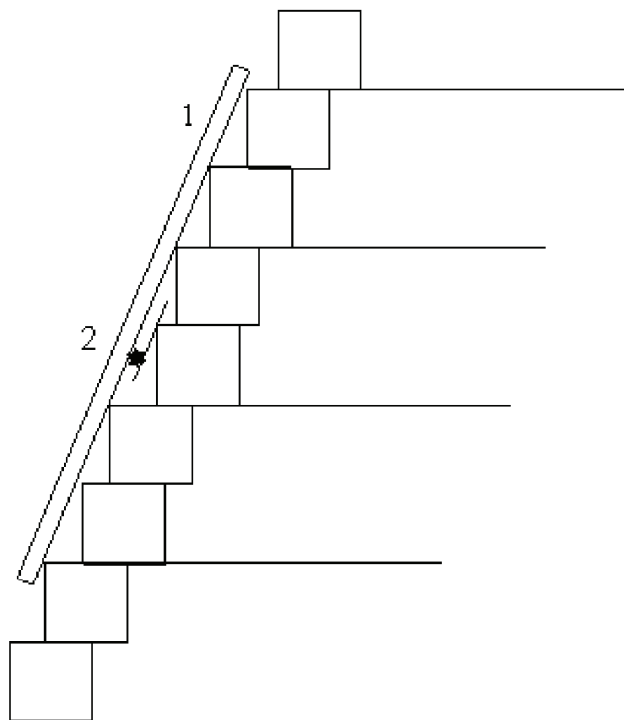
C.3.3.6 Blockelemente werden normalerweise weder mit zusammendrückbaren Auflagern in horizontalen Verbindungen noch mit engstehenden vertikalen Gleitverbindungen ausgerüstet. Die Widerstandsfähigkeit der Blockelemente gegenüber Setzungsunterschieden in Längsrichtung ist daher üblicherweise eingeschränkt, da sie nur aus der geringen Größe der Elemente und deren gegenseitiger Verschieblichkeit resultieren kann.

C.3.4 Zusammenstellung der hauptsächlich verwendeten Systeme

C.3.4.1 In folgenden Tabellen (Tabellen C.1 bis C.12) sind Kurzinformationen über die Technik, die Anwendungsmöglichkeiten, die Funktionsweise und die Maßtoleranzen gängiger Systeme zusammengestellt.

C.3.4.2 Die Werte in den Tabellen sind Beispiele für Maßtoleranzen, die üblicherweise erreicht werden, oder Verformungen, die üblicherweise ohne erkennbare Beschädigungen oder jegliche Auswirkungen auf die Standsicherheit der Konstruktion aufgenommen werden können. Diese Angaben sind wie folgt zu verstehen:

- Ausrichtung: örtliche Abweichung bezogen auf die 4-m-Latte, die an der äußeren Ebene der Front der Stützkonstruktion angelegt wird;



Legende

- 1 Latte
- 2 örtliche Abweichung

Bild C.13 — Querschnitt durch die Stützkonstruktion

- Setzungsunterschiede in Längsrichtung: Verhältnis $\Delta S/\Delta L$.

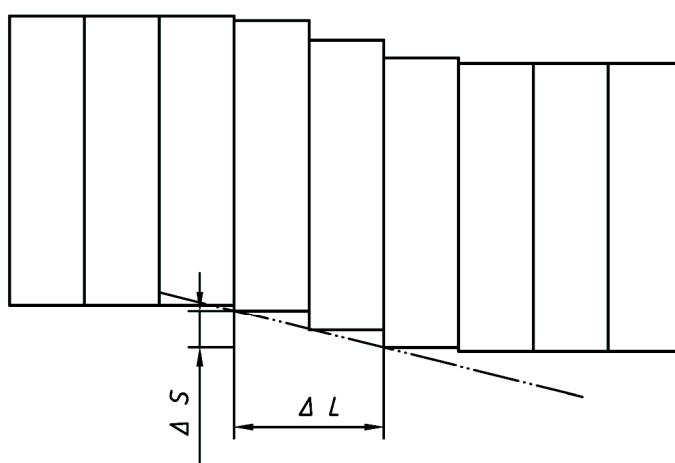


Bild C.14 — Höhenentwicklung der Stützkonstruktion

— Zusammendrückbarkeit: Verhältnis $\Delta H/H$

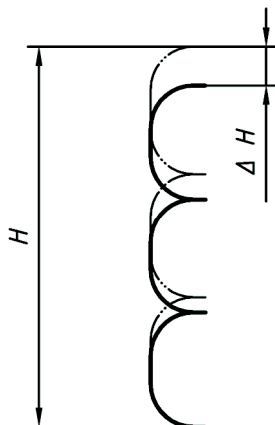


Bild C.15 — Querschnitt durch die Stützkonstruktion

Tabelle C.1 — Frontpaneele mit teilweiser Bauhöhe

		BEWEHRUNG	
		Meist verwendet mit Stahl- oder Polymerstreifen, geschweißten Stahlgittern. Ebenso mit Stahlleitern, Stäben oder Geogittern.	
		ANWENDUNGSBEISPIELE	
		Meist verwendet für vertikale Stützkonstruktionen, geradlinige oder geschwungene, evtl. abgestufte, und für Brückenwiderlager. Leicht abgestufte Wände können gebaut werden, soweit sie mehr oder weniger geradlinig verlaufen.	
TECHNIK	ANPASSUNGSFÄHIGKEIT IN LÄNGSRICHTUNG	ANPASSUNGSFÄHIGKEIT IN QUERRICHTUNG	SCHÜTTMATERIAL
Üblicherweise in vertikalen Reihen errichtet und in gestaffelter Ausführung, die eine Abstützung unnötig macht. Zusammendrückbare Lagerelemente werden bei allen horizontalen Verbindungen angewendet.	Das Seitenverhältnis der Paneele in Verbindung mit zusammendrückbaren Lagern führt zu einem guten Systemverhalten. Insbesondere bei quadratischen Paneelen eine hohe Verträglichkeit gegenüber Setzungsunterschieden in Längsrichtung.	Zusammendrückbare Lagerelemente ermöglichen ein bedingt nachgiebiges Systemverhalten.	Meistens verwendet mit grobkörnigem Schüttmaterial. Gemischtkörnige Schüttmaterialien können bei einzelnen Anwendungen verwendet werden (siehe Anhang A für weitere Hinweise).
MAßTOLERANZEN			ANMERKUNGEN
<u>Ausrichtung</u> ± 25 mm	<u>Setzungsdifferenzen</u> ~ 1 % bei Seitenverhältnissen der Paneele ≈ 1 bis ~ 0,5 % bei größeren Verhältnissen	<u>Zusammendrückbarkeit</u> ~ 1 %	

Tabelle C.2 — Frontpaneele mit voller Bauhöhe

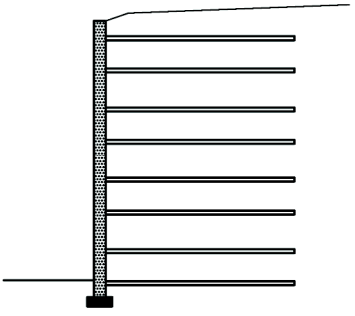
		BEWEHRUNG	ANWENDUNGSBEISPIELE
		<p>Meist verwendet mit Geogittern, Stahlstreifen oder geschweißten Stahlgittern.</p> <p>Polymerstreifen, Stahlleitern oder Stäbe können ebenso verwendet werden.</p>	<p>Meist verwendet für vertikale Stützkonstruktionen bis zu wenigen Metern Höhe, geradlinig oder geschwungen, und untergeordnete Brückenwiderlager.</p> <p>Leicht geneigte Wände können gebaut werden, soweit sie geradlinig verlaufen.</p>
TECHNIK	ANPASSUNGSFÄHIGKEIT IN LÄNGSRICHTUNG	ANPASSUNGSFÄHIGKEIT IN QUERRICHTUNG	SCHÜTTMATERIAL
Abstützungen während der Bauphase sind erforderlich.	Die große vertikale Höhe gegenüber der Breite der Paneele führt zu einer geringen Verträglichkeit gegenüber Setzungsunterschieden in Längsrichtung.	Starres Frontsystem (es sei denn, eine mögliche unterschiedliche Bewegung zwischen dem bewehrten Schüttkörper und der Frontausbildung wird durch bewegliche oder verschiebbliche Verbindungen ermöglicht).	Gutverdichtetes grobkörniges Schüttmaterial (außer das System wird durch die Anwendung von beweglichen Verbindungen bedingt nachgiebig).
MAßTOLERANZEN			ANMERKUNGEN
<u>Ausrichtung</u> ± 25 mm	<u>Setzungsdifferenzen</u> ≤ 0,5 %	<u>Zusammendrückbarkeit</u> ~ 0 % (wenn keine beweglichen Verbindungen angewendet werden)	Bei Paneelen mit horizontalen "Sollbruchstellen" nimmt man an, dass sie für eine gewisse Nachgiebigkeit in Querrichtung sorgen, wodurch die Aktivierung der Wechselwirkung zwischen Boden und Bewehrung erleichtert wird.

Tabelle C.3 — Geneigte Paneele, Winkelelemente

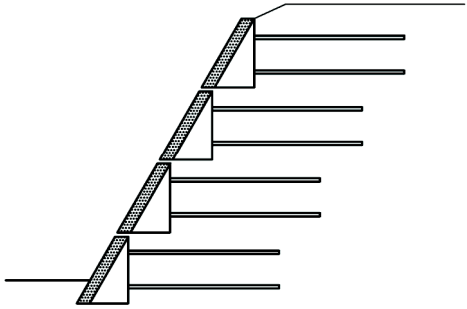
		BEWEHRUNG	ANWENDUNGSBEISPIELE
		<p>Üblicherweise verwendet mit Stahlstreifen.</p>	<p>Geneigte geradlinige Stützkonstruktionen für Schüttgutlager. Neigung üblicherweise zwischen 50° und 65°.</p>
TECHNIK	ANPASSUNGSFÄHIGKEIT IN LÄNGSRICHTUNG	ANPASSUNGSFÄHIGKEIT IN QUERRICHTUNG	SCHÜTTMATERIAL
<p>Meist Aufbau in horizontalen, gegeneinander versetzten Reihen (mauerwerksartiger Verbund).</p> <p>Abstützungen auf dem verdichteten Schüttmaterial. Zusammendrückbare Lager in den horizontalen Verbindungen.</p>	<p>Die Anpassungsfähigkeit gegenüber unterschiedlichen Setzungen in Längsrichtungen ist durch den mauerwerksartigen Verbund eingeschränkt. Dies hat auch Auswirkungen auf die Ebenheit der Front.</p>	<p>Die zusammendrückbaren Zwischenlager und die direkte Auflagerung auf dem verdichteten Schüttmaterial führen zu einem bedingt nachgiebigen Systemverhalten.</p>	<p>Eine gute Qualität des grobkörnigen Schüttmaterials ist erforderlich, insbesondere bei hohen Stützkonstruktionen mit Aufbauten (Dach).</p>
MAßTOLERANZEN			ANMERKUNGEN
<p><u>Ausrichtung</u></p> <p>± 25 mm</p>	<p><u>Setzungsdifferenzen</u></p> <p>~ 0,5 %</p>	<p><u>Zusammendrückbarkeit</u></p> <p>~ 1 %</p>	<p>Der Einbau und die Verdichtung des Schüttmaterials zwischen den Abstützungen und unter den geneigten Paneelen erfordern besondere Sorgfalt.</p>

Tabelle C.4 — Pflanztröge

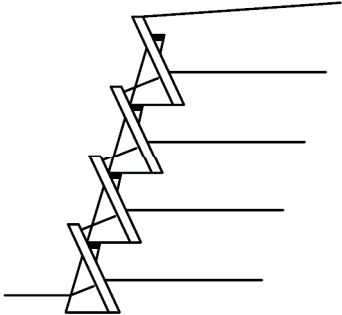
		BEWEHRUNG	ANWENDUNGSBEISPIELE
		Üblicherweise verwendet mit Stahlstreifen.	Senkrechte, gering geneigte oder geneigte begrünte Stützkonstruktionen.
TECHNIK	ANPASSUNGSFÄHIGKEIT IN LÄNGSRICHTUNG	ANPASSUNGSFÄHIGKEIT IN QUERRICHTUNG	SCHÜTTMATERIAL
Die Elemente werden in horizontalen Schichten und vertikalen Reihen aufgebaut. Abstützungen erfolgen teilweise (senkrechte oder abgestufte Stützkonstruktionen) oder gänzlich auf dem verdichteten Schüttmaterial. Zusammendrückbare Zwischenlager werden eingesetzt, wenn die Elemente direkt aufeinander sitzen (senkrechte oder abgestufte Stützkonstruktionen).	Voneinander unabhängige, in vertikalen Reihen angeordnete Elemente ggf. in Verbindung mit zusammendrückbaren Zwischenlagern ergeben ein gutes Systemverhalten. Hieraus resultiert eine gute Anpassungsfähigkeit gegenüber Setzungsunterschieden in Längsrichtung.	Zusammendrückbare Zwischenlager (soweit möglich) und die direkte Auflagerung auf dem verdichteten Schüttmaterial führen zu einem bedingt nachgiebigen Systemverhalten.	Meist verwendet mit grobkörnigem Schüttmaterial. Gemischtkörniges Schüttmaterial kann für manche Anwendungen verwendet werden (siehe Anhang A für weitere Hinweise).
MAßTOLERANZEN			ANMERKUNGEN
<u>Ausrichtung</u> ± 50 mm	<u>Setzungsdifferenzen</u> ~ 1 %	<u>Zusammendrückbarkeit</u> ~ 1 % wenn Zwischenlager verwendet werden Größer, wenn die Elemente gänzlich auf dem verdichteten Schüttmaterial aufgelagert werden (geneigte Stützkonstruktionen).	Die Anordnung von abgestuften Stützkonstruktionen sollte geradlinig oder abschnittsweise geradlinig sein. Bei einem geschwungenen Aufbau ist eine Anpassung notwendig (Längenänderung der Frontelemente in der Ebene).

Tabelle C.5 — Betonblöcke

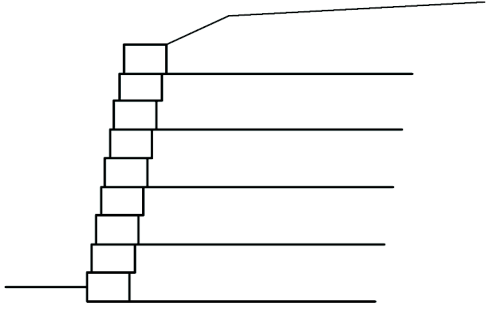
		BEWEHRUNG	ANWENDUNGSBEISPIELE
		<p>Meist verwendet mit Geogittern, Stahlstreifenleitern oder Stahlgittern.</p> <p>Andere Arten von Bewehrungen können auch sinnvoll sein (Stahl oder Polymerstreifen).</p>	<p>Meist verwendet bei senkrechten, abgestuften oder gering geneigten Stützkonstruktionen und untergeordneten Brückenwiderlagern.</p>
TECHNIK	ANPASSUNGSFÄHIGKEIT IN LÄNGSRICHTUNG	ANPASSUNGSFÄHIGKEIT IN QUERRICHTUNG	SCHÜTTMATERIAL
<p>Die Blöcke werden in horizontalen, gegeneinander versetzten Reihen (mauerwerksartiger Verbund) errichtet, üblicherweise ohne zusammendrückbare Zwischenlagen (Dichtungen?) in den horizontalen Verbindungen.</p> <p>Die Bewehrung des Schüttmaterials wird üblicherweise zwischen den einzelnen Blockreihen eingespannt, oder an die Verbindungselement befestigt, die zwischen die Blockreihen befestigt werden.</p>	<p>Die Anpassungsfähigkeit gegenüber unterschiedlichen Setzungen in Längsrichtungen ist beschränkt, da sie sich nur aus der kleinen Elementgröße und der gegenseitigen Bewegungsmöglichkeit ergeben kann.</p>	<p>Die fehlende Bewegungsmöglichkeit zwischen Frontausbildung und Bewehrung führt zu einem starren Systemverhalten.</p>	<p>Eine gute Qualität des grobkörnigen Schüttmaterials ist erforderlich, um die Auswirkungen möglicher Setzungsdifferenzen zwischen der Frontausbildung und der Bewehrung zu minimieren.</p>
MAßTOLERANZEN			ANMERKUNGEN
<p><u>Ausrichtung</u></p> <p>± 50 mm</p>	<p><u>Setzungsdifferenzen</u></p> <p>~ 0,5 %</p>	<p><u>Zusammendrückbarkeit</u></p> <p>~ 0 %</p>	

Tabelle C.6 — Trägerbohlensystem

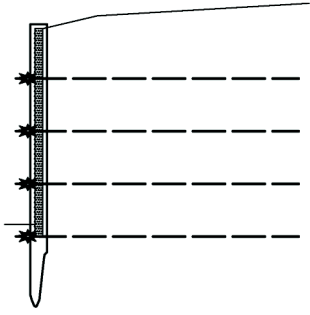
		BEWEHRUNG	ANWENDUNGSBEISPIELE
		<p>Meist verwendet mit Geogittern. Die Bewehrung wird üblicherweise an einen Balken angeschlossen, der an der Hinterkante der Bohlenentlangläuft oder mit zusätzlicher Arretierung auf der Außenseite zwischen die Betonbohlen geklemmt.</p>	Nur verwendet für senkrechte Stützkonstruktionen.
TECHNIK	ANPASSUNGSFÄHIGKEIT IN LÄNGSRICHTUNG	ANPASSUNGSFÄHIGKEIT IN QUERRICHTUNG	SCHÜTTMATERIAL
<p>Vorgefertigte horizontale Betonbohlen werden zwischen senkrechte Stahlstützen eingelegt. Zusammendrückbare Zwischenlager werden grundsätzlich bei den horizontalen Verbindungen eingelegt.</p>	<p>Ein großes Seitenverhältnis führt zu einer geringen Beweglichkeit in Längsrichtung und einer eingeschränkten Anpassungsfähigkeit bei Setzungsunterschieden in Längsrichtung.</p>	<p>Das Systemverhalten ist bedingt nachgiebig, wenn zusammendrückbare Lager zwischen den Betonbohlen verwendet werden.</p>	<p>Grobkörniges oder gemischtkörniges Schüttmaterial.</p>
MAßTOLERANZEN			ANMERKUNGEN
<p><u>Ausrichtung</u> ± 25 mm</p>	<p><u>Setzungsunterschiede</u> ~0,5 %</p>	<p><u>Zusammendrückbarkeit</u> ~ 1 %</p>	<p>Die Bewehrung kann direkt an die Stahlstützen angeschlossen werden. Das führt zu einem starren Systemverhalten, solange keine gleitenden Verbindungen verwendet werden.</p>

Tabelle C.7 — Schalenförmige Stahlfront

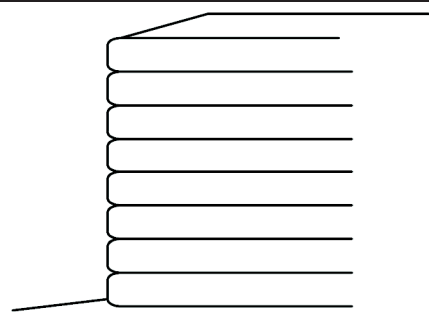
		BEWEHRUNG	ANWENDUNGSBEISPIELE
		<p>Stahlstreifen oder Leitern, verschraubt mit den Frontelementen.</p>	<p>Senkrechte Stützkonstruktionen (z. B. Industriegelände) und Brückenwiderlager. Geeignet für geradlinige oder abschnittsweise geradlinige Anordnungen.</p>
TECHNIK	ANPASSUNGSFÄHIGKEIT IN LÄNGSRICHTUNG	ANPASSUNGSFÄHIGKEIT IN QUERRICHTUNG	SCHÜTTMATERIAL
<p>Frontelemente aus Stahlblechen, die zu halbelliptischen oder U-förmigen Halbzylindern geformt werden.</p>	<p>Die große Verformbarkeit der Elemente verleiht dem System eine große Widerstandsfähigkeit gegenüber unterschiedlichen Setzungen in Längsrichtung.</p>	<p>Eine hohe vertikale Zusammendrückbarkeit der Stahlelemente führt zu einem bedingt nachgiebigen bzw. nachgiebigen Systemverhalten.</p>	<p>Meist verwendet mit grobkörnigem Schüttmaterial. Gemischtkörniges Schüttmaterial kann auch bei einzelnen Anwendungen verwendet werden (siehe Anhang A für weitere Hinweise).</p>
MAßTOLERANZEN			ANMERKUNGEN
<p><u>Ausrichtung</u> ± 50 mm</p>	<p><u>Setzungsunterschiede</u> ~ 2 %</p>	<p><u>Zusammendrückbarkeit</u> ~ 10 %</p>	

Tabelle C.8 — Stahldrahtgitter

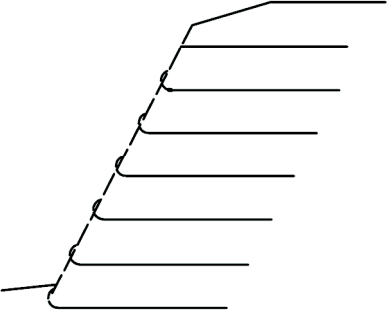
		BEWEHRUNG	ANWENDUNGSBEISPIELE
		<p>Meist verwendet mit Geogittern, Stahlstreifen, -leitern oder -gittern.</p>	<p>Senkrechte, gering geneigte oder geneigte, ev. abgestufte Stützkonstruktionen.</p> <p>Geneigte Frontausbildungen werden üblicherweise eingesetzt, um eine Begrünung zu erreichen.</p> <p>Senkrechte oder abgestufte Fronten werden üblicherweise durch Geotextilien unterstützt (insbesondere bei vorübergehenden Anwendungen) oder aber mit einer Schicht aus Steinen oder gebrochenem Felsgestein.</p>
TECHNIK	ANPASSUNGSFÄHIGKEIT IN LÄNGSRICHTUNG	ANPASSUNGSFÄHIGKEIT IN QUERRICHTUNG	SCHÜTTMATERIAL
<p>Nach hinten offene Stahlgitter oder Stahlnetz-Formstücke, die entweder eben oder entsprechend dem Böschungswinkel vorgeformt sind.</p>	<p>Grundsätzlich hohe Widerstandsfähigkeit gegenüber Setzungsunterschieden in Längsrichtung.</p>	<p>Bedingt nachgiebiges System mit geringer Biegesteifigkeit, aber vertikaler Zusammendrückbarkeit erlaubt eine Frontausbildung, die sich vertikal verformen und sich so bedingt den Setzungen des Schüttmaterials anpassen kann.</p>	<p>Meist verwendet mit grobkörnigem Schüttmaterial.</p> <p>Gemischtkörniges Schüttmaterial kann auch bei einzelnen Anwendungen verwendet werden (siehe Anhang A für weitere Hinweise).</p>
MAßTOLERANZEN			ANMERKUNGEN
<p><u>Ausrichtung</u></p> <p>± 100 mm</p>	<p><u>Setzungsdifferenzen</u></p> <p>~ 2 %</p>	<p><u>Zusammendrückbarkeit</u></p> <p>~ 5 %</p>	<p>Ein Filter kann zwischen dem Schüttmaterial und dem gebrochenen Felsmaterial erforderlich werden, soweit dieses an der Front eingesetzt wird.</p>

Tabelle C.9 — Gabionenkästen

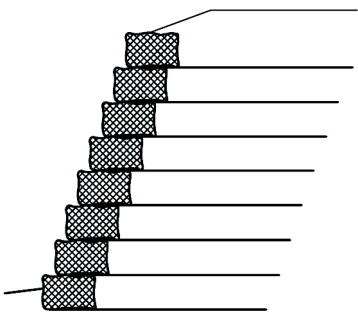
		BEWEHRUNG	ANWENDUNGSBEISPIELE
		<p>Meistens verwendet mit Lagen aus Metallnetzen, Geogittern und Geotextilien (Gewebe oder spezielle Vliesstoffe oder Geoverbundstoffe).</p> <p>Die Bewehrung wird an der Sohlfläche der Gabionenkästen angeschlossen oder ist eine Fortsetzung derselben.</p>	<p>Meistens verwendet für senkrechte oder gering geneigte, eventl. abgestufte Stützkonstruktionen.</p>
TECHNIK	ANPASSUNGSFÄHIGKEIT IN LÄNGSRICHTUNG	ANPASSUNGSFÄHIGKEIT IN QUERRICHTUNG	SCHÜTTMATERIAL
<p>Gabionenkästen können aus geschweißten oder gewebten Stahldrahtgittern oder aus Geogittern hergestellt werden.</p> <p>Gabionenkästen werden mit Steinen oder gebrochenem Felsmaterial gefüllt.</p>	<p>Grundsätzlich hohe Widerstandsfähigkeit gegenüber Setzungsunterschieden in Längsrichtung.</p>	<p>Die Zusammendrückbarkeit der Gabionenkästen wird von der Art und dem Einbau des Materials bestimmt, das in die Kästen eingebaut wird. In der Regel handelt es sich um ein bedingt nachgiebiges System.</p>	<p>Meist verwendet mit grobkörnigem Schüttmaterial.</p> <p>Gemischtkörniges Schüttmaterial kann auch bei einzelnen Anwendungen verwendet werden (siehe Anhang A für weitere Hinweise).</p>
MAßTOLERANZEN			ANMERKUNGEN
<p><u>Ausrichtung</u></p> <p>± 100 mm</p>	<p><u>Setzungsdifferenzen</u></p> <p>~ 2 %</p>	<p><u>Zusammendrückbarkeit</u></p> <p>~ 5 %</p>	<p>Ein Filter ist üblicherweise zwischen dem Schüttmaterial und Gabionenkasten erforderlich.</p>

Tabelle C.10 — Umschlagmethode (ohne Schalung)

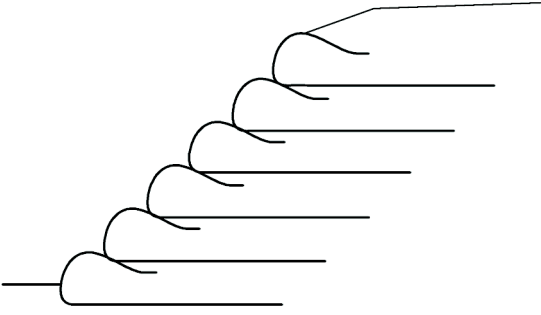
		BEWEHRUNG	ANWENDUNGSBEISPIELE
		Geogitter, Geotextilien, gewebte Drahtnetze.	Flache Böschungen, etwa 45°. Meistens werden solche Böschungen spritzbegrünt oder angesät, um eine Begrünung zu erreichen.
TECHNIK	ANPASSUNGSFÄHIGKEIT IN LÄNGSRICHTUNG	ANPASSUNGSFÄHIGKEIT IN QUERRICHTUNG	SCHÜTTMATERIAL
<p>Frontausbildung aus Geogittern, Geotextilien oder gewebten Drahtnetzen.</p> <p>Aufbau in horizontalen Lagen.</p> <p>Bei Verwendung von Geogittern oder gewebten Drahtnetzen kann ein geeignetes Geotextil zur Verhinderung von Bodenerosion eingelegt werden.</p>	Große Aufnahmefähigkeit von Setzungsunterschieden in Längsrichtung.	Nachgiebiges System.	Auch feinkörniges Material kann bei Einsatz entsprechender Drängeotextilien verwendet werden.
MAßTOLERANZEN			ANMERKUNGEN
<p><u>Ausrichtung</u></p> <p>± 200 mm</p> <p>Ausführungsgenauigkeiten nehmen mit steigender Höhe und geringerer Qualität des Schüttmaterials ab.</p>	<p><u>Setzungsdifferenzen</u></p> <p>~ 5 %</p>	<p><u>Zusammendrückbarkeit</u></p> <p>≥ 10 %</p>	Gefahren aus Vandalismus oder Feuer können durch Begrünung oder Spritzbetonschalen vermindert werden.

Tabelle C.11 — Umschlagmethode (mit Schalung) oder gefüllte Säcke

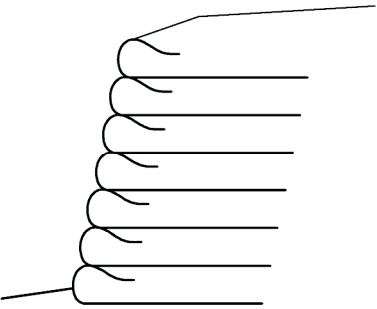
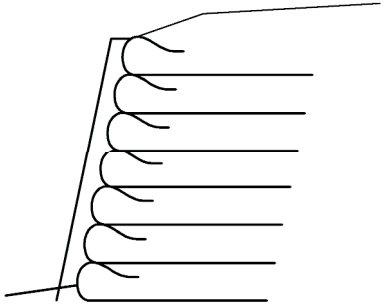
		BEWEHRUNG	ANWENDUNGSBEISPIELE
		Geogitter, Geotextilien, gewebte Drahtnetze.	Geneigte oder gering geneigte Stützkonstruktionen. Meistens werden solche Böschungen spritzbegrünt oder angesät, um eine Begrünung zu erreichen. Verblendung mit Spritzbeton möglich. Wird auch für senkrechte Stützkonstruktionen mit vorgesetzter Betonverblendung verwendet.
TECHNIK	ANPASSUNGSFÄHIGKEIT IN LÄNGSRICHTUNG	ANPASSUNGSFÄHIGKEIT IN QUERRICHTUNG	SCHÜTTMATERIAL
Frontausbildung aus Geogittern, Geotextilien oder gewebten Drahtnetzen. Aufbau in horizontalen Lagen. Um solche Böschungen mit vertretbarer Genauigkeit bei der Ausrichtung bauen zu können, werden üblicherweise vorübergehende Schalungselemente (Hilfsschalungen während des Baues) verwendet.	Große Aufnahmefähigkeit von Setzungsunterschieden in Längsrichtung (außer bei Spritzbetonfront).	Nachgiebiges System.	Auch feinkörniges Material kann bei Einsatz entsprechender Drängeotextilien verwendet werden.
MAßTOLERANZEN			ANMERKUNGEN
<u>Ausrichtung</u> ± 100 mm Günstigere Ausführungsgenauigkeiten werden bei sorgfältiger Ausführung und besserer Qualität des Schüttmaterials erreicht.	<u>Setzungsunterschiede</u> ~ 5 %	<u>Zusammendrückbarkeit</u> ≥ 10 %	Gefahren aus Vandalismus oder Feuer können durch Begrünung oder Spritzbetonschalen vermindert werden.

Tabelle C.12 — Spritzbeton

		BEWEHRUNG	ANWENDUNGSBEISPIELE
		Siehe Anmerkungen bei Stahldrahtgittern und Umschlagmethode.	Geneigte oder gering geneigte Stützkonstruktionen.
TECHNIK	ANPASSUNGSFÄHIGKEIT IN LÄNGSRICHTUNG	ANPASSUNGSFÄHIGKEIT IN QUERRICHTUNG	SCHÜTTMATERIAL
Gelegentlich verwendet als zusätzliche Maßnahme bei Frontausbildungen mit Stahldrahtgittern und nach der Umschlagmethode.	Nahezu keine Aufnahme von Setzungsdivergenzen in Längsrichtung nach Erhärtung der Betonfront.	Nahezu keine Aufnahme von Setzungsdivergenzen zwischen Frontausbildung und Bewehrung nach Erhärtung der Betonfront.	Siehe Anmerkungen bei Stahldrahtgittern und Umschlagmethode.
MAßTOLERANZEN			ANMERKUNGEN
<u>Ausrichtung</u> ± 50 mm	<u>Setzungsdivergenzen</u> ~ 0 %	<u>Zusammendrückbarkeit</u> ~ 0 %	

Anhang D
(informativ)

Einige typische Bewehrungsformen

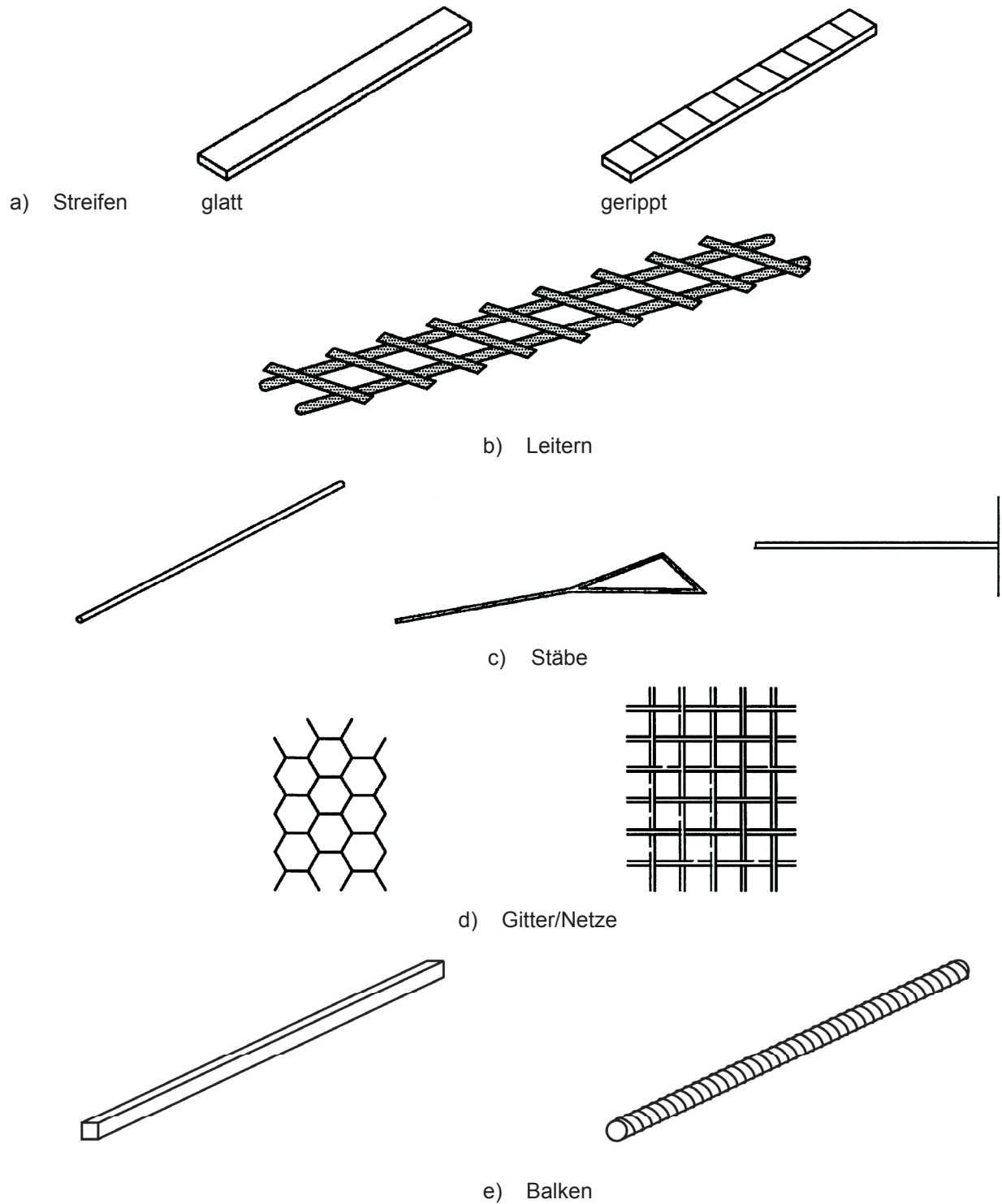
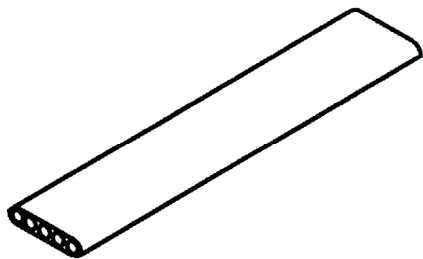
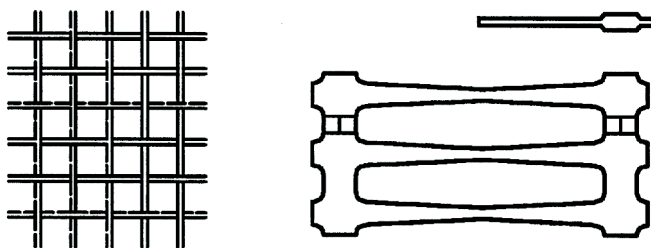


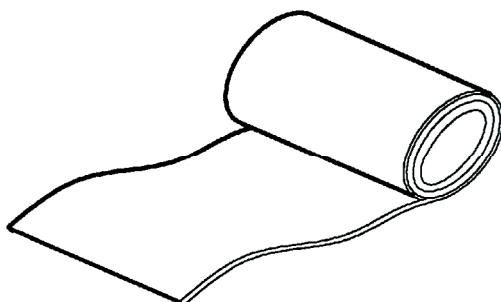
Bild D.1 — Bewehrungen aus Stahl



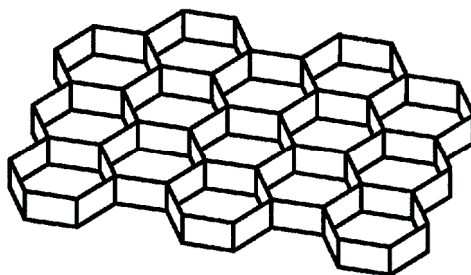
a) Streifen



b) Gitter



c) Bahnen



d) Zellen

Bild D.2 — Bewehrungen aus Geokunststoffen

Anhang E (informativ)

Bewehrungen aus Stahl

E.1 Allgemeines

E.1.1 Beispiele für allgemein angewandte Arten von Bewehrungen aus Stahl werden in den folgenden Abschnitten beschrieben. Die empfohlenen Kenngrößen basieren auf umfangreichen Erfahrungen und Versuchen oder sind von einer unabhängigen Stelle anerkannt. Hinweise zu den entsprechenden Anwendungsmöglichkeiten finden sich in Anhang B.

E.1.2 Die empfohlenen Stahlgüten sind insbesondere hinsichtlich der Haltbarkeit von Bedeutung, da hierdurch eine gleichmäßige, oberflächennahe Korrosion in einem abschätzbaren Maße bei nicht zu aggressiven Umweltbedingungen, wie in Anhang B definiert, sichergestellt werden kann.

E.2 Stahlstreifen

E.2.1 Bewehrungen aus Stahlstreifen sollten aus Stahl nach EN 10025-2 (*Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen – Teil 2: Technische Lieferbedingungen für unlegierte Baustähle*) oder EN 10025-4 (*Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen - Teil 4: Technische Lieferbedingungen für thermomechanisch gewalzte schweißgeeignete Feinkornbaustähle*) sein. Die Stahlgüte sollte S235, S275, S355, S420 oder S460 und geeignet für eine Verzinkung sein, soweit erforderlich.

E.3 Geschweißte Drahtnetze, Leitern oder Stäbe

E.3.1 Geschweißte Drahtnetze, Gitter, Leitern oder Stäbe, die als Bewehrungen in Schüttmaterialien verwendet werden, sollten aus kaltverstreckten Drähten oder heißgewalztem Stahl hergestellt werden, übereinstimmend mit EN 10080, und dann zum fertigen Bewehrungsmaterial ausgeformt werden.

Stäbe und Stangen, die als Bewehrungen in Schüttmaterialien verwendet werden, sollten aus kaltverstreckten Drähten oder heißgewalztem Stahl hergestellt werden.

E.4 Verankerungselemente, Schrauben und Muttern

E.4.1 Normen, die für die Bodenbewehrungen angegeben wurden, gelten entsprechend auch für Verankerungselemente.

E.4.2 Wenn Schrauben und Muttern zur Verbindung von Verankerungselementen und Bewehrungen aus Stahl verwendet werden, sollten sie EN ISO 898-1 entsprechen.

E.5 Verzinkung

E.5.1 Bewehrungen aus Stahlstreifen, Stäben, Balken, Leitern oder geschweißten Drahtnetzen können mit einem galvanisierendem Überzug geschützt werden. Die Galvanisierung muss nach EN ISO 4161 erfolgen und an jeder Stelle eine Dicke von 70 µm aufweisen. Dünne Streifen können nach EN 10326 galvanisiert werden mit einer lokalen Schichtdicke von 30 µm.

E.5.2 Verankerungen aus Stahlstreifen, die nach EN ISO 1461 feuerverzinkt wurden, sollten vor der Beschichtung geformt werden.

E.5.3 Eine Feuerverzinkung von Schrauben und Muttern sollte sich nach den einschlägigen Normen richten.

E.6 Zink-Aluminium-Spritz-Beschichtung

E.6.1 Thermische Zink-Aluminium-Spritz-Beschichtungen, angewandt bei Stahlbewehrungsstreifen für einen Einsatz in bestimmten aggressiven Umgebungen, sollten sich nach den Anforderungen der EN ISO 2063 richten und vom Typ (Zn85Al15)70 sein, mit einer üblichen Schichtdicke von 70 µm.

E.7 Gewebte Drahtnetze

E.7.1 Gewebte Stahldrahtnetze, die als Bewehrung in Schüttkonstruktionen eingesetzt werden, sollten aus kaltverrecktem Stahl in Übereinstimmung mit EN 10218 hergestellt werden und sollten nach EN 10223-3 zu dem fertigen Bewehrungsprodukt gewebt werden.

E.7.2 Feuerverzinkte Beschichtungen von Drähten für gewebte Netze sollten mit EN 10244 und die extrudierte organische Umhüllung mit EN 10245 übereinstimmen.

Anhang F (informativ)

Anforderungen an Frontelemente

F.1 Betonpaneele

F.1.1 Vorgefertigte Betonpaneele sollten aus verdichtetem Beton in Übereinstimmung mit den Anforderungen von EN 206-1 hergestellt werden. Die Ausführung der Paneele kann sich auf ENV 1992 stützen oder ersatzweise auf EN 1990, Absatz 5, wenn diese durch Erprobung und Prüfung grundsätzlich bestätigt ist. Aufgrund der geringen Abmessungen werden sie oft unbewehrt ausgeführt. Soweit sie bewehrt ausgeführt werden, sollten Stahlbewehrungen nach EN 10080 verwendet werden.

F.1.2 Um vertretbare Ausführungsgenauigkeiten zu erreichen, sollten die vorgefertigten Betonelemente innerhalb folgender Toleranzen hergestellt werden: Dicke der Paneele zwischen -5 mm und $+10$ mm, Abmessungen und Rechtwinkligkeit der Paneele (gemessen als Differenz der Diagonalen) innerhalb $0,5$ %, Beschädigungen der Oberfläche gezogen auf 1 m Basislänge weniger als 5 mm bei glatten Oberflächen.

F.1.3 Vorgefertigte Betonelemente sollten nicht auf die Baustelle transportiert und eingebaut werden, bevor der Beton nicht mindestens 60 % seiner charakteristischen Druckfestigkeit erreicht hat.

F.2 Betonblöcke

F.2.1 Soweit nicht anders vorgegeben sollte der Beton für maschinell hergestellte Hohl- oder Vollblockelemente zum Einsatz beim Bau von bewehrten Schüttkonstruktionen mit EN 771-3 übereinstimmen.

F.3 Geschweißte Stahldrahtnetze

F.3.1 Geschweißte Stahldrahtnetze oder Leitern, die für Frontelemente verwendet werden, sollten aus kaltverstreckten Stahldrähten oder heißgewalztem Stahl hergestellt werden in Übereinstimmung mit EN 10080 und dann zu dem fertigen Bewehrungsprodukt ausgeformt werden und mit EN 10223-4 übereinstimmen.

F.3.2 Wenn Frontelemente aus geschweißten Stahldrahtnetzen verzinkt werden, sollte die Feuerverzinkung mit EN ISO 1461 übereinstimmen.

F.4 Gewebte Stahldrahtnetze

F.4.1 Gewebte Stahldrahtnetze, die als Frontelemente oder Gabionen verwendet werden, sollten aus kaltverstreckten Stahldrähten nach EN 10218 hergestellt, und das Endprodukt sollte nach EN 10223-3 gewoben werden. Eine Zink-Aluminium-Beschichtung sollte EN ISO 10244 entsprechen und eine polymere Beschichtung sollte mit EN 10245 übereinstimmen.

F.5 Schalenförmige Stahlelemente

F.5.1 Schalenförmige Stahlfrontelemente sollten aus flachen Stahlblechen der Stahlgüten S235J, S275 und S355 hergestellt werden und in Übereinstimmung mit EN 10025-2 geformt werden.

F.5.2 Wenn schalenförmige Stahlfrontelemente verzinkt werden, sollte die Feuerverzinkung übereinstimmen mit EN ISO 1461 und an jeder Stelle eine Dicke von 70 μm aufweisen.

Literaturhinweise

- [1] BS 1377, *Methods of test for soils for civil engineering purposes*
- [2] BS 8006, *Code of practice for strengthened/reinforced soils and other fills*
- [3] NF P 94-220, *Reinforcement des sols — Ouvrages en sols rapportés renforcés par armatures ou nappes peu extensibles et souples — Partie 0: Justification du dimensionnement*
- [4] NF A 05-252, *Corrosion par les sols — Aciers galvanisés ou non mis au contact de matériaux naturels de remblai (sols)*
- [5] NF T 01-013, *PH-métrie — Mesure électrométrique du pH au moyen d'une électrode de verre — Vocabulaire et méthode de mesure*
- [6] NF T 90-009, *Essais des eaux — Dosage des ions sulfate — Méthode gravimétrique*
- [7] *Encyclopedia of Industrial Chemical Analysis, Snell and Hilton. (Wiley Interscience Publishing, 1974)*
- [8] EN 771-3, *Festlegungen für Mauersteine — Teil 3: Mauersteine aus Beton (mit dichten und porigen Zuschlägen)*
- [9] ISO 9297, *Water quality; determination of chloride; silver nitrate titration with chromate indicator (Mohr's method)*
- [10] EN ISO 10318, *Geokunststoffe — Begriffe (ISO 10318:2005)*
- [11] EN 12447, *Geotextilien und geotextilverwandte Produkte — Auswahlprüfverfahren zur Bestimmung der Hydrolysebeständigkeit in Wasser*