

DIN EN 1536

ICS 93.020

Einsprüche bis 2009-03-12
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 1536:1999-06

Entwurf

**Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) –
Bohrpfähle;
Deutsche Fassung prEN 1536:2008**

Execution of special geotechnical work –

Bored piles;

German version prEN 1536:2008

Exécution des travaux géotechniques spéciaux –

Pieux forés;

Version allemande prEN 1536:2008

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2009-01-12 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an nabau@din.de in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN, 10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevante Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 86 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 1536:2008) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 288 „Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom AFNOR (Frankreich) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 005-05-07 AA „Baugrund; Pfähle“ (Spiegelausschuss von CEN/TC 288/WG 3, -WG 5, -WG 8, CEN/TC 341/WG 4) im DIN, Deutsches Institut für Normung e. V.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 1536:1999-06 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Aktualisierung der Normenverweise;
- b) Aktualisierung der Anforderungen an Baustoffe und Bauprodukte;
- c) Erweiterung der Entwurfs- und Bemessungshinweise (z. B. Bewehrung);
- d) Anpassung der Ausführungsanforderungen (Herstellungstoleranzen Geometrie, Bewehrung);
- e) Überarbeitung der Anforderungen zur Herstellungsüberwachung;
- f) Neuerstellung der tabellarischen Beispiele für die Einzelheiten und die Häufigkeit der Überwachung je Bohrpfaltyp (Anhang B).

Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) — Bohrpfähle

Exécution des travaux géotechniques spéciaux — Pieux forés

Execution of special geotechnical work — Bored piles

ICS:

Deskriptoren

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	10
3 Begriffe	11
4 Informationen, die für die Ausführung von Bohrpfählen benötigt werden	16
4.1 Allgemeines	16
4.2 Besondere Informationen	16
5 Geotechnische Untersuchungen	17
5.1 Allgemeines	17
5.2 Besondere Anforderungen	18
6 Baustoffe und Bauprodukte	19
6.1 Baustoffe	19
6.1.1 Allgemeines	19
6.1.2 Bentonit	19
6.1.3 Polymere	20
6.1.4 Zement	20
6.1.5 Gesteinskörnungen	21
6.1.6 Zugabewasser	21
6.1.7 Zusatzstoffe	21
6.1.8 Zusatzmittel	21
6.2 Stützflüssigkeiten	21
6.2.1 Bentonitsuspensionen	21
6.2.2 Polymerlösungen	23
6.3 Beton	23
6.3.1 Allgemeines	23
6.3.2 Gesteinskörnungen	23
6.3.3 Zement	23
6.3.4 Wasser und Wasserzementwert	23
6.3.5 Zusatzmittel	24
6.3.6 Frischbeton	24
6.3.7 Herstellung des Betons	26
6.3.8 Probenahme und Prüfung auf der Baustelle	26
6.4 Verpressmörtel	27
6.5 Bewehrung	27
7 Hinweise zu Entwurf und Bemessung	27
7.1 Allgemeines	27
7.2 Bohrpfahlwände	29
7.3 Bodenaushub	29
7.4 Betonfertigteile	29
7.5 Bewehrung	30
7.5.1 Allgemeines	30
7.5.2 Längsbewehrung	30
7.5.3 Querbewehrung	31
7.5.4 Betondeckung	31
7.5.5 Rohre und Stahlprofile als Bewehrung	32
8 Ausführung	32
8.1 Herstellungstoleranzen	32
8.1.1 Geometrische Toleranzen	32
8.1.2 Toleranzen für den Einbau der Bewehrung	34
8.1.3 Toleranzen für das Abspitzen der Bohrpfähle	34

8.2	Aushub	34
8.2.1	Allgemeines	34
8.2.2	Bohrverfahren und Bohrwerkzeuge	36
8.2.3	Verrohrtes Bohren	36
8.2.4	Aushub unter Stützflüssigkeit	38
8.2.5	Bohren mit durchgehender Bohrschnecke	39
8.2.6	Ungestütztes Bohren	40
8.2.7	Querschnittsaufweitungen	40
8.3	Bewehrung	40
8.3.1	Allgemeines	40
8.3.2	Bewehrungsstöße	41
8.3.3	Biegen der Bewehrung	41
8.3.4	Herstellung der Bewehrungskörbe	41
8.3.5	Abstandhalter	42
8.3.6	Einbau der Bewehrung	42
8.4	Betonieren und Abspitzen	43
8.4.1	Allgemeines	43
8.4.2	Betonieren im Trockenen	45
8.4.3	Betonieren unter Wasser	45
8.4.4	Ziehen der Verrohrung	46
8.4.5	Bleibende Verrohrung oder Hülse	47
8.4.6	Betonieren bei Pfahlherstellung mit durchgehender Bohrschnecke	47
8.4.7	Prepacked-Pfähle	48
8.4.8	Verlust der Eintauchtiefe des Kontraktorrohres oder der Verrohrung	48
8.4.9	Bohrpfähle mit Betonfertigteilen, Bewehrungsrohren oder bleibenden Verrohrungen	49
8.4.10	Äußeres Verpressen von Bohrpfählen	49
8.5	Bohrpfahlwände	50
9	Aufsicht und Überwachung	50
9.1	Aufsicht	50
9.2	Überwachung der Bohrpfahlherstellung	51
9.3	Pfahlversuche	52
9.3.1	Allgemeines	52
9.3.2	Axiale Probelastungen	53
10	Aufzeichnungen	54
11	Besondere Anforderungen	57
Anhang A (informativ) Glossar		59
Anhang B (informativ) Beispiele für die Einzelheiten und die Häufigkeit der Überwachung		67
Anhang C (informativ) Mustervordrucke		72
C.1	— Herstellen von Bohrpfählen mit verrohrter oder ungestützter Bohrung: Grunddaten	73
C.2	— Herstellen von Bohrpfählen mit verrohrter oder ungestützter Bohrung: Einzeldaten	74
C.3	— Herstellen von Bohrpfählen mit stützender Flüssigkeit: Grunddaten	75
C.4	— Herstellen von Bohrpfählen mit stützender Flüssigkeit: Einzeldaten	76
C.5	— Herstellen von Schneckenbohrpfählen: Grunddaten	77
C.6	— Herstellen von Schneckenbohrpfählen: Einzeldaten	78
Anhang D (informativ) Literaturhinweise		79
Anhang E (informativ) Verbindlichkeit der Festlegungen		80

Vorwort

Dieses Dokument (prEN 1536:2008) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 288 „Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom AFNOR gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 1536:1999 ersetzen.

Das Ziel von TC 288 ist, die Ausführung geotechnischer Bauarbeiten (einschließlich der Versuchs- und Prüfmethoden) und die erforderlichen Materialeigenschaften zu normen. WG 15 wurde damit beauftragt, EN 1536:1999 zu überarbeiten. Diese Europäische Norm behandelt Bohrpfähle und Schlitzwandelemente (Barrette), nicht jedoch „Mikropfähle“ mit Durchmessern kleiner als 0,3 m.

Das vorliegende Dokument wurde ausgearbeitet, um zusammen mit EN 1997-1: *Eurocode 7 — Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik — Teil 1: Allgemeine Regeln* und EN 1997-2: *Eurocode 7 — Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik — Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds* zur Verfügung zu stehen. Abschnitt 7 „Hinweise zu Entwurf und Bemessung“ der vorliegenden Europäischen Norm befasst sich nur dort mit Fragen der Bemessung, wo es aus Sicht der Ausführung notwendig ist (z. B. Einzelheiten der Bewehrung), beinhaltet aber den vollen Umfang der Anforderungen für die Bauausführung und die Bauaufsicht.

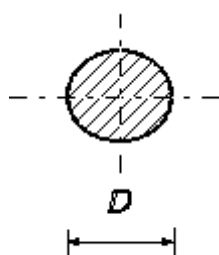
Dieses Dokument wurde von einer Arbeitsgruppe mit Delegierten aus 11 Ländern erarbeitet. Die Stellungnahmen, die von 13 europäischen Ländern vorgelegt wurden, wurden berücksichtigt.

1 Anwendungsbereich

1.1 Diese Europäische Norm enthält allgemeine Grundlagen für die Herstellung von Bohrpfählen (siehe 3.2), die durch Bodenaushub hergestellt werden, und die ein tragendes Bauglied darstellen, um Einwirkungen zu übertragen und/oder Verformungen zu begrenzen.

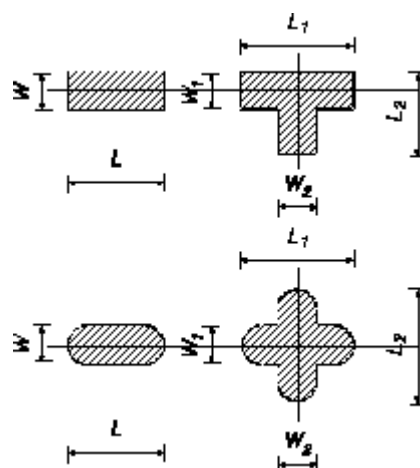
1.2 Diese Europäische Norm gilt für Bohrpfähle mit kreisförmigem Querschnitt (siehe Bild 1) und für Bohrpfähle, die als Schlitzwandelemente (siehe 1.3 und 3.3) ausgebildet sind, unter der Voraussetzung, dass der Querschnitt in einem Arbeitsgang betoniert wird.

ANMERKUNG In dieser Norm wird der Begriff „Pfahl“ für Pfähle mit kreisrundem Querschnitt und der Begriff „Schlitzwandelement“ für Pfähle mit anderen Formen gebraucht. In beiden Fällen handelt es sich um Bohrpfähle.



Legende

D Schaftdurchmesser



Legende

L Wandlänge

W Wanddicke

A Querschnittsfläche des Schaftes

Bild 1 — Zylindrischer Bohrpfahl

Bild 2 — Beispiele für Schlitzwandelemente (Barrette) und Abmessungen

1.3 Die behandelten Querschnittsformen eines Schlitzwandelementes sind rechteckig, T- oder L-förmig oder ähnlich (siehe Bild 2).

1.4 Diese Europäische Norm gilt für Bohrpfähle mit:

- konstantem Querschnitt (gleichbleibenden Schaftabmessungen);
- teleskopartig veränderlichen Schaftabmessungen;
- ausgehobener Fußaufweitung; oder
- ausgehobener Schaftaufweitung

(siehe Bild 3).

ANMERKUNG Die Gestalt des Pfahlfußes oder einer Fußaufweitung hängt von dem für den Aushub benutzten Werkzeug ab.

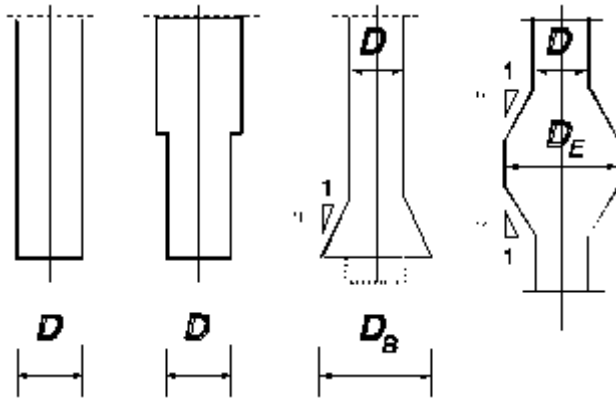


Bild 3 — Beispiele für Pfähle mit gleichbleibendem Schaft und Pfähle mit Schaft- und Fußaufweitung

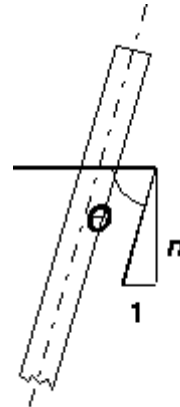


Bild 4 — Definition der Pfahlneigung

1.5 Diese Europäische Norm gilt für Bohrpfähle mit den folgenden Abmessungen (siehe Anmerkung):

- Verhältnis Tiefe/Breite ≥ 5 ;
- Schaftdurchmesser $0,3 \leq D \leq 3,0$ m (siehe Bild 1 und Bild 3 sowie die Anmerkung);
- Abmessung eines Schlitzwandelementes (Barrettes):

$W_i \geq 0,4$ m (siehe Bild 2);

Verhältnis zwischen den Abmessungen : $L_i / W_i \leq 6$

mit:

L_i als größter Abmessung des Schlitzwandelementes und

W_i als kleinster Abmessung des Schlitzwandelementes (siehe Bild 2);

- kleinste Abmessung $\geq 0,3$ m für Stahlbetonfertigteile, die in Bohrpfähle eingebaut werden:

$D_P \geq 0,3$ m und

$W_P \geq 0,3$ m

mit:

D_P als Durchmesser eines runden Fertigteiltes;

W_P als Dicke eines rechteckigen Fertigteiltes;

- Querschnittsfläche eines Schlitzwandelementes: $A \leq 10$ m².

ANMERKUNG Diese Norm gilt für eine Vielzahl von unterschiedlichen Durchmessern. Für kleine Bohrpfähle mit einem Durchmesser < 450 mm können die allgemeinen Bestimmungen angepasst werden, um dem Platzmangel Rechnung zu tragen (z. B. Mindestanzahl der Bewehrungsstäbe und Abstand zwischen den Stäben).

1.6 Diese Europäische Norm gilt auch für Pfähle mit folgender Neigung (siehe Bild 4):

- $n \geq 4$ ($\theta \geq 76^\circ$);
- $n \geq 3$ ($\theta \geq 72^\circ$) bei Pfählen mit bleibender Verrohrung.

1.7 Schaft- oder Fußaufweitungen nach dieser Europäischen Norm sind:

- Fußaufweitungen in nichtbindigen Böden:

$$D_B / D \leq 2 \text{ und}$$

in bindigen Böden: $D_B / D \leq 3$.

- Schaftaufweitungen in allen Böden: $D_E / D \leq 2$;

- Neigung der Aufweitung in nichtbindigen Böden:

$$m \geq 3 \text{ und}$$

in bindigen Böden:

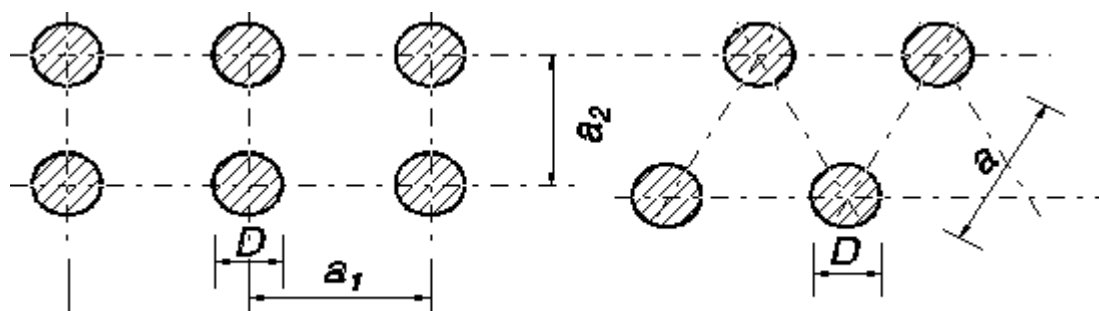
$$m \geq 1,5$$

(siehe Bild 3).

- Fläche einer Fußaufweitung eines Schlitzwandelementes: $A \leq 10 \text{ m}^2$;

1.8 Die Bestimmungen dieser Europäischen Norm gelten für:

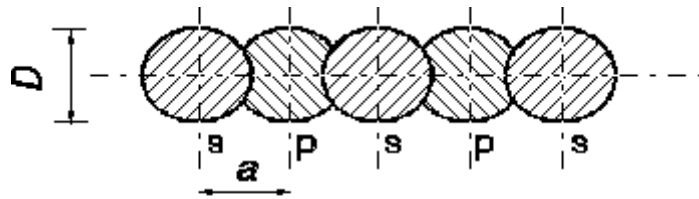
- Einzelbohrpfähle;
- Bohrpfahlgruppen (siehe Bild 5);
- Bohrpfahlwände (siehe Bild 6).



Legende

- D Schaftdurchmesser
 a Achsabstand der Pfähle

Bild 5 — Beispiele für Pfahlgruppen

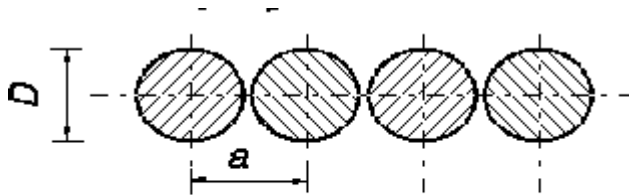


Überschnittene Bohrpfahlwand:

$$a < D$$

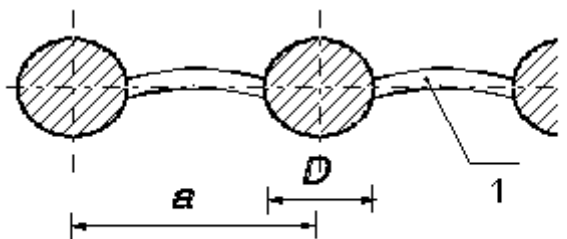
p vorlaufende Pfähle
(Primärpfähle)

s nachlaufende Pfähle
(Sekundärpfähle)



Tangierende Bohrpfahlwand:

$$a \cong D$$



Aufgelöste Bohrpfahlwand:

$$a > D$$

Legende

a Achsabstand der Pfähle

1 Ausfachung

Bild 6 — Beispiele für Bohrpfahlwände

1.9 Diese Europäische Norm gilt für Bohrpfähle, die durch kontinuierliche oder diskontinuierliche Aushubverfahren hergestellt werden, wobei die Bohrlochwände, soweit nötig, gestützt sind.

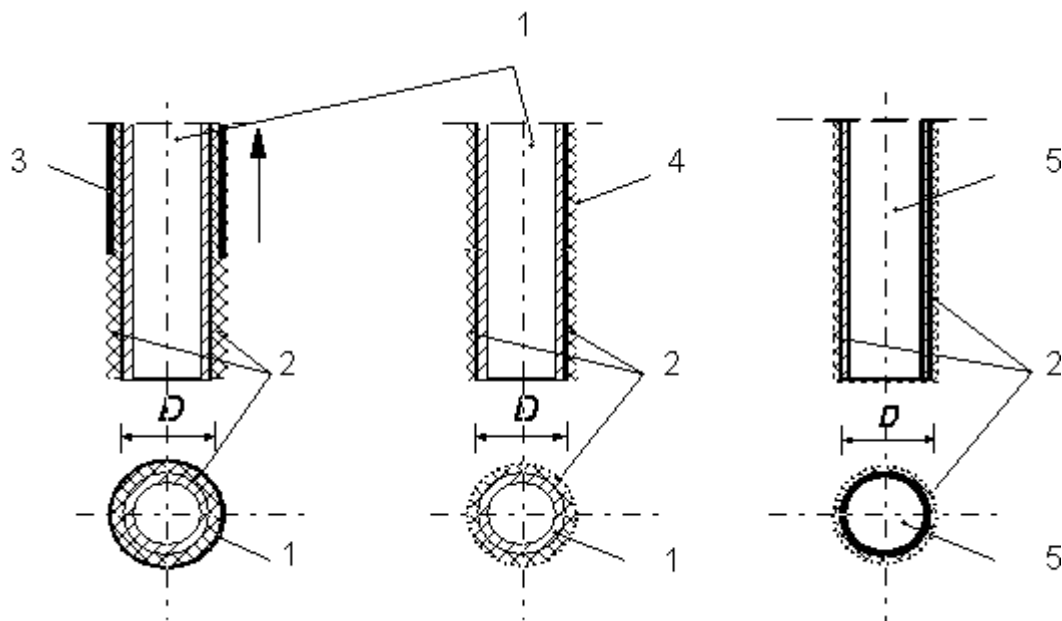
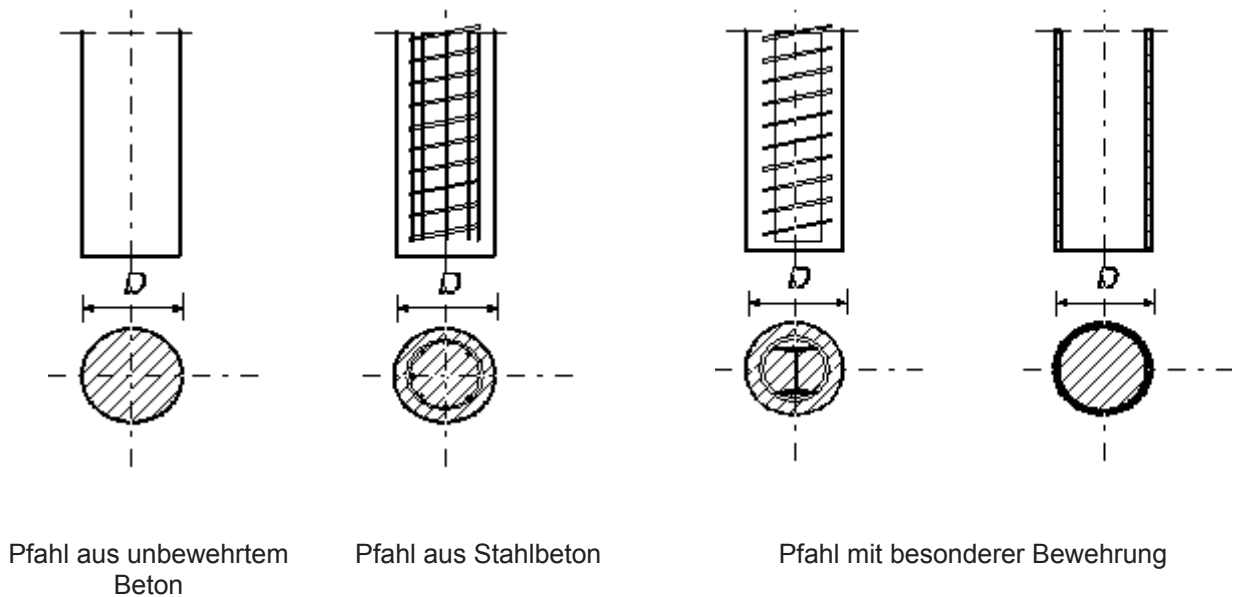
1.10 Diese Europäische Norm gilt nur für Herstellungsverfahren, die erlauben, die in der Bemessung vorgesehenen Querschnittsformen auszuführen.

1.11 Die Bestimmungen gelten für Bohrpfähle

- aus unbewehrtem Beton,
- aus Stahlbeton,
- aus Beton mit besonderer Bewehrung, wie Stahlrohren, Stahlprofilen oder Stahlfasern,
- aus Betonfertigteilen (auch aus Spannbeton) oder Stahlrohren, bei denen der Ringspalt zwischen dem Fertigteil oder dem Rohr und dem Baugrund mit Beton, Zement oder Zement-Bentonit-Mörtel ausgefüllt wird

(siehe Bild 7).

1.12 Mikropfähle, Erdbetonsäulen, Hochdruck-Bodenvermörtelungen, Bodenverbesserungen für Pfahlgründungen, Pfahlfüße aus Erdbeton und Schlitzwände sind nicht Gegenstand dieser Europäischen Norm.



Pfahl mit Betonfertigteil als Haupt- oder Zusatzbauteil

Pfahl mit Stahlrohr als Haupt- oder Zusatzbauteil

Legende

- 1 Betonfertigteil
- 2 Verpressmörtel
- 3 vorübergehende Verrohrung (gezogen)
- 4 unverrohrte Bohrung
- 5 unbewehrter oder bewehrter Beton oder Verpressmörtel
- D Schaftdurchmesser

Bild 7 — Beispiele für Pfähle mit Kreisquerschnitt

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 197-1, *Zement — Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement*

EN 206, *Beton*

EN 791:1996, *Bohrgeräte — Sicherheit*

EN 1008, *Zugabewasser für Beton — Festlegungen für die Probenahme, Prüfung und Beurteilung der Eignung von Wasser, einschließlich bei der Betonherstellung anfallendem Wasser, als Zugabewasser für Beton*

EN 1538, *Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) — Schlitzwände*

EN 1990, *Eurocode — Grundlagen der Tragwerksplanung*

EN 1991, *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke*

EN 1992, *Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken*

EN 1993, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten*

EN 1994, *Eurocode 4 — Bemessung und Konstruktion von Verbundtragwerken aus Stahl und Beton*

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

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

EN 1998, *Eurocode 8 — Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben*

EN 10025-2, *Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen — Teil 2: Technische Lieferbedingungen für unlegierte Baustähle*

EN 10080, *Stahl für die Bewehrung von Beton - Schweißgeeigneter Betonstahl — Allgemeines*

EN 10210-1, *Warmgefertigte Hohlprofile für den Stahlbau aus unlegierten Baustählen und aus Feinkornbaustählen — Teil 1: Technische Lieferbedingungen*

EN 10210-2, *Warmgefertigte Hohlprofile für den Stahlbau aus unlegierten Baustählen und aus Feinkornbaustählen — Teil 2: Grenzabmaße, Maße und statische Werte*

EN 10219-1, *Kaltgefertigte geschweißte Hohlprofile für den Stahlbau aus unlegierten Baustählen und aus Feinkornbaustählen — Teil 1: Technische Lieferbedingungen*

EN 10219-2, *Kaltgefertigte geschweißte Hohlprofile für den Stahlbau aus unlegierten Baustählen und aus Feinkornbaustählen — Teil 2: Grenzabmaße, Maße und statische Werte*

EN 10248-1, *Warmgewalzte Spundbohlen aus unlegierten Stählen — Teil 1: Technische Lieferbedingungen*

EN 10248-2, *Warmgewalzte Spundbohlen aus unlegierten Stählen — Teil 2: Grenzabmaße und Formtoleranzen*

EN 10249-1, *Kaltgeformte Spundbohlen aus unlegierten Stählen — Teil 1: Technische Lieferbedingungen*

EN 10249-2, *Kaltgeformte Spundbohlen aus unlegierten Stählen — Teil 2: Grenzabmaße und Formtoleranzen*

EN 12620, *Gesteinskörnungen für Beton*

EN 13670, *Ausführung von Tragwerken aus Beton*

3 Begriffe

Die folgenden Begriffe gelten für die Ausführung von Bohrpfählen nach dieser Europäischen Norm. Ergänzende Erläuterungen von Begriffen zur Ausführung von Bohrpfählen sind in Anhang A aufgeführt.

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die folgenden Begriffe.

ANMERKUNG In diesen Begriffsbestimmungen wird der Begriff „Pfahl“ für Pfähle mit kreisrundem Querschnitt und der Begriff „Schlitzwandelement“ für Pfähle mit anderen Formen gebraucht. In beiden Fällen handelt es sich um Bohrpfähle

3.1

Pfahl

en: pile

fr: pieu

Schlankes Bauelement im Baugrund zum Übertragen von Einwirkungen. Für die Anwendung dieser Europäischen Norm ist die Schlankheit nicht begrenzt.

3.2

Bohrpfahl

en: bored pile

fr: pieu foré

Pfahl oder Schlitzwandelement (Barrette), der/das im Baugrund mit oder ohne Verrohrung durch Bohren bzw. Aushub und Verfüllen des geschaffenen Hohlraumes mit Beton oder Stahlbeton hergestellt wird

3.3

Schlitzwandelement (Barrette)

en: barrette

fr: barrette

meist kurzer Abschnitt einer Schlitzwand oder eine Anzahl sich überschneidender, gleichzeitig betonierter Schlitzwandlamellen (z. B. in L-, T- oder Kreuzform), um Vertikal- und/oder Horizontallasten aufzunehmen

3.4

Schneckenbohrpfahl

en: continuous flight auger pile (CFA-pile)

fr: pieu à la tarière continue creuse (CFA)

Bohrpfahl, der mittels einer durchgehenden Bohrschnecke mit Seelenrohr hergestellt wird, wobei beim Ziehen der Schnecke Beton oder Mörtel durch das Seelenrohr gepumpt wird (siehe Bild A.9)

3.5

Prepacked-Pfahl

en: prepacked pile

fr: pieu ballasté injecté

Pfahl, bei dem das gesamte Bohrloch mit groben Gesteinskörnungen verfüllt und anschließend mit Zementmörtel vom Pfahlfuß her verpresst wird

3.6

Spitzendruckpfahl

en: end-bearing pile

fr: pieu travaillant en pointe

Pfahl, der die Einwirkungen hauptsächlich über den Pfahlfuß in den Baugrund leitet

3.7

Reibungspfahl
en: friction pile
fr: pieu flottant

Pfahl, der Einwirkungen vor allem über Mantelreibung und Adhäsion in den angrenzenden Baugrund überträgt

3.8

Pfahlfußverpressung
en: pile base grouting
fr: injection sous la base

Einpressen von Verpressgut unter die Pfahlsohle eines fertiggestellten Pfahles, um das Verhalten unter Last zu verbessern

3.9

Pfahlmantelverpressung
en: pile shaft grouting
fr: injection au niveau du fût

Einpressen von Verpressgut nach der Pfahlbetonierung zur Erhöhung der Mantelreibung; hierzu werden Verpressrohre verwandt, die üblicherweise zusammen mit der Bewehrung eingebracht werden

3.10

Bauwerkspfahl
en: working pile
fr: pieu de fondation

Pfahl für die Gründung eines Bauwerkes

3.11

Schrägpfahl
en: raking pile
fr: pieu incliné

Pfahl mit einer Neigung gegenüber der Horizontalen (siehe Bild 4)

3.12

Pfahlschaftdurchmesser
en: shaft diameter
fr: diamètre du fût

Durchmesser des Pfahles im Bereich zwischen Pfahlkopf und Pfahlsohle:

- bei verrohrt hergestellten Bohrpfählen der äußere Durchmesser der Verrohrung;
- bei unverrohrt hergestellten Bohrpfählen gleich dem größten Durchmesser des Bohrwerkzeuges

3.13

Fußaufweitung
en: enlarged base
fr: base élargie

Fuß eines Bohrpfahls, der so ausgebildet ist, dass seine Fläche größer als die Querschnittsfläche des Schaftes ist. Bei Bohrpfählen wird eine Fußaufweitung üblicherweise mit besonderem Räum- oder Schneidwerkzeug hergestellt (siehe Bild 3).

3.14

Betonierhöhe
en: casting level
fr: niveau de bétonnage

Endgültige Höhe, bis zu der ein Bohrloch mit Beton gefüllt wird. Diese ist ein vom Herstellungsverfahren abhängiges Maß oberhalb der Kapphöhe.

3.15

planmäßige Pfahlkopfhöhe; Kapphöhe

en: cut-off level (trimming)

fr: niveau d'arase (recépage)

vorgeschriebene Höhe, bis zu der ein Bohrpfahl gekappt oder abgestemmt wird, bevor er mit dem Überbau verbunden wird

3.16

Leerbohrung

en: empty bore

fr: forage vide

Bohrstrecke von der Arbeitsebene bis zur Betonierhöhe bzw. dem planmäßigen Pfahlkopf

3.17

Verrohrung

en: casing

fr: tubage

Stahlrohr zum Stützen eines Bohrloches (z. B. in nicht standfestem Baugrund)

3.18

bleibende Verrohrung; dauerhafte Verrohrung

en: permanent casing

fr: tubage permanent

dauernde, vollständige Umhüllung eines Ortconbohrpfahles zur Stützung der Bohrlochwand und/oder als schützendes oder lastabtragendes Element

3.19

Leitrohr

en: leading tube

fr: tubage de tête

kurze vorübergehende Verrohrung zur Stützung der Bohrlochwandung im Kopfbereich, um ein Nachbrechen der Bohrung in der Nähe der Arbeitsebene zu verhindern

3.20

Hülse; Hülsenrohr

en: liner, lining

fr: gaine, chemise

Rohr, meist aus dünnem Stahlblech, das einen Teil des Pfahlschaftes bildet (z. B. zum Schutz des Pfahlschaftes in weichem Baugrund oder um negative Mantelreibung zu verringern)

3.21

Stützflüssigkeit

en: support fluid

fr: fluide stabilisateur

Flüssigkeit, die während der Bohrung zur Stützung der Bohrlochwände und zum Spülen verwendet wird. In der Regel ist sie eine Bentonitsuspension oder eine Polymerlösung.

3.22

Betonierrohr, Schüttrohr

en: concreting pipe

fr: colonne de bétonnage

aus mehreren Teilen (Schüssen) zusammengesetztes Metallrohr, das oben mit einem Fülltrichter oder einer Schüttrinne ausgestattet ist, und der Betoneinbringung unter trockenen Bedingungen dient

3.23

Kontraktorrohr

en: tremie pipe

fr: tube plongeur

Betonierrohr mit wasserdichten Kupplungen, um Beton unter Wasser einbringen zu können

3.24

Integritätsprüfung

en: integrity test

fr: essai d'intégrité

Versuch, der an einem fertiggestellten Bohrpfahl zum Nachweis der Mängelfreiheit des eingebrachten Materials und der Geometrie des Pfahles durchgeführt wird

3.25

Ultraschallversuch

en: sonic test

fr: essai d'auscultation sonique par reflexion

Integritätsprüfung, bei der eine Serie von Schallwellen von einem Sender durch den Pfahlbeton zu einem Empfänger geschickt wird und dabei die Charakteristika der empfangenen Wellen gemessen und dazu benutzt werden, auf die Kontinuität des Pfahlschaftes und auf Querschnittsänderungen zu schließen

3.26

Ultraschallversuch im Pfahl

en: sonic coring

fr: essai d'auscultation sonique par transparence

Integritätsprüfung des Pfahlbetons mittels Ultraschall, die an Kernbohrungen oder Messrohren im Pfahlschaft ausgeführt wird

3.27

Probepfahl (Tragfähigkeit)

en: test pile

fr: pieu d'essai

Bohrpfahl, auf den Lasten aufgebracht werden, um das Widerstands-Verformungs-Verhalten des Pfahles und des umgebenden Baugrundes zu ermitteln

3.28

Probepfahl (Ausführbarkeit)

en: trial pile

fr: pieu de faisabilité

Pfahl, der hergestellt wird, um die Durchführbarkeit und die Eignung des Herstellungsverfahrens für eine spezielle Anwendung zu untersuchen

3.29

statische Probelastung

en: static pile test

fr: essai de chargement statique de pieu

Belastungsversuch, bei dem ein Pfahl zur Ermittlung seiner Tragfähigkeit am Pfahlkopf angreifenden, vorherbestimmten axialen und/oder seitlichen Kräften unterworfen wird

3.30

lastgesteuerte Probelastung

en: maintained load test

fr: essai de chargement par palier

statische Probelastung, bei der ein Probepfahl in steigenden Laststufen beansprucht wird, die entweder jeweils eine bestimmte Zeit oder solange konstant gehalten werden, bis die Pfahlbewegung nahezu beendet ist oder auf ein vorgegebenes Maß abgeklungen ist

3.31

weggesteuerte Probelastung

en: constant rate of penetration test

fr: essai de chargement à vitesse d'enforcement constante

statische Probelastung, bei der ein Probepfahl mit konstanter Eindringgeschwindigkeit in den Boden gedrückt und die hierfür nötige Kraft gemessen wird

3.32

dynamischer Pfahlversuch

en: dynamic pile test

fr: essai de chargement dynamique de pieu

Belastungsversuch, bei dem ein Pfahl bzw. ein Schlitzwandelement (Barrette) zur Abschätzung seiner Tragfähigkeit am Kopf dynamisch beansprucht wird

3.33

Bohrkrone; Schneidring

en: cutting ring

fr: trousse coupante

unterer Rand der Verrohrung, meist verstärkt und mit Zähnen bestückt, um das Eindringen in den Baugrund zu erleichtern

3.34

Mörtel; Injektionsgut, Verpressgut

en: grout

fr: coulis

flüssige Mischung aus Bindemittel (üblicherweise Zement), feinkörniger Gesteinskörnung und Wasser, die im Allgemeinen nach der Einbringung aushärtet

3.35

Hindernis; Bohrhindernis

en: obstruction

fr: obstacle

natürliche (oder künstliche) harte Bodenschicht, Blöcke oder dergleichen, die besondere Werkzeuge oder Verfahren zum Bohren erfordern

3.36

Mantelreibung

en: skin friction

fr: frottement latérale

Reibungs- und/oder Adhäsionswiderstand an einem Pfahl

3.37

negative Mantelreibung

en: negative skin friction

fr: frottement négatif

Reibungs- und/oder Adhäsionskraft, die der umgebende Boden oder eine Auffüllung auf einen Pfahl als abwärts gerichtete Last überträgt, wenn der Boden oder die Auffüllung sich gegenüber dem Pfahlschaft setzt

3.38

Felseinbindung; Pfahlfußeinbindung

en: socket

fr: ancrage

Fußbereich eines Pfahles in hartem Untergrund (meist Fels)

4 Informationen, die für die Ausführung von Bohrpfählen benötigt werden

4.1 Allgemeines

4.1.1 Vor der Ausführung sind alle wichtigen Informationen zur Verfügung zu stellen.

4.1.2 Diese Informationen sollten die folgenden Punkte umfassen:

- Alle rechtlichen oder gesetzlichen Einschränkungen;
- Angabe der Bau-Hauptachsen zum Abstecken;
- der Zustand von benachbarten Bauten, Straßen, Ver- und Entsorgungsleitungen usw. einschließlich der notwendigen Beweissicherung;
- ein geeignetes Qualitätsmanagementsystem einschließlich Überprüfung, Überwachung und Prüfungen.

4.1.3 Die Informationen zu den Baustellenverhältnissen müssen die folgenden Punkte, sofern relevant, umfassen:

- die Geometrie der Baustelle (z. B. Randbedingungen, Topographie, Zugang, Geländeneigung, Höhenbeschränkungen);
- unterirdische Bauten und Fundamente, Ver- und Entsorgungsleitungen, bekannte Kontaminationen des Baugrundes, archäologische Beschränkungen;
- Einschränkungen aus Umweltschutzgründen, z. B. hinsichtlich Lärm, Erschütterungen oder Verschmutzungen;
- künftige oder gleichzeitige Arbeiten, z. B. Grundwasserhaltungen, Tunnelbau, tiefe Baugruben.

4.2 Besondere Informationen

4.2.1 Sofern erforderlich, müssen die besonderen Informationen Folgendes umfassen:

- bautechnische Unterlagen (siehe Anmerkung);
- frühere Nutzung des Grundstückes;
- benachbarte Gründungen (Art, Lasten und Geometrie);
- geotechnische Informationen und Daten, wie in Abschnitt 5 festgelegt;
- Vorkommen von Hindernissen im Baugrund (Mauerwerkreste, Verankerungen, usw.) sowie Höhenbeschränkungen;
- Vorhandensein von historischen Bauwerksresten;
- Vorhandensein von natürlichen und/oder künstlichen Hohlräumen (Bergwerke, usw.);
- Vorhandensein von Altlasten im Baugrund;
- alle besonderen Anforderungen an die Pfahlausführung, insbesondere die Anforderungen an Toleranzen und Materialgüte;

- frühere Erfahrungen mit Bohrpfählen oder anderen Gründungsarten oder geotechnischen Arbeiten auf dem betreffenden Grundstück oder auf den benachbarten Grundstücken;
- geplante Vorarbeiten in unmittelbarer Umgebung, z. B. Unterfangungen, Bodenverbesserung, Grundwasserhaltung;
- technische Anforderungen an die Wasserdichtigkeit der Fugen von Bohrpfahlwänden.

ANMERKUNG Die bautechnischen Unterlagen umfassen die Unterlagen, die für die Ausführung eines bestimmten Bauvorhabens erforderlich sind, einschließlich der Zeichnungen, der technischen Daten und der Anforderungen. Sie sind die Gesamtheit der Unterlagen, die für die Ausführung des Bauvorhabens erforderlich sind. Sie umfassen die Projektspezifikation, die zur Ergänzung und zur Abänderung der Anforderungen dieser Europäischen Norm erstellt wird, und verweist auf die nationalen Bestimmungen, die am Ort der Verwendung gelten.

4.2.2 Notwendigkeit, Umfang, Durchführung und Verantwortlichkeit für die Beweissicherung des Zustandes von benachbarten Bauten, Straßen, Ver- und Entsorgungsleitungen usw. sind festzulegen.

4.2.3 Die Beweissicherung muss vor Beginn der Bauarbeiten durchgeführt werden und muss vorliegen.

4.2.4 Alle zusätzlichen oder abweichenden Anforderungen, die in dieser Europäischen Norm erlaubt sind, sind festzulegen und vor Beginn der Bauarbeiten zu vereinbaren, und das System zur Qualitätskontrolle ist entsprechend anzupassen.

ANMERKUNG Solche zusätzlichen Anforderungen können sich ergeben aus :

- reduzierten oder vergrößerten geometrischen Herstellungsabweichungen;
- Verwendung anderer oder veränderter Baustoffe;
- Verwendung von Betonfertigteilen;
- besonderer Verankerung oder Verdübelung von Pfählen in Fels;
- besonderer Bewehrung, wie Stahlrohre, Stahlprofile oder Stahlfasern;
- Mantel- oder Fußverpressungen;
- Kappen der Pfahlköpfe mit mechanischem Gerät;
- umfangreichem Handaushub.

5 Geotechnische Untersuchungen

5.1 Allgemeines

5.1.1 Die geotechnischen Untersuchungen müssen die in EN 1997 festgelegten Anforderungen erfüllen.

ANMERKUNG EN 1997-2, Anhang B enthält Angaben über die Tiefe und den Umfang der Untersuchungen.

5.1.2 Der geotechnische Untersuchungsbericht (Baugrundgutachten) muss rechtzeitig vorliegen, um eine zuverlässige Bemessung und Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten zu ermöglichen.

5.1.3 Die geotechnischen Untersuchungen sind zu überprüfen, um festzustellen, ob sie für die Bemessung und Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten ausreichend ist.

5.1.4 Sind die geotechnischen Untersuchungen nicht ausreichend, ist eine zusätzliche Untersuchung durchzuführen.

5.2 Besondere Anforderungen

5.2.1 Die Baugrunduntersuchung muss ausreichend tief sein, so dass alle Baugrundformationen und Schichten, die das Bauwerk und die Herstellung beeinflussen, festgestellt und die Tragfähigkeits- und die Verformungseigenschaften des Baugrundes erkannt werden.

ANMERKUNG Wenn Pfähle ihre Lasten hauptsächlich über Spitzenwiderstand übertragen, ist durch die Baugrunduntersuchung nachzuweisen, dass keine weiche Schicht unmittelbar unter einer als tragfähig eingestuft Schicht liegt, falls die Möglichkeit des Durchstanzens besteht.

5.2.2 Der Umfang der Baugrunduntersuchung muss für die Bestimmung der charakteristischen Baugrundverhältnisse gemäß den Anforderungen von EN 1997-1 ausreichen.

5.2.3 Falls an der Standfestigkeit eines für einen Pfahl oder ein Schlitzwandelement vorgesehenen Bohrloches Zweifel bestehen, sollte eine Versuchsbohrung mit entsprechenden Abmessungen ausgeführt werden.

5.2.4 Bei der Festlegung des Umfanges der Baugrunduntersuchung sollten wichtige Erfahrungen bei der Ausführung von vergleichbaren Gründungsarbeiten unter ähnlichen Verhältnissen und/oder in der Umgebung der Baustelle berücksichtigt werden.

5.2.5 Die Übertragung einschlägiger Erfahrungen ist gestattet, wenn geeignete Mittel zur Bestätigung angewendet werden (z. B. Sondierungen, Pressiometer-Versuche oder andere Versuche).

5.2.6 Das Baugrundgutachten ist mit allen relevanten Angaben zur Verfügung zu stellen, die sich auf die Wahl des Verfahrens für die Ausführung von Pfählen auswirken können.

5.2.7 Bohrlöcher sind in geeigneter Weise so hoch wieder zu verfüllen, dass eine folgende Bohrpfahlerstellung und die Sicherheit nicht beeinträchtigt werden.

5.2.8 Neben der allgemeinen geologischen Beschreibung und den in EN 1997-1 aufgelisteten Einzelheiten, hat das Baugrundgutachten folgende Informationen zu enthalten:

- die Geländehöhe bezogen auf Normalnull (NN) oder einen festgelegten Bezugspunkt an allen Stellen, an denen Untersuchungen oder Versuche durchgeführt wurden;
- Vorkommen und Eigenschaften von lockerem oder weichem Boden oder von Baugrund, der sich während des Aushubs ungünstig verändern kann;
- Vorkommen von Boden- oder Gesteinsschichten, die zum Schwellen neigen;
- Vorkommen von grobkörnigen Böden mit offener Struktur (großer Durchlässigkeit) oder von Hohlräumen, die einen plötzlichen Verlust der Stützflüssigkeit oder ein plötzliches Absacken des Betons während des Einbringens verursachen können;
- Vorkommen von Findlingen, Blöcken oder anderen unterirdischen Hindernissen, die beim Aushub Schwierigkeiten bereiten können oder besondere Verfahren oder Werkzeuge für die Durchörterung oder Beseitigung erfordern;
- Mächtigkeiten aller tragfähigen Schichten;
- Vorkommen, Ausdehnung und Mächtigkeit aller Schichten, die empfindlich auf Wasser oder Beanspruchung durch Bohrwerkzeuge (z. B. Stoß, Erschütterung oder Schwingungen) reagieren können;
- Grundwasserstände und deren Schwankungen, einschließlich von gespanntem Grundwasser;
- Baugrundsichten, in denen hohe Grundwassergeschwindigkeit herrscht;

- Aggressivität von Grundwasser oder Baugrund, die die Eigenschaften der Stützflüssigkeit oder des frischen oder erhärteten Betons beeinträchtigen kann (siehe EN 206);
- Teufe, Streichen und Fallen aller relevanten Felsformationen;
- Mächtigkeit und Ausdehnung von verwittertem Gestein;
- Art und Qualität des Gesteins, besonders :Festigkeit;
- Verwitterungszustand;
- Hohlräume;
- gefüllte oder offene Klüfte/Fugen;
- Schwächezonen;
- Vorkommen, Ausdehnung, Mächtigkeit und Art von kontaminiertem Boden oder Abfall, der die Entsorgung des Aushubmaterials beeinflussen kann;
- Bergbau unterhalb der Baustelle; und
- Standsicherheitsprobleme im Bereich der Baustelle.

6 Baustoffe und Bauprodukte

6.1 Baustoffe

6.1.1 Allgemeines

6.1.1.1 Alle Baustoffe müssen den betreffenden Europäischen Normen, den Festlegungen der vorliegenden Norm und den bautechnischen Unterlagen für das Bauwerk entsprechen.

6.1.1.2 Sofern keine entsprechenden Europäischen Normen vorliegen, müssen die verwendeten Baustoffe den Festlegungen der vorliegenden Norm und den bautechnischen Unterlagen für das Bauwerk entsprechen.

6.1.1.3 Die Bezugsquellen der Baustoffe sind zu dokumentieren und dürfen nicht ohne vorherige Benachrichtigung gewechselt werden.

6.1.2 Bentonit

6.1.2.1 Es sollte zwischen Calciumbentonit, natürlichem Natriumbentonit und aktiviertem Bentonit unterschieden werden. Letzteres ist ein Natriumbentonit, das durch Ionenaustausch aus natürlichem Calciumbentonit gewonnen wird.

ANMERKUNG 1 Bentonit ist ein Ton, der hauptsächlich aus dem Mineral Montmorillonit besteht.

ANMERKUNG 2 Bentonit wird in Stützflüssigkeiten entweder in Form einer Bentonitsuspension oder zusätzlich zu Polymeren verwendet. Es wird auch als Bestandteil von selbsthärtenden Suspensionen und von Tonbeton eingesetzt.

ANMERKUNG 3 Bentonit kann Zusätze (d.h. Polymere) in Form einer wässrigen Suspension enthalten.

6.1.2.2 Das in Bentonitsuspensionen verwendete Bentonit darf keine schädlichen Bestandteile in solchen Mengen, die die Bewehrung oder den Beton beeinträchtigen könnten, enthalten.

6.1.2.3 Die chemische und mineralogische Zusammensetzung des Bentonits muss bekannt sein.

6.1.3 Polymere

6.1.3.1 Polymere können Bentonitsuspensionen als rheologischer Zusatz beigemischt werden. Polymere können als Zusatz mit einem Massenanteil von 0,1 % bis 1,5 % bezogen auf das Trockengewicht des Bentonits oder als einziger Bestandteil verwendet werden.

ANMERKUNG Es gibt verschiedene Arten von Polymeren, die von natürlichen Gummiharzen bis zu speziell angefertigten Mischungen von synthetischen Produkten reichen.

6.1.4 Zement

Zement für Bohrpfähle muss zu folgenden Typen nach EN 197-1 gehören:

— Portlandzement	CEM I;
— Portlandhüttenzement	CEM II/A-S und II/B-S;
— Portlandsilicastaubzement	CEM II/A-D;
— Portlandpuzzolanzement	CEM II/A-P und II/B-P
— Portlandflugaschezement	CEM II/A-V und II/B-V;
— Portlandschieferzement	CEM II/A-T und II/B-T
— Portlandkalksteinzement	CEM II/A-LL
— Portlandkompositzement	CEM II/A-M (S-V) und CEM II/B-M (S-V)
— Hochofenzement	CEM III/A, III/B und III/C.

ANMERKUNG Erfahrungen mit den Zementarten CEM I, CEM II/A-S, CEM II/B-S, CEM II/A-LL und CEM III liegen vor.

6.1.4.2 Andere Zementarten dürfen verwendet werden, wenn sie in den bautechnischen Unterlagen gefordert werden und sich nach EN 206 für die betreffenden Verhältnisse bewährt haben.

ANMERKUNG Werden Zemente, die feine Kalksteinfasern enthalten, in kühlen und nassen Umgebungen in Vorhandensein von Sulfat verwendet (d.h. in Bauwerken, die Meereswasser ausgesetzt sind), sind vergleichbare Erfahrungen und/oder besondere Untersuchungen erforderlich.

6.1.4.3 Wie in EN 206 festgelegt, darf Tonerdeschmelzzement nicht verwendet werden.

6.1.4.4 Die Verwendung der Zementart CEM II bzw. der teilweise Ersatz von anderen Zementarten durch Zusatzstoffe vom Typ II) sollte bevorzugt werden, da sich diese vorteilhaft auf den Beton auswirken, z. B. durch

- verbesserte Verarbeitbarkeit,
- verminderte Wärmeentwicklung während des Abbindens und
- verbesserte Dauerhaftigkeit.

6.1.4.5 Zusatzstoffe vom Typ II einschließlich Flugasche, Silicastaub (wie in EN 206 definiert) und Hüttensand (granulierte Hochofenschlacke) dürfen auf den Zementgehalt angerechnet verwendet werden.

6.1.4.6 Wie in EN 206 festgelegt, sind die äquivalenten Wasserzementwerte nach dem k-Wert-Ansatz festzustellen.

ANMERKUNG Hüttensand kann nach dem Modell für das „äquivalente“ Zementverhalten verwendet werden.

6.1.5 Gesteinskörnungen

6.1.5.1 Die Gesteinskörnungen müssen den Anforderungen von EN 12620 und EN 206 entsprechen.

6.1.5.2 Um eine Entmischung zu verhindern, müssen die Gesteinskörnungen eine geeignete Kornverteilung aufweisen.

6.1.5.3 Gerundete Gesteinskörnungen sind zu bevorzugen.

6.1.5.4 Das Größtkorn der Gesteinskörnung darf 32 mm oder $\frac{1}{4}$ des Abstandes der Längsbewehrungsstäbe nicht überschreiten. Der kleinere Wert ist maßgebend.

6.1.6 Zugabewasser

6.1.6.1 Das Zugabewasser muss EN 1008 und EN 206 entsprechen.

6.1.7 Zusatzstoffe

6.1.7.1 Die Verwendung von Zusatzstoffen muss EN 206 entsprechen.

6.1.8 Zusatzmittel

6.1.8.1 Die Anwendung von Zusatzmitteln wie z. B. Fließmittel muss EN 206 entsprechen.

6.1.8.2 Nach EN 206 sollte zur Herstellung von Beton mit einer Konsistenzklasse F5 oder höher bzw. S4 oder höher ein Fließmittel verwendet werden.

6.1.8.3 Sofern keine entsprechenden Europäischen Normen vorliegen, muss die Anwendung von Zusatzmitteln den nationalen Normen und/oder Bestimmungen entsprechen.

6.1.8.4 Zusatzmittel dürfen nur entsprechend den Zulassungen und den Herstellerangaben verwendet werden.

6.2 Stützflüssigkeiten

6.2.1 Bentonitsuspensionen

6.2.1.1 Bentonitsuspensionen sind entweder mit natürlichem oder mit aktiviertem Natriumbentonit herzustellen.

6.2.1.2 In bestimmten Fällen, z. B. wenn die Dichte der Suspension erhöht werden muss, dürfen geeignete inerte Stoffe zugegeben werden.

6.2.1.3 Sofern keine besonderen Umstände (siehe Anmerkung) vorliegen, müssen Bentonitsuspensionen im frischen Zustand die Bedingungen der Tabelle 1 und Bentonitsuspensionen vor der Wiederverwendung bzw. vor dem Betonieren die Bedingungen der Tabelle 2 erfüllen.

ANMERKUNG Besondere Umstände sind z. B.:

- Böden oder Fels mit hoher Durchlässigkeit oder mit Hohlräumen, die zu Bentonitverlusten führen können;
- hohe Grundwasserdrücke (gespannte oder artesische Bedingungen);

- sehr weiche Böden;
- Vorhandensein von Salzwasser.

6.2.1.4 Für den Zustand vor dem Betonieren ist in besonderen Fällen, wie z. B. bei Salzwasser oder bei sehr weichen Böden, ein Wert bis zu 1,20 g/cm³ für die Dichte erlaubt.

6.2.1.5 Im Zustand vor dem Betonieren sind in besonderen Fällen 6 % Massenanteile an Sand erlaubt, z. B. für Reibungspfähle oder unbewehrte Pfähle.

6.2.1.6 Wenn die Bentonitsuspension auch als Transportmittel für das ausgehobene Material dient (Dickspülung), sind für die wiederverwendete Suspension höhere Dichten während des Aushubvorganges erlaubt.

Tabelle 1 — Eigenschaften von Bentonitsuspensionen im frischen Zustand

Eigenschaft ⁽¹⁾	Werte
Dichte, in g/cm ³	< 1,10
Marsh-Zeit, in s	32 bis 50
Filtratwasserabgabe, in cm ³	< 30
pH-Wert	7 bis 11
(1) Für die Prüfverfahren siehe Tabelle 2, Anmerkungen 1 bis 3.	

Tabelle 2 — Eigenschaften von Bentonitsuspensionen

Eigenschaft ⁽¹⁾	Stufen	
	Wiederverwendung	Vor dem Betonieren
Dichte, in g/cm ³	Nicht zutreffend	< 1,15
Marsh-Zeit ⁽²⁾ , in s	32 bis 60	32 bis 50
Filtratwasserabgabe ⁽³⁾ , in cm ³	< 50	Nicht zutreffend
pH-Wert ⁽⁴⁾	7 bis 12	Nicht zutreffend
Sandgehalt, in % Massenanteil	Nicht zutreffend	< 4
ANMERKUNGEN (1) Die Marsh-Zeit, die Filtratwasserabgabe, der Sandgehalt und der Filterkuchen können z. B. mit den Prüfungen, die in der Veröffentlichung "Recommended Practice Standard Procedure for Field Testing Water-Based Drilling Fluids" des American Petroleum Institute (Referenz: American Petroleum Institute Recommended Practice 13B-1, June 1, 1990) beschrieben werden, ermittelt werden. (2) Die Marsh-Zeit ist die Zeit, die ein Volumen von 946 ml der Betonitsuspension benötigt, um aus dem Marsh-Trichter auszulaufen. Ein Volumen von 1 000 ml darf verwendet werden; in diesem Fall müssen die in den Tabellen 1 und 2 angegebenen Marsh-Zeiten entsprechend angepasst werden. (3) Die Dauer der Prüfung der Filtratwasserabgabe darf für Regelkontrollprüfungen auf 7,5 min reduziert werden. In diesem Fall müssen die Werte für die Filtratwasserabgabe und für den Filterkuchen entsprechend angepasst werden. Die Filtratwasserabgabe für die Prüfung mit einer Dauer von 7,5 min beträgt etwa die Hälfte vom Wert, der nach 30 min erreicht wird. (4) Anhaltswerte		

6.2.2 Polymerlösungen

6.2.2.1 Polymere können in Verbindung mit Bentonit oder allein für die Herstellung einer Stützflüssigkeit verwendet werden.

6.2.2.2 Die Verwendung von Polymerlösungen muss auf Versuchsbohrungen im Originalmaßstab auf der Baustelle oder auf vergleichbarer Erfahrung unter ähnlichen oder ungünstigeren geotechnischen Bedingungen basieren.

ANMERKUNG In EN 1997-1 wird vergleichbare Erfahrung als Erfahrung definiert, die mit ähnlichen Bauwerken unter ähnlichen Bedingungen gewonnen wurde sowie ausführlich dokumentiert oder auf andere Weise eindeutig belegt wurde.

6.2.2.3 Für die Zubereitung, Aufbereitung und Kontrolle der Suspensionen sind, solange keine entsprechenden Europäischen Normen vorliegen, die jeweiligen nationalen Normen oder Anforderungen oder, wo diese nicht zutreffen, die Herstellerangaben anzuwenden.

6.3 Beton

6.3.1 Allgemeines

6.3.1.1 Sofern nicht anders festgelegt, muss der Beton, der für Bohrpfähle aus Ortbeton verwendet wird, den Anforderungen nach EN 206 und EN 13670 entsprechen.

6.3.1.2 Zur Sicherung der korrekten Ausführung ist der Ortbeton so herzustellen, dass eine Entmischung während des Einbringens verhindert wird und dass der Beton ungehindert um die Bewehrung fließen kann und nach dem Abbinden ein dichtes und wasserdichtes Material bildet.

6.3.1.3 Die festgelegten Eigenschaften des erhärteten Ortbetons müssen hinsichtlich Festigkeit und Dauerhaftigkeit den Anforderungen an die Verarbeitbarkeit entsprechen.

6.3.2 Gesteinskörnungen

6.3.2.1 Der Feinkornanteil muss der Tabelle 3 entsprechen.

6.3.2.2 Gefrorene Gesteinskörnungen sind so zu erwärmen, dass kein anhängendes Eis oder Reif in die Mischung gelangt.

6.3.3 Zement

6.3.3.1 Die Zusammensetzung von Beton für Bohrpfähle ist nach EN 206 zu wählen und muss der Tabelle 3 entsprechen.

ANMERKUNG 1 Die Festigkeitsklassen für Beton sind in EN 206 angegeben. Der Bereich, der in der Regel für Bohrpfähle verwendet wird, liegt zwischen C 20/25 und C 45/55.

ANMERKUNG 2 Für die Primärpfähle für Pfahlwände wird üblicherweise Beton einer niedrigeren Festigkeitsklasse verwendet (siehe Bild 6).

ANMERKUNG 3 Beton mit einer höheren Festigkeit darf verwendet werden.

6.3.3.2 Bei Gesteinskörnungen kleiner als 4 mm sollte der Zementgehalt erhöht werden.

6.3.4 Wasser und Wasserzementwert

6.3.4.1 Der Wasserzementwert muss EN 206 entsprechen.

6.3.4.2 Der Wasserzementwert sollte 0,6 nicht überschreiten (siehe Tabelle 3).

6.3.4.3 Um den Frischbeton bei hohen Umgebungstemperaturen zu kühlen, darf das Wasser gekühlt werden oder es darf bis zu 50 % seiner Masse durch Eisgrus ersetzt werden.

Tabelle 3 — Betonzusammensetzung

Zementgehalt :	
Einbringen im Trocknen	$\geq 325 \text{ kg/m}^3$
Einbringen unter Wasser	$\geq 375 \text{ kg/m}^3$
Wasserzementwert (W/Z)	$\leq 0,6$
Feinkornanteil $d < 0,125 \text{ mm}$ (einschließlich Zement)	$\geq 400 \text{ kg/m}^3$
Größtkorn $d > 8 \text{ mm}$	$\geq 450 \text{ kg/m}^3$
Größtkorn $d \leq 8 \text{ mm}$	

6.3.5 Zusatzmittel

6.3.5.1 Folgende Zusatzmittel sind erlaubt, wenn das Einbringen des Betons mit Hilfe von Kontraktor-rohren erfolgt:

- Betonverflüssiger;
- Fließmittel und
- Erstarrungsverzögerer.

6.3.5.2 Das gewählte Zusatzmittel muss für den Verwendungszweck (Anwendung und Betonzusammensetzung) geeignet sein.

6.3.5.3 Zusatzmittel dürfen verwendet werden,

- um einen Beton mit hoher Plastizität zu erreichen,
- um Blüten, Nester oder Entmischen aufgrund eines hohen Wassergehaltes zu vermeiden,
- um die Verarbeitbarkeit zu verlängern, wie es für das Einbringen erforderlich ist, sowie
- als Vorsorge für etwaige Unterbrechungen des Betoneinbringens.

ANMERKUNG Eine unsachgemäße Anwendung von Zusatzmitteln kann Schäden verursachen.

6.3.5.4 Wenn Bohrpfähle in kaltem Klima hergestellt werden und der umgebende Boden im oberen Pfahlbereich nach dem Betonieren ausgehoben werden muss, dürfen Luftporenbildner für den Beton in dem Pfahlbereich verwendet werden, welcher der Frosteinwirkung ausgesetzt sein wird.

6.3.6 Frischbeton

6.3.6.1 Zur Bewertung der Konsistenz des Frischbetons darf die Prüfung zur Bestimmung des Setzmaßes oder der Ausbreitversuch angewendet werden.

ANMERKUNG Die Bereiche des Setzmaßes und des Ausbreitmaßes entsprechen nicht den Bereichen, die in EN 206 angegeben sind.