

DIN EN 1536



ICS 93.020

Ersatz für
DIN EN 1536:1999-06

**Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau –
Bohrpfähle;
Deutsche Fassung EN 1536:2010**

Execution of special geotechnical work –
Bored piles;
German version EN 1536:2010

Exécution des travaux géotechniques spéciaux –
Pieux forés;
Version allemande EN 1536:2010

Gesamtumfang 88 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 1536:2010) 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 Normenausschuss Bauwesen (NABau) 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 Bohrfahltyp (Anhang B).

Frühere Ausgaben

DIN 4014: 1960-12, 1969-11, 1990-03
DIN 4014-1: 1975-08
DIN 4014-2: 1977-09
DIN EN 1536: 1999-06

Deutsche Fassung

Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau — Bohrpfähle

Execution of special geotechnical work —
Bored piles

Exécution des travaux géotechniques spéciaux —
Pieux forés

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 2. Juli 2010 angenommen.

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

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

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, 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: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

Seite

Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	10
3 Begriffe	11
4 Notwendige Informationen für die Ausführung	16
4.1 Allgemeines	16
4.2 Besondere Punkte	17
5 Baugrunduntersuchungen	18
5.1 Allgemeines	18
5.2 Besondere Anforderungen	18
6 Baustoffe und Bauprodukte	20
6.1 Ausgangsstoffe	20
6.1.1 Allgemeines	20
6.1.2 Bentonit	20
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	22
6.2.1 Bentonitsuspensionen	22
6.2.2 Polymerlösungen	23
6.3 Beton	23
6.3.1 Allgemeines	23
6.3.2 Gesteinskörnungen	24
6.3.3 Zementgehalt	24
6.3.4 Wasserzementwert	24
6.3.5 Zusatzmittel	25
6.3.6 Frischbeton	25
6.3.7 Herstellung des Betons	26
6.3.8 Probenahme und Prüfung auf der Baustelle	26
6.4 Verpressmörtel	27
6.5 Bewehrung	28
6.6 Weitere Einbauteile	28
7 Hinweise zu Entwurf und Bemessung	28
7.1 Allgemeines	28
7.2 Bohrpfahlwände	29
7.3 Bodenaushub	29
7.4 Betonfertigteile	30
7.5 Bewehrung	30
7.5.1 Allgemeines	30
7.5.2 Längsbewehrung	31
7.5.3 Querbewehrung	31
7.6 Rohre und Stahlprofile als Bewehrung	32
7.7 Mindest- und Nennbetondeckung	32
8 Ausführung	33
8.1 Herstellungstoleranzen	33
8.1.1 Geometrische Toleranzen	33
8.1.2 Toleranzen für den Einbau von Bewehrungskörpern	35
8.1.3 Toleranzen für das Kappen	35

	Seite
8.2	Aushub 35
8.2.1	Allgemeines 35
8.2.2	Bohrverfahren und Bohrwerkzeuge 37
8.2.3	Verrohrtes Bohren 37
8.2.4	Aushub unter Stützflüssigkeit 39
8.2.5	Bohren mit durchgehender Bohrschnecke 40
8.2.6	Ungestütztes Bohren 41
8.2.7	Querschnittsaufweitungen 41
8.3	Bewehrung 41
8.3.1	Allgemeines 41
8.3.2	Bewehrungsstöße 42
8.3.3	Biegen der Bewehrung 42
8.3.4	Herstellung der Bewehrungskörbe 42
8.3.5	Abstandhalter 43
8.3.6	Einbau der Bewehrung 43
8.4	Betonieren und Kappen 43
8.4.1	Allgemeines 43
8.4.2	Betonieren im Trockenen 45
8.4.3	Betonieren unter Wasser oder Suspension 45
8.4.4	Ziehen der Verrohrung 47
8.4.5	Bleibende Verrohrung oder Hülsen 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 49
8.4.9	Betonfertigteile und Stahlrohre oder Profile 49
8.4.10	Äußeres Verpressen von Bohrpfählen 49
8.4.11	Kappen 50
8.5	Bohrpfahlwände 51
9	Aufsicht, Prüfung und Überwachung 51
9.1	Kontrolle der Ausführung 51
9.2	Versuche an Bohrpfählen 52
9.2.1	Allgemeines 52
9.2.2	Probebelastungen 53
9.2.3	Integritätsprüfungen 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 und Prüfung 68	
Anhang C (informativ) Mustervordrucke 73	
Anhang D (informativ) Verbindlichkeit der Festlegungen 80	
Literaturhinweise 86	

Vorwort

Dieses Dokument (EN 1536:2010) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 288 „Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis spätestens März 2011, und entgegenstehende nationale Normen müssen bis März 2011 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt EN 1536:1999.

Die Aufgabe von TC 288 ist, die Normung der Ausführungsverfahren des Spezialtiefbaus (einschließlich der Prüf- und Überwachungsmethoden) und der erforderlichen Materialeigenschaften. WG 15 wurde damit beauftragt, EN 1536:1999 zu überarbeiten, deren Gegenstand Bohrpfähle und Schlitzwandelemente (Barettes) sind, nicht jedoch „Mikropfähle“ mit Durchmessern unter 0,3 m.

Der Entwurf, die Planung und die Ausführung von Bohrpfählen verlangen Erfahrung und Kenntnis in diesem besonderen Aufgabengebiet. Die Ausführungsphase erfordert geschultes Fachpersonal. Diese Norm kann die Kenntnisse von Fachunternehmen nicht ersetzen.

Das vorliegende Dokument wurde zur Ergänzung von 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* ausgearbeitet. 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 im vollen Umfang die Anforderungen für die Bauausführung und die Überwachung.

Diese Norm enthält zusätzliche Anforderungen an Beton, die die Festlegungen von EN 206-1 und EN 13670 ergänzen. Die Festlegungen der drei Normen wurden noch nicht vollständig aufeinander abgestimmt. Bei künftigen Überarbeitungen könnten einige Festlegungen, die zurzeit in EN 1536:2010 enthalten sind, z. B. in 6.1, 6.3, 8.3 und 8.4, nach EN 206-1 und EN 13670 übertragen werden.

Dieses Dokument wurde von einer Arbeitsgruppe mit Delegierten aus elf europäischen Ländern erarbeitet. Stellungnahmen wurden von zehn europäischen Ländern erhalten und berücksichtigt.

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

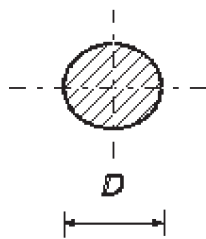
1 Anwendungsbereich

1.1 Diese Europäische Norm enthält die allgemeinen Grundlagen für die Ausführung von Bohrpfählen (siehe 3.2).

ANMERKUNG 1 Diese Norm gilt für Pfähle oder Barette, die durch Bodenaushub hergestellt werden, und die tragende Bauteile darstellen, um Einwirkungen zu übertragen und/oder Verformungen zu begrenzen.

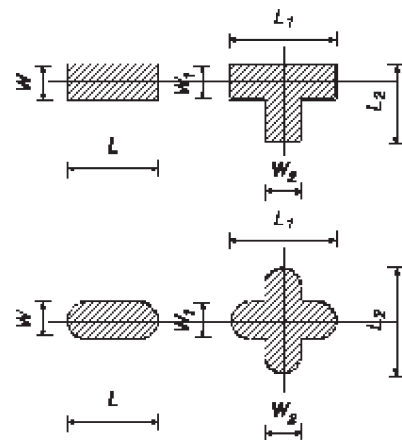
ANMERKUNG 2 Diese Norm gilt für Bohrpfähle mit kreisförmigem Querschnitt (siehe Bild 1 und Bild A.1a)) und für Bohrpfähle, die als Schlitzwandelemente ausgebildet sind (Barettes) (siehe 3.3), mit rechteckigem, T-förmigem oder L-förmigem Querschnitt oder mit einem ähnlichen Querschnitt (siehe Bild 2) unter der Voraussetzung, dass der Querschnitt in einem Arbeitsgang betoniert wird.

ANMERKUNG 3 In dieser Norm wird der Begriff „Pfahl“ für Pfähle mit kreisrundem Querschnitt und der Begriff „Schlitzwandelement“ (Barette) 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

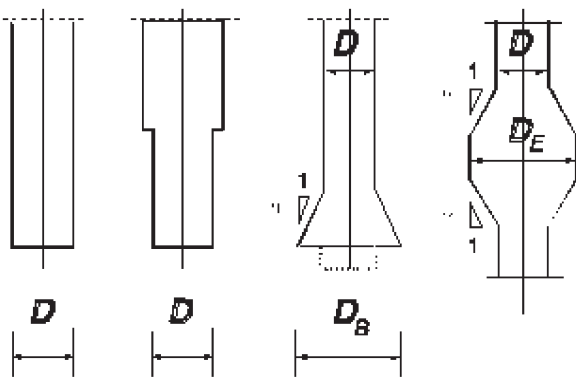
Bild 1 — Bohrpfahl mit kreisrundem Querschnitt

Bild 2 — Beispiele für Bohrpfähle mit nicht kreisförmigen Querschnitten (Schlitzwandelemente, Barette)

1.2 Diese Europäische Norm gilt für Bohrpfähle (siehe Bild 3) mit:

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

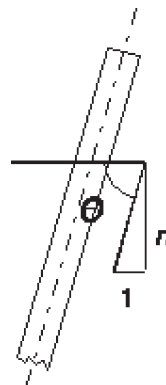
ANMERKUNG Die Gestalt des Pfahlfußes oder einer Aufweitung hängt von dem für den Aushub benutzten Werkzeug ab.



Legende

- D Schaftdurchmesser
- D_B Durchmesser der Fußaufweitung
- D_E Durchmesser der Schaftaufweitung

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



Legende

- n Neigung

Bild 4 — Definition der Pfahlneigung

1.3 Diese Europäische Norm gilt für (siehe Anmerkung):

- Bohrpfähle mit einem Verhältnis Tiefe/Breite ≥ 5 ;
- Pfähle (siehe Bild 1 und Bild 3) mit einem Schaftdurchmesser $0,3 \text{ m} \leq D \leq 3,0 \text{ m}$;
- Schlitzwandelemente (Barettes) (siehe Bild 2) mit einer kleinsten Abmessung (Dicke) $W_i \geq 0,4 \text{ m}$, einem Verhältnis zwischen der größten und kleinsten Abmessung $L_i / W_i \leq 6$ und einer Querschnittsfläche $A \leq 15 \text{ m}^2$;
- Pfähle mit kreisrunden Stahlbeton-Fertigteilen, die als tragende Bauteile eingesetzt werden (siehe Bild 7), mit der kleinsten Abmessung $D_p \geq 0,3 \text{ m}$;
- Schlitzwandelemente mit rechteckigen Stahlbeton-Fertigteilen, die als tragende Bauteile eingesetzt werden und als kleinste Abmessung $W_p \geq 0,3 \text{ m}$ haben.

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

1.4 Diese Europäische Norm gilt 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.

1.5 Diese Europäische Norm gilt für Bohrpfähle mit folgenden Abmessungen der Schaft- oder Fußaufweitungen (siehe Bild 3):

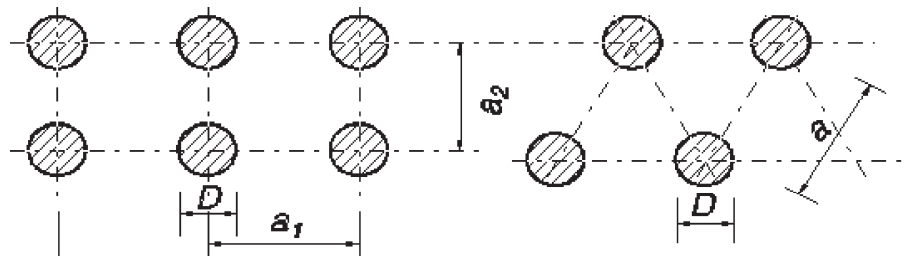
a) Fußaufweitungen:

- 1) in nichtbindigen Böden: $D_B / D \leq 2$;
- 2) in bindigen Böden: $D_B / D \leq 3$;

- b) Schaftaufweitungen in allen Böden: $D_E / D \leq 2$;
- c) Neigung der Aufweitung:
 - 1) in nichtbindigen Böden: $m \geq 3$ und
 - 2) in bindigen Böden: $m \geq 1,5$;
- d) Fläche der Fußaufweitung eines Schlitzwandelementes: $A \leq 15 \text{ m}^2$;

1.6 Die Bestimmungen dieser Europäischen Norm gelten für:

- einzelne Bohrpfähle;
- Bohrpfahlgruppen (siehe Bild 5);
- Bohrpfahlwände (siehe Bild 6).



Legende

- D Schaftdurchmesser
- a_i Achsabstand der Pfähle

Bild 5 — Beispiele für Pfahlgruppen

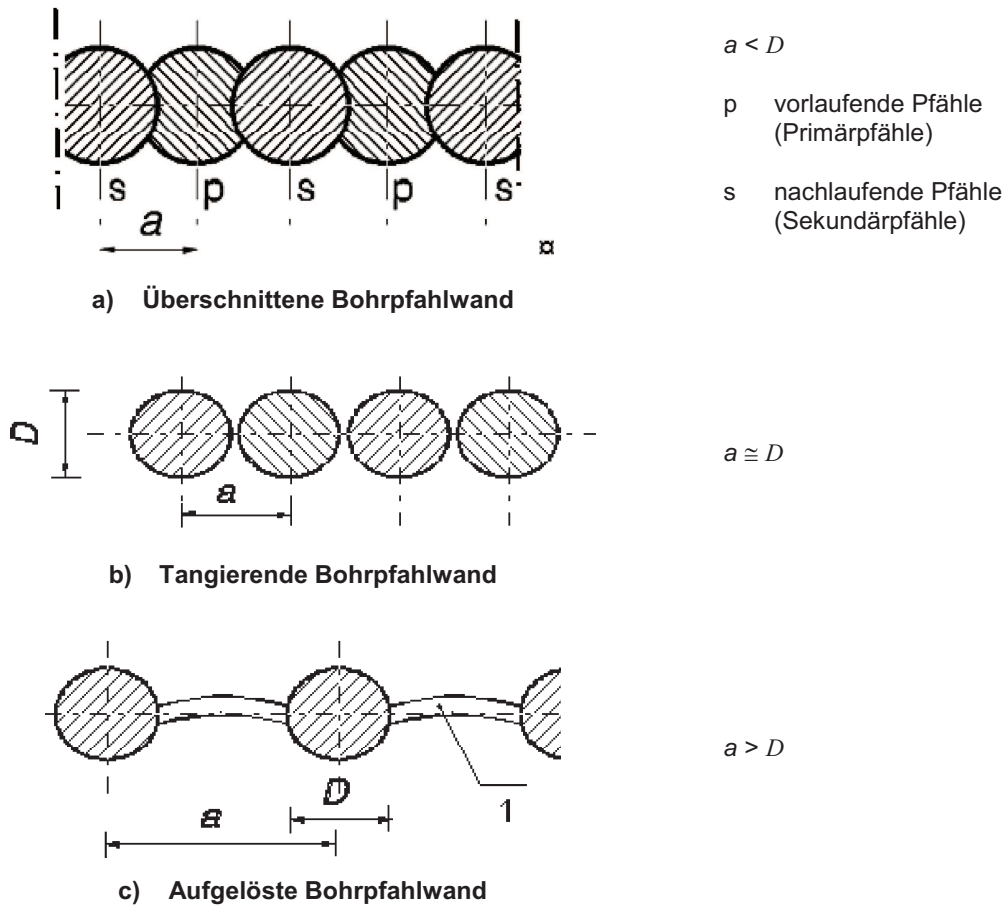


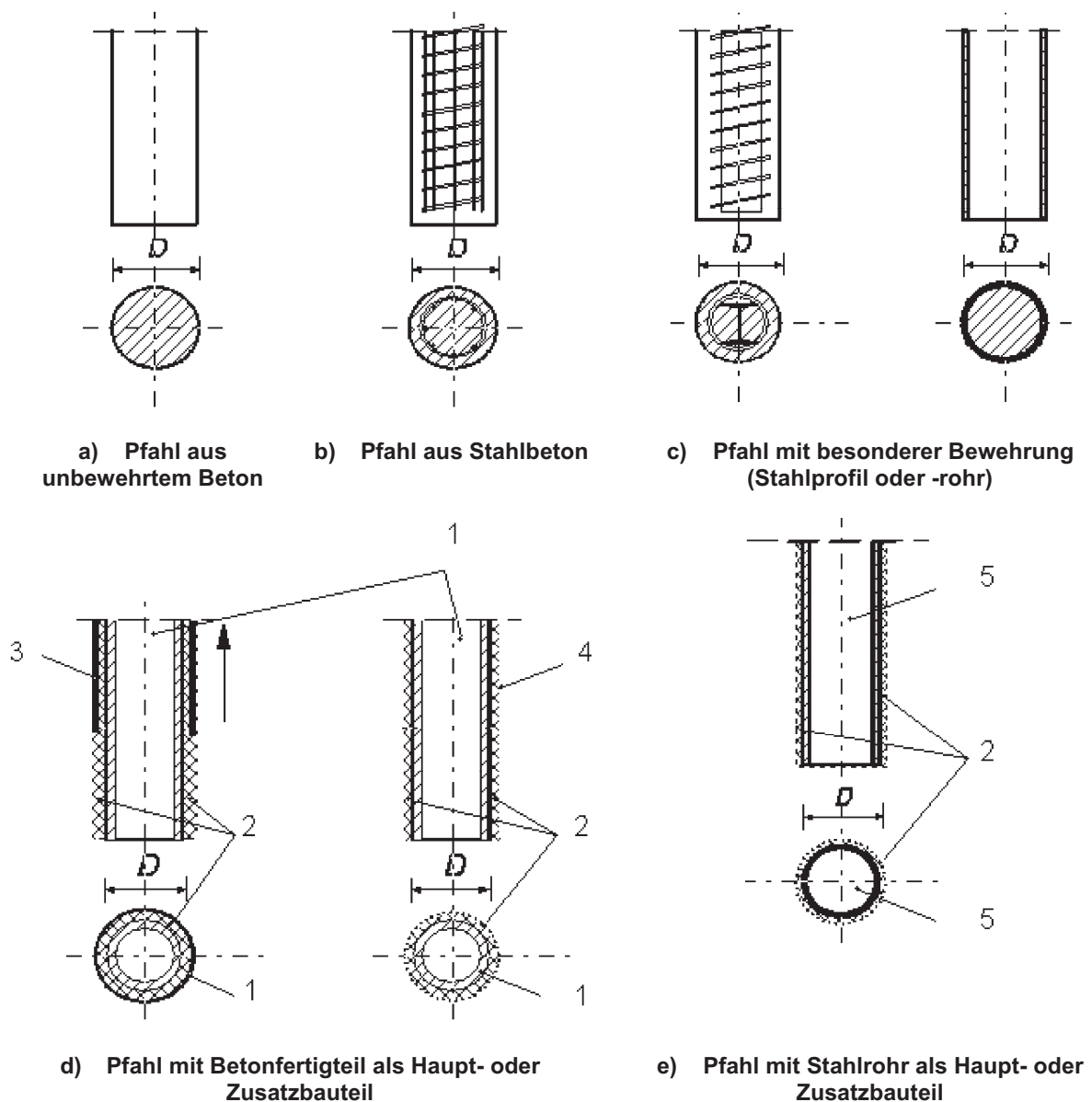
Bild 6 — Beispiele für Bohrpfehlwände

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

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

1.9 Die Bestimmungen gelten für Bohrpfehle (siehe Bild 7):

- 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 Fertigteile oder dem Rohr und dem Baugrund mit Beton, Zement oder Zement-Bentonit-Mörtel ausgefüllt wird.



Legende

- 1 Betonfertigteilelement
- 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

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

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 197-1:2000, *Zement — Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement*

EN 206-1:2000, *Beton — Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität*

EN 791, *Bohrgeräte — Sicherheit*

EN 934-2, *Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel — Teil 2: Betonzusatzmittel — Definitionen, Anforderungen, Konformität, Kennzeichnung und Beschriftung*

EN 996, *Rammausrüstung — Sicherheitsanforderungen*

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 1990, *Eurocode — Grundlagen der Tragwerksplanung*

EN 1991 (alle Teile), *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke*

EN 1992 (alle Teile), *Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken*

EN 1993 (alle Teile), *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten*

EN 1994 (alle Teile), *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 (alle Teile), *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 (alle Teile), *Warmgefertigte Hohlprofile für den Stahlbau aus unlegierten Baustählen und aus Feinkornbaustählen*

EN 10219 (alle Teile), *Kaltgefertigte geschweißte Hohlprofile für den Stahlbau aus unlegierten Baustählen und aus Feinkornbaustählen*

EN 10248 (alle Teile), *Warmgewalzte Spundbohlen aus unlegierten Stählen*

EN 10249 (alle Teile), *Kaltgeformte Spundbohlen aus unlegierten Stählen*

EN 12620, *Gesteinskörnungen für Beton*

EN 12794, *Betonfertigteile — Gründungspfähle*

EN 13670, *Ausführung von Tragwerken aus Beton*

ISO/DIS 22477-1, *Geotechnical investigation and testing — Testing of geotechnical structures — Part 1: Pile load test by static axially loaded compression*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ANMERKUNG 1 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.

ANMERKUNG 2 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

fr pieu

en pile

schlankes Bauelement im Baugrund zum Übertragen von Einwirkungen

3.2

Bohrpfahl

fr pieu foré

en bored pile

Pfahl oder Schlitzwandelement (Barette), 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 (Barette)

fr barrette

en barrette

Abschnitt einer Schlitzwand oder eine Anzahl sich überschneidender, gleichzeitig betonierter Schlitzwandlamellen (z. B. in L-, T- oder Kreuzform) zur Aufnahme von Vertikal- und/oder Horizontallasten

3.4

Schneckenbohrpfahl

fr pieu à la tarière continue creuse (CFA)

en continuous flight auger pile (CFA-pile)

Bohrpfahl, der mittels einer durchgehenden Bohrschnecke mit Seelenrohr hergestellt wird, wobei beim Ziehen der Schnecke Beton oder Mörtel durch das Seelenrohr gepumpt wird

ANMERKUNG Siehe Bild A.4.

3.5

Prepacked-Pfahl

fr pieu ballasté injecté

en prepacked pile

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

3.6

Spitzendruckpfahl

fr pieu travaillant en pointe

en end-bearing pile

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

3.7

Reibungspfahl

fr pieu flottant

en friction pile

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

3.8

Pfahlfußverpressung

fr injection sous la base

en pile base grouting

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

3.9

Pfahlmantelverpressung

fr injection au niveau du fût

en pile shaft grouting

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

3.10

Bauwerkspfahl

fr pieu de fondation

en working pile

Pfahl für die Gründung eines Bauwerkes oder als Teil einer Bohrpfahlwand

3.11

Schrägpfahl

fr pieu incliné

en raking pile

Pfahl mit einer Neigung gegenüber der Horizontalen

ANMERKUNG Siehe Bild 4.

3.12

Pfahlschaftdurchmesser

fr diamètre du fût

en shaft diameter

Durchmesser des Pfahles im Bereich zwischen Pfahlkopf und Pfahlsole:

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

3.13

Fußaufweitung

fr base élargie

en enlarged base

Fuß eines Bohrpfahles, der so ausgebildet ist, dass seine Fläche größer als die Querschnittsfläche des Schaftes ist

ANMERKUNG Bei Bohrpfählen wird eine Fußaufweitung üblicherweise mit besonderem Räum- oder Schneidwerkzeug hergestellt (siehe Bild 3).

3.14

Betonierhöhe

fr niveau de bétonnage

en casting level

endgültige Höhe, bis zu der ein Bohrloch mit Beton gefüllt wird

ANMERKUNG Diese ist ein vom Herstellungsverfahren abhängiges Maß oberhalb der Kaphöhe.

3.15

planmäßige Pfahlkopfhöhe; Kapphöhe

fr niveau d'arase (recépage)

en cut-off level (trimming)

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

3.16

Leerbohrung

fr forage vide

en empty bore

Bohrstrecke von der Arbeitsebene bis zur planmäßigen Pfahlkopfhöhe

3.17

vorübergehende Verrohrung

fr tubage

en temporary casing

Stahlrohr zum Stützen eines Bohrloches (z. B. bei instabilen Bodenverhältnissen), das während oder nach der Einbringung des Betons gezogen wird

3.18

bleibende Verrohrung; dauerhafte Verrohrung

fr tubage permanent

en permanent casing

Stahlrohr zur Stützung eines Bohrloches (z. B. bei instabilen Bodenverhältnissen), das nicht gezogen wird, sondern als dauernde, vollständige Umhüllung eines Ortbetonbohrpfahles dient

ANMERKUNG Die bleibende Verrohrung wird Teil des Bohrpfahles und kann auch als schützendes oder last-abtragendes Element dienen.

3.19

Führungsrohr

Leitrohr

fr virole

en lead-in tube

kurze vorübergehende Verrohrung zur Stützung der Bohrlochwandung, um Nachbrechen des oberen Teils der Bohrung dicht unter der Arbeitsebene zu verhindern

3.20

Hülse

Hülsenrohr

fr gaine, chemise

en liner, lining

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

fr fluide stabilisateur

en support fluid

Flüssigkeit, die während der Bohrung zur Stützung der Bohrlochwände und zum Spülen verwendet wird

ANMERKUNG In der Regel ist sie eine Bentonitsuspension oder eine Polymerlösung.

3.22

Betonierrohr

Schüttrohr

fr colonne de bétonnage

en concreting pipe

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

fr tube plongeur

en tremie pipe

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

3.24

Integritätsprüfung

fr essai d'intégrité

en integrity test

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

3.25

Ultraschallversuch

fr essai d'auscultation sonique

en sonic test

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

ANMERKUNG Es gibt verschiedene Arten von Ultraschallversuchen, mit denen die Geschwindigkeit von Schallwellen entweder entlang der Länge des Pfahles oder zwischen einem Sender und einem in der gleichen Höhe im Pfahlschaft angebrachten Empfänger ermittelt wird.

3.26

Prüfung mittels Kernbohrung

fr essai d'auscultation sonique par transparence

en coring test

Integritätsprüfung, die an einer Kernbohrung in einem Bohrpfahlschaft ausgeführt wird

3.27

Probepfahl (zur Ermittlung der Tragfähigkeit, Probelastungspfahl)

fr pieu d'essai

en test pile

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

ANMERKUNG Abhängig von der Versuchsart kann der Probepfahl ein Bauwerkspfahl oder ein reiner Versuchspfahl sein.

3.28

Probepfahl (zur Prüfung der Ausführbarkeit, Eignungspfahl)

fr pieu de faisabilité

en trial pile

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

ANMERKUNG Ein Eignungspfahl kann auch als Probelastungspfahl dienen.

3.29

statische Probelastung

fr essai de chargement statique de pieu

en static pile test

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

3.30

lastgesteuerte Probelastung

fr essai de chargement de pieu par palier

en maintained load test; ML test

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

3.31

weggesteuerte Probelastung

fr essai de chargement de pieu à vitesse d'enfoncement constante

en constant rate of penetration pile load test; CRP-test

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

3.32

dynamischer Pfahlversuch

fr essai de chargement dynamique de pieu

en dynamic pile load test

Belastungsversuch, bei dem ein Bohrpfahl zur Abschätzung seiner Tragfähigkeit am Kopf dynamisch beansprucht wird

3.33

Bohrkrone

Schneidring

fr trousse coupante

en cutting ring

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

3.34

Mörtel

Verpressgut

fr coulis

en grout

flüssige Mischung aus Zement und Wasser, die Gesteinskörnungen und Zusätze enthalten kann

3.35

Hindernis

Bohrhindernis

fr obstacle

en obstruction

natürliche(r) (oder künstliche(r)) harte(r) Bodenschicht, Block oder dergleichen, die/der besondere Werkzeuge oder Verfahren zum Bohren erfordert

3.36

Mantelreibung

fr frottement latéral

en skin (shaft) friction

Reibungs- und/oder Adhäsionswiderstand an einem Pfahl

3.37

negative Mantelreibung

fr frottement négatif

en negative skin friction; downdrag

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

3.38

Felseinbindung

Pfahlfußeinbindung

fr ancrage

en socket

Fußbereich eines Bohrpfahles in hartem Untergrund (meist Fels)

3.39

Betondeckung

fr enrobage

en cover

Abstand zwischen der Oberfläche des Bewehrungskorbes und der nächstgelegenen Betonoberfläche

ANMERKUNG Die nächstgelegene Betonoberfläche ist die nächstgelegene, vom Aushubwerkzeug geformte Wandung des Aushubs.

3.40

bautechnische Unterlagen

fr spécifications d'exécution

en execution specification

Gesamtheit aller Zeichnungen, technischen Daten und Anforderungen, die für die Ausführung eines bestimmten Projekts erforderlich sind

ANMERKUNG Die bautechnischen Unterlagen sind kein einzelnes Dokument, sondern enthalten sämtliche Unterlagen, die zum Zweck der Durchführung der Bauarbeiten vom Planer an den Bauausführenden übergeben werden. Sie schließen die Projektspezifikation mit ein, die zur Ergänzung und näheren Bestimmung der Anforderungen dieser Europäischen Norm erarbeitet wurde, und enthalten Verweise auf nationale Regelungen, die am Ort der Verwendung maßgebend sind.

3.41

Projektspezifikation

fr spécifications de l'ouvrage

en project specification

Zusammenstellung der Anforderungen, die für ein bestimmtes Projekt gelten

4 Notwendige Informationen für die Ausführung

4.1 Allgemeines

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

4.1.2 Diese Informationen sollten umfassen:

- alle rechtlichen oder gesetzlichen Einschränkungen;
- Angabe der Bau-Hauptachsen zur Absteckung;
- 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 Sofern maßgebend, müssen die Informationen zu den Baustellenverhältnissen folgende Punkte umfassen:

- die Geometrie der Baustelle (z. B. Randbedingungen, Topographie, Zugang, Geländeneigung, Höhenbeschränkungen usw.);
- bestehende 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 Punkte

4.2.1 Sofern maßgebend, müssen folgende besondere Punkte enthalten sein:

- die bautechnische Unterlagen (siehe 3.40);
- die 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.);
- vorhandene 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 Anforderungen bezüglich der Toleranzen und Materialgüte;
- sofern vorhanden, 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;
- technische Anforderungen an das Material zwischen den Bohrpfählen im Fall von Bohrpfahlwänden mit einem Abstand größer als der Pfahldurchmesser D (siehe Bild 6).

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

4.2.3 Die Beweissicherung muss vor Beginn der Bauarbeiten durchgeführt sein und vorliegen. Schlussfolgerungen aus der Beweissicherung sind zur Festlegung der Grenzwerte für Bewegungen festzulegen, die durch die Bauarbeiten ausgelöst werden und die benachbarten Bauwerke beeinflussen können.

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 sein:

- reduzierte oder vergrößerte geometrische Herstellungstoleranzen;
- Verwendung anderer oder veränderter Baustoffe;
- Verwendung von Betonfertigteilen;
- besondere Verankerung oder Verdübelung von Bohrpfählen in Fels;
- besondere Bewehrung, wie Stahlrohre, Stahlprofile oder Stahlfasern;
- Mantel- oder Fußverpressungen;
- Kappen der Pfahlköpfe mit schwerem Gerät;
- umfangreicher Handaushub.

5 Baugrunduntersuchungen

5.1 Allgemeines

5.1.1 Die Baugrunduntersuchungen müssen die in EN 1997 (alle Teile) festgelegten Anforderungen erfüllen.

ANMERKUNG 1 Die Tiefe und der Umfang der Baugrunduntersuchungen sollten ausreichend sein, um alle Baugrundformationen und Schichten, die sich auf das Bauwerk auswirken, festzustellen, die maßgeblichen Eigenschaften des Baugrundes zu bestimmen und die Baugrundbedingungen zu erkennen (z. B. wenn die Tragfähigkeit auf Spitzenwiderstand beruht, sollte nachgewiesen werden, dass eine tragfähige Schicht nicht direkt von einer weicheren Schicht unterlagert wird, wenn die Möglichkeit des Durchstanzens oder von übermäßigen Bewegungen besteht).

ANMERKUNG 2 Bei der Festlegung des Umfangs der Baugrunderkundung sollten relevante Erfahrungen bei der Ausführung von vergleichbaren Gründungsarbeiten unter ähnlichen Verhältnissen und/oder in der Umgebung der Baustelle berücksichtigt werden. (Die Übertragung einschlägiger Erfahrungen ist gestattet, wenn geeignete Mittel zur Bestätigung angewendet werden, z. B. Sondierungen, Pressiometer- oder andere Versuche).

ANMERKUNG 3 EN 1997-2 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 der Bohrpfähle (z. B. Wahl des Ausführungsverfahrens) zu ermöglichen.

5.1.3 Die Baugrunduntersuchungen sind zu prüfen, um festzustellen, ob sie für die Bemessung und Ausführung der Bohrpfähle ausreichend sind.

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

5.2 Besondere Anforderungen

5.2.1 Besondere Aufmerksamkeit ist auf folgende Gesichtspunkte zu richten, die für die Ausführung von Bohrpfählen relevant sind:

- die Geländehöhe bezogen auf die anerkannte nationale Bezugshöhe oder einen festgelegten Bezugspunkt an allen Stellen, an denen Baugrunduntersuchungen oder Feldversuche durchgeführt wurden;

- Wasserdruckhöhen aller Grundwasserstockwerke und Durchlässigkeit der Böden;
- Vorkommen von grobkörnigen, stark durchlässigen Böden oder von Hohlräumen (natürlich oder künstlich), die einen plötzlichen Verlust der Stützflüssigkeit und eine Destabilisierung des Bohrloches während des Aushubs oder ein plötzliches Absacken des Betons während des Einbringens verursachen können, und daher besondere Maßnahmen erfordern können;
- Vorkommen, Festigkeit und Verformungswerte weicher Böden, wie Ton und Torf von breiiger Konsistenz, die Schwierigkeiten beim Aushub oder beim Betonieren verursachen können (Verformung, Einsturz);
- Vorkommen von Blöcken oder Hindernissen, die beim Aushub Schwierigkeiten bereiten können und eine Beurteilung ihrer Größe und Häufigkeit, sofern zutreffend;
- Vorkommen, Lage und Festigkeit von hartem Fels oder anderer harter Stoffe, die beim Aushub Schwierigkeiten bereiten und den Einsatz von speziellem Werkzeug erfordern können;
- Vorkommen, Ausdehnung und Mächtigkeit aller Schichten, die empfindlich auf Wasser oder Beanspruchung durch Bohrwerkzeuge (z. B. Stoß, Erschütterung oder Schwingungen) reagieren können;
- Baugrundsichten, in denen eine hohe Grundwassergeschwindigkeit herrscht;
- schädliche chemische Bestandteile im Grundwasser, Boden und Fels sowie die Wassertemperaturen sofern gefordert;
- schädliche chemische Bestandteile von Auffüllungen;
- Vorhandensein von vorbehandelten Böden, die sich während des Aushubs ungünstig auswirken können;
- Bergbau unter der Baustelle; und
- Standsicherheitsprobleme im Bereich der Baustelle (z. B. Standsicherheit von Böschungen).

5.2.2 Die Wasserdruckhöhen der verschiedenen Grundwasserstockwerke im Bereich der Baustelle sind gesondert und über einen ausreichenden Zeitraum zu überwachen, um die höchsten Wasserstände einzuschätzen, die während der Herstellung der Pfähle auftreten können.

5.2.3 Besondere Aufmerksamkeit ist auf artesische Bedingungen zu richten.

5.2.4 Die Festigkeit von Boden und Fels ist durch Labor- und/oder durch Feldversuche über die ganze Länge der Bohrpfähle und bis zu einer bestimmten Tiefe unterhalb des Bohrpfahlfußes zu ermitteln.

ANMERKUNG Die Erkundungstiefe richtet sich nach der Art des Baugrundes und der Funktion der Bohrpfähle (ob für Gründungen oder Stützbauwerke).

5.2.5 Wenn gefordert wird, dass Bohrpfähle auf Fels abgesetzt werden oder in ihn einbinden, ist die Höhe der Felsoberfläche zu bestimmen.

ANMERKUNG Die zu untersuchende Fläche hängt von der Funktion der Bohrpfähle ab (ob für Gründungen oder Stützbauwerke).

5.2.6 Wenn gefordert wird, dass Bohrpfahlwände auf Fels abgesetzt werden oder in ihn einbinden, sind die Eigenschaften des Fels einschließlich des Verwitterungsgrades sowie Umfang und Richtung der Klüftung abzuschätzen.

6 Baustoffe und Bauprodukte

6.1 Ausgangsstoffe

6.1.1 Allgemeines

6.1.1.1 Die Baustoffe müssen den Anforderungen der betreffenden Europäischen Normen, den am Ort der Verwendung geltenden Bestimmungen und den Vorgaben der Projektspezifikation entsprechen.

6.1.1.2 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. Letzterer ist ein Natriumbentonit, der 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 reinen Bentonitsuspension oder zusätzlich zu Polymerlösungen verwendet. Er wird auch als Bestandteil von selbsterhärtenden Suspensionen und von Tonbeton eingesetzt.

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

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

6.1.3 Polymere

Polymere können in Stützflüssigkeiten als einzige Ausgangsstoffe oder als Zusätze zur Verbesserung der rheologischen Eigenschaften verwendet werden.

ANMERKUNG 1 Polymere sind Stoffe aus Kettenmolekülen, die ihrerseits aus Monomeren bestehen.

ANMERKUNG 2 Es gibt verschiedene Arten von Polymeren, von natürlichen Gummiharzen bis zu speziell angefertigten Mischungen von synthetischen Produkten.

6.1.4 Zement

6.1.4.1 Zemente für Bohrpfähle müssen zu folgenden Typen nach EN 197-1:2000 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);
— Portlandkompositzemente	CEM II/A-M (S-LL, V-LL) und CEM II/B-M (S-LL, V-LL);
— Hochofenzement	CEM III/A, III/B und III/C.

6.1.4.2 Andere Zementarten dürfen verwendet werden, wenn sie in den bautechnischen Unterlagen gefordert werden und ihre Leistungsfähigkeit für die betreffenden Verhältnisse nach EN 206-1 erwiesen ist.

6.1.4.3 Die Verwendung von Zement mit hohem Sulfatwiderstand (d. h. frei von C_3A -Tricalciumaluminat) muss den Bestimmungen am Ort der Verwendung entsprechen.

ANMERKUNG 1 Zemente mit hohem Sulfatwiderstand werden zum Beispiel in kühlen und nassen Umgebungen bei Vorhandensein von Sulfat verwendet (z. B. in Bauwerken, die Meereswasser ausgesetzt sind).

ANMERKUNG 2 Sofern keine Europäische Norm und keine örtlichen Vorschriften vorliegen, sind vergleichbare Erfahrungen und/oder besondere Untersuchungen erforderlich.

6.1.4.4 Tonerschmelzzement darf nicht verwendet werden.

6.1.4.5 Die Verwendung von Zement CEM II oder CEM III bzw. der teilweise Ersatz von Zement CEM I durch Zusatzstoffe vom Typ II wird empfohlen, da sich diese vorteilhaft auf den Beton auswirken, z. B. durch

- verbesserte Verarbeitbarkeit,
- verminderte Wärmeentwicklung während des Erstarrens;
- verbesserte Dauerhaftigkeit und
- geringere Wasserabgabe.

ANMERKUNG 1 Die Verwendung von Zement CEM III oder der Ersatz von Zement CEM I durch Hüttensand kann zu einer verringerten Wasserdurchlässigkeit führen.

ANMERKUNG 2 Bei Zementen mit einer Mahlfineinheit nach Blaine von $\geq 3\ 800\ \text{cm}^2/\text{g}$ ist die Wasserabsonderung in der Regel weniger ausgeprägt.

6.1.4.6 Zusatzstoffe vom Typ II einschließlich Flugasche, Silicastaub (wie in EN 206-1:2000 festgelegt) und Hüttensand (granulierte Hochofenschlacke) dürfen auf den Zementgehalt angerechnet werden.

6.1.4.7 Die äquivalenten Wasserzementwerte der Zusatzstoffe sind mit dem k -Wert-Ansatz nach EN 206-1:2000 festzustellen. Alternativ dürfen Hüttensand und andere Zusatzstoffe nach dem Konzept der gleichwertigen Betonleistungsfähigkeit verwendet werden.

6.1.5 Gesteinskörnungen

Gesteinskörnungen müssen EN 12620 und EN 206-1 entsprechen.

6.1.6 Zugabewasser

Zugabewasser muss EN 1008 und EN 206-1 entsprechen.

6.1.7 Zusatzstoffe

Die Verwendung von Zusatzstoffen muss EN 206-1 entsprechen.

6.1.8 Zusatzmittel

6.1.8.1 Zusatzmittel müssen EN 934-2 entsprechen.

6.1.8.2 Sofern keine entsprechenden Europäischen Normen vorliegen, muss die Anwendung von Zusatzmitteln den nationalen Normen und/oder den Bestimmungen, die am Ort der Verwendung des Betons gelten, entsprechen.

6.1.8.3 Zusatzmittel sind nach der Projektspezifikation und den Herstellerangaben zu verwenden.

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 1) 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 1 Besondere Umstände sind z. B.:

- Böden oder Fels mit hoher Durchlässigkeit oder mit Hohlräumen, die zu Suspensionsverlusten führen können;
- hohe Grundwasserdrücke (gespannte oder artesische Bedingungen);
- lockerer Sand oder weiche Böden (typischerweise mit $q_c < 300$ kPa oder $c_u < 15$ kPa);
- Vorhandensein von Salzwasser.

ANMERKUNG 2 Eine Bentonitsuspension mit ausreichender Fließgrenze kann erforderlich sein, z. B. um die Eindringung in den Boden einzuschränken.

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^a	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
Filterkuchendicke, in mm	< 3
^a Für die Prüfverfahren siehe Tabelle 2, Anmerkungen a bis c.	

Tabelle 2 — Eigenschaften von Bentonitsuspensionen

Eigenschaft ^a	Zustand	
	zur Wiederverwendung	vor dem Betonieren
Dichte, in g/cm ³	nicht anzuwenden	< 1,15
Marsh-Zeit ^b , in s	32 bis 60	32 bis 50
Filtratwasserabgabe ^c , in cm ³	< 50	nicht anzuwenden
pH-Wert ^d	7 bis 12	nicht anzuwenden
Sandgehalt, in Volumen-%	nicht anzuwenden	< 4
Filterkuchendicke, in mm	< 6	nicht anzuwenden

^a Die Marsh-Zeit, die Filtratwasserabgabe, der Sandgehalt und der Filterkuchen können z. B. mit den Prüfungen nach EN ISO 13500 ermittelt werden.

^b 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.

^c 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.

^d 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 der Grundlage von Versuchsbohrungen im Originalmaßstab auf der Baustelle oder vergleichbarer Erfahrung unter ähnlichen oder ungünstigeren geotechnischen Bedingungen erfolgen.

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 ist.

6.2.2.3 Sofern keine entsprechenden Europäischen Normen vorliegen, sind für die Zubereitung, Aufbereitung und Kontrolle der Suspensionen 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 Beton, der für Bohrpfähle aus Ortbeton verwendet wird, den Anforderungen nach EN 206-1 entsprechen.

6.3.1.2 Ortbeton muss so zusammengesetzt sein, dass er sich beim Einbringen nur minimal entmischt, leicht um die Bewehrung fließt und, nach dem Erstarren, ein dichtes Material geringer Wasserdurchlässigkeit bildet.

6.3.1.3 Der Beton muss im erhärteten Zustand den Anforderungen an die Festigkeit und Dauerhaftigkeit und im frischen Zustand den Anforderungen an die Konsistenz entsprechen.

ANMERKUNG 1 Die Druckfestigkeitsklassen für erhärteten Beton sind in EN 206-1:2000 angegeben. Der Bereich, der in der Regel für Bohrpfähle verwendet wird, liegt zwischen C20/25 und C45/55.

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

ANMERKUNG 3 Beton mit einer höheren Festigkeit darf verwendet werden.

6.3.2 Gesteinskörnungen

6.3.2.1 Um die Entmischung zu minimieren, dürfen Gesteinskörnungen keine Ausfallkörnung aufweisen; runde Gesteinskörnungen werden bevorzugt.

6.3.2.2 Das Größtkorn der Gesteinskörnung darf 32 mm oder ¼ des lichten Abstandes der Längsbewehrungsstäbe nicht überschreiten. Der kleinere Wert ist maßgebend.

6.3.2.3 Der Feinkornanteil muss der Tabelle 3 entsprechen.

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

6.3.3 Zementgehalt

6.3.3.1 Der Zementgehalt von Beton für Bohrpfähle muss der Tabelle 3 entsprechen.

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

Tabelle 3 — Mindestzementgehalt und Feinkornanteil von Beton

Zementgehalt:	
Einbringen im Trockenen	≥ 325 kg/m ³
Einbringen unter Wasser	≥ 375 kg/m ³
Feinkornanteil^a	
Größtkorn $d > 8$ mm	≥ 400 kg/m ³
Größtkorn $d \leq 8$ mm	≥ 450 kg/m ³
^a Feinanteil: $d < 0,125$ mm (einschließlich Zusatzstoffen und Zement).	

6.3.4 Wasserzementwert

6.3.4.1 Der Wasserzementwert muss EN 206-1 entsprechen.

6.3.4.2 Der Wasserzementwert darf 0,60 nicht überschreiten.

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.

6.3.5 Zusatzmittel

6.3.5.1 Die verwendeten Zusatzmittel müssen EN 206-1 entsprechen.

ANMERKUNG 1 Übliche Betonzusatzmittel sind:

- Betonverflüssiger;
- Fließmittel und
- Erstarrungsverzögerer.

ANMERKUNG 2 Zusatzmittel werden verwendet:

- um eine Betonmischung mit hoher Plastizität zu erreichen;
- um die Fließfähigkeit des Betons zu verbessern;
- um die Wasserabgabe auf ein Mindestmaß zu reduzieren und um Nesterbildungen oder Entmischen zu vermeiden, die Folge eines hohen Wassergehaltes sein können;
- um die Zeit der Verarbeitbarkeit so zu verlängern, wie es für das Betonieren erforderlich ist, und als Vorsorge für etwaige Unterbrechungen des Betoniervorganges.

ANMERKUNG 3 Eine unsachgemäße Anwendung von Zusatzmitteln kann Schäden verursachen.

6.3.5.2 Beton mit einer Konsistenzklasse F5 oder höher (bzw. S4 oder höher) darf ohne Fließmittel hergestellt werden.

6.3.5.3 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 Der Beton für Bohrpfähle muss haben:

- einen hohen Widerstand gegen Entmischung;
- eine hohe Plastizität und einen guten Zusammenhalt;
- eine gute Fließfähigkeit;
- die Fähigkeit, sich selbst ausreichend zu verdichten; und
- eine ausreichende Verarbeitbarkeit für die Dauer des Betonierens und das Ziehen einer vorübergehenden Verrohrung.

6.3.6.2 Zur Bewertung der Konsistenz des Frischbetons kann die Prüfung zur Bestimmung des Setzmaßes oder der Ausbreitversuch angewendet werden. Es gilt das in EN 206-1:2000 festgelegte Konzept der Zielwerte.

6.3.6.3 Die Zielwerte und Toleranzen für die Konsistenz von Frischbeton vor dem Einbringen müssen für unterschiedliche Einbaubedingungen Tabelle 4 entsprechen.

Tabelle 4 — Zielwerte und Toleranzen für die Konsistenz von Frischbeton für unterschiedliche Einbaubedingungen

Ausbreitmaß Ø (mm)	Setzmaß H (mm)	Typische Anwendungsbedingungen (Beispiele)
500 +/-30	150 +/-30	— Betonieren im Trockenen
560 +/-30	180 +/-30	— Pumpbeton oder — mit Kontraktorrohren eingebrachter Unterwasserbeton
600 +/-30	200 +/-30	— im Kontraktorverfahren unter Stützflüssigkeit eingebrachter Beton
ANMERKUNG Das gemessene Setzmaß (H) oder Ausbreitmaß (Ø) sollte auf 10 mm gerundet werden.		

6.3.6.4 Sofern erforderlich, sollte die zeitliche Veränderung der Konsistenz des Betons überwacht werden.

ANMERKUNG Bei längeren Betoniervorgängen ist ein Mindestsetzmaß von 100 mm 4 Stunden nach dem Mischen üblich.

6.3.6.5 In Fällen, in denen die Betonzusammensetzung und die Zielwerte nach Tabellen 3 und 4 keine Mischung hoher Dichte ermöglichen, dürfen Zementgehalt und Konsistenz angepasst werden.

6.3.6.6 Beton, der als Pumpbeton oder Unterwasserbeton (Konsistenz $\text{Ø} \geq 560$ mm oder $H \geq 180$ mm) eingebracht wird, darf ohne Anwendung eines Fließmittels hergestellt werden.

6.3.7 Herstellung des Betons

6.3.7.1 Die Herstellung des Betons sowie die Konformität und die Produktionskontrolle müssen mit EN 206-1 übereinstimmen.

ANMERKUNG Es darf sowohl Transportbeton als auch Baustellenbeton verwendet werden.

6.3.7.2 Eine nachträgliche Wasserzugabe ist nicht zulässig, es sei denn, sie ist für das korrekte Einmischen von Zusatzstoffen und Zusatzmitteln unmittelbar vor dem Einbringen des Betons erforderlich. Hierbei ist der vorgeschriebene Wasserzementwert einzuhalten.

6.3.8 Probenahme und Prüfung auf der Baustelle

6.3.8.1 Alle Probenahmen und Prüfungen des Frischbetons auf der Baustelle müssen mit EN 13670 und den bautechnischen Unterlagen übereinstimmen.

ANMERKUNG 1 Die Konformitätskontrolle zur Bestätigung, dass die Eigenschaften des Betons mit der Projektspezifikation übereinstimmen, gehört zu den Aufgaben des Herstellers (siehe EN 206-1).

ANMERKUNG 2 In besonderen Fällen können zusätzliche Probenahmen am Ort der Betonannahme auf der Baustelle unmittelbar vor dem Einbringen zur Prüfung der Betoneigenschaften erforderlich sein (z. B. für Spitzendruckpfähle auf Fels, Einzelbohrpfähle, hohe Biegebeanspruchungen oder wenn der Beton nicht nach einem zertifizierten Qualitätssicherungssystem hergestellt wird).

6.3.8.2 Die Mindestanzahl der Probezylinder oder Probewürfel für eine Probe beträgt drei.

6.3.8.3 Wird der Beton nicht nach einem zertifizierten Qualitätssicherungssystem hergestellt, ist die Betonprobenahme wie folgt auszuführen:

- je eine Probe von den ersten drei Bohrpfählen der Baustelle;
- je eine Probe für jeweils fünf folgende Bohrpfähle (bzw. für jeweils 15 Bohrpfähle, wenn die Betonmenge je Pfahl 4 m³ oder geringer ist);
- zwei zusätzliche Proben nach Arbeitsunterbrechungen länger als sieben Tage;
- mindestens eine Probe für je 75 m³ Beton, die an einem Tag eingebracht werden; und
- mindestens eine Probe für jeden Bohrpfahl, für den wegen der Betonspannungen eine Festigkeitsklasse C35/45 und höher erreicht werden muss.

6.3.8.4 Wenn der Beton nicht nach einem zertifizierten Qualitätssicherungssystem hergestellt wird, ist die charakteristische Druckfestigkeit für jede Probe an mindestens einem Probekörper im Alter von sieben Tagen und an mindestens einem Probekörper im Alter von 28 Tagen zu bestimmen (siehe Anmerkung).

ANMERKUNG Für jede Probe ist mindestens ein Probekörper aufzuheben, bis die Übereinstimmung der Betondruckfestigkeit mit den Anforderungen an Probekörpern, die im Alter von 28 Tagen zu prüfen sind, beurteilt wurde.

6.3.8.5 Wenn der Beton nach einem durchgängigen, zertifizierten Qualitätssicherungssystem hergestellt wird, dürfen abweichende Prüfanforderungen für die Baustelle festgelegt werden.

6.3.8.6 Die Anzahl der Prüfungen der Konsistenz, der Betontemperatur und der Verarbeitbarkeitszeit muss den bautechnischen Unterlagen entsprechen.

ANMERKUNG Hinweise hierzu sind in Anhang B, Tabellen B.1 bis B.4 angegeben.

6.3.8.7 Die Aufzeichnungen aller Betonprüfungen sind aufzubewahren. Die Ergebnisse sind im Betonierprotokoll zu vermerken.

6.4 Verpressmörtel

6.4.1 Sofern keine entsprechenden Europäischen Normen vorliegen, sind Zement-Bentonit-Mörtel oder andere Verpressmörtel in Übereinstimmung mit den entsprechenden nationalen Normen und/oder den am Ort der Verwendung geltenden Bestimmungen herzustellen, nachzubehandeln und zu kontrollieren.

ANMERKUNG Die Anforderungen der drei Europäischen Normen für Einpressmörtel für Spannglieder, d. h. EN 445, EN 446 und EN 447, sind nicht auf diese Norm anwendbar.

6.4.2 Die Zusammensetzung des Verpressmörtels, die Verpresstechnik und die Verfahrensweise sind entsprechend dem Zweck (z. B. äußere Verpressung von Betonfertigteilen, Sohl- oder Mantelverpressung) und den Baugrundverhältnissen zu planen, durchzuführen und zu dokumentieren.

6.4.3 Bei der Wahl des Zements für eine Verpressung gegen den Baugrund ist bekannten oder möglicherweise vorhandenen aggressiven Stoffen Rechnung zu tragen.

6.4.4 Der Wasserzementwert sollte den tatsächlichen Baugrundverhältnissen angepasst werden.

ANMERKUNG Die Wasserzementwerte liegen gewöhnlich zwischen 0,40 und 0,55 oder auch darüber, wenn dies als erforderlich erachtet wird.

6.4.5 Für die Herstellung pumpbarer Verpressmischungen mit geringer Wasserabgabe dürfen Zusatzmittel verwendet werden.

6.5 Bewehrung

6.5.1 Die in Bohrpfählen verwendete Bewehrung muss den maßgebenden Europäischen Normen, dieser Norm und den bautechnischen Unterlagen entsprechen.

6.5.2 Die in Bohrpfählen verwendeten Bewehrungskörbe müssen EN 10080 entsprechen.

6.5.3 Die in Bohrpfählen verwendeten Stahleinbauteile müssen EN 10025-2, EN 10210 (alle Teile), EN 10219 (alle Teile), EN 10248 (alle Teile), EN 10249 (alle Teile) und EN 13670, soweit zutreffend, entsprechen.

ANMERKUNG Es dürfen verschiedene Arten von Stahleinbauteilen verwendet werden, z. B. kaltgeformte oder warmgewalzte Spundwandprofile oder tragende Stahlhohlprofile usw..

6.5.4 Andere Materialien als Stahl, z. B. Glasfasern, dürfen als Bewehrung verwendet werden, sofern ihre Eignung nachgewiesen wurde und sie den Anforderungen der bautechnischen Unterlagen entsprechen.

6.5.5 In Bohrpfählen dürfen Metalleinbauteile, z. B. Rohre für Prüfzwecke, aus galvanisiertem Stahl oder solchen Metallen, bei denen die Gefahr von elektrostatischen Wirkungen und einer damit verbundenen elektrochemischen Korrosion der Bewehrung besteht, nicht verwendet werden, sofern nicht besondere Schutzvorkehrungen getroffen werden.

ANMERKUNG Elektrostatische Wirkungen können auch Stützflüssigkeiten nachteilig beeinflussen, z. B. durch Bildung einer Bentonitschicht in Bentonitsuspensionen oder von spinnennetzförmigen Strukturen in Polymerlösungen, die ein erfolgreiches Betonieren verhindern können.

6.6 Weitere Einbauteile

6.6.1 Einbauteile (z. B. Rohre, Instrumentierungen) müssen den maßgebenden Europäischen Normen entsprechen.

6.6.2 Sofern keine maßgebenden Europäischen Normen zur Verfügung stehen, müssen die Einbauteile nationalen Normen und/oder den Vorgaben des Herstellers entsprechen.

7 Hinweise zu Entwurf und Bemessung

7.1 Allgemeines

7.1.1 Die dem Entwurf und der Bemessung von Bohrpfählen zu Grunde zu legenden Europäischen Normen sind EN 1990, EN 1991 (alle Teile), EN 1992 (alle Teile), EN 1993 (alle Teile), EN 1994 (alle Teile), EN 1997 (alle Teile) und EN 1998 (alle Teile). Abschnitt 7 betrifft Sachverhalte, welche sich aus der Herstellung von Bohrpfählen ergeben und auf deren Entwurf und Bemessung auswirken können.

7.1.2 Bei dem Entwurf und der Bemessung von Bohrpfählen sind die in 8.1 angegebenen Herstellungstoleranzen sowie die in Abschnitt 8 festgelegten Ausführungsbedingungen zu berücksichtigen.

ANMERKUNG Zum Beispiel ist die Exzentrizität der auf den Pfahlkopf aufgebrachten Kräfte als die Summe der horizontalen und vertikalen Toleranzen zwischen der Arbeitsebene und der Kapphöhe zu bestimmen.

7.1.3 In aggressiven Böden und/oder aggressivem Grundwasser ist ausreichender Schutz z. B. durch die Betonrezeptur oder eine bleibende Hülse vorzusehen.

ANMERKUNG 1 Bei kontaminierten Böden und Wässern sind zusätzliche Risiken möglich (z. B. Schwermetalle, die verzögern oder die Porenstruktur im Betongefüge verändern).

ANMERKUNG 2 Bei besonders stark angreifendem Grundwasser oder Boden ist es möglich, dass durch die Betonrezeptur allein kein ausreichender Schutz erzielt wird.

ANMERKUNG 3 Ein zuverlässiger Schutz des Frischbetons gegen Grundwasserströmung, die zu Auswaschungen führen kann, kann durch eine bleibende Verrohrung oder Hülse erreicht werden.

7.1.4 Die Auswirkung des Einbaus einer bleibenden Verrohrung auf das Ziehen der vorübergehenden Verrohrung und/oder auf die Mantelreibung sollte bei der Bemessung berücksichtigt werden.

ANMERKUNG Durch die Verwendung von Hülssen kann die Mantelreibung beeinflusst werden und deren Wert daher als unsicher gelten.

7.1.5 Ein Bohrfahl darf als unbewehrtes Betonelement entworfen und bemessen werden, wenn

- der Bohrfahl in Übereinstimmung mit 7.1.6 und 7.1.8 eine Pfahlkopfbewehrung erhält, und
- die Bemessungswerte der Einwirkungen und/oder die Einwirkungen aus Baubetrieb und/oder die Einwirkungen aus dem Untergrund nur Druckspannungen im Bohrfahl erzeugen.

7.1.6 Zur Aufnahme unplanmäßiger Lasten (z. B. solcher aus dem gesamten Baubetrieb) müssen unbewehrte Pfähle eine Pfahlkopfbewehrung erhalten.

ANMERKUNG Fußaufweitungen erhalten üblicherweise keine zusätzliche Bewehrung, die stärker dimensioniert ist als dies für den Schaft erforderlich ist.

7.1.7 In weichen oder lockeren Böden sollten Bohrfähle über die entsprechende Länge bewehrt werden.

ANMERKUNG Beispiele für die Eigenschaften von weichem oder lockerem Boden (z. B. Kohäsion von weichem Ton, Lagerungsdichte und Spitzenwiderstand von lockerem Sand) sind EN 1997-2 zu entnehmen.

7.1.8 Wenn aufgrund der Bemessung keine Bewehrung erforderlich ist, sollten Anschlusseisen oder ein anderes Mittel im Pfahlkopf angeordnet werden, um die Mitte des Pfahles zu kennzeichnen.

ANMERKUNG 1 Bohrfähle mit Kopferweiterung werden in der Regel mit Anschlusseisen im Pfahlkopf hergestellt.

ANMERKUNG 2 Wenn die Betonierhöhe zu tief liegt und/oder nach dem Kappen sind Anschlusseisen nicht zur Kennzeichnung der Bohrfahlmitte geeignet.

7.1.9 Sofern in den bautechnischen Unterlagen erlaubt, dürfen Bewehrungskörbe nach dem Betonieren eingebracht werden.

ANMERKUNG Eine besonders robuste und steife Ausbildung der Bewehrungskörbe kann erforderlich sein.

7.2 Bohrfahlwände

7.2.1 Bei der Bemessung von Bohrfahlwänden sollten nur die bewehrten Pfähle berücksichtigt werden.

ANMERKUNG Bei überschnittenen Bohrfahlwänden sind in der Regel die vorlaufenden Pfähle (Primärpfähle) über ihre gesamte Länge unbewehrt; die nachlaufenden Pfähle (Sekundärpfähle) sind bewehrt und werden nach den angrenzenden vorlaufenden unbewehrten Pfählen hergestellt.

7.2.2 An die geometrischen Herstellungstoleranzen bei Pfahlwänden können höhere Anforderungen gestellt werden, als in 8.2 angegeben ist, insbesondere wenn Dichtigkeit gegen Wasser oder Boden erforderlich ist.

7.2.3 Die Neigung, der Abstand, die maximalen geometrischen Herstellungstoleranzen, die Überschneidung und die Anforderungen an die Wasserundurchlässigkeit der Fugen sind in den bautechnischen Unterlagen festzulegen.

7.3 Bodenaushub

7.3.1 Wenn Bohrfähle in eine tragende Schicht oder in Fels einzubinden sind, sind in der Bemessung die Form, die Mindesteinbindetiefe und die geforderten Baugrundeigenschaften im Einbindebereich anzugeben.

7.3.2 Wenn die Baugrundverhältnisse von den bautechnischen Unterlagen abweichen, ist der Entwurfsverfasser zu benachrichtigen und es sind angemessene Maßnahmen zu treffen.

7.3.3 Auf Druck beanspruchte Bohrpfähle dürfen nicht auf Hindernissen gegründet werden, es sei denn,

- eine ausreichende Tragfähigkeit ist nachgewiesen, sowie
- ein vollflächiger Sitz und
- ein ähnliches Verformungsverhalten wie das der Nachbarpfähle können erreicht werden.

7.3.4 Wenn Bohrpfähle vor dem Erreichen der planmäßigen Gründungstiefe auf ein undurchdringbares Hindernis treffen, ist der Entwurf auf verfügbare Kenntnisse über das Hindernis hin zu überarbeiten.

ANMERKUNG In solchen Fällen können zusätzliche Bohrpfähle oder Ersatzbohrpfähle mit einem gleichwertigen Tragverhalten erforderlich sein.

7.3.5 Fuß- oder Schaftaufweitungen sind nur zu planen, wenn die vorgesehene geometrische Form in kontrollierbarer Weise ausgeführt und mit geeigneten Mitteln überprüft werden kann.

7.3.6 Fußaufweitungen dürfen nicht in instabilen Böden vorgeschrieben werden, wie:

- lockeren Sanden;
- gleichförmigen Sanden im Grundwasser oder
- weichen oder empfindlichen Tonen.

7.3.7 Schaftaufweitungen sind nur bei vertikalen Pfählen in standfestem Baugrund erlaubt.

7.4 Betonfertigteile

7.4.1 Entwurf, Bemessung, Ausführung und Überwachung von Betonfertigteilen müssen mit EN 1992 (alle Teile) und EN 12794 übereinstimmen.

7.4.2 Die Bemessung muss die Handhabung, den Transport und den Einbau berücksichtigen; jegliche Einschränkungen sind auf den Fertigteilen zu vermerken.

7.4.3 Die Betondeckung muss den Anforderungen für die jeweilige Expositionsklasse entsprechen.

7.4.4 Die Haftspannung zwischen dem äußeren Verpressgut und dem Betonfertigteile ist nachzuweisen.

7.5 Bewehrung

7.5.1 Allgemeines

7.5.1.1 Die Bemessung der Anschlusseisen oder Dübel zur Verbindung mit dem aufgehenden Bauwerk muss EN 1992 (alle Teile) entsprechen.

7.5.1.2 Ein Abrostungszuschlag ist beim Entwurf vorzusehen, wenn ein Stahlrohr oder eine bleibende Verrohrung als Konstruktionsteil verwendet wird, es sei denn, ein Korrosionsschutz ist bereits natürlich vorhanden oder die ganze Oberfläche wird durch eine ausreichende Überdeckung aus Beton oder Verpressmörtel oder durch andere Maßnahmen vor Korrosion geschützt.

7.5.1.3 Alle Maßnahmen zur Aussteifung der Bewehrungskörbe sollten in den Ausführungszeichnungen dargestellt werden.

7.5.1.4 Die Übergreifungsstöße der Bewehrungsstäbe sollten nicht in der Nähe des Bereiches der maximalen Biegebeanspruchung liegen.

7.5.2 Längsbewehrung

7.5.2.1 Wenn eine Bentonit-, Ton- oder Polymersuspension als Stützflüssigkeit verwendet wird, darf als Längsbewehrung nur Rippenstahl eingesetzt werden.

7.5.2.2 Bei bewehrten Pfählen muss die Längsbewehrung den Mindestwerten der Tabelle 5 entsprechen, sofern durch die Bemessung nichts anderes festgelegt ist.

Tabelle 5 — Mindestlängsbewehrung

Nennquerschnitt des Bohrfahles A_C	Querschnittsfläche der Längsbewehrung A_S
$A_C \leq 0,5 \text{ m}^2$	$A_S \geq 0,5 \% A_C$
$0,5 \text{ m}^2 < A_C \leq 1,0 \text{ m}^2$	$A_S \geq 0,0025 \text{ m}^2$
$A_C > 1,0 \text{ m}^2$	$A_S \geq 0,25 \% A_C$

7.5.2.3 Als Längsbewehrung für bewehrte Bohrpfähle sind mindestens vier Stäbe mit 12 mm Durchmesser anzusetzen.

7.5.2.4 Für Schlitzwandelemente muss der Mindestdurchmesser der Stäbe 12 mm betragen, und es sind mindestens drei Stäbe je Meter an jeder Längsseite des Bewehrungskorbes zu verwenden.

7.5.2.5 Der Abstand zwischen den Längsstäben sollte stets möglichst groß gewählt werden, um ein einwandfreies Fließen des Betons zu ermöglichen, sollte jedoch 400 mm nicht überschreiten.

7.5.2.6 Der lichte horizontale Abstand zwischen den Längsstäben oder Stabbündeln einer Lage darf 100 mm nicht unterschreiten.

7.5.2.7 Vorausgesetzt, dass das Größtkorn der Gesteinskörnungen 20 mm nicht übersteigt, darf der lichte horizontale Abstand zwischen den Längsstäben oder Bündeln einer Lage im Bereich der Stöße auf 80 mm verringert werden.

7.5.2.8 Mehrlagige Längsbewehrungen sollten so weit wie möglich vermieden werden.

7.5.2.9 Bei mehrlagiger Längsbewehrung

- müssen die Stäbe der Lagen radial hintereinander liegen und
- muss der kleinste lichte Abstand zwischen den Stäben verschiedener Lagen größer als der 2fache Stabdurchmesser oder das 1,5fache des Größtkorns der Gesteinskörnungen sein, wobei der größere Wert maßgebend ist.

7.5.2.10 Bei Bohrpfählen mit Kreisquerschnitt sollten unsymmetrische Bewehrungskörbe vermieden werden.

ANMERKUNG Wenn Längsbewehrungstäbe nicht gleiche Abstände haben, sind zur Lagesicherung des Bewehrungskorbes beim Einbau und während des Betonierens besondere Maßnahmen erforderlich.

7.5.3 Querbewehrung

7.5.3.1 Die Durchmesser der Querbewehrung sollten Tabelle 6 entsprechen.

Tabelle 6 — Empfohlene Durchmesser der Querbewehrung

Querbewehrung	Durchmesser der Querbewehrung
Rechteckige und runde Bügel oder Wendelbewehrung	≥ 6 mm und \geq ein Viertel des Größtdurchmessers der Längsbewehrung
Stäbe von Baustahlmatten als Querbewehrung	≥ 5 mm
ANMERKUNG Werden Flachstähe als Querbewehrung verwendet, ist eine Mindestdicke von 3 mm üblich.	

7.5.3.2 Der lichte Abstand der Querbewehrung darf nicht kleiner sein, als in 7.5.2 für die Längsbewehrung gefordert.

7.5.3.3 Längsstäbe oder Längsstabbündel, die in Ecken eines Bewehrungskorbes angeordnet sind, sollten durch Querbewehrung gehalten werden.

7.5.3.4 Aussteifungsringe oder andere Versteifungen des Bewehrungskorbes dürfen nur dann als Querbewehrung angesehen werden, wenn sie ausreichend mit den Längsstäben verbunden sind.

7.6 Rohre und Stahlprofile als Bewehrung

7.6.1 Die Bemessung von Rohren oder Stahlprofilen als Spezialbewehrung muss mit EN 1992 (alle Teile), EN 1993 (alle Teile) oder EN 1994 (alle Teile), soweit zutreffend, übereinstimmen.

7.6.2 Um die Lage der Spezialbewehrung zur Bohrpfahlachse und die richtige Betondeckung auf ganzer Länge einzuhalten, ist eine Einbauanweisung aufzustellen.

7.6.3 Die Haftspannung zwischen dem äußeren Verpressgut und dem Stahlprofil oder dem Rohr ist nachzuweisen.

7.7 Mindest- und Nennbetondeckung

7.7.1 Die Mindestbetondeckung muss hinsichtlich der Expositionsklassen und des Verbundes EN 1992 (alle Teile) entsprechen.

7.7.2 Die Mindestbetondeckung hinsichtlich der Ausführung darf nicht kleiner sein als

- 75 mm bei Schlitzwandelementen,
- 60 mm bei Pfählen mit $D > 0,6$ m oder
- 50 mm bei Pfählen mit $D \leq 0,6$ m.

ANMERKUNG Die Mindestbetondeckung ist für die Ausführung mit Bezug auf Zielwerte festgelegt, nicht mit Bezug auf die Ausführungstoleranzen (um sicherzustellen, dass der Beton unbehindert fließt). Daher entspricht die Nennbetondeckung entweder der Mindestbetondeckung hinsichtlich der Expositionsklasse und des Verbundes oder der Mindestbetondeckung hinsichtlich der Ausführung, wobei der größere Wert maßgebend ist.

7.7.3 Die Mindestbetondeckung hinsichtlich der Ausführung sollte auf 75 mm vergrößert werden:

- bei unverrohrten Pfählen in weichem Baugrund;
- bei Unterwasserbeton mit 32 mm Größtkorn der Gesteinskörnung;

- bei Verwendung von Silikastaub als Zementersatz;
- wenn die Bewehrung nachträglich in den frischen Beton eingebracht wird; oder
- bei unebener Oberfläche der Bohrlochwände.

7.7.4 Die Mindestbetondeckung hinsichtlich der Ausführung darf bei bleibender Verrohrung oder Hülsen auf 40 mm in Bezug auf deren äußere Oberfläche verringert werden.

7.7.5 Abstandhalter sind zu verwenden, um das unbehinderte Fließen des Betons, die mittige Lage des Bewehrungskorbes und die erforderliche Betondeckung einzuhalten, es sei denn die Lage und die Betondeckung werden auf andere Weise sicher gestellt.

ANMERKUNG Abstandhalter können vertikale Rohre oder einzelne (flächige, rollenförmige usw.) Bauteile sein.

7.7.6 Abstandhalter sind aus dauerhaftem Material auszubilden, welches weder

- die Korrosion der Bewehrung fördert noch
- zum Abplatzen der Betondeckung führt.

7.7.7 Flächige metallische Abstandhalter sind erlaubt.

ANMERKUNG Üblich sind Abstandhalter aus Beton oder Kunststoff.

7.7.8 Bei unverrohrten Bohrungen muss die Größe der einzelnen Abstandhalter den Baugrundbedingungen angepasst sein, so dass beim Einführen der Bewehrung in die Bohrung kein Nachbruch aus der Bohrlochwand verursacht wird.

8 Ausführung

8.1 Herstellungstoleranzen

8.1.1 Geometrische Toleranzen

8.1.1.1 Sofern in den bautechnischen Unterlagen nicht anders festgelegt, sind Bohrpfähle innerhalb folgender geometrischer Toleranzen herzustellen:

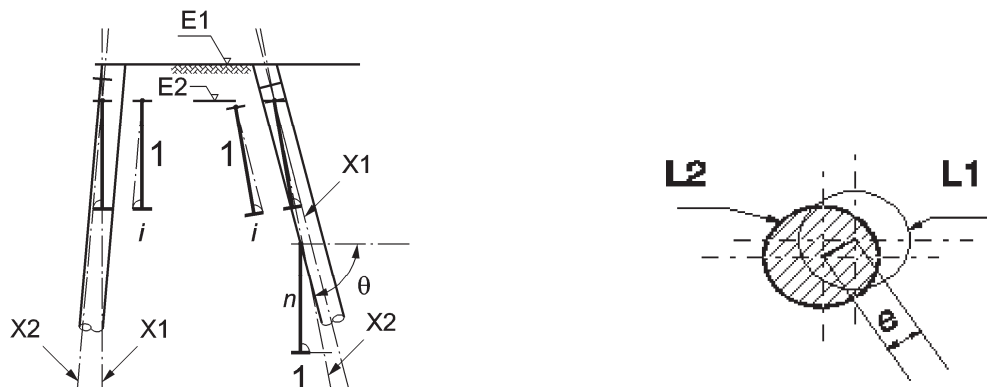
- a) Lageabweichungen des Ansatzpunktes von vertikalen und geneigten Pfählen in Höhe der Arbeitsebene:
 - 1) $e \leq e_{\max} = 0,10$ m für Bohrpfähle mit D oder $W \leq 1,0$ m;
 - 2) $e \leq e_{\max} = 0,1 \times D$ für Bohrpfähle mit $1,0 \text{ m} < D$ oder $W \leq 1,5$ m;
 - 3) $e \leq e_{\max} = 0,15$ m für Bohrpfähle mit D oder $W > 1,5$ m;
- b) Neigungsabweichung vertikaler Pfähle oder Pfähle mit einer Neigung $n \geq 15$ ($\theta \geq 86^\circ$):
 - 1) $i \leq i_{\max} = 0,02$ ($\cong 0,02$ m/m);
- c) Neigungsabweichung schräger Pfähle mit einer Neigung $4 \leq n < 15$ ($76^\circ \leq \theta < 86^\circ$):
 - 1) $i \leq i_{\max} = 0,04$ ($\cong 0,04$ m/m);

d) Abweichung der Mitte von Aufweitungen zur Pfahlachse:

$$1) \quad e \leq e_{\max} = 0,1 \times D \text{ (oder } W).$$

(siehe Bild 8).

ANMERKUNG Zur Bestimmung der Herstellungsabweichungen wird als Pfahlmitte am Pfahlkopf der Schwerpunkt der Längsbewehrung betrachtet.



a) Vertikaler Pfahl

b) Geneigter Pfahl

c) Abweichung im Grundriss

Legende

- E1 Arbeitsebene
- E2 Kaphöhe
- X1 planmäßige Pfahlachse
- X2 hergestellte Pfahlachse
- i* Tangens des Winkels der Neigungsabweichung (zwischen der planmäßigen und der hergestellten Pfahlachse)
- n* Neigung der planmäßigen Pfahlachse gegen die Horizontale
- θ Neigungswinkel der planmäßigen Pfahlachse gegen die Horizontale
- L1 planmäßige Lage
- L2 hergestellte Lage
- e* Lageabweichung in der Höhe der Arbeitsebene

Bild 8 — Bezeichnungen der geometrischen Herstellungsabweichungen

8.1.1.2 Wenn andere Herstellungstoleranzen als die angegebenen auf Grund

- konstruktiver Anforderungen,
 - der Baugrundverhältnisse,
 - des verfügbaren Pfahlbohrgerätes oder
 - einer sehr tief liegenden Kappebene
- gefordert oder erlaubt sind, sind sie vor Beginn der Bauarbeiten zu vereinbaren.

8.1.2 Toleranzen für den Einbau von Bewehrungskörben

Sofern nicht anders festgelegt, muss die Höhe des oberen Endes des Bewehrungskorbes nach dem Betonieren eine maximale Abweichung von $\pm 0,15$ m zum planmäßigen Wert einhalten.

8.1.3 Toleranzen für das Kappen

Sofern nicht anders festgelegt, sind die Bohrpfähle so abzuspitzen bzw. zu kappen, dass eine Arbeitsfuge mit maximalen Abweichungen $+0,04$ m/ $-0,07$ m zur vorgesehenen Kapphöhe gebildet wird.

8.2 Aushub

8.2.1 Allgemeines

8.2.1.1 Bei der Herstellung von Bohrpfählen ist dafür zu sorgen, dass Wasser und/oder Boden nicht unkontrolliert in das Bohrloch eindringt.

ANMERKUNG 1 Ein Eindringen von Wasser und/oder Boden könnte z. B. folgendes verursachen:

- eine Störung oder Auflockerung der tragfähigen Schicht oder des angrenzenden Baugrundes;
- den Verlust der Stützung benachbarter Gründungen durch Bodenentzug;
- instabile Hohlräume neben dem Bohrpfahl;
- Schäden am Frischbeton im Bohrpfahl oder an kürzlich hergestellten, benachbarten Bohrpfählen;
- Hohlräume im Schaft während des Betonierens;
- Auswaschen von Zement.

ANMERKUNG 2 Diese Risiken bestehen besonders in:

- lockeren rolligen Böden;
- weichen bindigen Böden oder
- wechselhaftem Baugrund und;
- artesischem Grundwasser.

8.2.1.2 In Böden, die zum Fließen neigen, oder deren Struktur zusammenbrechen könnte, ist eine Stützung vorzusehen, um die Standfestigkeit des Bohrloches aufrechtzuerhalten und unkontrolliertes Eindringen von Boden und Wasser in das Bohrloch zu verhindern.

ANMERKUNG Gebräuchliche Verfahren zur Stützung des Bohrloches sind:

- Verrohrung,
- Stützflüssigkeit,
- bodengefüllte Gänge bei durchgehenden Bohrschnecken.

8.2.1.3 Die Pfähle sind so tief abzuteufen, bis sie

- die als tragend eingestufte Schicht oder
- die vorgesehene Gründungstiefe

erreichen, und sie sind so tief einzubinden, wie es in der Bemessung gefordert ist.

8.2.1.4 In Fällen von

- ungünstiger Schichtung der tragenden Bodenschichten,
- Gründung auf Fels oder
- geneigter Oberfläche der tragfähigen Schicht

ist die Bohrung bis zum vollflächigen Aufsitzen des Fußes auf der vorgesehenen tragenden Schicht auszuführen.

8.2.1.5 Im Falle einer geneigten Felsoberfläche sollte die Pfahlsole so weit waagrecht ausgeglichen werden, dass der Bohrpfahlfuß ausreichend gehalten ist und nicht abrutschen kann.

ANMERKUNG 1 Bei steiler Felsoberfläche oder ungünstiger Schichtung kann es nötig sein, tiefer auszuheben oder den Pfahlfuß mit Dübeln anzuschließen.

ANMERKUNG 2 Es kann erforderlich sein, eine Verrohrung bis zu vollem Kontakt und dichtem Anschluss an den Fels niederzubringen.

8.2.1.6 Wenn die Baugrundverhältnisse von den vorausgesetzten abweichen, sind die Festlegungen des Entwurfs und der Bemessung zu überprüfen.

ANMERKUNG Vor der Fortsetzung der Arbeiten können zusätzliche Maßnahmen erforderlich sein.

8.2.1.7 Fertiggestellte Bohrlöcher dürfen nur so lange offen bleiben wie es für

- die Reinigung und/oder Entsandung,
- die verschiedenen Überprüfungen und, falls erforderlich,
- den Einbau der Bewehrung nötig ist.

8.2.1.8 Wenn Pfähle in einem Baugrund hergestellt werden, dessen Zustand sich zeitabhängig verschlechtern kann, und es nicht möglich ist, den Bohrpfahl bis zum Ende des Arbeitstages fertigzustellen, darf eine Resttiefe von

- mindestens dem zweifachen Schaftdurchmesser aber
- nicht weniger als 1,5 m

erst am folgenden Arbeitstag unmittelbar vor dem Betonieren ausgehoben werden.

8.2.1.9 Wenn eine Bohrung vor Erreichen der planmäßigen Gründungstiefe auf ein unüberwindliches Hindernis stößt, ist die Festlegung der Bemessung zu überprüfen.

ANMERKUNG Vor der Fortsetzung der Arbeiten können zusätzliche Maßnahmen erforderlich sein (siehe 7.3.3 und 7.3.4).

8.2.1.10 Sprengungen:

- zur Beseitigung von Hindernissen oder
- zum Einbinden von Pfählen in Fels

sind nur erlaubt, wenn benachbarte Bohrpfähle oder Gebäude dadurch nicht beschädigt werden.

8.2.1.11 Die Reihenfolge der Bohrpfahlherstellung ist so zu wählen, dass Schäden an benachbarten Bohrpfählen vermieden werden.

8.2.1.12 Der Achsabstand von Bohrpfählen, die innerhalb von vier Stunden hergestellt werden, sollte mindestens den 4fachen Wert für D oder W , mindestens jedoch 2 m, betragen.

8.2.1.13 Gestörter Boden, Bohrschmant oder anderes Material, das das Tragverhalten des Pfahles beeinträchtigen könnte, ist vor dem Betonieren von der Sohle zu entfernen (Reinigen der Sohle).

8.2.2 Bohrverfahren und Bohrwerkzeuge

8.2.2.1 Bohrpfähle können in einem diskontinuierlichen oder kontinuierlichen Verfahren ausgehoben werden.

ANMERKUNG 1 Bohrwerkzeuge für diskontinuierliche Verfahren sind z. B. Greifer, Schappen, Schnecken, Bohreimer, Kernbohrer und Meißel (siehe Bilder A.1 c) bis f));

ANMERKUNG 2 Werkzeuge für kontinuierliche Verfahren sind z. B. Bohrschnecken, sowie drehend oder schlagend arbeitende Bohrwerkzeuge in Verbindung mit Schneckenförderung oder Spülverfahren zur Bodenförderung (siehe Bilder A.2 bis A.4).

8.2.2.2 Es kann erforderlich sein, die Bohrlochwand zu stützen durch:

- eine vorübergehende oder bleibende Verrohrung;
- Stützflüssigkeit; oder
- die bodengefüllten Gänge einer durchgehenden Bohrschnecke.

8.2.2.3 Die Art des Bohrwerkzeugs muss:

- den jeweiligen Boden- und Gesteinsarten, den Grundwasser- und den Umgebungsbedingungen angepasst sein;
- so ausgewählt werden, dass Auflockerungen um den Pfahl herum und unter der Pfahlsohle vermieden werden; sowie
- einen schnellen Bohrfortschritt ermöglichen.

8.2.2.4 Wenn Wasser oder Stützflüssigkeit im Bohrloch steht, darf die Auswahl und die Handhabung der Bohrwerkzeuge die Standfestigkeit des Bohrloches nicht gefährden.

8.2.2.5 Die Ziehgeschwindigkeit und der Durchmesser der Bohrwerkzeuge sind dem Bohrloch und dem Durchmesser der Verrohrung anzupassen.

ANMERKUNG Tritt zum Beispiel eine Kolbenwirkung mit negativem Einfluss auf die Standfestigkeit der Bohrlochwände auf, ist die Ziehgeschwindigkeit des Bohrwerkzeuges entsprechend anzupassen.

8.2.2.6 Es kann nötig sein, das Bohrverfahren oder das eingesetzte Bohrwerkzeug zu wechseln, um den Anforderungen zu genügen.

8.2.2.7 Für das Reinigen der Sohle dürfen andere Bohrwerkzeuge und/oder andere Bohrverfahren als für den Aushub verwendet werden.

8.2.3 Verrohrtes Bohren

8.2.3.1 Schrägpfähle mit einer Neigung $n \leq 15$ ($\theta \leq 86^\circ$) sind über ihre ganze Länge zu verrohren, es sei denn, es kann nachgewiesen werden, dass unverrohrte Bohrlöcher standfest sind (siehe Bild 4).

8.2.3.2 Verrohrungen dürfen während des Aushubs eingebracht werden mit Hilfe von

- oszillierend oder
- drehend arbeitenden Geräten

oder vor dem Aushub

- durch Rammen oder
- durch Rüttler oder ähnliche Geräte.

8.2.3.3 Einbauverfahren mit Verrohrungen müssen das einwandfreie Niederbringen und, wenn die Verrohrung nicht im Boden verbleibt, das anschließende Ziehen während oder nach dem Betonieren erlauben.

8.2.3.4 Hierzu müssen

- Verrohrungen kreisrund und ohne nennenswerte Verformungen in Längs- oder Querrichtung sein,
- Verrohrungen auf den Außendruck und die Kräfte beim Einbringen und Ziehen bemessen sein,
- temporäre Verrohrungen innen frei von signifikanten Vorsprüngen oder anhaftendem Beton sein,
- müssen Rohrverbindungen die Längskräfte und die Torsionsmomente ohne wesentliches Spiel übertragen können.

8.2.3.5 Wenn ein Schneidring am Fußende der Verrohrung nach außen übersteht, sollte der Überstand so klein wie möglich gehalten werden, aber ausreichend groß sein, um die Verrohrung einwandfrei niederbringen und wieder ziehen zu können (siehe Bild A.1 b)).

8.2.3.6 Wenn ein Bohrpfahl

- in durchlässigem Baugrund unterhalb des Grundwasserspiegels oder
- bei Untergrundverhältnissen mit artesisch gespanntem Grundwasser

gebohrt wird, ist innerhalb der Verrohrung ein Überdruck durch Wasser oder eine andere geeignete Flüssigkeit mit mindestens 1,0 m Spiegeldifferenz zum höchsten Grundwasserstand zu erzeugen und so lange aufrecht zu halten, bis der Bohrpfahl betoniert ist.

8.2.3.7 Der Überdruck darf

- bei ausreichendem Voreilmaß der Verrohrung oder
- während des Betonierens bei ausreichend hoher Frischbetonsäule im Rohr

reduziert werden.

8.2.3.8 Vorausgesetzt, dass eine wasserführende Bodenschicht in Boden mit geringer Durchlässigkeit oder in geschichtetem Boden mit dünnen durchlässigen Schichten sicher durch Voreilen der Verrohrung abgesperrt werden kann, darf der Aushub unterhalb des Grundwasserspiegels unter trockenen Bedingungen durchgeführt werden.

8.2.3.9 Während des trockenen Aushubs in solchen Böden sind zusätzliche Überprüfungen vorzunehmen und im Falle des Eindringens von Wasser ist der Aushub unter Wasserüberdruck durchzuführen.

8.2.3.10 Bei nicht standfesten Bohrlöchern muss die Verrohrung dem Aushub voreilen.

8.2.3.11 Das Voreilmaß gegenüber dem Aushub ist den Boden- und Grundwasserverhältnissen anzupassen.

ANMERKUNG Das Voreilen der Verrohrung kann erforderlich sein, um das Eindringen von Boden und Störungen unter dem Pfahlfuß, die das Tragverhalten beeinträchtigen können, zu vermeiden („Nachbrechen der Bohrlochwand“, „Bodeneintrieb“).

8.2.3.12 Das Voreilmaß oder der innere Überdruck ist zu vergrößern, wenn Sohleinbruch zu befürchten ist.

8.2.3.13 Vorübergehende Verrohrungen dürfen nur in vorher ausgehobene und mittels Flüssigkeit gestützte Bohrlöcher eingebracht werden, wenn besondere Vorkehrungen getroffen wurden, um die Verunreinigung des Betons durch die Stützflüssigkeit zu verhindern.

ANMERKUNG Anderenfalls könnten sich außerhalb der Verrohrung „Taschen“ mit eingeschlossener Stützflüssigkeit bilden, die während des Einbringens den Beton verunreinigen könnten.

8.2.3.14 Sofern erforderlich, sollte sichergestellt werden, dass während des Aushubs keine Hohlräume außerhalb der Verrohrung auftreten.

ANMERKUNG 1 Wenn zum Beispiel instabile Schichten unter Wasser unterhalb einer geringdurchlässigen Bodenschicht vorhanden sind, kann es erforderlich sein, vor dem Betonieren kleinkalibrige Bohrungen längs neben der Verrohrung zu bohren, um zu prüfen, ob Hohlräume außerhalb der Verrohrung vorhanden sind.

ANMERKUNG 2 Hohlräume außerhalb der Verrohrung können die Unversehrtheit des betonierten Pfahles beim Ziehen der Verrohrung gefährden („Einschnürung“). Auflockerungszonen können sich auch nach oben fortpflanzen und ein Absacken der Geländeoberfläche verursachen.

8.2.4 Aushub unter Stützflüssigkeit

8.2.4.1 Die Eigenschaften der Stützflüssigkeit müssen 6.2 entsprechen.

8.2.4.2 Die Stützflüssigkeit muss ganz oder teilweise ausgetauscht werden, wenn eine der Eigenschaften der Stützflüssigkeit von denen der Tabelle 2 abweicht.

8.2.4.3 Stützflüssigkeit, die beim Ausheben oder beim Betonieren wiedergewonnen wurde, darf nach geeigneter Aufbereitung erneut verwendet werden.

8.2.4.4 Der obere Abschnitt des Bohrloches bzw. des Schlitzes ist durch ein Leitrohr bzw. eine Leitwand zu schützen:

- um die Bohrwerkzeuge zu führen;
- um ein Nachbrechen des oberen lockeren Bodens zu vermeiden sowie
- aus Gründen der Arbeitssicherheit.

8.2.4.5 Der Spiegel der Stützflüssigkeit muss so hoch liegen, dass jederzeit ausreichender Überdruck vorhanden ist, um die Standfestigkeit der Bohrlochwand aufrechtzuerhalten und um ein Eindringen von Bodenteilchen in das Bohrloch zu verhindern.

8.2.4.6 Während des Aushubs und des Betonierens ist der Spiegel der Stützflüssigkeit zu jeder Zeit

- innerhalb des Leitrohres oder der Leitwände und
- mindestens 1,5 m über dem Grundwasserspiegel zu halten.

ANMERKUNG Unter besonderen Umständen (z. B. bei lockeren Sanden oder weichen Böden, siehe 6.2.1.3) kann es erforderlich sein, den Spiegel der Stützflüssigkeit zu erhöhen.

8.2.4.7 Die Höhe des Spiegels der Stützflüssigkeit darf verringert werden, wenn hierfür Erfahrungen oder Berechnungen vorliegen.

8.2.4.8 Ein angemessener Vorrat an Stützflüssigkeit ist ständig vorzuhalten, der für den normalen Verbrauch sowie zum Ausgleich möglicher Verluste im Baugrund reichen muss.

ANMERKUNG Bei plötzlichem Verlust von Stützflüssigkeit kann es nötig werden, das Bohrloch zu verfüllen.

8.2.4.9 Die Arbeitsgeschwindigkeit des Bohrwerkzeuges ist zu kontrollieren und, wenn nötig, anzupassen, um eine Kolbenwirkung zu vermeiden, welche die Standfestigkeit beim Aushub beeinträchtigen kann.

8.2.4.10 Bohrlochstützung mittels Stützflüssigkeit sollte nicht für Schrägpfähle mit einer Neigung von $n \leq 15$ ($\theta \leq 86^\circ$) verwendet werden, außer, es werden besondere Vorkehrungen zum Einbringen der Bewehrung und des Betons getroffen.

8.2.5 Bohren mit durchgehender Bohrschnecke

8.2.5.1 Pfähle dürfen ohne andere Stützung der Bohrlochwände hergestellt werden, wenn eine durchgehende Bohrschnecke so verwendet wird, dass die Standfestigkeit des Bohrloches durch das Material auf den Schneckengängen erhalten bleibt.

8.2.5.2 Bohrpfähle mit durchgehender Bohrschnecke dürfen nicht mit einer Neigung von $n \leq 10$ ($\theta \leq 84^\circ$) hergestellt werden, außer es werden besondere Vorkehrungen getroffen, um die Richtung der Bohrung und die richtige Lage der Bewehrung einzuhalten.

8.2.5.3 Bohrungen mit durchgehenden Bohrschnecken sind in einem möglichst kurzen Zeitraum und mit der geringstmöglichen Anzahl an Umdrehungen der Schnecke abzuteufen, um die Auswirkungen auf den umgebenden Boden zu minimieren.

8.2.5.4 Wenn instabile Bodenschichten mit einer Mächtigkeit von mehr als dem Pfahldurchmesser angetroffen werden, ist die Machbarkeit des Herstellungsverfahrens vor Beginn der Bauausführung durch Probepfähle oder örtliche Erfahrungen nachzuweisen.

ANMERKUNG 1 Als instabil sind anzusehen:

- gleichförmige, nichtbindige Böden ($D_{60}/D_{10} < 1,5$) unter dem Grundwasserspiegel;
- lockere nichtbindige Böden mit einer Lagerungsdichte $I_D < 0,3$ oder mit entsprechend niedrigen Ergebnissen aus Pressiometersondierungen;
- Tone hoher Empfindlichkeit;
- weiche bindige Böden mit einer typischen undränierten Scherfestigkeit $c_u < 15$ kPa.

ANMERKUNG 2 Gleichförmige, nichtbindige Böden mit $1,5 < D_{60}/D_{10} < 3,0$ unter dem Grundwasserspiegel können empfindlich sein.

ANMERKUNG 3 Bei der Korngröße D_n sind n % (Massenanteil) der Körner kleiner als die jeweilige Korngröße, z. B. D_{10} , D_{60} .

8.2.5.5 Während des Bohrens sind Vorschub und Drehgeschwindigkeit der Bohrschnecke den Bodenverhältnissen anzupassen und die Bodenförderung ist so einzuschränken, dass

- die seitliche Standfestigkeit der Bohrlochwand erhalten und
- ein Mehraushub minimiert wird.

8.2.5.6 Hierzu muss das Pfahlbohrgerät über ein ausreichendes Drehmoment und über ausreichende Zug- und Einbringkraft verfügen.

8.2.5.7 Die Ganghöhe der Bohrschnecke muss über ihre ganze Länge konstant sein.

8.2.5.8 Das Seelenrohr der durchgehenden Bohrschnecke muss verschlossen werden können, um während des Bohrens Eindringen von Boden und Einfließen von Wasser zu verhindern.

8.2.5.9 Nach Erreichen der erforderlichen Tiefe darf die Bohrschnecke nur aus dem Bohrloch gezogen werden, wenn

- der aufsteigende Beton den umgebenden Baugrund stabilisiert oder
- der umgebende Baugrund dabei standfest bleibt.

8.2.5.10 Wenn ein Pfahl nicht fertiggestellt werden kann und die Bohrschnecke herausgezogen werden muss, so ist sie beim Ziehen rückwärts zu drehen und das Bohrloch ist mit Boden oder Stützflüssigkeit zu verfüllen.

8.2.6 Ungestütztes Bohren

8.2.6.1 Aushub ohne Stützung der Bohrlochwand ist bei Baugrundverhältnissen erlaubt, die beim Bohren standfest bleiben und kein Einbrechen von Bodenmaterial erwarten lassen.

8.2.6.2 Vor Beginn der Arbeiten ist die Standsicherheit von ungestützten Bohrungen durch Probepfähle oder vergleichbare Erfahrung nachzuweisen.

8.2.6.3 Der obere Bereich des Bohrloches ist durch ein Leitrohr zu schützen, es sei denn

- der Aushub wird in standfestem Boden ausgeführt und
- der Durchmesser D ist kleiner als 0,6 m.

8.2.6.4 Pfähle mit einer Neigung von $n \leq 15$ ($\vartheta \leq 86^\circ$) dürfen nicht ohne Stützung des Bohrloches hergestellt werden, sondern sind über die ganze Länge zu verrohren, außer es kann nachgewiesen werden, dass das Bohrloch standfest bleibt, beispielsweise in steifplastischen oder halbfesten bindigen Böden oder in Fels.

8.2.6.5 Wenn ungestützte Bohrungen nichtstandfeste Bodenschichten durchfahren, ist dieser Abschnitt der Aushubstrecke zu stützen.

8.2.7 Querschnittsaufweitungen

8.2.7.1 Die richtige Herstellung einer Aufweitung erfordert

- eine standfeste Bohrung (sofern erforderlich, unter Verwendung einer Stützflüssigkeit) und
- eine vollständige Auffüllung mit einwandfreiem Beton.

8.2.7.2 Aufweitungen sollten mit mechanischen Bohrwerkzeugen hergestellt werden, die eine Kontrolle ihrer Arbeitsweise von der Oberfläche aus erlauben.

8.3 Bewehrung

8.3.1 Allgemeines

8.3.1.1 Bewehrungsstahl muss vor Verschmutzung geschützt gelagert werden und beim Einbau und Betonieren

- sauber und
- frei von losem Rost und loser Walzhaut sein.

8.3.1.2 Bewehrungskörbe sind so aufzuhängen oder aufzustellen und auszusteifen, dass ihre richtige Lage während des Betonierens erhalten bleibt.

8.3.1.3 Wenn Schrägpfähle unverroht hergestellt werden, sind geeignete Verfahrensweisen für den Einbau und die Lagekontrolle der Bewehrung anzuwenden.

8.3.2 Bewehrungsstöße

8.3.2.1 Stöße von Bewehrungsstäben müssen

- eine vollständige Kraftübertragung im Stoß eines jeden Stabes ermöglichen und
- so ausgebildet werden, dass keine nachteilige Verformung der Bewehrung während der Herstellung des Bohrpfahles auftritt.

8.3.2.2 Verbindungen zwischen Abschnitten von Bewehrungskörben können zusätzliche Befestigungsmittel erfordern (z. B. Klemmen oder Heftschweißung).

8.3.2.3 Bewehrungsstäbe dürfen nicht in oder in der Nähe von Biegungen geschweißt werden.

8.3.2.4 Punktschweißung ist im Rahmen der Bestimmungen für den verwendeten Stahl erlaubt.

8.3.3 Biegen der Bewehrung

8.3.3.1 Wenn die Anschlussbewehrung am Pfahlkopf gebogen werden muss, darf der innere Biegeradius nicht kleiner sein als in EN 1992 (alle Teile) festgelegt.

8.3.3.2 Die Bewehrung darf bei Temperaturen unter 5 °C nur nach vorheriger Genehmigung gebogen werden.

8.3.3.3 Vor dem Biegen darf die Bewehrung auf eine Temperatur nicht über 100 °C erwärmt werden.

8.3.4 Herstellung der Bewehrungskörbe

8.3.4.1 Die Bewehrungskörbe und die Verbindungen der Stäbe untereinander sind so auszuführen, dass

- die Körbe ohne bleibende Verformungen angehoben und eingebaut werden können und
- alle Bewehrungsstäbe in der richtigen Lage verbleiben.

8.3.4.2 Die Querbewehrung muss

- die Längsstäbe eng umschließen und
- an diese angebunden oder
- auf andere Weise an diesen befestigt sein.

8.3.4.3 Wo Verbindungen erforderlich sind, sind sie auszuführen mit

- Bindedraht;
- Klammern oder durch
- Schweißung.

8.3.4.4 Zusätzliche Verstärkungen können erforderlich sein, wie

- Aussteifungsringe und/oder
- Laschen und/oder
- Diagonalaussteifungen.

8.3.5 Abstandhalter

8.3.5.1 Abstandhalter sind symmetrisch am Korb anzuordnen mit

- mindestens drei Stück je Querschnitt,
- Längsabständen von höchstens 3,0 m und
- ausreichendem Spiel zur inneren Wand der Verrohrung oder zum Bohrloch, um sicheres Einbringen zu ermöglichen und Beschädigung der Bohrlochwand zu vermeiden.

ANMERKUNG Bei Schlitzwandelementen ist es üblich, mindestens zwei Abstandhalter je Querschnitt an jeder Längsseite des Bewehrungskorbes anzuordnen.

8.3.5.2 Die Anzahl der Abstandhalter sollte erhöht werden

- für Pfähle mit einem Durchmesser $D \geq 1,2$ m und
- für Schrägpfähle.

8.3.6 Einbau der Bewehrung

8.3.6.1 Die Bewehrung ist möglichst bald nach dem Reinigen des Bohrloches einzubauen.

8.3.6.2 Beim Einbau der Bewehrung ist dafür zu sorgen, dass sie die richtige Lage zur Pfahlachse und über ihre ganze Länge die richtige Betondeckung erhält.

8.3.6.3 Während des Betonierens ist die Bewehrung in richtiger Höhenlage zu halten, um die geplante Anschlusslänge über der Kapphöhe zu erreichen.

8.3.6.4 Die Bewehrung darf nach dem Betonieren eingebracht werden, wenn das Verfahren unter den gleichen Baugrundverhältnissen erprobt ist.

8.3.6.5 Das nachträgliche Einbringen der Bewehrung muss unverzüglich nach dem Betonieren ausgeführt werden.

8.3.6.6 Wenn Bewehrungskörbe nach dem Betonieren eingebracht werden, kann es nötig sein, sie mit geeigneten Mitteln in ihrer Lage zu halten.

8.3.6.7 Das nachträgliche Einbringen darf durch leichtes Rütteln unterstützt werden, auch darf die Bewehrung eingezogen werden.

8.4 Betonieren und Kappen

8.4.1 Allgemeines

8.4.1.1 Der verwendete Beton muss den Anforderungen dieser Norm entsprechen (siehe 6.3).

8.4.1.2 Die Pause zwischen der Fertigstellung des Bohrloches und dem Beginn des Betonierens ist so kurz wie möglich zu halten.

8.4.1.3 Vor dem Betonieren ist die Sauberkeit des Bohrloches zu prüfen.

8.4.1.4 Wenn das Bohrloch eine Stützflüssigkeit enthält, sind deren Eigenschaften vor dem Betonieren zu überprüfen (siehe 6.2).

ANMERKUNG 1 Im Bohrloch stehendes Wasser kann eine nennenswerte Menge Feinsand oder Schluff in Schwebelagen halten, die sich in der Pause vor dem Betonieren auf der Bohrlochsohle absetzen kann. Reinigen oder Austauschen des Wassers kann nötig sein.

ANMERKUNG 2 Bei Pfählen mit Fußaufweitungen besteht verstärkt die Möglichkeit, dass Stützflüssigkeit eingeschlossen wird oder sich der Beton entmischt.

8.4.1.5 Das Reinigen von Fußaufweitungen muss besonders sorgfältig ausgeführt werden.

8.4.1.6 Fußaufweitungen sind in einem Zug ohne Unterbrechung zu betonieren.

8.4.1.7 Das Bohrloch ist teilweise oder vollständig so mit Beton zu füllen, dass ein durchgehend monolithischer Betonschaft ohne Fehlstellen mit dem vollen Querschnitt auf ganzer Länge entsteht.

8.4.1.8 Um die Beschaffenheit des Bohrpfahles nicht zu beeinträchtigen, darf weder Boden noch Flüssigkeit oder anderes Fremdmaterial den Beton verunreinigen.

8.4.1.9 Während des gesamten Betoniervorganges muss eine ausreichende Betonzufuhr sichergestellt sein, um einen kontrollierten, durchgängigen Einbau zu ermöglichen.

8.4.1.10 Beim Festlegen der Verarbeitbarkeitszeit des Betons sollte Vorsorge für mögliche Unterbrechungen bei der Anlieferung und für die für die zum Einbringen benötigte Zeit getroffen werden.

8.4.1.11 Innenrüttelung zur Verdichtung des eingebrachten Betons ist nicht zulässig.

ANMERKUNG Unter trockenen Bedingungen sind bestimmte Werte des Ausbreitmaßes erforderlich (siehe Tabelle 4).

8.4.1.12 Es sind Vorkehrungen dagegen zu treffen, dass die Feinteile des Betons von fließendem Grundwasser aus der Pfahlmantelfläche ausgewaschen werden.

8.4.1.13 Der Beton ist so einzubringen, dass ein Entmischen vermieden wird.

8.4.1.14 In instabilen Böden (siehe 8.2.5.4) kann es nötig sein, den frischen Beton in einem Teilbereich oder auf ganzer Pfahllänge durch verlorene Hülsen oder verbleibende Verrohrungen einzufassen.

8.4.1.15 Während des Betonierens sind das eingebrachte Volumen und die Höhe des Betonspiegels im Bohrloch zu messen und aufzuzeichnen.

8.4.1.16 Verfahren und Häufigkeit der Messungen und des Aufzeichnens sind auf die Abmessungen und den Typ des Bohrpfahles abzustimmen und vor Beginn der Bauarbeiten zu vereinbaren.

8.4.1.17 Die Höhe des Betonspiegels ist mindestens einmal

- nach jeder Betoncharge oder
 - vor oder nach dem Ziehen einer vorübergehenden Verrohrung
- zu überprüfen.

8.4.1.18 Für Pfähle mit einem Durchmesser $< 0,6$ m kann es ausreichen, das Betonieren der ersten zehn Pfähle einer Baustelle und danach nur noch eines bestimmten Prozentsatzes der übrigen Pfähle aufzuzeichnen.

8.4.1.19 Die Höhe der Frischbetonsäule über der Kapphöhe sollte vergrößert werden, wenn

- die Kapphöhe tief unter der Arbeitsebene liegt,
- der Beton unter Wasser eingebracht wird oder
- eine vorübergehende Verrohrung wieder gezogen wird.

8.4.1.20 Bei einer Umgebungstemperatur unter 3 °C mit fallender Tendenz sind die Köpfe frisch betonierter Bohrpfähle gegen Frost zu schützen.

8.4.1.21 Wenn die endgültige Betonierhöhe unter der Arbeitsebene liegt, sollte der Frischbeton gegen Verunreinigung durch Nachfall von oben durch

- Betonieren über die Kapphöhe hinaus,
- Verfüllen des leeren Bohrloches mit geeignetem Material oder
- Belassen von Stützflüssigkeit im offenen Bohrloch bis zum Erstarren des Betons geschützt werden.

8.4.2 Betonieren im Trockenen

8.4.2.1 Betonieren im Trockenen darf nicht durchgeführt werden, wenn auf der Bohrlochsohle Wasser steht.

8.4.2.2 Unmittelbar vor dem Einbringen ist dies zu überprüfen.

8.4.2.3 Der Beton ist mit Hilfe eines Trichters und eines Schüttrohres vertikal in der Mitte des Bohrloches so einzubringen, dass er weder

- gegen die Bewehrung bzw. gegen die Bohrlochwand prallt noch
- frei in das Bohrloch fällt, sich entmischt oder verunreinigt wird.

ANMERKUNG Der größte Außendurchmesser des Schüttrohres einschließlich seiner Kupplungen entspricht in der Regel maximal dem 0,6fachen der inneren Breite des Bewehrungskorbes.

8.4.2.4 Die Innenfläche des Schüttrohres muss glatt sein, um einen freien Fluss des Betons zu ermöglichen. Der Innendurchmesser des Schüttrohres darf nicht kleiner als das Achtfache des Größtkorns der Gesteinskörnung sein.

8.4.2.5 Vor dem Gebrauch ist das Schüttrohr von verkrustetem Beton oder Mörtelresten zu säubern.

8.4.3 Betonieren unter Wasser oder Suspension

8.4.3.1 Es darf nur betoniert werden, wenn die Eigenschaften der Suspension ausreichend sind (siehe Tabelle 2).

ANMERKUNG Sonst ist die Suspension zusätzlich aufzubereiten oder auszutauschen.

8.4.3.2 Um die Vermischung von Beton und Bentonit zu verhindern, sollte die Steiggeschwindigkeit des Betons mindestens 3 m/h betragen.

ANMERKUNG Die Differenz der Fließwiderstände von Beton und Bentonitsuspensionen steigt mit zunehmendem Geschwindigkeitsgradienten.

8.4.3.3 Wenn Beton unter Wasser oder einer Stützflüssigkeit einzubringen ist, ist die Konsistenz nach Tabelle 4 zu wählen und ein Kontraktorrohr ist zu verwenden.

ANMERKUNG 1 Das Kontraktorrohr dient vor allem dazu, während des Einbringens des Betons dessen Entmischung oder Verunreinigung durch die Flüssigkeit im Bohrloch zu verhindern.

ANMERKUNG 2 Die Betoneinbringung mit dem Kontraktorrohr ist das allgemein übliche Verfahren. Andere Verfahren sind auch akzeptabel, wenn sie geprüft und Referenzen vorhanden sind.

ANMERKUNG 3 Das Kontraktorrohr kann eine Betonpumpleitung sein.

8.4.3.4 Das Kontraktorrohr muss einschließlich der Kupplungen wasserdicht sein.

8.4.3.5 Es muss am oberen Ende mit einem Einfülltrichter versehen sein, der den Frischbeton aufnimmt und das Verschütten von Beton verhindert, der sonst frei in das Bohrloch fallen, sich entmischen oder verunreinigt werden könnte.

8.4.3.6 Das Kontraktorrohr muss für den ungehinderten Fluss des Betons glatt sein und einen gleichbleibenden Innendurchmesser haben, der mindestens

- dem Sechsfachen des Größtkorns der Gesteinskörnung entspricht oder
- 150 mm beträgt,

wobei der größere Wert maßgebend ist.

8.4.3.7 Die äußere Form und die Abmessungen des Kontraktorrohres müssen auch an den Kupplungen dessen freie Bewegung im Bewehrungskorb erlauben.

8.4.3.8 Der größte Außendurchmesser des Kontraktorrohres sollte auch im Bereich der Kupplungen nicht größer sein als

- das 0,35fache des Pfahldurchmessers D oder des Innendurchmessers der Verrohrung;
- das 0,6fache des Innendurchmessers des Bewehrungskorbes für Pfähle und
- das 0,8fache des Innendurchmessers des Bewehrungskorbes für Schlitzwandelemente.

8.4.3.9 Vor dem Gebrauch ist das Kontraktorrohr von verkrustetem Beton oder Mörtelresten zu säubern.

8.4.3.10 Das Kontraktorrohr hat beim Beginn des Betonierens bis zur Bohrlochsohle zu reichen.

8.4.3.11 Vor Betonierbeginn ist ein Stopfen aus geeignetem Material in das Kontraktorrohr einzubringen, um eine Vermischung des Betons mit Flüssigkeit im Kontraktorrohr zu verhindern.

8.4.3.12 Als erste Charge darf eine Mischung mit erhöhtem Zementgehalt oder eine Füllung Zementmörtel verwendet werden, um das Kontraktorrohr gleitfähig zu machen.

8.4.3.13 Um den ersten Beton austreten zu lassen, ist das Kontraktorrohr leicht, jedoch nicht mehr als seinem Innendurchmesser entsprechend, anzuheben. Der ganze Pfahlfuß ist darauf zügig auszufüllen, damit kein Beton eingeschlossen wird, der sich bei Beginn des Austretens entmischen haben könnte.

8.4.3.14 Beim weiteren Betonieren ist das Kontraktorrohr entsprechend dem Ansteigen der Betonsäule zu ziehen.

8.4.3.15 Das Kontraktorrohr muss ständig in zuvor eingebrachten, nicht abgebundenen und verarbeitbaren Beton eintauchen und darf vor dem Ende des Betonierens nicht aus dem Beton herausgezogen werden.

8.4.3.16 Das Kontraktorrohr sollte mindestens 1,5 m in den Beton eintauchen, besonders wenn Rohrschüsse abgetrennt und Abschnitte der Verrohrung gezogen und abgebaut werden.

8.4.3.17 Bei Bohrpfählen mit einem Durchmesser $D \geq 1,2$ m sollte die Eintauchtiefe mindestens 2,5 m und bei Schlitzwandelementen mindestens 3,0 m sein, besonders dann, wenn zwei oder mehr Kontraktorrohre gleichzeitig eingesetzt werden.

8.4.3.18 Nach Beendigung des Betonierens sollte das Kontraktorrohr nicht zu schnell gezogen werden, da die Sogwirkung zu Mängeln des Bohrpfahles führen kann.

8.4.3.19 Wenn Beton in eine Stützflüssigkeit eingebracht wird, sind unmittelbar vor Betonierbeginn

- eine Probe der Flüssigkeit von der Bohrlochsohle zu nehmen und
- größere Filterkuchenbildungen oder Bohrklein von der Bohrlochsohle zu entfernen.

8.4.3.20 Die Einbringung ist fortzusetzen, bis jeglicher verunreinigte Beton im oberen Teil der Betonsäule über die Kapphöhe aufgestiegen ist.

8.4.3.21 In Fällen, in denen die Kapphöhe unterhalb des Grundwasserspiegels liegt, ist ein Druck auf den frischen Beton aufrechtzuerhalten, der mindestens dem äußeren Grundwasserdruck entspricht.

8.4.4 Ziehen der Verrohrung

8.4.4.1 Das Ziehen einer vorübergehenden Verrohrung darf erst beginnen, wenn die Betonsäule in der Verrohrung ausreichend hoch ist und genügend Überdruck vorhanden ist,

- um das Eindringen von Wasser oder Boden am unteren Ende der Verrohrung zu verhindern und
- um ein Anheben des Bewehrungskorbes zu verhindern.

8.4.4.2 Die Verrohrung ist zu ziehen, solange der Beton noch die erforderliche Verarbeitbarkeit hat.

8.4.4.3 Während des Ziehens muss innerhalb der Verrohrung eine ausreichende Menge und Höhe von Beton verbleiben, um das Gleichgewicht mit dem Außendruck zu halten und um zu erreichen, dass der Ringspalt unter der gezogenen Verrohrung mit Beton gefüllt wird.

8.4.4.4

- Die Betonzufuhr und
- die Geschwindigkeit, mit der die Verrohrung gezogen wird,

sind so abzustimmen, dass kein Boden oder Wasser in den frisch eingebrachten Beton eindringt, selbst dann nicht, wenn durch das Freilegen eines außenliegenden Hohlraumes der Beton plötzlich absackt.

ANMERKUNG Dies ist besonders in lockerem oder weichem Baugrund oder in der Nähe des Pfahlkopfes wichtig.

8.4.4.5 Zusätzlich zu den allgemeinen Anforderungen sind auch die Tiefen der Verrohrung und des Kontraktorrohres aufzuzeichnen.

8.4.5 Bleibende Verrohrung oder Hülsen

8.4.5.1 Die Verwendung einer bleibenden Verrohrung oder von Hülsen kann erforderlich sein, um den Frischbeton im Bohrloch zu halten.

ANMERKUNG Wenn eine verlorene Hülse in eine vorübergehende Verrohrung oder unverrohrte Bohrung eingesetzt wird oder wenn Pfähle mit bleibender Verrohrung hergestellt werden, können außerhalb des Schaftes Hohlräume im Baugrund verbleiben.

8.4.5.2 Wenn Hohlräume im Baugrund, die zu Setzungen benachbarter Bauwerke führen können, bekannt sind oder vermutet werden, sind Maßnahmen zu deren Verfüllung zu treffen.

8.4.6 Betonieren bei Pfahlherstellung mit durchgehender Bohrschnecke

8.4.6.1 Bei Pfählen, die mit einer durchgehenden Bohrschnecke hergestellt werden, darf der Beton direkt durch das Seelenrohr der Bohrschnecke eingebracht werden, wenn dieses am Ende bis zum Beginn des Betonierens verschlossen ist, so dass kein Wasser oder Boden eintreten kann.

8.4.6.2 Wenn die Bohrung die endgültige Tiefe erreicht hat, ist der Beton durch das Seelenrohr einzubringen, um den beim Ziehen der Bohrschnecke entstehenden Hohlraum zu füllen.

8.4.6.3 Wenn der Betonfluss nicht eingeleitet werden kann, ist die Bohrschnecke vollständig aus dem Boden herauszudrehen. Dabei ist das Bohrloch so zu verfüllen, dass keine Hohlräume verbleiben und ein Nachbrechen verhindert wird.

8.4.6.4 Der Pfahl darf anschließend an gleicher Stelle noch einmal gebohrt werden, jedoch mindestens bis zu der vorherigen Tiefe.

8.4.6.5 Während des Betonierens und Herausziehens darf die Bohrschnecke nicht in die entgegengesetzte Richtung wie beim Vortrieb gedreht werden.

ANMERKUNG Die Bohrschnecke darf manchmal mit geringer Geschwindigkeit in die gleiche Richtung wie beim Vortrieb gedreht werden.

8.4.6.6 Während des Betonierens muss der Beton am Fuß der Bohrschnecke unter einem im Vergleich zum äußeren Druck größeren Druck stehen, damit der beim Herausziehen der Bohrschnecke frei werdende Hohlraum sofort und vollständig ausgefüllt wird.

8.4.6.7 Zur Kontrolle der Pfahlkontinuität muss die Überwachung der Pfahlherstellung Folgendes umfassen:

- die Kontrolle der Betonzufuhr und
- des Betondruckes;
- die Ziehgeschwindigkeit und
- die Rotation der Schnecke.

ANMERKUNG Wenn eines der oben genannten Überwachungssysteme während des Betonierens der Pfähle versagt, kann alternativ eine manuelle Kontrolle erforderlich sein.

8.4.6.8 Mit Ausnahme von besonderen Bedingungen ist für ausreichenden Betonnachschub zu sorgen, um den Pfahlquerschnitt zu füllen, bis das untere Ende der Bohrschnecke die Arbeitsebene erreicht hat.

ANMERKUNG Im Allgemeinen ist es nötig, bis zur Arbeitsebene hochzubetonieren, um einen Bewehrungskorb einbringen zu können.

8.4.7 Prepacked-Pfähle

8.4.7.1 Solange keine Europäischen Normen für Prepacked-Pfähle verfügbar sind, sind diese nach dieser Norm und den jeweiligen nationalen Normen und/oder den am Ort der Verwendung geltenden Bestimmungen herzustellen.

8.4.7.2 Vor der Herstellung von Prepacked-Pfählen sind Versuche durchzuführen, um

- die Zusammensetzung, die Fließeigenschaften und die Abbindezeit des Mörtels,
- dessen Ausbreitung im vorher eingebrachten Grobkorngerüst und
- die erforderliche Anzahl und Anordnung der Vermörtelungsrohre

zu bestimmen.

8.4.7.3 Das fertige und gereinigte Bohrloch ist mit sauberem Grobkorn von mindestens 25 mm Korngröße mit offener Struktur und ausreichendem Porenanteil zu füllen, damit eine vollständige Durchdringung mit Mörtel erreicht wird.

8.4.7.4 Die Vermörtelung ist mit Verpressrohren durchzuführen, die anfangs bis zur Pfahlsole reichen.

8.4.7.5 Druck und Fortschritt der Vermörtelung sind so einzustellen, dass die Hohlräume im Korngerüst vollständig mit Vermörtelungsgut verfüllt werden.

8.4.7.6 Wenn die Verpressrohre gleichzeitig mit dem Verpressfortschritt gezogen werden, muss eine ausreichende Eintauchtiefe verbleiben, um eine gleichmäßige Verteilung des Mörtels über den ganzen Querschnitt des Pfahles zu erreichen.

8.4.8 Verlust der Eintauchtiefe des Kontraktorrohres oder der Verrohrung

8.4.8.1 Wenn während des Betonierens das Kontraktorrohr versehentlich aus dem Beton herausgezogen wird, darf nicht weiter betoniert werden, es sei denn,

- der zuvor eingebrachte Beton, in den der frische Beton zugegeben werden muss, hat seine Verarbeitbarkeit behalten;
- das Kontraktorrohr wird wieder ausreichend tief in den zuvor eingebrachten Beton eingetaucht;
- weder Wasser noch Verunreinigungen gelangen in den Beton, der unterhalb der Kapphöhe verbleiben wird.

8.4.8.2 Wenn das Betonieren unter Wasser oder Suspension erfolgt und das Kontraktorrohr aus dem Bohrloch gezogen werden muss, ist sein Ausgang mit einer Dichtung zu versehen, damit sich der Beton nicht mit Bentonitsuspension, Bohrklein oder Wasser vermischt.

8.4.8.3 Andernfalls ist das Betonieren abzubrechen, das Kontraktorrohr zu ziehen und es sind Ersatzmaßnahmen zu treffen, um einen einwandfreien Bohrpfahl herzustellen.

8.4.8.4 Wenn die Verrohrung aus dem Beton gezogen wurde und/oder die Wahrscheinlichkeit besteht, dass Fremdmaterial in den frisch betonierten Pfahlabschnitt eingedrungen ist, ist das Betonieren abzubrechen.

8.4.8.5 Wenn die Bewehrung rechtzeitig geborgen und der Beton ausgebohrt werden kann, darf der Bohrpfahl an der ursprünglichen Stelle wieder hergestellt werden.

8.4.8.6 Die Pfahlausführung darf nach Herstellung einer Arbeitsfuge fortgesetzt werden. Hierzu ist aller Beton von unzureichender Qualität zu entfernen und gesunder Beton über den ganzen Pfahlquerschnitt für eine einwandfreie Anschlussfläche freizulegen.

8.4.8.7 Wenn keine Arbeitsfuge hergestellt werden kann, muss der Bohrpfahl aufgegeben, und das leere Bohrloch oberhalb des Betons mit geeignetem Material verfüllt werden.

8.4.8.8 Wenn das Kontraktorrohr in den Beton neu eingeführt oder wenn eine Arbeitsfuge hergestellt wurde, sollte die Pfahlbeschaffenheit durch eine Integritätsprüfung nachgewiesen werden (siehe auch 9.2.3).

ANMERKUNG Bei Verlust der Eintauchtiefe des Kontraktorrohres ist eine Überprüfung der Mängelfreiheit des Betons erforderlich.

8.4.9 Betonfertigteile und Stahlrohre oder Profile

8.4.9.1 Betonfertigteile oder Stahlrohre und Profile sind im Bohrloch zu zentrieren, damit ein symmetrischer Querschnitt mit ausreichender Mörtel- oder Betondeckung entsteht (siehe 7.7).

8.4.9.2 Der Ringraum um das Bewehrungselement ist von der Sohle her zu verpressen bzw. zu betonieren, es sei denn, für den Aushub wurde eine selbsterhärtende Stützflüssigkeit verwendet.

8.4.9.3 Wenn Bewehrungsrohre mit Beton oder Mörtel gefüllt werden sollen, darf dies nach dem Einsetzen der Rohre erfolgen.

8.4.10 Äußeres Verpressen von Bohrpfählen

8.4.10.1 Mantel- und/oder Fußverpressungen dürfen erst ausgeführt werden, wenn der Ortbeton erstarrt ist.

8.4.10.2 Nur verbleibende Verpressrohre sind erlaubt. Ihre Anordnung ist den zu verpressenden Bereichen und dem Baugrund anzupassen.

8.4.10.3 Eine Fußverpressung kann

- durch an den Bewehrungskörben befestigte Stahlrohre;
 - mit Hilfe einer flexiblen Zelle (siehe Bild A.5 a)), die mit der Bewehrung eingebracht wird und die Ausbreitung des Verpressgutes über die ganze Aufstandsfläche des Bohrpfahles ermöglicht; oder
 - mit Manschettenrohren, die am Pfahlfuß angeordnet sind (siehe Bild A.5 b));
- durchgeführt werden.

ANMERKUNG Falls die Fußverpressung nicht vor Beginn der Arbeiten geplant wurde, darf sie auch durch Bohrlöcher erfolgen, die nach Erstarren des Betons hergestellt werden.

8.4.10.4 Mantelverpressungen sind mit Verpressrohren auszuführen, die entweder am Bewehrungskorb, am Bewehrungsrohr oder am Betonfertigteil befestigt sind (siehe Bild A.6).

8.4.10.5 Das Verpressen ist mit geeignetem Druck und geeigneten Verpressraten durchzuführen,

- damit sich das Verpressgut über die Kontaktfläche des Pfahles mit dem Baugrund verteilen kann, jedoch
- ein Aufsprengen des umgebenden Baugrundes vermieden wird.

8.4.10.6 Nachdem das zuerst eingebrachte Verpressgut abgebunden hat, dürfen Nachverpressungen durchgeführt werden.

8.4.10.7 Wenn Fuß- und Mantelverpressungen an einem Bohrpfahl ausgeführt werden, ist die Mantelverpressung zuerst auszuführen, es sei denn, anderes wird vor Beginn der Verpressarbeiten vereinbart.

8.4.11 Kappen

8.4.11.1 Da die oberste Zone der Betonsäule nicht die erforderliche Qualität aufweisen kann, ist eine ausreichende Menge Beton in das Bohrloch einzubringen, um sicherzustellen, dass der Beton unterhalb der Kapphöhe die erforderlichen Eigenschaften aufweist.

8.4.11.2 Durch das Kappen ist der verunreinigte und/oder verschmutzte Beton und ein Minimum fehlerfreien Betons oberhalb der Kapphöhe über den gesamten Pfahlquerschnitt zu beseitigen.

8.4.11.3 Das Kappen des Betons auf die vorgesehene Kapphöhe ist mit Geräten und Verfahren durchzuführen, die weder den Beton, die Bewehrung noch möglicherweise in die Pfähle eingebaute Einbauteile beschädigen können.

ANMERKUNG Auf Grund der Gefahr, dass bei Verwendung schweren mechanischen Geräts beim Kappen ausgedehnte Risse verursacht werden können, kann es erforderlich sein, Art und Größe des einzusetzenden Abbruchgerätes zu begrenzen.

8.4.11.4 Sofern möglich, darf ein Teil des Betons oberhalb der vorgesehenen Kapphöhe vor dem Erstarren gekappt werden.

8.4.11.5 Das endgültige Kappen des Betons auf die vorgesehene Kapphöhe darf erst dann durchgeführt werden, wenn der Beton eine ausreichende Festigkeit erreicht hat.

8.4.11.6 Pfahlkanten, die unterhalb der Kapphöhe gebrochen werden, sind sauber zu halten.

ANMERKUNG Pfahlkanten, die unterhalb der Kapphöhe gebrochen werden, dürfen zusammen mit dem Pfahlkopf oder der Pfahlkopfplatte hochbetoniert werden.

8.5 Bohrpfahlwände

8.5.1 Wenn besondere Genauigkeit verlangt wird, sollte zur Einhaltung der Pfahlposition in Höhe der Arbeitsebene eine Schablone aus Stahl oder Beton eingebaut werden.

8.5.2 Bei der Herstellung von überschnittenen Bohrpfahlwänden sollten die Bohrlöcher für die nachlaufenden Pfähle durch vorübergehende Verrohrung gestützt werden.

8.5.3 Wenn nur die nachlaufenden Pfähle bewehrt werden, sollten sie ausgeführt werden, nachdem die unbewehrten Pfähle auf beiden Seiten hergestellt sind.

ANMERKUNG Dies entspricht der üblichen Praxis bei der Ausführung von überschnittenen Bohrpfahlwänden (siehe 7.2.1).

8.5.4 Wenn alle Pfähle bewehrt werden, sind die vorlaufenden Pfähle so auszubilden, dass die Herstellung der nachlaufenden Pfähle nicht behindert wird.

8.5.5 Bei überschnittenen oder tangierenden Pfahlwänden ist die Reihenfolge der Herstellung und die verwendete Betonzusammensetzung so zu wählen, dass der Beton der vorlaufenden Pfähle eine ausreichende Festigkeit für seine Stabilität erreicht hat, aber zum Anschneiden noch nicht zu fest ist.

ANMERKUNG Andernfalls können Fehlstellen (z. B. Lageabweichungen oder Undichtigkeiten) in der Pfahlwand entstehen.

8.5.6 Bei überschnittenen Pfahlwänden dürfen die vorlaufenden Pfähle mit selbsterhärtender Suspension anstelle von Beton hergestellt werden.

9 Aufsicht, Prüfung und Überwachung

9.1 Kontrolle der Ausführung

9.1.1 Die Ausführung jeder Bohrpfahlart erfordert eine sorgfältige Überwachung und Kontrolle der Arbeiten.

ANMERKUNG 1 Dies schließt die Überwachung und die festgelegte Kontrolle der angrenzenden baulichen Anlagen ein.

ANMERKUNG 2 Nach EN 13670 ist das Ziel der Überwachung und der Überprüfung der Arbeiten, zu prüfen, ob ein Bauwerk in Übereinstimmung mit den bautechnischen Unterlagen fertiggestellt wird. Die Überwachung betrifft die Verifizierung der Konformität der Eigenschaften der zu verwendenden Bauprodukte und Baustoffe ebenso wie auf die Kontrolle der Bauausführung.

ANMERKUNG 3 Abschnitt 9 dieser Norm enthält die zusätzlichen Bestimmungen, die bei der Erstellung der bautechnischen Unterlagen für die Aufsicht, Kontrolle und Prüfung von Bohrpfählen zu berücksichtigen sind.

9.1.2 Die Kontrolle der Ausführung muss mit der Projektspezifikation übereinstimmen sowie EN 1997-1, EN 13670 und dieser Norm entsprechen.

ANMERKUNG Beispiele für die Einzelheiten und Häufigkeiten der Überwachung sind den Tabellen B.1 bis B.4 (Anhang B) zu entnehmen.

9.1.3 Die folgenden Aspekte sind während der verschiedenen Bauphasen zu überwachen und zu kontrollieren:

a) Vorbereitende Arbeiten vor der Aushubphase:

- 1) Lage der Bohrpfähle;
- 2) Baustoffe;
- 3) Bewehrungskörbe (Maße, Zusammenbau und Länge) und andere einzubauende Bauteile;

b) Herstellung der Bohrpfähle:

- 1) Aushubverfahren (Werkzeuge und Ausrüstung), Abmessungen und Tiefe;
- 2) Ausführung des Aushubs (sofern zutreffend: Höhe und Eigenschaften der Stützflüssigkeit, Einbau von Verrohrungen, Ausführung der Pfahlfußeinbindungen und -aufweitungen usw.);
- 3) Reinigen des Bohrloches;
- 4) Einbau (Tiefe, Lage) der Bewehrungskörbe oder anderer Einbauteile (z. B. Betonfertigteile oder Stahlbauteile);
- 5) Betonieren (Betoneigenschaften, Betoneinbau: Menge, Dauer, Aufstieg und endgültige Höhe, Ziehen des Kontraktorrohres usw.);
- 6) nach dem Betonieren (Ziehen von vorübergehenden Verrohrungen, Verpressen von Schaft und/oder Fuß einschließlich Eigenschaften des Verpressmörtels usw.).

ANMERKUNG 1 Nicht alle Punkte sind auf jede Bohrfahlart anwendbar.

ANMERKUNG 2 Andere Punkte können von Bedeutung sein (z. B. Baugrundbedingungen und Grundwasserspiegel, Hindernisse, besondere Vorkommnisse).

ANMERKUNG 3 Die Kontrollen schließen die Dauer der verschiedenen Ausführungsphasen (Aushub, Betonieren, Einbau der Bewehrung usw.) ein.

9.1.4 Die Prüfung der Baustoffe muss den bautechnischen Unterlagen und der vorliegenden Norm (siehe z. B. 6.3.7, 6.3.8 und 9.1.3) entsprechen.

9.1.5 Jede Unstimmigkeit ist entsprechend den Festlegungen der Projektspezifikation aufzuzeigen.

9.1.6 Während des Aushubs ist das Verhalten des Baugrundes zu beobachten und alle unvorhergesehenen Änderungen oder Merkmale, die für die Pfahleigenschaften von Bedeutung sind, sind entsprechend den Festlegungen der Projektspezifikation aufzuzeigen.

9.2 Versuche an Bohrpfählen

9.2.1 Allgemeines

Die Anwendung von Belastungsversuchen an Pfählen (siehe 3.29 bis 3.32) und Integritätsprüfungen (siehe 3.24) müssen EN 1997-1 und der vorliegenden Norm entsprechen.

ANMERKUNG 1 Belastungsversuche an Pfählen werden üblicherweise durchgeführt, um die Reaktion eines repräsentativen Pfahles und des angrenzenden Baugrundes auf Einwirkungen sowohl hinsichtlich der Setzung als auch der Grenztragfähigkeit zu bestimmen und umfassen:

- statische Belastungsprüfungen (lastgesteuerte Probelastungen oder weggesteuerte Probelastungen); oder
- dynamische Pfahlversuche.

ANMERKUNG 2 Integritätsprüfungen werden üblicherweise durchgeführt, um die Solidität und die korrekte Ausführung eines Pfahles nachzuweisen. Es werden die akustischen oder die Schwingungseigenschaften des Bohrpfahlbetons gemessen, um das Vorhandensein möglicher Fehlstellen im Pfahlkörper festzustellen.

ANMERKUNG 3 Die Anwendung der verschiedenen Verfahren ist in Tabelle 7 zusammengestellt.

ANMERKUNG 4 Der einzige Versuch, aus dem die Grenzwiderstände unmittelbar abgeleitet werden können, ist die lastgesteuerte Probelastung, sofern die Belastung ausreichend ist und ausreichend lange konstant gehalten wird. Die anderen Versuchsmethoden erfordern eine nachträgliche Interpretation. Durch dynamische Pfahlversuche können die Konsolidierung oder das Kriechen unter Last nicht erfasst werden. Im Versuchsbericht sollten deshalb alle Näherungen deutlich gemacht werden, die in die Ergebnisse eingegangen sind, um das Last-Setzungsverhalten abzuleiten.

Tabelle 7 — Anwendung einiger Versuchsmethoden

Art des Pfahlversuches	Anwendungen		
	Ermittlung der Grenzlast	Ermittlung der Verformung unter Gebrauchslast	Mängelfreiheit (Unversehrtheit)
Lastgesteuerte Probelastung	ja	ja	unter Umständen möglich ^a
Weggesteuerte Probelastung	ja ^a	nur in nichtbindigen Böden und wenn langsam genug	nein
Dynamischer Pfahlversuch	ja ^a	möglich ^a	ja ^a
Ultraschallversuch	nein ^a	nein	ja ^a

^a Interpretationsabhängig.

9.2.2 Probelastungen

9.2.2.1 Probelastungen mit statischer axialer Druckbeanspruchung müssen EN 1997-1, ISO/DIS 22477-1 und den Bestimmungen entsprechen, die am Ort der Verwendung gelten.

ANMERKUNG ISO/DIS 22477-1 für Probelastungen durch statische axiale Belastungen wird zurzeit erarbeitet. Bis zu ihrer Veröffentlichung dürfen die nationalen Normen angewendet werden.

9.2.2.2 Dynamische Probelastungen müssen EN 1997-1 und den Bestimmungen, die am Ort der Verwendung gelten, entsprechen.

ANMERKUNG EN 1997-1 enthält Anforderungen hinsichtlich der Anwendung aller Arten von dynamischen Probelastungen und des Inhalts der Prüfberichte. Solange keine Europäische Norm für die Prüfverfahren vorliegt, dürfen nationale Normen angewendet werden.

9.2.2.3 Der für Probelastungen erstellte Prüfbericht muss EN 1997-1 entsprechen.

ANMERKUNG Die Anforderungen an die Berichterstattung über statische oder dynamische Belastungsversuche und die Form der Versuchsberichte sind in EN 1997-1 enthalten.

9.2.3 Integritätsprüfungen

9.2.3.1 Solange keine Europäische Norm für Integritätsprüfungen vorliegt, müssen diese Prüfungen der vorliegenden Norm (siehe 9.2.3.2), nationalen Normen und/oder den am Verwendungsort geltenden Bestimmungen entsprechen.

ANMERKUNG 1 EN 1997-1 enthält keine Anforderungen zu Integritätsprüfungen.

ANMERKUNG 2 Es gibt zwei Möglichkeiten, die Integrität von Beton zu bestimmen (Ultraschallversuche oder Prüfungen mittels Kernbohrungen).

9.2.3.2 Die Aufzeichnungen über Integritätsprüfungen müssen

- den Grund für diese Prüfungen,
 - Prüfverfahren und Durchführung,
 - die Versuchsergebnisse und
 - die Schlussfolgerungen hinsichtlich der Mängelfreiheit
- enthalten.

10 Aufzeichnungen

10.1 Die Baustellenaufzeichnungen müssen aus zwei Teilen bestehen. Der erste Teil muss die Angaben zur Baustelle und die allgemeinen Angaben enthalten einschließlich Informationen:

- zum Bohrpfahl (Typ, Abmessungen usw.);
- zum Herstellungsverfahren (einschließlich Art des Gerätes) und
- zu den Kennwerten der Bewehrung und des Betons.

Der zweite Teil muss die Einzelangaben zur Herstellung enthalten.

10.2 Der Teil mit den allgemeinen Angaben muss für die verschiedenen Pfahltypen und Herstellungsverfahren ähnlich sein und die in den Tabellen 8 und 9 aufgeführten Daten enthalten.

10.3 Der Teil mit den besonderen Angaben ist auf den Pfahltyp und das Herstellungsverfahren auszurichten und muss die in der Tabelle 10 aufgeführten Daten enthalten.

10.4 Sofern zweckmäßig, dürfen die Angaben als

- einzelne Aufzeichnungen für jeden Pfahl oder
- Sammelaufzeichnungen für mehrere, mit dem gleichen Verfahren hergestellte Pfähle gleichen Typs vorgelegt werden.

10.5 Die Einzelheiten der Aufzeichnungen und die Form der Baustellenberichte sind vor Beginn der Pfahlarbeiten zu vereinbaren.

ANMERKUNG Musterformulare sind im Anhang C (Formulare C.1 bis C.6) enthalten.

Tabelle 8 — Allgemeine Angaben zur Baustelle

	Gegenstand	Erfordernis
1	Lage der Baustelle	X
2	Bezeichnung des Auftrages	X
3	Bauwerk	X
4	Hauptauftragnehmer	(X)
5	Auftragnehmer für die Gründungs-/Pfahlarbeiten	X
6	Bauherr/Auftraggeber	(X)
7	Ingenieur/Entwurfsverfasser	(X)
X erforderliche Angaben.		
(X) Angaben nur, falls zutreffend.		

Tabelle 9 — Allgemeine Angaben zum Verfahren

	Gegenstand	Erfordernis
1	Durchmesser des Pfahlschaftes / Abmessungen des Schlitzwandelementes / Aufweitungen	X
2	Bohrverfahren	X
3	Daten der Stützflüssigkeit	X
4	Reinigungsverfahren	X
5	Bewehrungsdaten	X
6	Betoneigenschaften	X
7	Angaben zum Betoneinbringen	X
X erforderliche Angaben.		

Tabelle 10 — Angaben zur Ausführung

Nr	Gegenstand	Verrohrtes bzw. unverrohrtes Bohren	Flüssigkeitsgestütztes Bohren	Herstellung mit durchgehender Bohrschnecke
1	Identifikation und Lage			
	1.1 Referenznummer des Bohrpfahles	X	X	X
	1.2 Tiefe des Bohrpfahles	X	X	X
	1.3 Abweichung von der Lage	X	X	X
	1.4 Abweichung von der Neigung	X	X	X
2	Angaben zur Ausführung			
	2.1 Bohrzeiten	X	X	X
	2.2 Unterbrechungen der Bohrarbeiten	X	X	X
	2.3 Beseitigen von Hindernissen	X	X	—
	2.4 vorübergehende/verbleibende Verrohrung	X	—	—
	2.5 Tiefe der Verrohrung	X	—	—
	2.6 Leitrohr/Leitwand	—	X	(X)
	2.7 Tiefe des Leitrohres	—	X	(X)
	2.8 Reinigung	X	X	—
	2.9 Ziehen der Verrohrung	X	—	—
	2.10 Ziehen des Leitrohres	—	X	(X)
	2.11 Verfüllen der Leerbohrung	X	X	X
3	Baugrundbedingungen			
	3.1 Baugrundprofil	X	X	(X)
	3.2 Grundwasserspiegel	X	X	(X)
4	Stützflüssigkeit			
	4.1 Eigenschaften	—	X	—
	4.2 Eigenschaften bei Wiederverwendung	—	X	—
5	Angaben zum Betonieren			
	5.1 Betonieren			
	5.2 im Trockenen/unter Wasser	X	X	—
	5.3 Dauer	X	X	X
	5.4 Unterbrechungen	X	X	X
	5.5 Volumen	X	X	X
	5.6 Druck	—	—	X
	5.7 Baustellenversuche	X	X	X
6	Bewehrung			
	6.1 Länge	X	X	X
	6.2 Aufhängung	X	X	X
	6.3 Einbauzeit	X	X	X

Tabelle 10 (fortgesetzt)

Nr	Gegenstand	Verrohrtes bzw. unverrohrtes Bohren	Flüssigkeits-gestütztes Bohren	Herstellung mit durchgehender Bohrschnecke
7	Betonfertigteile			
	7.1 Typ und Einzelheiten	X	X	—
	7.2 Einbau	X	X	—
	7.3 äußeres Verpressen	X	X	—
	7.4 Eigenschaften der selbsterhärtenden Suspension	X	X	—
	7.5 Aufhängung	X	X	—
	7.6 Betondeckung	X	X	—
8	Äußeres Verpressen			
	8.1 Einzelheiten der Verpressrohre/ des Hohlkörpers	X	X	(X)
	8.2 Eigenschaften des Verpressgutes	X	X	(X)
	8.3 Verpressvorgang	X	X	(X)
9	Prepacked-Pfähle			
	9.1 Einzelheiten der Gesteinskörnungen	X	—	—
	9.2 Einzelheiten des Verpresssystems		—	—
	9.3 Eigenschaften des Verpressgutes	X	—	—
	9.4 Verpressvorgang	X	—	—
10	Mantel- und Fußverpressungen			
	10.1 Verpressbereich	X	X	X
	10.2 Einzelheiten des Verpresssystems	X	X	X
	10.3 Eigenschaften des Verpressgutes	X	X	X
	10.4 Verpressvorgang	X	X	X
X	erforderliche Angaben.			
(X)	Angaben nur falls zutreffend.			
—	nicht zutreffend.			

11 Besondere Anforderungen

11.1 Sofern keine entsprechenden Europäischen Normen vorliegen, sind bei der Ausführung von Pfahlarbeiten hinsichtlich

- der Baustellensicherheit,
- der Sicherheit der Arbeitsverfahren,
- der Zulässigkeit manueller Arbeiten sowie Überwachungen und Inspektionen in Bohrlöchern und
- der Betriebssicherheit der Pfahlgeräte, der Hilfseinrichtungen und Werkzeuge

die nationalen Normen, Festlegungen oder gesetzlichen Bestimmungen zu beachten.

11.2 Bohrgeräte müssen EN 791 und EN 996 entsprechen.

11.3 Besondere Aufmerksamkeit ist zu widmen:

- allen Arbeitsgängen, die Handarbeit in der Nähe schwerer Geräte und schwerer Werkzeuge erfordern;
- der Gefahr, die von offenen Bohrlöchern ausgeht und
- manuellen Arbeiten und Überwachungen, die in Bohrlöchern auszuführen sind.

11.4 Aushub von Hand sollte auf ein Minimum begrenzt werden.

11.5 Aushub von Hand darf nur im Trockenen ausgeführt werden und nur dann, wenn der Baugrund natürlich standfest ist oder die Stützung der Bohrlochwandungen ständig erhalten bleibt.

11.6 Sofern genehmigt, ist der Einsatz von Personal in einem Bohrloch nur erlaubt (siehe 11.1), wenn für die Arbeit ein Platz von mindestens 0,75 m Durchmesser vorhanden ist.

11.7 Belästigungen und/oder Umweltschädigungen, die durch die Pfahlherstellung verursacht werden können, sind so gering wie möglich zu halten.

11.8 Derartige Belästigungen und/oder Umweltschädigungen können verursacht werden durch:

- Lärm;
- Erschütterungen im Boden;
- Baugrundverschmutzung;
- Verschmutzung des Oberflächenwassers;
- Grundwasserverschmutzung und
- Luftverschmutzung.

ANMERKUNG Die Art und der Grad möglicher Belästigungen oder Umweltbelastungen sind abhängig von:

- der Örtlichkeit;
- dem Arbeitsverfahren;
- dem tatsächlichen Arbeitsablauf.

11.9 Sofern keine entsprechenden Europäischen Normen vorliegen, sind hinsichtlich Belästigungen und Umweltschutz die nationalen und örtlichen Anforderungen zu beachten.

11.10 Abgelehnte Baustoffe sind in Übereinstimmung mit nationalen und örtlichen Anforderungen unverzüglich von der Baustelle zu entfernen.

Anhang A (informativ)

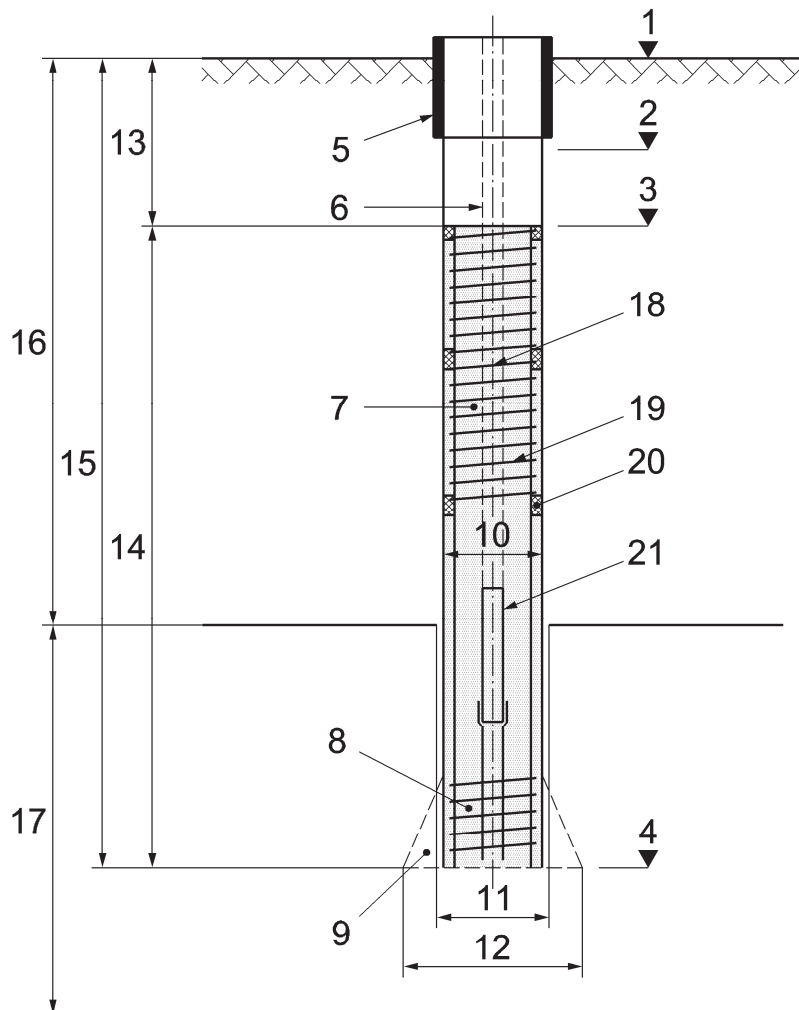
Glossar

- A.1 Probepfahl (provisorischer Pfahl):** Pfahl, der vor Beginn der eigentlichen Pfahlausführung auf der Baustelle oder in einem Bauabschnitt hergestellt wird, um die Eignung des gewählten Pfahlsystems zu überprüfen und/oder um den Entwurf, die Abmessungen und die Tragfähigkeit zu bestätigen.
- A.2 Abstandhalter:** Hilfsmittel aus Kunststoff, Stahl oder Beton, das an der Bewehrung befestigt wird, um den Bewehrungskorb seitlich zu halten und um die Betondeckung für die Bewehrung zu erreichen.
- A.3 Zentriereinrichtung:** Vorrichtung, um eine Bewehrung mittig im Bohrloch zu halten.
- A.4 Aufhängstäbe:** Stählerne Vorrichtungen zum Festhalten des Bewehrungskorbes eines nur im oberen Bereich bewehrten Pfahles, damit der Korb nicht zur Bohrlochsohle absinkt (Aufhängung).
- A.5 Anschlusseisen:** Bewehrungsstäbe, die am Pfahlkopf so in den frischen Beton eingesteckt werden, dass sie teilweise herausstehen, um eine Verbindung mit dem aufgehenden Bauwerk zu schaffen.
- A.6 Kappen (Abspitzen):** (1) Entfernen von verschmutztem oder minderwertigem Beton vom Pfahlkopf. (2) Entfernen einer Überlänge oberhalb der vorgeschriebenen Kapphöhe.
- A.7 Vorbohren:** Vorlaufendes Bohren hauptsächlich zum Durchörtern der oberen Schichten oder zur Beseitigung von Hindernissen.
- A.8 Greifer/Bohrgreifer:** Bohrwerkzeug mit zwei oder mehreren Schalen oder Schaufeln, um in diskontinuierlicher Arbeitsweise Boden oder Bohrklein aus einem Bohrloch auszuheben.
- A.9 Meißel:** Werkzeug zum Aufbrechen von Hindernissen in einem Bohrloch oder zum Einbinden eines Pfahles in harten Baugrund oder Fels.
- A.10 Bohreimer:** Bohrwerkzeug in Form eines zylindrischen Behälters zum diskontinuierlichen Bohren, das am Ende eines Bohrgestänges (Kellystange) befestigt ist, mit Schneidplatten oder Zähnen bestückt ist und entsprechende Öffnungen in seinem klappbaren Boden zur Aufnahme des Bohrgutes besitzt.
- A.11 Bohrschnecke:** Werkzeug, das aus einem Schaft, schraubenförmigen Gängen und einer Schneide oder Schneiden besteht; für diskontinuierliches Bohren (mit Kelly-Stange, Bild A.1 d)) oder kontinuierliches Bohren (mit durchgehender Bohrschnecke, Bild A.4).
- A.12 Kelly-Stange (Bohrstange):** Gleitendes Schaftgestänge einer Bohrausrüstung, welches das für den Bohrvorgang erforderliche Drehmoment von einem angetriebenen Drehtisch auf das Bohrwerkzeug überträgt.
- A.13 Schneidring:** Unterer Rand der Verrohrung, meist verstärkt und mit Zähnen bestückt, um das Eindringen in den Baugrund zu erleichtern.
- A.14 Einrührverfahren:** Verfahren, bei dem Bentonit- oder Tonpulver und Wasser mit einer Bohrschnecke in körnigen Boden eingearbeitet wird, um das Einbringen einer vorübergehenden Verrohrung zu erleichtern.
- A.15 Bohrgarnitur:** Werkzeugkombination für kontinuierliches Bohren bestehend aus dem Kopf (z. B. Bohrkopf, Bohrspitze, Bohrschnecke, Bohreimer) und dem antreibenden Teil (z. B. Bohr- bzw. Hohlgestänge, Kelly-Stange, Stabilisator, Schwerstangen).
- A.16 Lufthebeverfahren:** Pumpverfahren, bei dem Luft in das untere Ende eines Saugrohres gepumpt wird, um die Dichte des Materials im Rohr zu verringern und eine Aufwärtsströmung zu erzeugen, um damit Festbestandteile und Flüssigkeiten auszuräumen (Spülen).

A.17 Spülbohrverfahren (direkte Spülung): Kontinuierliches Bohrverfahren, bei dem Flüssigkeit durch ein Zentralrohr des Bohrgestänges nach unten geführt wird, um Bohrgut im Bohrloch nach oben zu fördern.

A.18 Gegenspülbohrverfahren: Kontinuierliches Bohrverfahren, bei dem im Bohrloch befindliche Flüssigkeit durch ein Zentralrohr hochgepumpt wird, um Bohrgut zu fördern (z. B. durch Luftheben).

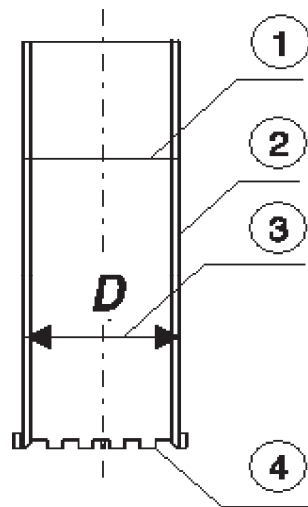
A.19 Anker: Einrichtungen, die eine aufgebrauchte Zugkraft auf eine tragfähige Schicht im Baugrund übertragen kann



Legende

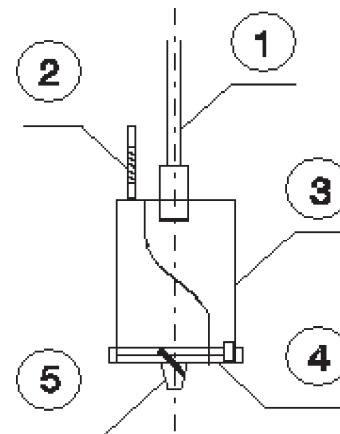
- | | | |
|-------------------------------|-----------------------|-------------------|
| 1 Arbeitsebene | 10 Schaftdurchmesser | 18 Pfahlachse |
| 2 Betonierhöhe | 11 Pfahldurchmesser | 19 Bewehrungskorb |
| 3 Kapphöhe | 12 Fußdurchmesser | 20 Abstandhalter |
| 4 Aufstandsfläche, Pfahlsohle | 13 Leerbohrung | 21 Betonierrohr |
| 5 Leitrohr | 14 Länge L | |
| 6 Pfahlkopf | 15 Bohrtiefe | |
| 7 Pfahlschaft | 16 Überlagerungsboden | |
| 8 Pfahlfuß | 17 tragfähiger Boden | |
| 9 Fußaufweitung | | |

a) Bohrpfahl: Begriffe



Legende

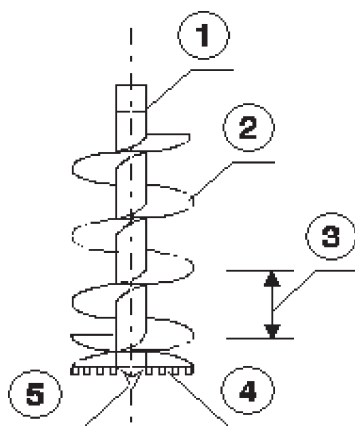
- 1 Rohrverbindung
- 2 (vorübergehende/bleibende) Verrohrung
- 3 Pfahldurchmesser
- 4 Schneidring



Legende

- 1 Bohrgestänge
- 2 Auslösehebel
- 3 Bohreimer
- 4 Bodenplatte
- 5 Zentrierer

b) Verrohrung

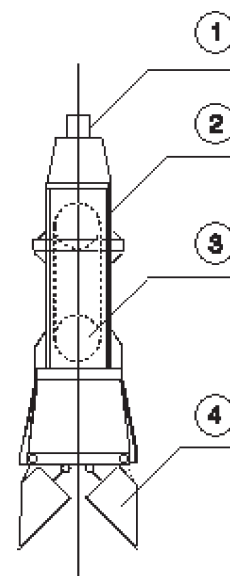


Legende

- 1 Schaft
- 2 Gang
- 3 Ganghöhe
- 4 Schneide
- 5 Zentrierer

d) Bohrschnecke

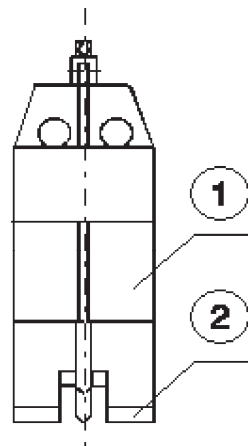
c) Bohreimer



Legende

- 1 Aufhängung
- 2 Körper
- 3 Flaschenzug
- 4 Schalen

e) Bohrgreifer

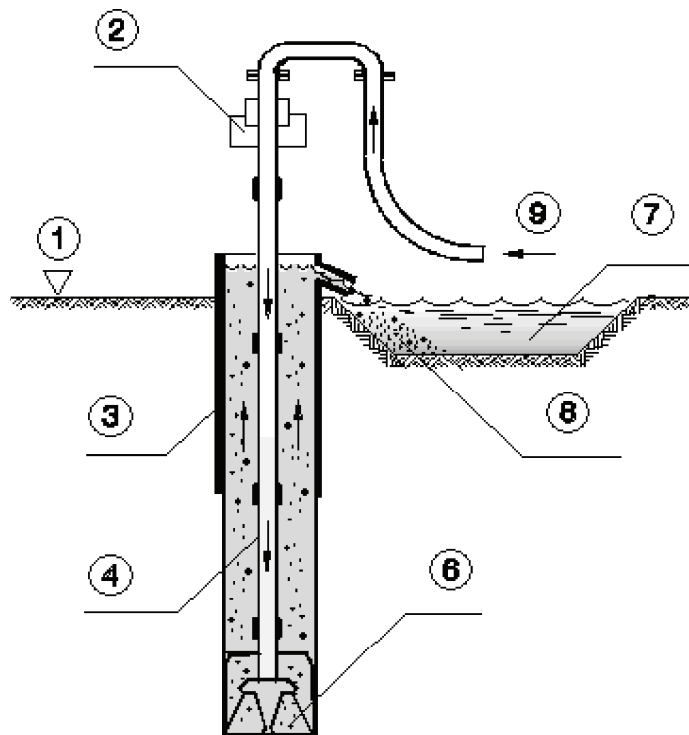


Legende

- 1 Meißelkörper
- 2 Spitze

f) Fallmeißel

Bilder A.1 — Werkzeuge für diskontinuierliches Bohren

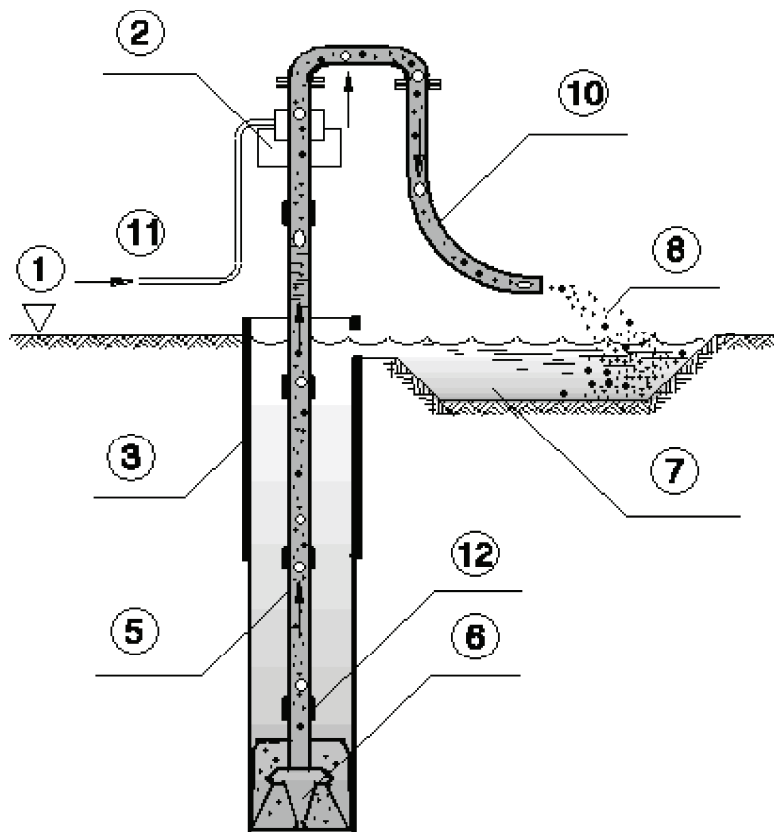


Legende

- 1 Arbeitsebene
- 2 Kraftdrehkopf
- 3 Verrohrung (Leitrohr)
- 4 Bohrgestänge

- 6 Bohrkopf
- 7 Absetzbecken
- 8 Bohrklein
- 9 von der Spülpumpe

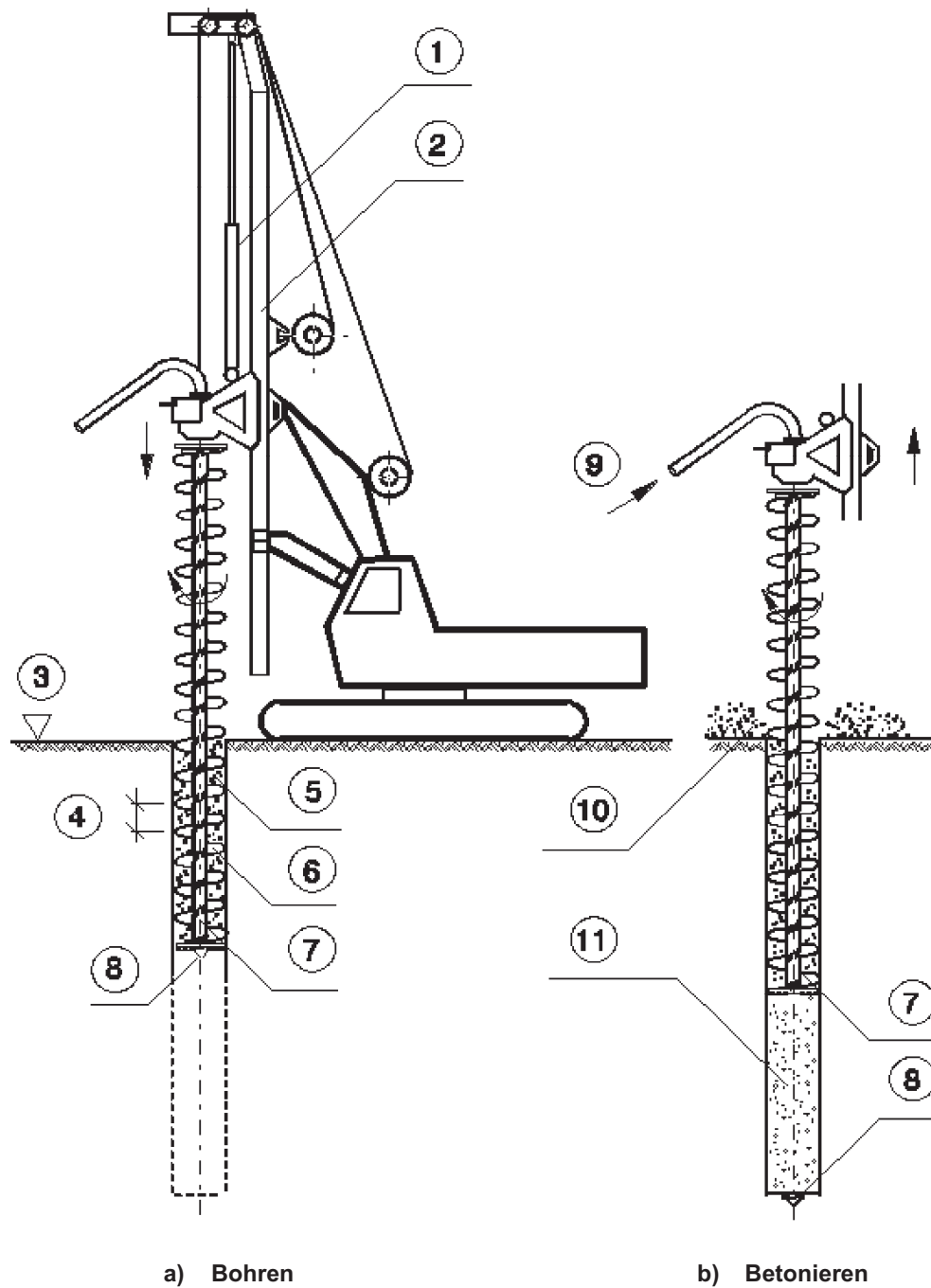
Bild A.2 — Spülbohrverfahren



Legende

- | | |
|-------------------------|--------------------|
| 1 Arbeitsebene | 7 Absetzbecken |
| 2 Kraftdrehkopf | 8 Bohrklein |
| 3 Verrohrung (Leitrohr) | 10 Auslassschlauch |
| 5 Lufthebe-Bohrgestänge | 11 Luftzufuhr |
| 6 Bohrkopf | 12 Lufteinlass |

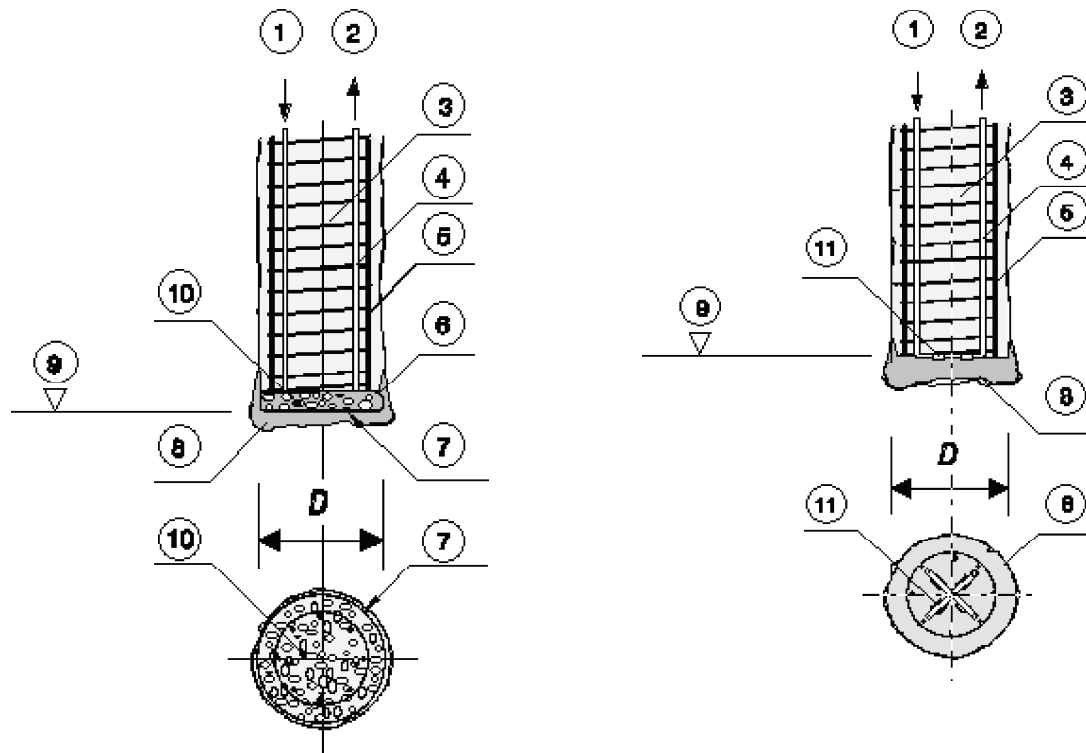
Bild A.3 — Lufthebe-Bohrverfahren



Legende

- | | | | |
|---|---------------------------|----|-------------------|
| 1 | Vorschubzylinder | 7 | Seelenrohr |
| 2 | Bohrmast | 8 | Verschlussstopfen |
| 3 | Arbeitsebene | 9 | Betonzufuhr |
| 4 | Ganghöhe | 10 | Bohrgut |
| 5 | Bohrgut | 11 | Pfahlbeton |
| 6 | durchgehende Bohrschnecke | | |

Bild A.4 — Bohrverfahren mit durchgehender Bohrschnecke



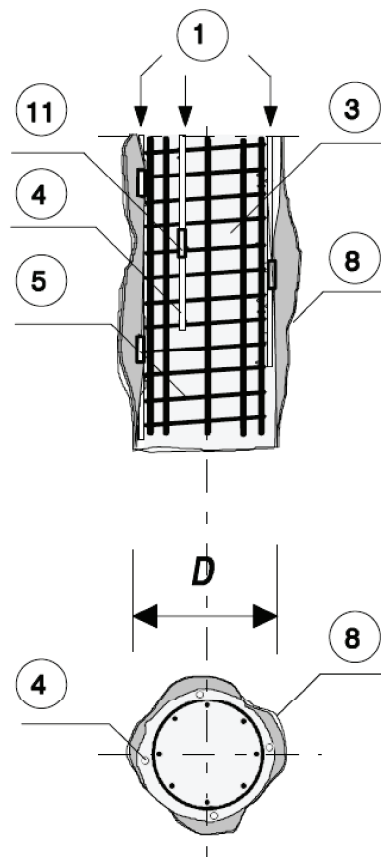
a) mit (flexiblem) Hohlkörper

b) mit Verpressrohren

Legende

- 1 Verpressen
- 2 Verpresskontrolle
- 3 Pfahlbeton
- 4 Verpressrohr
- 5 Bewehrungskorb
- 6 Abdichtung
- 7 Hohlkörper
- 8 Verpressmörtel
- 9 Aufstandsfläche/Pfahlsohle
- 10 Füllung (Kies)
- 11 Ventile

Bild A.5 — Fußverpressung (Beispiele)



Legende

- 1 Verpressen
- 3 Pfahlbeton
- 4 Verpressrohr
- 5 Bewehrungskorb
- 8 Verpressmörtel
- 11 Ventile

Bild A.6 — Schaftverpressung (Beispiel)

Anhang B (informativ)

Beispiele für die Einzelheiten und die Häufigkeit der Überwachung und Prüfung

Tabelle B.1 — Kontrollen für Bohrpfähle

ANMERKUNG Die in Tabelle B.1 aufgeführten Kontrollen gelten, soweit zutreffend, auch für andere Bauteile, die Gegenstand dieser Norm sind.

Gegenstand	Parameter	Art der Prüfung	Abschnitt(e) in EN 1536	Häufigkeit	Projektdokumentation	Pfahlbericht
1 – Abstecken						
1.1	Hauptachsen Pfahlachsen	Vermessung	8.1.1	Vor dem Aushub	Lageplan	
1.2	— Arbeitsebene — Pfahlage — Pfahlneigung	Vermessung — Bezugspunkt — Neigung der Verrohrung	8.1.1	Jeder Pfahl	Lageplan	x
2 – Baustoffe und Bauprodukte						
2.1	Bentonit, Zement oder andere Bindemittel, Zusatzstoffe	Prüfung der Lieferunterlagen	6.1 – 6.2	Jede Lieferung	Ausführungsdokumentation	x
2.2	Frischbeton (Transportbeton)	Prüfung der Lieferunterlagen	6.1 – 6.3	Jedes Lieferfahrzeug	Ausführungsdokumentation	x
3 - Aushub						
3.1 - Wasser						
3.1.1	Wasser (für Trinkwasser i.d.R. nicht erforderlich)	Herstellung der Prüfsuspension	6.1.6	Erster Bohrpfahl	Ausführungsdokumentation	x
3.2 – Bentonitsuspension (frisch, zur Wiederverwendung und vor dem Betonieren)						
3.2.1	a) Dichte b) pH-Wert c) Marsh-Wert d) Filtratwasserabgabe	a) Spülungswaage b) pH-Streifen c) Marsh-Trichter d) Filterpresse	6.2.1 Tabellen 1 und 2	FrISChe Suspension Vor dem Betonieren Nach dem Entsanden, vor der Wiederverwendung	Pfahlspezifikation	x
3.3 – Polymersuspension (frisch, zur Wiederverwendung und vor dem Betonieren)						
3.3.1	a) Dichte b) pH-Wert c) Marsh-Wert d) andere	a) Spülungswaage b) pH-Streifen c) Marsh-Trichter d) bei Bedarf	6.2.1 Tabellen 1 und 2	FrISChe Suspension Vor dem Betonieren Nach dem Entsanden, vor der Wiederverwendung	Pfahlspezifikation	x

Tabelle B.1 (fortgesetzt)

ANMERKUNG Die in Tabelle B.1 aufgeführten Kontrollen gelten, soweit zutreffend, auch für andere Bauteile, die Gegenstand dieser Norm sind.

Gegenstand	Parameter	Art der Prüfung	Abschnitt(e) in EN 1536	Häufigkeit	Projekt-dokumentation	Pfahl-bericht
3.4 - Ausführung des Aushubs						
3.4.1	Reihenfolge der Herstellung	Augenscheinprüfung	8.2.1.11 – 8.2.1.12	Vor dem Aushub	Herstellungsverfahren	
3.4.2	Leitrohr (Leitwand) — Durchmesser — Breite — Ebene, Tiefe	Augenscheinprüfung und Messung	8.2.4	Jeder Pfahl	Herstellungsverfahren	
3.4.3	Gebrauch der Werkzeuge (allgemein) — Art des Werkzeuges — Meißel — Änderung der Werkzeuge	Augenscheinprüfung	8.2.2	Jeder Pfahl	Herstellungsverfahren	
3.4.4	Einbringen der Verrohrung und Vorschub — Anzahl — Länge — Tiefe	Augenscheinprüfung und Messung	8.2.3	fortlaufend	Herstellungsverfahren	
3.4.5	Spiegel der Stützflüssigkeit und Flüssigkeitsüberdruck	Augenscheinprüfung und Messung	8.2.3.6 – 8.2.4.6	fortlaufend	Herstellungsverfahren	
3.4.6	Ausgehobenes Material Pfahleinbindung in tragfähige Schicht	Augenscheinprüfung Augenscheinprüfung oder Probenahme	7.3 – 9.1.6	fortlaufend sofern erforderlich	Baugrundgutachten Pfahlspezifikation (Pfahl mit Fußeinbindung)	
3.4.7	Pfahltiefe	Lot		Jeder Pfahl	Pfahlspezifikationen	x
3.4.8	Pfahlaufweitung — Tiefe — Art des Werkzeuges	Augenscheinprüfung und Messung	8.2.7	Jede Aufweitung	Pfahlspezifikationen	x
3.4.9	Reinigen der Pfahlsole	Lot	8.2.1.13	Jeder Pfahl	Pfahlspezifikationen	x

Tabelle B.1 (fortgesetzt)

ANMERKUNG Die in Tabelle B.1 aufgeführten Kontrollen gelten, soweit zutreffend, auch für andere Bauteile, die Gegenstand dieser Norm sind.

Gegenstand	Parameter	Art der Prüfung	Abschnitt(e) in EN 1536	Häufigkeit	Projektdokumentation	Pfahlbericht
4 - Bewehrungskörbe						
4.1 - Lieferung						
4.1.1	— Länge — Stäbe — Zusammenbau — Steifigkeit — Abstandhalter — Hülsen	Augenscheinprüfung und Messung	8.3	Jeder Bewehrungskorb	Zeichnungen Zertifikat	x
4.2 - Einbringung						
4.2.1	Einbringung der Bewehrungskörbe — Tiefe — Lage — Überlappung	Messung	8.3	Jeder Bewehrungskorb		
4.3 - Besondere Vorrichtungen (Rohre für Ultraschallprüfung, Überwachungsgeräte, Aussparungen)						
4.3.1	— Lage — Tiefe — Befestigung am Korb — Schutz beim Einbau — Schutz beim Betonieren	Augenscheinprüfung und Messung	6.5	Jeder Bewehrungskorb		
5 – Betonieren und Kappen						
5.1 – Beton (Transportbeton)						
5.1.1	Beton	Lieferschein		Jedes Lieferfahrzeug	Spezifikationen	
5.1.2	Probenahme	Zylinder, Würfel	6.3.8	Siehe 6.3.8		x
5.1.3	Konsistenz	Augenscheinprüfung und Prüfung des Setzmaßes oder der Ausbreitmaßes	6.3.6.3 – Tabelle 4	Jedes Lieferfahrzeug (Augenscheinprüfung) Stichproben (Setz- oder Ausbreitmaß)	Lieferschein	x
5.1.4	Verarbeitbarkeitszeit	Änderung des Setzmaßes oder des Ausbreitmaßes	6.3.6.4	Erster Pfahl Stichproben		x

Tabelle B.1 (fortgesetzt)

ANMERKUNG Die in Tabelle B.1 aufgeführten Kontrollen gelten, soweit zutreffend, auch für andere Bauteile, die Gegenstand dieser Norm sind.

Gegenstand	Parameter	Art der Prüfung	Abschnitt(e) in EN 1536	Häufigkeit	Projekt-dokumentation	Pfahl-bericht
5.2 - Betonieren						
5.2.1	Höhe der Frischbetonsäule	Messung (Aufzeichnung der Höhe der Säule) Oberhalb der Kapphöhe		Jeder Pfahl und nach — jedem Lieferfahrzeug — nach Ziehen der Verrohrung — nach dem Betonieren	Spezifikationen	x
5.2.2	Eintauchtiefe des Kontraktorrohres	Messung (Aufzeichnung der Länge)	8.4.3.15 – 8.4.3.16	Jedes Lieferfahrzeug		x
5.2.3	Betonvolumen	Messung (Aufzeichnung des Volumens)		Jeder Pfahl		x
5.3 - Kappen						
5.3.1	Beton in Kapphöhe	Einaxiale Druckfestigkeit	8.1.3	Jeder Pfahl	Spezifikationen	

Tabelle B.2 — Besondere Kontrollen für Schneckenbohrpfähle

ANMERKUNG Hierfür gelten ebenfalls die in Tabelle B.1 angegebenen Kontrollen, die sich für Schneckenbohrpfähle eignen (z. B. Abstecken).

Gegenstand	Parameter	Art der Prüfung	Abschnitt(e) in EN 1536	Häufigkeit	Projekt-dokumentation	Pfahl-bericht
3 - Aushub						
3.4 – Ausführung des Aushubs						
3.4.1	Bohrvorgang — Drehgeschwindigkeit — Vorschub — Tiefe — Drehmoment (freigestellt)	Messung	8.2.5	Jeder Pfahl, fortlaufend	Herstellungsverfahren	
5 – Betonieren und Kappen						
5.2 - Betonieren						
5.2.1	— Betondruck — Betonfluss und — Betonverbrauch mit Ziehen der Bohrschnecke	Messung	8.4.6	Jeder Pfahl, am Beginn und fortlaufend	Herstellungsverfahren	

Tabelle B.3 — Besondere Kontrollen für Prepacked-Pfähle

ANMERKUNG Hierfür gelten ebenfalls die in Tabelle B.1 angegebenen Kontrollen, die sich für Prepacked-Pfähle eignen (z. B. Abstecken).

Gegenstand	Parameter	Art der Prüfung	Abschnitt(e) in EN 1536	Häufigkeit	Projekt-dokumentation	Pfahl-bericht
6 - Verpressen						
6.1	Verpressrohre: — Durchmesser — Anzahl — Tiefe	Augenscheinprüfung	8.4.7	Jeder Pfahl	Verpress-verfahren	
6.2	Gesteinskörnungen: — Größe — Menge	Lieferschein	8.4.7.2	Jeder Pfahl		
6.3	Eigenschaften des Verpressgutes: — Dichte — Ausbluten — Konsistenz	Spülungswaage Ausbreitversuch	6.4	Jede Charge	Verpress-verfahren	
6.4	Verpressvorgang — Einpressgeschwindigkeit — Druck — Volumen	Messung (Aufzeichnung der Werte)		Jeder Pfahl, fortlaufend	Verpress-verfahren	
6.5	Festigkeit des Verpressgutes	Einaxiale Druckfestigkeit		Jeder Pfahl	Spezifikationen	

Tabelle B.4 — Besondere Kontrollen für Schaft- und Fußverpressungen

Gegenstand	Parameter	Art der Prüfung	Abschnitt(e) in EN 1536	Häufigkeit	Projekt-dokumentation	Pfahl-bericht
6 - Verpressen						
6.1	Verpressrohre: — Anzahl — Durchmesser — Anzahl der Ventile	Augenscheinprüfung	8.4.10	Jeder Pfahl	Verpressverfahren	
6.2	(flexibler) Hohlkörper — Lage — Befestigung	Augenscheinprüfung	8.4.10	Jeder Pfahl	Verpressverfahren	
6.3	Verpressvorgang — Aufsprengzeitpunkt — Einpressgeschwindigkeit — Druck — Verbrauch — Verteilung des Verpressgutes	Messung (Aufzeichnung der Werte)	8.4.10	Jeder Pfahl, fortlaufend	Verpressverfahren	

Anhang C (informativ)

Mustervordrucke

Dieser Anhang enthält Mustervordrucke für:

- Bohrpfähle mit verrohrter oder ungestützter Bohrung (Beispiel C.1 und Beispiel C.2);
- Bohrpfähle mit durch Stützflüssigkeit stabilisierter Bohrung (Beispiel C.3 und Beispiel C.4);
- Schneckenbohrpfähle (Beispiel C.5 und Beispiel C.6).

Die Vordrucke C.1 bis C.6 können nach Erfordernis durch weitere Vordrucke ergänzt werden, z. B. für:

- Vermessung;
- Überwachung von Stützflüssigkeiten;
- Überwachung des Betonmischens (nur für Baustellenbeton);
- Lieferscheine für Beton und/oder Mörtel;
- Baustellen-Untersuchungen der Konsistenz, Temperatur und Verarbeitbarkeit von Beton und Mörtel;
- Betoneinbauprotokolle;
- Verpressprotokolle;
- Abnahmeprotokolle für den Pfahlkopf.

**C.1 – Herstellen von Bohrpfählen mit verrohrter oder ungestützter Bohrung:
Grunddaten**

Firma _____ Pfahltyp und Herstellungsart _____

Baustelle _____

Pfahlplan Nr. _____ verrohrte Bohrung _____
unverrohrte Bohrung _____

1 Pfahldaten

a) Pfahldurchmesser _____ m e) Gesteinskörnung (Größtkorn) _____
 b) Bohrrohrdurchmesser (außen) _____ m _____
 c) Schneidkranzdurchmesser _____ m f) Wasserzementwert W/Z = _____
 W = Wassergewicht Z = Zementgewicht
 d) Bohrwerkzeughdurchmesser _____ m g) Betonzusatzmittel _____
 e) Bohren unter Wasserüberdruck _____ % der Zementmasse _____
 h) Verzögerer _____
 Verarbeitbarkeitsdauer _____

2 Pfahlbewehrung

Plan Nr. _____
 a) Einbringen des Bewehrungskorbes _____
 vor dem Betonieren _____
 nach dem Betonieren _____
 b) Abstandhalter _____
 Art _____
 Anzahl/Längsabstand _____ / _____ m

4 Einbringung des Betons

a) Unter Wasser _____
 Trockeneinbau _____
 b) Art der Einbringung _____
 Kontraktorrohr \varnothing _____ m
 Pumprohr \varnothing _____ m
 andere Einbringart _____
 Beschreibung _____

3 Pfahlbeton

a) Festigkeitsklasse: C _____
 Konsistenz: F/S/Fließbeton _____
 b) Transportbeton _____
 Baustellenbeton _____
 c) Zementart (Lieferwerk) _____
 d) Zementgehalt _____ kg/m³ _____

5 Bemerkungen

Zutreffendes ankreuzen.

C.3 – Herstellen von Bohrpfählen mit stützender Flüssigkeit: Grunddaten

Firma _____ Pfahltyp und Herstellungsart _____

Baustelle _____

Pfahlplan Nr. _____

1 Pfahldaten

a) Pfahldurchmesser/Maße des Schlitzwandelementes	_____	m	e) Gesteinskörnung (Größtkorn)	_____
b) Maße Leitwände/Leitrohr	_____	m		
c) Bohrwerkzeug	_____		f) Wassorzementwert W/Z =	_____
			W = Wassergewicht Z = Zementgewicht	
			g) Betonzusatzmittel	_____
			% der Zementmasse	_____
d) Äußere Maße			h) Verzögerer	_____
am Bohrwerkzeug	_____	m	Verarbeitbarkeitsdauer	_____
am Schneidring	_____	m		

2 Pfahlbewehrung

Plan Nr. _____

a) Einbringen des Bewehrungskorbes

vor dem Betonieren _____

nach dem Betonieren _____

b) Abstandhalter _____

Art _____

Anzahl/Längsabstand _____ / _____ m

4 Einbringen des Betons

a) Unter Wasser _____

Trockeneinbau _____

b) Art der Einbringung

Kontraktorrohr \varnothing _____ m

Pumprohr \varnothing _____ m

andere Einbringart _____

Beschreibung _____

3 Pfahlbeton

a) Festigkeitsklasse:	C	c) Säubern der Bohrlochsohle	_____
Konsistenz: F/S/Fließbeton	_____		
b) Transportbeton	_____ <input type="checkbox"/>		
Baustellenbeton	_____ <input type="checkbox"/>	d) Maßnahmen bei Beginn des Betonierens	_____
c) Zementart (Lieferwerk)	_____	zur Trennung von Beton und Wasser	_____
d) Zementgehalt	_____	kg/m ³	_____

5 Bemerkungen

Zutreffendes ankreuzen.

C.5 – Herstellen von Schneckenbohrpfählen: Grunddaten

Firma _____ Pfahltyp und Herstellungsart _____

Baustelle _____ Bohrgerät _____

Pfahlplan Nr. _____

1 Pfahldaten

a) Länge des Bohrers _____ m e) Gesteinskörnung (Größtkorn)) _____

b) Durchmesser (außen) D_a _____ m _____

c) Zentralrohrdurchmesser D_i _____ m f) Wasserzementwert $W/Z =$ _____
W = Wassergewicht Z = Zementgewicht

d) Ganghöhe der Wendel _____ m g) Betonzusatzmittel _____

e) Verhältnis D_i/D_a _____ % der Zementmasse _____

f) Fuß geschlossen Fuß offen h) Verzögerer _____
Verarbeitbarkeitsdauer _____

2 Pfahlbewehrung

Plan Nr. _____

a) Einbringen des Bewehrungskorbes _____
 vor dem Betonieren
 nach dem Betonieren
 mit Rüttelhilfe

b) Abstandhalter
 Art _____
 Anzahl/Längsabstand _____ / _____ m

4 Einbringen des Betons

a) Unter Wasser
 Trockeneinbau

b) Art der Einbringung _____

Kontraktorrohr \varnothing _____ m
 Pumprohr \varnothing _____ m

andere Einbringart _____
 Beschreibung _____

3 Pfahlbeton

a) Festigkeitsklasse: C _____ c) _____
 Konsistenz: F/S/Fließbeton _____

b) Transportbeton
 Baustellenbeton

c) Zementart (Lieferwerk) _____

d) Maßnahmen bei Beginn des Betonierens _____
 zur Trennung von Beton und Wasser _____

d) Zementgehalt _____ kg/m³ _____

5 Bemerkungen

Zutreffendes ankreuzen.

Anhang D (informativ)

Verbindlichkeit der Festlegungen

Die Festlegungen sind hinsichtlich ihres Verbindlichkeitsgrades wie folgt gekennzeichnet:

- (RQ): Anforderung;
- (RC): Empfehlung;
- (PE): Erlaubnis;
- (PO): Möglichkeit und Eventualität;
- (ST): Aussage.

1 Anwendungsbereich

1.1 (RQ)
ANMERKUNGEN 1 – 3
1.2 (RQ)
ANMERKUNG
1.3 (RQ)
ANMERKUNG
1.4 (RQ)
1.5 (RQ)
1.6 (RQ)
1.7 (PO)
1.8 (RQ)
1.9 (RQ)
1.10 (ST)

2 Normative Verweisungen

(ST)
Liste

3 Begriffe

(ST)
ANMERKUNGEN 1 und 2
3.1 – 3.41

4 Notwendige Informationen für die Ausführung

4.1 Allgemeines

4.1.1 (RQ)
4.1.2 (RC)
4.1.3 (RQ)

4.2 Besondere Punkte

4.2.1 (RQ)
4.2.2 (RQ)
4.2.3 (RQ)
4.2.4 (RQ)
ANMERKUNG

5 Baugrunduntersuchungen

5.1 Allgemeines

5.1.1 (RQ)
ANMERKUNGEN 1 – 3
5.1.2 (RQ)
5.1.3 (RQ)
5.1.4 (RQ)

5.2 Besondere Anforderungen

5.2.1 (RQ)
5.2.2 (RQ)
5.2.3 (RQ)
5.2.4 (RQ)
ANMERKUNG
5.2.5 (RQ)
ANMERKUNG
5.2.6 (RQ)

6 Baustoffe und Bauprodukte

6.1 Ausgangsstoffe

6.1.1 Allgemeines

6.1.1.1 (RQ)
6.1.1.2 (RQ)

6.1.2 Bentonit

6.1.2.1 (RC)
ANMERKUNGEN 1 – 2
6.1.2.2 (RQ)
6.1.2.3 (RQ)

6.1.3 Polymere

(PO)
ANMERKUNGEN 1 – 2

6.1.4 Zement

6.1.4.1 (RQ)
6.1.4.2 (PE)
6.1.4.3 (RQ)
ANMERKUNGEN 1 – 2
6.1.4.4 (RQ)
6.1.4.5 (RC)
ANMERKUNGEN 1 – 2
6.1.4.6 (PE)
6.1.4.7 (RQ)

6.1.5 Gesteinskörnungen

(RQ)

6.1.6 Zugabewasser

(RQ)

6.1.7 Zusatzstoffe

(RQ)

6.1.8 Zusatzmittel

6.1.8.1 (RQ)
6.1.8.2 (RQ)
6.1.8.3 (RQ)

6.2 Stützflüssigkeiten

6.2.1 Bentonitsuspensionen

6.2.1.1 (RQ)
6.2.1.2 (PE)
6.2.1.3 (RQ)
ANMERKUNGEN 1 – 2
6.2.1.4 (PE)
6.2.1.5 (PE)
6.2.1.6 (PE)

6.2.2 Polymerlösungen

6.2.2.1 (PE)
6.2.2.2 (RQ)
ANMERKUNG
6.2.2.3 (RQ)

6.3 Beton

6.3.1 Allgemeines

6.3.1.1 (RQ)
6.3.1.2 (RQ)
6.3.1.3 (RQ)
ANMERKUNGEN 1 – 3

6.3.2 Gesteinskörnungen

6.3.2.1 (RQ)
6.3.3.2 (RQ)
6.3.2.3 (RQ)
6.3.2.4 (RQ)

6.3.3 Zementgehalte

6.3.3.1 (RQ)
6.3.3.2 (RC)

6.3.4 Wassorzementwert

6.3.4.1 (RQ)
6.3.4.2 (RQ)
6.3.4.3 (PE)

6.3.5 Zusatzmittel

6.3.5.1 (RQ)
ANMERKUNGEN 1-3
6.3.5.2 (PE)
6.3.5.3 (PE)

6.3.6 Frischbeton

6.3.6.1 (RQ)
6.3.6.2 (PO)
6.3.6.3 (RQ)
6.3.6.4 (RC)
ANMERKUNG
6.3.6.5 (PE)
6.3.6.6 (PE)

6.3 Herstellung des Betons

6.3.7.1 (RQ)
ANMERKUNG
6.3.7.2 (RQ)

6.3.8 Probenahme und Prüfung
auf der Baustelle

6.3.8.1 (RQ)
ANMERKUNGEN 1 – 2
6.3.8.2 (RQ)
6.3.8.3 (RQ)
6.3.8.4 (RQ)
ANMERKUNG
6.3.8.5 (PE)
6.3.8.6 (RQ)
ANMERKUNG
6.3.8.7 (RQ)

6.4 Verpressmörtel

6.4.1 (RQ)
ANMERKUNG
6.4.2 (RQ)
6.4.3 (RQ)
6.4.4 (RC)
ANMERKUNG
6.4.5 (PE)

6.5 Bewehrung

6.5.1 (RQ)
6.5.2 (RQ)
6.5.3 (RQ)
ANMERKUNG
6.5.4 (RQ)
6.5.5 (RQ)
ANMERKUNG

6.6 Weitere Einbauteile

6.6.1 (RQ)
6.6.2 (RQ)

7 Hinweise zu Entwurf und
Bemessung

7.1 Allgemeines

7.1.1 (ST)
7.1.2 (RQ)
ANMERKUNG
7.1.3 (RQ)
ANMERKUNGEN 1 – 3
7.1.4 (RC)
ANMERKUNG
7.1.5 (PE)
7.1.6 (RQ)
ANMERKUNG
7.1.7 (RC)
ANMERKUNG
7.1.8 (RC)
ANMERKUNGEN 1 – 2
7.1.9 (PE)
ANMERKUNG

7.2 Bohrpfehlwände

7.2.1 (RC)
ANMERKUNG
7.2.2 (PO)
7.2.3 (RQ)

7.3 Bodenaushub

7.3.1 (RQ)
7.3.2 (RQ)
7.3.3 (RQ)
7.3.4 (RQ)
ANMERKUNG
7.3.5 (RQ)
7.3.6 (RQ)
7.3.7 (RQ)

7.4 Betonfertigteile

7.4.1 (RQ)
7.4.2 (RQ)
7.4.3 (RQ)
7.4.4 (RQ)

7.5 Bewehrung

7.5.1 Allgemeines

7.5.1.1 (RQ)
7.5.1.2 (RQ)
7.5.1.3 (RC)
7.5.1.4 (RC)

7.5.2 Längsbewehrung

7.5.2.1 (RQ)
7.5.2.2 (RQ)
7.5.2.3 (RQ)
7.5.2.4 (RQ)
7.5.2.5 (RC)
7.5.2.6 (RQ)
7.5.2.7 (PE)
7.5.2.8 (RC)
7.5.2.9 (RQ)
7.5.2.10 (RC)
ANMERKUNG

7.5.3 Querbewehrung

7.5.3.1 (RC)
7.5.3.2 (RQ)
7.5.3.3 (RC)
7.5.3.4 (PE)

7.6 Rohre und Stahlprofile als Bewehrung

7.6.1 (RQ)
7.6.2 (RQ)
7.6.3 (RQ)

7.7 Mindest- und Nennbetondeckung

7.7.1 (RQ)
7.7.2 (RQ)
ANMERKUNG
7.7.3 (RC)
7.7.4 (PE)
7.7.5 (RQ)
ANMERKUNG
7.7.6 (RQ)
7.7.7 (PE)
Anmerkung
7.7.8 (RQ)

8 Ausführung

8.1 Herstellungstoleranzen

8.1.1 Geometrische Toleranzen

8.1.1.1 (RQ)
ANMERKUNG
8.1.1.2 (RQ)

8.1.2 Toleranzen für den Einbau von Bewehrungskörben

(RQ)

8.1.3 Toleranzen für das Kappen

(RQ)

8.2 Aushub

8.2.1 Allgemeines

8.2.1.1 (RQ)
ANMERKUNGEN 1-2
8.2.1.2 (RQ)
ANMERKUNG
8.2.1.3 (RQ)
8.2.1.4 (RQ)
8.2.1.5 (RC)
ANMERKUNGEN 1-2
8.2.1.6 (RQ)
ANMERKUNG
8.2.1.7 (RQ)
8.2.1.8 (RQ)
8.2.1.9 (RQ)
ANMERKUNG
8.2.1.10 (RQ)
8.2.1.11 (RQ)
8.2.1.12 (RC)
8.2.1.13 (RQ)

8.2.2 Bohrverfahren und Bohrwerkzeuge

8.2.2.1 (PO)
ANMERKUNGEN 1-2
8.2.2.2 (PO)
8.2.2.3 (RQ)
8.2.2.4 (RQ)
8.2.2.5 (RQ)
ANMERKUNG
8.2.2.6 (PO)
8.2.2.7 (PE)

8.2.3 Verrohrtes Bohren

8.2.3.1 (RQ)
8.2.3.2 (PE)
8.2.3.3 (RQ)
8.2.3.4 (RQ)
8.2.3.5 (RC)
8.2.3.6 (RQ)
8.2.3.7 (PE)
8.2.3.8 (PE)
8.2.3.9 (RQ)
8.2.3.10 (RQ)
8.2.3.11 (RQ)
ANMERKUNG
8.2.3.12 (RQ)
8.2.3.13 (RQ)
ANMERKUNG
8.2.3.14 (RC)
ANMERKUNGEN 1 – 2

8.2.4 Aushub unter
Stützflüssigkeit

8.2.4.1 (RQ)
8.2.4.2 (RQ)
8.2.4.3 (PE)
8.2.4.4 (RQ)
8.2.4.5 (RQ)
8.2.4.6 (RQ)
ANMERKUNG
8.2.4.7 (PE)
8.2.4.8 (RQ)
ANMERKUNG
8.2.4.9 (RQ)
8.2.4.10 (RC)

8.2.5 Bohren mit durchgehender
Bohrschnecke

8.2.5.1 (PE)
8.2.5.2 (RQ)
8.2.5.3 (RQ)
8.2.5.4 (RQ)
ANMERKUNGEN 1 – 3
8.2.5.5 (RQ)
8.2.5.6 (RQ)
8.2.5.7 (RQ)
8.2.5.8 (RQ)
8.2.5.9 (RQ)
8.2.5.10 (RQ)

8.2.6 Ungestütztes Bohren

8.2.6.1 (PE)
8.2.6.2 (RQ)
8.2.6.3 (RQ)
8.2.6.4 (RQ)
8.2.6.5 (RQ)

8.2.7 Querschnittsaufweitungen

8.2.7.1 (RQ)
8.2.7.2 (RC)

8.3 Bewehrung

8.3.1 Allgemeines

8.3.1.1 (RQ)
8.3.1.2 (RQ)
8.3.1.3 (RQ)

8.3.2 Bewehrungsstöße

8.3.2.1 (RQ)
8.3.2.2 (PO)
8.3.2.3 (RQ)
8.3.2.4 (PE)

8.3.3 Biegen der Bewehrung

8.3.3.1 (RQ)
8.3.3.2 (RQ)
8.3.3.3 (PE)

8.3.4 Herstellung der
Bewehrungskörbe

8.3.4.1 (RQ)
8.3.4.2 (RQ)
8.3.4.3 (RQ)
8.3.4.4 (PO)

8.3.5 Abstandhalter

8.2.5.1 (RQ)
ANMERKUNG
8.3.5.2 (RC)

8.3.6 Einbau der Bewehrung

8.3.6.1 (RQ)
8.3.6.2 (RQ)
8.3.6.3 (RQ)
8.3.6.4 (PE)
8.3.6.5 (RQ)
8.3.6.6 (RQ)
8.3.6.7 (PE)

8.4 Betonieren und Kappen

8.4.1 Allgemeines

8.4.1.1 (RQ)
8.4.1.2 (RQ)
8.4.1.3 (RQ)
8.4.1.4 (RQ)
ANMERKUNGEN 1 – 2
8.4.1.5 (RQ)
8.4.1.6 (RQ)
8.4.1.7 (RQ)
8.4.1.8 (RQ)
8.4.1.9 (RQ)
8.4.1.10 (RC)
8.4.1.11 (RQ)
ANMERKUNG
8.4.1.12 (RQ)
8.4.1.13 (RQ)
8.4.1.14 (PO)
8.4.1.15 (RQ)
8.4.1.16 (RQ)
8.4.1.17 (RQ)
8.4.1.18 (PO)
8.4.1.19 (RC)
8.4.1.20 (RQ)
8.4.1.21 (RC)

8.4.2 Betonieren im Trockenen

8.4.2.1 (RQ)
8.4.2.2 (RQ)
8.4.2.3 (RQ)
ANMERKUNG
8.4.2.4 (RQ)
8.4.2.5 (RQ)

8.4.3 Betonieren unter Wasser

8.4.3.1 (RQ)
ANMERKUNG
8.4.3.2 (RC)
ANMERKUNG
8.4.3.3 (RQ)
ANMERKUNGEN
1 – 3
8.4.3.4 (RQ)
8.4.3.5 (RQ)
8.4.3.6 (RQ)
8.4.3.7 (RQ)
8.4.3.8 (RC)
8.4.3.9 (RQ)
8.4.3.10 (RQ)
8.4.3.11 (RQ)
8.4.3.12 (PE)
8.4.3.13 (RQ)
8.4.3.14 (RQ)
8.4.3.15 (RQ)
8.4.3.16 (RC)
8.4.3.17 (RC)
8.4.3.18 (RC)
8.4.3.19 (RQ)
8.4.3.20 (RQ)
8.4.3.21 (RQ)

8.4.4 Ziehen der Verrohrung

8.4.4.1 (RQ)
8.4.4.2 (RQ)
8.4.4.3 (RQ)
8.4.4.4 (RQ)
ANMERKUNG
8.4.4.5 (RQ)

8.4.5 Bleibende Verrohrung oder Hülse

8.4.5.1 (PO)
ANMERKUNG
8.4.5.2 (RQ)

8.4.6 Betonieren bei Pfahlherstellung mit durchgehender Bohrschnecke

8.4.6.1 (RQ)
8.4.6.2 (RQ)
8.4.6.3 (RQ)
8.4.6.4 (PE)
8.4.6.5 (RQ)
ANMERKUNG
8.4.6.6 (RQ)
8.4.6.7 (RQ)
ANMERKUNG
8.4.6.8 (RQ)
ANMERKUNG

8.4.7 Prepacked-Pfähle

8.4.7.1 (RQ)
8.4.7.2 (RQ)
8.4.7.3 (RQ)
8.4.7.4 (RQ)
8.4.7.5 (RQ)
8.4.7.6 (RQ)

8.4.8 Verlust der Eintauchtiefe des Kontraktorrohres oder der Verrohrung

8.4.8.1 (RQ)
8.4.8.2 (RQ)
8.4.8.3 (RQ)
8.4.8.4 (RQ)
8.4.8.5 (PE)
8.4.8.6 (PE)
8.4.8.7 (RQ)
8.4.8.8 (RC)
ANMERKUNG

8.4.9 Betonfertigteile und Stahlrohre oder Profile

8.4.9.1 (RQ)
8.4.9.2 (RQ)
8.4.9.3 (PE)

8.4.10 Äußeres Verpressen von Bohrpfählen

8.4.10.1 (RQ)
8.4.10.2 (RQ)
8.4.10.3 (PO)
ANMERKUNG
8.4.10.4 (RQ)
8.4.10.5 (RQ)
8.4.10.6 (PE)
8.4.10.7 (RQ)

8.4.11 Kappen

8.4.11.1 (RQ)
8.4.11.2 (RQ)
8.4.11.3 (RQ)
ANMERKUNG
8.4.11.4 (PE)
8.4.11.5 (RQ)
8.4.11.6 (RQ)
ANMERKUNG

8.5 Bohrpfahlwände

8.5.1 (RC)
8.5.2 (RC)
8.5.3 (RC)
ANMERKUNG
8.5.4 (RQ)
8.5.5 (RQ)
ANMERKUNG
8.5.6 (PE)

9 Aufsicht, Prüfung und Überwachung

9.1 Kontrolle der Ausführung

9.1.1 (RQ)
ANMERKUNGEN
1–3
9.1.2 (RQ)
ANMERKUNG
9.1.3 (RQ)
ANMERKUNGEN
1–3
9.1.4 (RQ)
9.1.5 (RQ)
9.1.6 (RQ)

9.2 Pfahlversuche

9.2.1 Allgemeines

(RQ)
ANMERKUNGEN 1 – 4

9.2.2 Probelastungen

9.2.2.1 (RQ)
ANMERKUNGEN
9.2.2.2 (RQ)
ANMERKUNG
9.2.2.3 (RQ)
ANMERKUNG

9.2.3 Integritätsprüfungen

9.2.3.1 (RQ)
ANMERKUNGEN 1 – 2
9.2.3.2 (RQ)

10 Aufzeichnungen

10.1 (RQ)
10.2 (RQ)
10.3 (RQ)
10.4 (PO)
10.5 (RQ)
ANMERKUNG

11 Besondere Anforderungen

11.1 (RQ)
11.2 (RQ)
11.3 (RQ)
11.4 (RC)
11.5 (RQ)
11.6 (PE)
11.7 (RQ)
11.8 (PO)
ANMERKUNG
11.9 (RQ)
11.10 (RQ)

Literaturhinweise

- [1] EN 445, *Einpressmörtel für Spannglieder — Prüfverfahren*
- [2] EN 446, *Einpressmörtel für Spannglieder — Einpressverfahren*
- [3] EN 447, *Einpressmörtel für Spannglieder — Allgemeine Anforderungen*
- [4] EN 1538, *Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau — Schlitzwände*
- [5] EN ISO 13500, *Erdöl- und Erdgasindustrie — Bohrspülungen — Spezifikationen und Prüfungen (ISO 13500:2008)*