

Ausführung spezieller geotechnischer Arbeiten (Spezialtiefbau)

Verdrängungspfähle

Deutsche Fassung EN 12699:2000

DIN**EN 12699**

ICS 93.020

Execution of special geotechnical work —
Displacement piles;
German version EN 12699:2000

Exécution des travaux géotechniques spéciaux —
Pieux avec refoulement de sol;
Version allemande EN 12699:2000

Teilweise Ersatz für
DIN 4026:1975-08;
Ersatz für
DIN V 4026-500:1996-04

Die Europäische Norm EN 12699:2000 hat den Status einer Deutschen Norm.

Nationales Vorwort

Diese Europäische Norm wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 288 „Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau)“ (Sekretariat: Frankreich, Vorsitz: Deutschland) in der Arbeitsgruppe WG 5 „Verdrängungspfähle“ erarbeitet. Im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. ist hierfür der NABau-Arbeitsausschuss 05.07.00 „Baugrund; Pfähle“ zuständig.

Änderungen

Gegenüber DIN 4026:1975-08 und DIN V 4026-500:1996-04 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Grundlegende Überarbeitung unter den Gesichtspunkten einer Europäischen Harmonisierung und
- b) Berücksichtigung der DIN V ENV 1997-1 hinsichtlich der Ausführung von Verdrängungspfählen.

Frühere Ausgaben

DIN 4026: 1968-07, 1975-08

DIN V 4026-500: 1996-04

Fortsetzung 44 Seiten EN

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

— Leerseite —

**EUROPÄISCHE NORM
EUROPEAN STANDARD
NORME EUROPÉENNE**

EN 12699

Dezember 2000

ICS 93.020

Deutsche Fassung

Ausführung spezieller geotechnischer Arbeiten (Spezialtiefbau)

Verdrängungspfähle

Execution of special geotechnical work —
Displacement piles

Exécution des travaux géotechniques spéciaux —
Pieux avec refoulement de sol

Diese Europäische Norm wurde von CEN am 24. November 2000 angenommen.

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

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

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.



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

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

Inhalt

	Seite		Seite
Vorwort	2	7.8 Besondere Hinweise zum Entwurf	17
1 Anwendungsbereich	3	8 Ausführung	19
2 Normative Verweisungen	3	8.1 Allgemeines	19
3 Begriffe	4	8.2 Vorbereitung der Baustelle	19
4 Notwendige Informationen	11	8.3 Ausrüstung und Verfahren	20
5 Baugrunduntersuchung	12	8.4 Fertigpfähle	21
6 Baustoffe und Bauprodukte	12	8.5 Ortbetonpfähle	22
6.1 Allgemeines	12	8.6 Verpresste Verdrängungspfähle	25
6.2 Vorgefertigte Verdrängungspfähle	13	8.7 Kappen von Betonpfählen	26
6.3 Ortbetonverdrängungspfähle	13	8.8 Zusätzliche Verfahren für besondere Anwendungsfälle	26
6.4 Verpressmörtel	13	9 Aufsicht, Aufzeichnung und Versuche	27
6.5 Anstriche, Beschichtungen und andere Mittel zum Schutz des Pfahlschaftes ..	13	9.1 Aufsicht	27
7 Hinweise zu Entwurf und Bemessung ..	14	9.2 Aufzeichnung der Pfahlherstellung	27
7.1 Vorbemerkungen	14	9.3 Versuche	28
7.2 Allgemeines	14	10 Aufzeichnungen	29
7.3 Geometrische Herstellungs- abweichungen	14	11 Besondere Anforderungen	31
7.4 Reihenfolge des Einbringens	15	Anhang A (informativ)	
7.5 Schutzmaßnahmen	15	Klassifizierung und Beispiele	33
7.6 Notwendigkeit einer Einbringhilfe	16	Anhang B (informativ)	
7.7 Entwurf für das Rammen von Fertigpfählen	16	Verbindlichkeit der Festlegungen	43

Vorwort

Diese Europäische Norm wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 288 „Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom AFNOR gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Juni 2001, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Juni 2001 zurückgezogen werden.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, die Tschechische Republik und das Vereinigte Königreich.

Die vorliegende Norm wurde durch die Arbeitsgruppe WG5 des Technischen Komitees TC 288 „Durchführung spezieller geotechnischer Arbeiten“ des Europäischen Komitees für Normung erarbeitet. Das generelle Ziel von TC 288 ist, die Ausführung geotechnischer Bauarbeiten (einschließlich der Versuchs- und Prüfmethode) und die erforderlichen Materialeigenschaften zu normen. Gemäß dem an WG5 ergangenen Normungsauftrag behandelt diese Norm Verdrängungspfähle.

Die vorliegende Norm wurde ausgearbeitet, um zusammen mit dem Eurocode 7, Teil 1 Geotechnik, ENV 1997-1-1: Geotechnischer Entwurf, Allgemeine Bestimmungen, zur Verfügung zu stehen. Abschnitt 7 der Norm beinhaltet die Aspekte von Pfahlgründungen.

Die vorliegende Norm wurde von einer Arbeitsgruppe mit Delegierten aus 14 Ländern vor einem Hintergrund von mehr als 12 bestehenden nationalen und internationalen Pfahlnormen und Ausführungsrichtlinien erarbeitet.

Die Anhänge A und B sind informativ.

1 Anwendungsbereich

1.1 Die vorliegende Norm enthält allgemeine Grundsätze für die Herstellung von Verdrängungspfählen, die ohne Aushub oder Entfernen von Material aus dem Boden — ausgenommen zur Begrenzung von Hebungen, Erschütterungen, zum Entfernen von Hindernissen oder als Einbringhilfen — eingebracht werden.

Die Pfähle werden durch Rammen, Einrütteln, Einpressen, Eindrehen oder eine Kombination dieser Verfahren in den Baugrund eingetrieben.

1.2 Baustoffe für Verdrängungspfähle, die in dieser Norm behandelt werden, können sein:

- Stahl;
- Gusseisen;
- Beton, Mörtel;
- Verpressmörtel;
- eine Kombination der oben erwähnten Baustoffe.

1.3 Diese Norm behandelt vorgefertigte Pfähle, am Ort hergestellte Pfähle oder eine Kombination dieser Verfahren zur Herstellung von Verdrängungspfählen mit einer planmäßigen Form.

Beispiele sind in den Bildern A.2 und A.3 im Anhang A dargestellt.

1.4 Diese Norm gilt für Pfähle mit einem Durchmesser und einer maximalen Querschnittsabmessung größer als 150 mm.

1.5 Für den Zweck dieser Norm gibt es bis auf praktische Überlegungen keine Einschränkungen bezüglich Schaft- oder Fußaufweitungen, Länge oder Neigung.

1.6 Die Bestimmungen der Norm gelten für:

- Einzelpfähle;
- Pfahlgruppen;
- Wände aus Stahlbetonspundbohlen.

1.7 Säulen, die durch Anwendung von Baugrundverbesserungsverfahren (wie z. B. Mixed-in-place-Verfahren, Düsenstrahlverfahren, Verdrängungsvermörtelung, Rütteldruckverfahren, Rüttelstopfverfahren) hergestellt werden, sind nicht Gegenstand dieser Norm. Bohrpfähle sind in EN 1536, Stahl- und Holzspundwände in EN 12063 und Mikropfähle in WI 00288010¹⁾ behandelt.

2 Normative Verweisungen

Diese Europäische Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Europäischen Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation (einschließlich Änderungen).

EN 288-2, *Anforderung und Anerkennung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Teil 2: Schweißanweisung für das Lichtbogenschweißen.*

EN 499, *Schweißzusätze — Umhüllte Stabelektroden zum Lichtbogenhandschweißen von unlegierten Stählen und Feinkornstählen — Einteilung.*

EN 791, *Bohrgeräte — Sicherheit.*

EN 996, *Rammausrüstung — Sicherheitsanforderungen.*

EN 1536, *Ausführung spezieller geotechnischer Arbeiten (Spezialtiefbau) — Bohrpfähle.*

¹⁾ Eine Norm für Mikropfähle ist in Vorbereitung.

Seite 4
EN 12699:2000

EN 10248, *Warmgewalzte Spundbohlen aus unlegierten Stählen.*

EN 25817, *Lichtbogenschweißverbindungen an Stahl — Richtlinie für die Bewertungsgruppen für Unregelmäßigkeiten (ISO 5817:1992).*

EN 29692, *Lichtbogenhandschweißen, Schutzgasschweißen und Gasschweißen — Schweißnahtvorbereitung für Stahl.*

ENV 206, *Beton — Eigenschaften, Herstellung und Verarbeitung und Gütenachweis.*

ENV 1991-1, *Eurocode 1: Grundlagen der Tragwerksplanung und Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1: Grundlagen der Tragwerksplanung.*

ENV 1992-3, *Eurocode 2: Planung von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken — Teil 3: Fundamente.*

ENV 1993-5, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 5: Pfähle und Spundwände.*

ENV 1994-1-1, *Eurocode 4: Entwurf von Verbundbauwerken aus Stahl und Beton und nationale Anwendungsdokumente — Teil 1-1: Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau.*

ENV 1995-1-1, *Eurocode 5: Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken — Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau.*

ENV 1997-1:1994, *Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik — Teil 1: Allgemeine Regeln.*

EN ISO 4063, *Schweißen und verwandte Prozesse — Liste der Prozesse und Ordnungsnummern (ISO 4063:1998).*

EN 12063, *Ausführung spezieller geotechnischer Arbeiten (Spezialtiefbau) — Spundwandkonstruktionen.*
prEN 12794:1997, *Vorgefertigte Gründungspfähle aus Beton.*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Norm gelten die folgenden Begriffe:

3.1

Verdrängungspfahl

Pfahl, der im Boden ohne Bohren oder Aushub von Bodenmaterial hergestellt wird, ausgenommen zur Begrenzung von Hebungen und Erschütterungen, zum Entfernen von Hindernissen oder als Einbringhilfe

3.2

vorgefertigter (Verdrängungs-)Pfahl

Pfahl, der vor dem Einbringen in einem Stück oder in Pfahlschüssen hergestellt wurde

3.3

Ortbeton(verdrängungs)pfahl

Pfahl, der durch Einbringen eines am Ende verschlossenen Vortreibrohres, bleibend oder temporär, aus Beton oder Stahl in den Baugrund hergestellt wird. Der dabei entstandene Hohlraum wird mit unbewehrtem oder bewehrtem Beton verfüllt

3.4

zusammengesetzter Pfahl

Pfahl, der aus zwei oder mehreren miteinander verbundenen Teilen unterschiedlicher Bauart oder Abmessungen besteht. Die Verbindung zwischen den Elementen ist für die Lastübertragung und die Verhinderung des Lösens während und nach dem Einbringen ausgelegt (kombinierter Pfahl). Siehe Anhang A, Bild A.8

3.5**Schraubpfahl**

Verdrängungspfahl, bei dem der Pfahl oder das Pfahlrohr am unteren Ende mit einer gewissen Anzahl von Schraubgängen ausgestattet ist und der/das durch eine Kombination von Drehen und vertikalem Vorschub eingebracht wird. Beim Eindreh- und möglicherweise auch beim Ausdrehvorgang wird der Boden im Wesentlichen seitlich verdrängt und es findet praktisch kein Aushub statt. Siehe Anhang A, Bild A.10

3.6**eingepresster Fertigpfahl**

Pfahl, der durch statische Kraft in den Boden eingepresst wird

3.7**verpresster Verdrängungspfahl**

Fertigpfahl, der mit einem aufgeweiteten Pfahlfuß versehen ist, der entlang des gesamten Pfahlumfangs oder eines Teils davon einen Hohlraum bildet, der während des Einbringens mit Mörtel (Verpresszement, feinkörniger Beton) verfüllt wird. Siehe Anhang A, Bild A.11

3.8**nachverpresster Pfahl**

Pfahl, bei dem eine Mantel- und/oder Fußverpressung nach dem Einbringen stattfindet. Die Verpressung erfolgt durch Verpressrohre, die entlang des Pfahls befestigt oder im Pfahl eingebaut sind. Siehe Anhang A, Bild A.12

3.9**Verrohrung**

Stahlrohr, das während der Herstellung eines Pfahls zeitweilig oder ständig zum Stützen der Mantelflächen eingesetzt wird. Eine bleibende Verrohrung kann als Schutz- oder lastaufnehmendes Element wirken

3.10**Vortreibrohr**

Stahlrohr zum Verdrängen des Bodens während der Herstellung eines Ortbetonpfahls, das während des Betonierens gezogen wird

3.11**Hülse, Mantelrohr**

Rohr, im Allgemeinen aus dünnwandigem Stahl bestehend, das als Bestandteil des Pfahlschaftes, z. B. zum Schutz des Pfahlschaftes vor weichem oder aggressivem Baugrund, oder zur Herabsetzung negativer Mantelreibung verwendet wird

3.12**Pfahlkupplung**

Element zum Verbinden von Pfahlelementen durch Schweißen oder durch mechanische Verbindungen. Siehe Anhang A, Bilder A.7, A.8 und A.9

3.13**Pfahlschuh**

Schuh oder Spitze, der/die am unteren Ende eines Pfahls oder Vortreibrohres angebracht ist, um den Pfahlfuß zu bilden. Siehe Anhang A, Bilder A.4a) bis A.4d) und A.13

Seite 6
EN 12699:2000

3.14

Flügel

auf den Pfahlschaft aufgeschweißte Stahlprofile. Siehe Anhang A, Bild A.2j)

3.15

Mäkler

Stahlprofile zum Führen des Rammgerätes und/oder des Pfahls beim Rammen. Siehe Anhang A, Bild A.6

3.16

Rambbär

Teil der Rammausrüstung zum Einbringen des Pfahls mittels Rammen (Schlag- oder Freifallrammung)

3.17

Vibrationsbär

Vorrichtung zum Einbringen oder Ziehen von Pfählen, Vortreibrohren oder Verrohrungen durch Anwendung von Schwingungen

3.18

Schlaghaube

Vorrichtung, üblicherweise aus Stahl, die so zwischen der Unterseite des Rambbärs und dem Pfahl oder Vortreibrohr angeordnet ist, dass die Rammschläge gleichmäßig auf den Pfahlkopf verteilt werden. Siehe Anhang A, Bild A.6

3.19

Haubenfutter

Vorrichtung oder Material, die/das zwischen Rambbär und -haube eingesetzt wird, um Bär und Haube vor zerstörenden direkten Schlägen zu schützen. Das Futtermaterial muss eine ausreichende Steifigkeit besitzen, um die Rammenergie wirksam in den Pfahl einzuleiten. Siehe Anhang A, Bild A.6

3.20

Pfahlfutter

Material, üblicherweise Weichholz, das zwischen der Schlaghaube und dem Kopf eines Betonfertigpfahls eingelegt wird. Siehe Anhang A, Bild A.6

3.21

Rammjungfer

zeitweilige Verlängerung, die während des Rammens verwendet wird, um das Eintreiben des Pfahlkopfes unter die Geländeoberfläche, Wasseroberfläche oder unter den tiefsten Punkt, den die Rammausrüstung ohne Lösen aus dem Mäkler noch erreichen kann, zu ermöglichen

3.22

Mandril

Jungfer, die zum Einbringen in einen Rohrpfahl mit geschlossenem Ende eingeführt und nach dem Einbau herausgezogen wird

3.23

Einbringen

jedes Verfahren, um Pfähle bis zur geforderten Tiefe in den Baugrund einzubringen, wie z. B. Rammen, Einrütteln, Einpressen, Eindrehen oder eine Kombination dieser oder anderer Verfahren

3.24**Verdrängungspfahl**

Pfahl, der in den Baugrund eingetrieben wird, wobei der Boden durch den Pfahl oder ein Vortreibrohr verdrängt wird

3.25**Einbringhilfen**

Verfahren, mit denen das Eindringen eines Pfahls in den Baugrund unterstützt wird, z. B. Spülen, Vorbohren, Sprengen, Vorrammen

3.26**Kernbohren**

Bodenentnahme durch Kernbohrung (z. B. um die Einwirkung der Hebung durch das Einbringen der Pfahls zu vermindern)

3.27**Spülen**

Unterstützung des Einbringens durch Verwendung von Druckwasser, durch das Teile des Bodens hydraulisch entfernt werden

3.28**Vorbohren**

Bohren durch Hindernisse oder Materialien, die so fest sind, dass sie mit dem vorgesehenen Pfahltyp und der vorgesehenen Geräteausrüstung nicht durchörtert werden können

3.29**Verpressung**

Einpressen von flüssigen Bindemittelmischungen (z. B. Verpresszement, Mörtel, feinkörniger Beton)

3.30**Nachrammen (1)**

einzelner Hammerschlag auf einen Fertigpfahl, um den Energieeintrag, die Pfahldehnung/-beschleunigung und/oder die Pfahleindringung zur Tragfähigkeitsermittlung aufzuzeichnen

3.31**Nachrammen (2)**

zusätzliche Serie von Rammschlägen auf einen Fertigpfahl, um den geforderten Rammwiderstand wieder herzustellen

3.32**Nachrammen (3)**

Vorgang, um bei einem zeitweilig verrohrten Ortbetonpfahl eine Schaftaufweitung herzustellen

3.33**Anfangspfahl**

erster Bauwerkspfahl auf der Baustelle

Seite 8
EN 12699:2000

3.34

Versuchspfahl (3)

Pfahl, auf den eine Last aufgebracht wird, um die Verformungs-Widerstands-Kennwerte des Pfahls und des umgebenden Baugrundes zu ermitteln

3.35

Versuchspfahl (2)

Pfahl, der hergestellt wird, um die Durchführbarkeit und Eignung der Ausführungsmethode für eine besondere Anwendung zu untersuchen

3.36

Versuchspfahl (1)

Pfahl, der vor Beginn der eigentlichen Pfahlarbeiten oder von Teilen derselben hergestellt wird, um die Eignung des gewählten Pfahltyps und der gewählten Geräteausrüstung nachzuweisen und/oder den Entwurf, die Dimensionierung und die Tragfähigkeit zu bestätigen

3.37

Einbringkriterien

Einbringparameter, die beim Einbringen eines Pfahls zu erfüllen sind

3.38

Eindringung

mittlere bleibende Eindringung eines Pfahles in den Baugrund je Rammschlag gemessen mit einer Serie von Rammschlägen

3.39

Aufzeichnung

passiver Teil der technischen Qualitätskontrolle des Pfahlherstellungsvorganges

3.40

Überwachung

aktiver Teil der Kontrolle oder Vorgaben für die Pfahlherstellung

3.41

Dokumentation

Erstellen eines durchgehenden Berichtes über die Pfahlherstellung und die aufgezeichneten Daten

3.42

lastgesteuerte statische Probelastung

en (**ML-Test**, maintained load pile test)

statischer Belastungsversuch, bei dem ein Versuchspfahl mit steigenden Laststufen beansprucht wird, die jeweils so lange konstant gehalten werden, bis die Pfahlbewegung nahezu beendet ist oder auf ein vorgegebenes Maß abgeklungen ist

3.43**weggesteuerte statische Probelastung**

en (**CRP-Test**, constant rate of penetration load test)

statischer Belastungsversuch, bei dem ein Versuchspfahl mit konstanter Eindringgeschwindigkeit in den Boden gedrückt und die hierfür nötige Kraft gemessen wird

3.44**dynamische Pfahlprobelastung**

Belastungsversuch, bei dem ein Pfahl zur Ermittlung seiner Tragfähigkeit am Pfahlkopf durch eine dynamische Kraft beansprucht wird

3.45**dynamische Integritätsprüfung**

Prüfung, bei der eine Serie von Schwingungen von einem Sender durch den Pfahlbeton zu einem Empfänger geschickt und die Charakteristika der empfangenen Wellen gemessen werden, um daraus auf die Kontinuität und Querschnittsänderungen des Pfahlschaftes zu schließen

3.46**Ultraschallprüfung**

Integritätsprüfung mittels Ultraschall, die von Kernbohrungen oder Messrohren im Pfahlschaft ausgeführt wird

3.47**Arbeitsebene**

Höhenlage der Arbeitsfläche, auf der das Pfahlgerät arbeitet. Siehe Anhang A, Bild A.13

3.48**Betonierhöhe**

endgültige Höhe, bis zu der betoniert wird. Diese ist ein vom Herstellungsverfahren abhängiges Maß oberhalb der Kapphöhe. Siehe Anhang A, Bild A.13

3.49**Kapphöhe**

vorgeschriebene Höhe, bis zu der ein Pfahl gekappt wird, bevor er mit dem Überbau verbunden wird. Siehe Anhang A, Bild A.13

3.50**Pfahlspitze**

unterster Teil des Pfahles. Siehe Anhang A, Bild A.13

3.51**Pfahlkopffläche**

Oberfläche des Pfahlkopfes. Siehe Anhang A, Bild A.13

3.52**Pfahlkopf**

oberer Teil des Pfahles. Siehe Anhang A, Bild A.13

Seite 10
EN 12699:2000

3.53

Schaft

Pfahlkörper zwischen Kopf und Fuß. Siehe Anhang A, Bild A.13

3.54

Pfahlfuß

unterer Teil des Pfahles. Siehe Anhang A, Bild A.13

3.55

Pfahlsohle

Aufstandsfläche des Pfahles. Siehe Anhang A, Bild A.13

3.56

kathodischer Korrosionsschutz

Verfahren zum Korrosionsschutz von Stahlpfählen durch Anbringen einer Opferanode oder durch Anlegen einer äußeren elektrischen Spannung

3.57

Streustrom

Gleichstrom, der im Erdreich induziert wird und Pfahlkorrosion verursachen kann

3.58

Abbindebeginn

Entwicklungsstufe des Betons, bei der dieser vom flüssigen in den festen Zustand übergeht

3.59

Pfahl/Pfahlelement zweiter Wahl

vorgefertigtes Element, das ursprünglich für einen anderen Zweck hergestellt wurde, jedoch als geeignet für eine Verwendung als Pfahl anerkannt wird, z. B. Stahlrohre aus der Erdölindustrie

3.60

Hebung

Aufwärtsbewegung des Baugrundes oder Pfahls

3.61

Besenwirkung

Aufsplittern/Zerfasern eines Holzpfehles am Fuß oder Kopf

ANMERKUNG In EN 1536, Anhang A ist eine Liste von üblichen Ausdrücken für Pfahlarbeiten enthalten.

4 Notwendige Informationen

4.1 Sämtliche für die Durchführung der Bauarbeiten wichtigen Informationen müssen mit den Ausschreibungsunterlagen zur Verfügung gestellt werden.

4.2 Vor Beginn der Bauarbeiten auf der Baustelle sollten die im Folgenden genannten Mindestangaben berücksichtigt werden:

- a) Baugrundgutachten für die Baustelle, außerdem zusätzliche Informationen bezüglich des Baugrundes auf dem Baugelände, wie z. B. das Vorhandensein von:
 - Resten von Bauwerken und Gründungen;
 - künstlichen Elementen (Ver- und Entsorgungsleitungen und Versorgungsanlagen);
 - Kontamination des Baugrundes oder Risiken;
 - Auffüllungen;
 - Hindernissen;
- b) Entwurfspläne und Leistungsbeschreibungen für die Pfahlherstellungsarbeiten und zusätzliche Anforderungen für die Überwachung, Dokumentation oder Überprüfung der Arbeiten;
- c) vorliegende topographische Angaben, wie z. B.:
 - Geländeneigungen, tatsächliche Geländehöhe;
 - Lage der Bauhauptachsen und Angabe der Baustellennullhöhe;
 - Arbeitsebene, bezogen auf die Baustellennullhöhe;
- d) Baustellenverhältnisse und Einschränkungen, die die Pfahlarbeiten beeinflussen können, wie z. B.:
 - Größe der Arbeitsfläche, Topographie, Geländeneigung, Zugangsstraßen, Zugangsbeschränkungen für Geräte und Baustoffe, Höhenbeschränkungen;
 - gleichzeitige Arbeiten, z. B. Wasserhaltung, Tunnelbau, tiefe Baugruben;
 - Vorhandensein von Bäumen, Freileitungen, Stromleitungen;
 - Nähe zu nicht standsicheren Böschungen;
- e) Umweltbedingungen und -beschränkungen, die die Pfahlarbeiten beeinflussen können, bezogen auf:
 - Vorhandensein und Zustand gefährdeter Gebäude oder Anlagen in der Nähe der Pfahlarbeiten;
 - Einschränkungen aus Umweltschutzgründen: z. B. Lärmbelästigung, Erschütterungen oder Verschmutzung;
 - sämtliche rechtliche und gesetzliche Einschränkungen, z. B. zeitliche Beschränkungen;
- f) weitere Aspekte wie z. B.:
 - mögliche Korrosions- und Abriebsprobleme;
 - frühere Erfahrungen mit Verdrängungspfählen oder anderen Gründungsverfahren auf der Baustelle oder in deren Nähe;
 - Gründungen angrenzender Gebäude.

4.3 Alle zusätzlichen oder von dieser Norm abweichenden Anforderungen müssen festgelegt und vor Beginn der Bauarbeiten vereinbart sein. Das System zur Qualitätskontrolle ist entsprechend anzupassen, z. B.:

- verringerte oder vergrößerte Herstellungsabweichungen;
- Verwendung anderer oder alternativer Baustoffe;
- besondere Bewehrung, wie Stahlrohre oder -profile oder Stahlfasern;
- Mantel- oder Fußverpressungen;
- Verwendung von Felsschuhen;

Seite 12
EN 12699:2000

- Einsatz von Einbringhilfen (z. B. Vorbohren, Vorspülen);
- Einsatz von reibungsmindernden Beschichtungen.

5 Baugrunduntersuchung

5.1 Die allgemeinen Anforderungen an Baugrunduntersuchungen sind in ENV 1997-1:1994 enthalten.

5.2 Die Baugrunduntersuchung muss in ausreichendem Umfang vorgenommen werden, so dass das Vorhandensein aller Baugrundverhältnisse und -schichten erkannt werden kann, die die Herstellung und Tragfähigkeit der Pfähle beeinflussen, sowie um die Festigkeits- und Verformungseigenschaften des Bodens bestimmen zu können.

5.3 In den Baugrundgutachten sollten folgende Angaben enthalten sein, falls diese für die Ausführung von Verdrängungspfählen maßgebend sind:

- a) Geländehöhe (bezogen auf NN oder einen festgelegten Bezugspunkt) an sämtlichen Stellen, an denen Untersuchungen oder Versuche durchgeführt wurden;
- b) Vorhandensein von lockeren oder weichen Böden und deren Kennwerte oder von Baugrund, der während des Einbringens der Verdrängungspfähle zum Aufweichen oder zur Instabilität neigt;
- c) Vorhandensein von Steinen und Blöcken oder anderen natürlichen oder künstlichen Hindernissen, die Schwierigkeiten bei der Pfahleinbringung bereiten oder besondere Verfahren oder Werkzeuge für deren Durchörterung oder Beseitigung erfordern können;
- d) Mächtigkeit und Höhenlage von weichen Schichten unter der tragenden Schicht, die das Verhalten der Pfahlgründung beeinflussen können, und deren Kennwerte;
- e) Vorhandensein, Ausdehnung und Mächtigkeit sämtlicher Schichten, die empfindlich auf Eindringen von Wasser oder Beanspruchungen durch die Pfahlherstellung reagieren können (z. B. Erschütterungen oder Schwingungen);
- f) Grundwasserstände und deren Schwankungen, einschließlich Angaben über gespanntes Grundwasser und Quellen;
- g) sämtliche Schichten mit hoher Grundwasserfließgeschwindigkeit;
- h) Aggressivität von Grundwasser oder Baugrund, die die Beständigkeit und das Abbinden des Pfahlbaustoffs beeinflussen können;
- i) Höhenlage, Streichen und Fallen aller maßgeblichen Felsformationen;
- j) Mächtigkeit und Ausdehnung von verwittertem Gestein;
- k) Vorhandensein, Ausdehnung und Mächtigkeit von kontaminierten Böden oder Abfällen, die die Pfahleigenschaften sowie die Handhabung und Entsorgung des Aushubs beeinflussen oder zu einer Kontaminierung der darunter liegenden Schichten führen können.

6 Baustoffe und Bauprodukte

6.1 Allgemeines

6.1.1 Sämtliche Baustoffe und -produkte für Verdrängungspfähle müssen den betreffenden Europäischen Normen, den technischen Anforderungen und/oder der Leistungsbeschreibung für die baulichen Anlagen entsprechen.

6.1.2 Die Bezugsquellen für die Baustoffe:

- müssen dokumentiert und
- dürfen nicht ohne vorherige Benachrichtigung gewechselt werden.

6.1.3 Die Maßtoleranzen müssen mit den betreffenden Europäischen Normen übereinstimmen.

6.1.4 Bei Verwendung eines Pfahlschuhs muss dieser der jeweiligen Baustoffnorm oder Baugütevorschrift entsprechen.

6.2 Vorgefertigte Verdrängungspfähle

6.2.1 Betonpfähle

6.2.1.1 Die Baustoffe und die Herstellung von Betonfertigpfählen, einschließlich Pfahlkupplungen, müssen der prEN 12794:1997 entsprechen.

6.2.2 Stahlpfähle

6.2.2.1 Die Baustoffe und die Herstellung von Stahlpfählen müssen mindestens ENV 1993-5 entsprechen.

6.2.2.2 Wiederverwendete Stahlpfähle und Stahlpfähle zweiter Wahl müssen mindestens mit den im Entwurf festgelegten Anforderungen bezüglich Typ, Größe, Toleranzen, Qualität und Stahlsorte übereinstimmen. Sie müssen unbeschädigt und frei von Korrosion sein, die die Festigkeit und Beständigkeit beeinflussen würde.

6.2.2.3 Beton, der nachträglich in einen Stahlpfahl eingebracht wird, muss ENV 206:1997 entsprechen.

6.2.3 Holzpfähle

6.2.3.1 Baustoffe, Herstellung und Handhabung von Holzpfählen müssen mit ENV 1995-1-1 übereinstimmen, soweit nicht in den folgenden Abschnitten andere Festlegungen getroffen werden.

6.2.3.2 Zugerichtete Pfähle müssen gleichmäßig konisch sein. Die Querschnittsmaße sollten sich höchstens um 0,015 m je m ändern. Das Maß der Auslenkung aus der Längsachse des Pfahles darf höchstens 1 % seiner Länge betragen.

6.2.3.3 Wenn nichts anders vereinbart, müssen die Pfähle ungestoßen geliefert werden.

6.2.3.4 Holzschutzverfahren müssen den Anforderungen entsprechen.

6.2.4 Gusseisenpfähle

6.2.4.1 Gusseisenpfähle müssen den Vorgaben des Herstellers und dem Entwurf entsprechen.

6.3 Ortbetonverdrängungspfähle

6.3.1 Sämtliche Baustoffe und Bauprodukte des Pfahles müssen, sofern nicht anders festgelegt, den Bestimmungen der EN 1536 entsprechen.

6.3.2 Erdfeuchter Beton darf verwendet werden, wenn er während des Einbringens gestampft wird. Der Zementgehalt für erdfeuchten Beton muss wenigstens 350 kg/m^3 betragen. Die Festigkeitsklasse muss mindestens C25/30 entsprechen, die Verarbeitbarkeit muss den Anforderungen genügen.

6.4 Verpressmörtel

6.4.1 Verpressmörtel muss den Bestimmungen der EN 1536 entsprechen.

6.5 Anstriche, Beschichtungen und andere Mittel zum Schutz des Pfahlschaftes

6.5.1 Beschichtungen zur Verringerung der Mantelreibung müssen den Anforderungen entsprechen.

6.5.2 Anstriche, Beschichtungen und andere Mittel des Korrosionsschutzes oder Konservierungsverfahren für Pfähle müssen den Anforderungen entsprechen.

7 Hinweise zu Entwurf und Bemessung

7.1 Vorbemerkungen

7.1.1 Die grundlegenden Normen für den Entwurf von Verdrängungspfählen sind:

- Grundlagen des Entwurfs der Berechnung und der Bemessung sowie Einwirkungen auf Tragwerke: ENV 1991-1;
- Planung von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken: ENV 1992-3;
- Entwurf, Berechnung und Bemessung von Tragwerken aus Stahl: ENV 1993-5;
- Entwurf, Berechnung und Bemessung von Verbundtragwerken: ENV 1994-1-1;
- Entwurf, Berechnung und Bemessung von Tragwerken aus Holz: ENV 1995-1-1;
- Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik: ENV 1997-1.

7.1.2 Diese Norm gibt Entwurfsregeln bezogen auf die Ausführung an, die in den oben angeführten Normen nicht enthalten sind und den Entwurf oder bauliche Durchbildung von Verdrängungspfählen beeinflussen können.

7.2 Allgemeines

7.2.1 Der Entwurf von Verdrängungspfählen muss Art und Abmessung des Pfahls festlegen und sicherstellen, dass sein Einbringen für die besonderen Baugrundrandbedingungen und Einschränkungen auf Grund des Umweltschutzes geeignet ist.

ANMERKUNG Diese Sicherstellung kann auf Grundlage früherer, vergleichbarer Erfahrungen erfolgen.

7.2.2 Wenn keine vergleichbaren Erfahrungen bezüglich der Einbringbarkeit vorliegen, sollten vor dem Beginn der eigentlichen Ausführung ein oder mehrere Einbringversuch(e) an ausgesuchten Stellen durchgeführt werden.

ANMERKUNG Ein Einbringversuch bietet die Möglichkeit, Einbringverfahren, -gerät sowie Einbringhilfen zu prüfen und die Einwirkung der Pfahlherstellung auf das Baugrundverhalten und die Umwelt zu bewerten. Einbringversuche können außerdem dazu verwendet werden, Einbringkriterien festzulegen und Hinweise über Pfahllänge und -tragfähigkeit zu erhalten. Eine Rammbarkeitsstudie kann hilfreich sein, um die geeigneten Rammverfahren, Rammgeräte und Pfahlbeanspruchungen festzulegen.

7.2.3 Wenn die Möglichkeit des Einbringens von Pfählen untersucht wird, dann müssen für den Entwurf oder die Herstellvorschriften sämtliche Anforderungen in Betracht gezogen werden, die sich auf die Einbringhilfen beziehen (z. B. Spülen, Vorbohren, Meißeln, Sprengen).

7.3 Geometrische Herstellungsabweichungen

7.3.1 Wenn nichts anderes festgelegt ist, müssen Pfähle innerhalb der folgenden geometrischen Abweichungen hergestellt werden:

- Lageabweichungen von vertikalen oder schrägen Pfählen (gemessen in Höhe der Arbeitsebene):
 - an Land: $e \leq 0,1 \text{ m}$;
 - über Wasser: in Übereinstimmung mit den Anforderungen des Entwurfs;
- Neigung vertikaler Pfähle:
 - $i \leq i_{\max} = 0,04 \text{ m/m}$;
- Neigung schräger Pfähle:
 - $i \leq i_{\max} = 0,04 \text{ m/m}$;

i ist der Tangens des Winkels zwischen der geplanten und der tatsächlichen Pfahlachse.

7.3.2 Geometrische Herstellungsabweichungen müssen im Entwurf mitberücksichtigt werden. Bei einem Überschreiten der festgelegten Abweichungen muss das Ausmaß einer möglichen Überbeanspruchung der Bauteile untersucht werden, erforderlichenfalls müssen geeignete Maßnahmen ergriffen werden.

7.3.3 Wenn andere als die oben angegebenen geometrischen Abweichungen erforderlich oder erlaubt sind, müssen sie vor Beginn der Arbeiten vereinbart werden.

ANMERKUNG Das könnte im Hinblick auf konstruktive Zwänge (Pfähle mit kleinem Durchmesser, Wände), auf die Baugrundverhältnisse, auf die verfügbaren Pfahleinbringungsgeräte oder bei tief liegenden Kappebenen der Fall sein.

7.3.4 Für die Aufzeichnung der Herstellungsabweichungen wird als die Mitte eines Ortbetonpfahles der Schwerpunkt der Längsbewehrung betrachtet bzw. bei unbewehrten Pfählen der Mittelpunkt des größten Kreises, der in die Querschnittsfläche des Pfahlkopfes eingeschrieben werden kann.

7.3.5 Ein zulässiger Grenzwert für vertikale und seitliche Verschiebung der Pfähle sollte festgelegt werden.

7.4 Reihenfolge des Einbringens

7.4.1 Die Reihenfolge des Einbringens der Pfähle muss vorab festgelegt werden.

7.4.2 Diese Reihenfolge sollte berücksichtigen:

- dass schädigende Wirkungen jeder seitlichen oder senkrechten Bewegung eines Pfahles oder einer Pfahlgruppe auf ein Mindestmaß beschränkt werden;
- dass die Tragfähigkeit bereits hergestellter Pfähle in Bezug auf die Bemessungslast nicht maßgeblich verschlechtert wird;
- dass der den Pfahl umgebende Baugrund nicht so stark verdichtet wird, dass weitere Pfähle nicht einwandfrei eingebracht werden können;
- dass die beim Einbringen von Ortbetonpfählen auftretenden Erschütterungen die benachbarten, frisch betonierten Pfähle oder den bereits abbindenden Beton nicht beeinflussen.

7.4.3 Bei schädlicher Verformung der Pfähle muss das Gesamtverhalten der Pfähle neu beurteilt werden.

7.4.4 Örtliche oder vergleichbare Erfahrungen können die vorgeschlagene Reihenfolge des Einbringens beeinflussen.

7.5 Schutzmaßnahmen

7.5.1 Die Pfähle müssen gegen Angriff von Organismen, aggressiven Substanzen, Korrosion und Streustrom geschützt werden.

Die zu ergreifenden Maßnahmen müssen in die Entwurfsanforderungen oder sonstigen Anforderungen aufgenommen werden.

7.5.2 Mögliche Maßnahmen umfassen:

- Verwendung von Stahl mit einer geeigneten chemischen Zusammensetzung;
- die Verwendung von geeigneten Beton- oder Mörtelmischungen;
- kathodischer Korrosionsschutz;
- organische oder anorganische Beschichtung oder Oberflächenbehandlung;
- Betonbeschichtung oder Betonierung;
- Verwendung größerer Materialstärken;
- Verwendung von bleibenden Verrohrungen oder Hülsen.

7.5.3 Pfähle dürfen keiner Oberflächenbehandlung unterzogen werden, bei der die Mantelreibung reduziert wird, sofern es nicht erlaubt oder im Entwurf gefordert ist.

ANMERKUNG Negative Mantelreibung kann durch eine geeignete Beschichtung verringert werden.

Seite 16
EN 12699:2000

7.5.4 Holzpfähle für bleibenden Einsatz müssen unterhalb des tiefsten angenommenen Grundwasserspiegels oder freien Wasserspiegels eingesetzt werden, es sei denn, ein ausreichender Schutz über die gesamte Lebensdauer des Bauwerkes wird sichergestellt.

7.5.5 Bei Ortbetonpfählen sollte eine bleibende Verrohrung oder Hülse oder eine andere bewährte Stabilisierungsmaßnahme angewendet werden, wenn der Baugrund eine charakteristische undrainierte Scherfestigkeit von weniger als 15 kPa aufweist und nicht durch entsprechende Erfahrungswerte nachgewiesen wurde, dass eine solche Maßnahme nicht erforderlich ist.

7.5.6 Das Verfahren zum Einbau der Hülse muss vereinbart werden.

7.6 Notwendigkeit einer Einbringhilfe

7.6.1 Im Entwurf muss der Einfluss von Einbringhilfen auf das Tragverhalten der Pfähle und auf die Sicherheit von bestehenden Bauwerken berücksichtigt werden.

7.6.2 Jede Einbringhilfe, wie z. B. Vorrammen, Vorbohren, Spülen, Meißeln oder Sprengen muss geplant und vor Beginn der Arbeiten vereinbart werden.

7.6.3 Einbringhilfen sollten so angewendet werden, dass die Tragfähigkeit bereits eingebrachter Pfähle oder die Sicherheit bestehender Bauwerke nicht schädlich beeinflusst wird.

7.7 Entwurf für das Rammen von Fertigpfählen

7.7.1 Allgemeines

7.7.1.1 Einbringverfahren, Rammbär, Pfahl- und Haubenfutter, Pfahlabmessungen und -länge und weitere Faktoren, die die während des Rammens in den Pfahlschaft eingeleiteten Spannungen beeinflussen, sollten bewertet und bei der Ermittlung der Rammkriterien berücksichtigt werden.

7.7.1.2 Wenn die Gefahr einer Überbeanspruchung des Pfahlschaftes besteht, sollte eine Wellengleichungsanalyse durchgeführt werden.

7.7.1.3 Diese Analyse kann durch vor Ort ausgeführte dynamische Pfahltests ergänzt werden.

7.7.1.4 An keiner Stelle des Pfahlschaftes sollten die berechneten, festgelegten oder, wie in 7.7.1 ausgeführt, abgeleiteten Spannungen infolge der Rammschläge die in 7.7.2, 7.7.3 und 7.7.4 angegebenen Werte überschreiten.

7.7.2 Betonfertigpfähle

7.7.2.1 Die durch das Rammsystem aufgebrachte Energie sollte so gewählt werden, dass

- unter Druckbeanspruchung:
- (einschließlich Vorspannung) während des Rammens der 0,8fache Wert der Betondruckfestigkeit zum Zeitpunkt des Rammens die berechnete maximale Spannung nicht überschreitet;
- unter Zugbeanspruchung:
- die berechnete Kraft $0,9 \times f \times A$ abzüglich der Vorspannkraft nicht überschreiten sollte.

f : charakteristische Streckgrenze der Bewehrung

A : Querschnittsfläche der Bewehrung

7.7.2.2 Wenn die Spannungen während des Rammens aufgezeichnet werden, dürfen die Messwerte die in 7.7.2.1 angegebenen Werte bis zu 10% überschreiten.

7.7.2.3 Bei der Beurteilung der Spannungen infolge der Rammung sollte der Übergang von einer harten in eine weiche Schicht besonders beachtet werden.

7.7.3 Stahlpfähle

7.7.3.1 Die durch das Rammsystem aufgebrachte Energie sollte so gewählt werden, dass die berechnete maximale Spannung in Stahlpfählen während des Rammens den 0,9fachen Wert der charakteristischen Streckgrenze des Stahls nicht überschreitet.

7.7.3.2 Wenn die Spannungen während des Rammens aufgezeichnet werden, dürfen die Messwerte die in 7.7.3.1 angegebenen Werte bis zu 20 % überschreiten.

7.7.4 Holzpfähle

7.7.4.1 Die durch das Rammsystem aufgebrachte Energie sollte so gewählt werden, dass die während des Rammens erzeugte maximale Druckspannung den 0,8fachen Wert der charakteristischen Druckfestigkeit in Faserrichtung nicht überschreitet.

7.7.4.2 Wenn die Spannungen während des Rammens aufgezeichnet werden, dürfen die Messwerte die in 7.7.4.1 angegebenen Werte bis zu 10 % überschreiten.

7.7.4.3 Querschnittsverminderungen durch Bohren und Einkerbung sind zulässig.

7.8 Besondere Hinweise zum Entwurf

7.8.1 Allgemeines

7.8.1.1 Wenn folgende Punkte für Qualität oder Tragverhalten des Verdrängungspfahls wichtig sind, sollten sie beim Entwurf in einem frühen Stadium oder während der Ausführung festgelegt werden. Sie umfassen:

- Ausführungen der Kupplungen;
- Qualität der Schweißnaht bei Stößen;
- Verfahren, Mindestlänge und Toleranzen für das Kappen der Pfahlelemente;
- Form und Konstruktion des Pfahlschuhs oder andere Maßnahmen, wenn sie für den Schutz und die Sicherung der Pfahlspitze im anstehenden Gestein erforderlich sind;
- zeitabhängige Einflüsse auf die Pfahltragfähigkeit;
- Prüfung von Fertigpfählen durch Nachrammung;
- Anpassung der Rammkriterien bei Verwendung einer Rammjungfer.

7.8.2 Bewehrung von Ortbetonpfählen

7.8.2.1 Der Bewehrungskorb für Ortbetonpfähle muss nicht nur für eine ausreichende Festigkeit des fertigen Pfahles, sondern auch für eine ausreichende Stabilität während des Einbaus des Bewehrungskorbes und der Herstellung des Pfahls bemessen werden. Er muss außerdem ein leichtes Umfließen des frischen Betons um die Bewehrungselemente ermöglichen.

7.8.2.2 Steckseisen oder Dübelverankerungen, die in den frischen bzw. abgebundenen Beton eingebracht werden, um eine Verbindung mit dem Überbau zu schaffen, müssen ENV 1992-3 entsprechen.

7.8.2.3 Werden Stahlrohre oder -profile als Bewehrung für Verbundpfähle verwendet, so muss ihre Bemessung ENV 1994-1-1 entsprechen.

7.8.2.4 Wenn im Entwurf nichts anderes vorgesehen ist, müssen Ortbetonpfähle über die gesamte Länge bewehrt werden.

7.8.2.5 Ein Verdrängungspfahl darf als unbewehrtes Betonelement bemessen werden, wenn:

- die Bemessungswerte der Einwirkungen und/oder
- die Einwirkungen aus dem Baubetrieb und/oder

Seite 18
EN 12699:2000

- die Einwirkungen aus dem Untergrund im Pfahl nur Druckspannungen erzeugen und
- die Pfahlgründung sich nicht in einem Erdbebengebiet befindet.

7.8.2.6 Um unplanmäßige Lasten aufzunehmen (z. B. aus dem Baubetrieb, Außermittigkeit des Pfahls), muss eine Mindestbewehrung nach 7.8.2.9 für die oberen 4 m eines Tragpfahls vorgesehen werden.

7.8.2.7 Pfähle sollten außerdem, sofern nichts anderes festgelegt ist, im Bereich von weichen oder lockeren Böden bewehrt werden.

7.8.2.8 Zugpfähle müssen in jedem Fall über ihre gesamte Länge bewehrt werden.

7.8.2.9 Ist eine Bewehrung erforderlich, muss, sofern durch die Bemessung nichts anderes nachgewiesen wurde:

- die Mindestbewehrung 0,5 % des Pfahlquerschnittes betragen;
- die Längsbewehrung aus mindestens vier Stäben mit einem Durchmesser von 12 mm bestehen.

7.8.2.10 Der lichte Abstand zwischen den Längsstäben des Bewehrungskorbes muss mindestens:

- 100 mm oder
- 80 mm bei Zuschlägen mit einer Korngröße von $d \leq 20$ mm betragen.

Der Abstand zwischen den Bewehrungsstäben darf im Bereich der Stöße verringert werden.

7.8.2.11 Die Querbewehrung muss mindestens die folgenden Werte erfüllen:

- Minstdurchmesser der Stäbe: 5 mm;
- Mindestabstand zwischen den Stäben: wie für Längsstäbe.

7.8.2.12 Die Betonüberdeckung bewehrter Ortbetonpfähle darf nicht kleiner sein als:

- 50 mm für Pfähle mit zeitweiliger Verrohrung;
- 75 mm bei Umwelteinflüssen der Klasse 5 nach ENV 206 oder wenn die Bewehrung nach dem Einbringen des Betons erfolgt;
- 40 mm zur Innenfläche der bleibenden Verrohrung oder eines Mantelrohres.

7.8.3 Pfahlschuh

7.8.3.1 Der Pfahlschuh von Verdrängungspfählen muss aus widerstandsfähigen Baustoffen hergestellt werden, die die durch das Einbringverfahren und die Untergrundverhältnisse hervorgerufenen Beanspruchungen ohne Schäden überstehen.

7.8.3.2 Der Pfahlschuh muss so ausgebildet werden, dass während des Einbringens des Pfahls kein Wasser in das Vortreibrohr eindringt.

7.8.3.3 Der Pfahlfuß von vorgefertigten Beton- und Stahlpfählen sollte für das Rammen in harten Fels, auf einer geneigten Felsoberfläche, im vermuteten Festgestein oder in einem Baugrund mit Blöcken bemessen werden.

ANMERKUNG In verwittertem Fels und in Lockergestein kann der Pfahlfuß durch andere Maßnahmen geschützt werden (z. B. Bandagen, Zusatzbewehrungen, Platten).

Typische Beispiele für Pfahlfüße sind im Anhang A, Bild A.4 dargestellt.

7.8.3.4 Beim Einbringen von Holzpfählen ist in weichen Böden normalerweise kein Schutz des Pfahlfußes erforderlich.

In anderen Böden sollte der Pfahlfuß geschützt werden, wenn keine anderen Erfahrungen vorliegen.

7.8.4 Pfahlkupplungen

Die Kupplungen von vorgefertigten Verdrängungspfählen und kombinierten Verdrängungspfählen müssen in der Lage sein, während des Einbringens die Richtung und Lage der Pfahlelemente sicherzustellen. Sie müssen ebenfalls den Beanspruchungen durch Einbau, Einbringen und Einwirkungen aus dem Bauwerk und des umgebenden Bodens zuverlässig widerstehen.

Typische Beispiele für Pfahlkupplungen sind im Anhang A, Bilder A.7, A.8 und A.9 dargestellt.

7.8.5 Pfahlaufweitungen

7.8.5.1 Wenn Pfahlaufweitungen vorgesehen sind, müssen das Verfahren zur Herstellung der Aufweitung, die maßgebliche Aufstandsfläche und der Schaftumfang für den Entwurf vereinbart sein.

Beispiele für Pfahlaufweitungen sind im Anhang A, Bild A.2 dargestellt.

7.8.5.2 Wenn Fuß- oder Schaftaufweitungen an Ortbetonpfählen durch Ausrammen hergestellt werden, müssen vor Beginn der Arbeiten das Verfahren zur Pfahlherstellung und die Nennwerte von Fuß- und Schaftumfang, die im Entwurf zu verwenden sind, vereinbart werden.

7.8.6 Pfahlabstände

7.8.6.1 Die Pfahlabstände müssen bezogen auf Pfahlart, -länge, Baugrundverhältnisse und Pfahlgruppenverhalten festgelegt werden.

7.8.6.2 Bei der Festlegung des Pfahltyps, der Pfahlabstände, der Neigung und der Reihenfolge der Einbringung sollte eine mögliche Wechselwirkung der Pfähle berücksichtigt werden.

7.8.7 Zusammengesetzte Pfähle

Besondere Beachtung muss den Verbindungen der Teile von zusammengesetzten Pfählen und deren Einbringverfahren gewidmet werden, um eine ausreichende Tragfähigkeit, Widerstandsfähigkeit und Dauerhaftigkeit sicherzustellen.

Beispiele für Kupplungen sind im Anhang A, Bild A.8 dargestellt.

8 Ausführung

8.1 Allgemeines

8.1.1 Während des Pfahleinbringens sollten sämtliche erforderlichen Maßnahmen ergriffen werden, die sowohl die Handhabung der Pfähle, der Ausrüstung als auch die der Materialien umfassen, um die Arbeitssicherheit auf und in der Umgebung der Baustelle sicherzustellen und das Risiko einer Schädigung oder Beeinflussung von Personen und benachbarten Gebäuden durch Erschütterungen und Lärm auf ein Mindestmaß zu reduzieren.

8.1.2 Die Ausführung von Verdrängungspfählen muss in der Reihenfolge mit 7.4 übereinstimmen.

8.1.3 Vor Beginn der Pfahlarbeiten sollte ein Ausführungsplan verfügbar und vereinbart sein, der die Pfahlgeräte, das Einbringverfahren, die Lage des ersten Pfahls und eine vollständige Herstellreihenfolge der Pfähle umfasst.

8.1.4 Wenn möglich, sollten Einbringversuche oder der erste Pfahl im Bereich der Baugrundaufschlüsse erfolgen.

8.2 Vorbereitung der Baustelle

8.2.1 Die Arbeitsebene muss so eingerichtet und unterhalten werden, dass die Arbeiten sicher und wirksam ausgeführt werden können.

8.3 Ausrüstung und Verfahren

8.3.1 Allgemeines

Die Ausrüstung für die Pfähleinbringung sollte EN 996 entsprechen.

8.3.2 Rammbär

8.3.2.1 Pfähle, Verrohrungen oder Vortreibrohre müssen mit einem geeigneten Rammbär eingetrieben werden, der das Eindringen bis zur vorgeschriebenen Tiefe ermöglicht oder die erforderliche Tragfähigkeit erreicht, ohne Schädigung und bei begrenzter Störung der Umgebung.

8.3.2.2 Das Rammsystem bei Kopframmung muss in Achse und rechtwinklig auf dem Pfahl oder Vortreibrohr aufsitzen.

8.3.2.3 Die Schlaggeschwindigkeit und das Gewicht des Rammbärs müssen so gewählt werden, dass sie für den Pfahl und die Baugrundverhältnisse geeignet sind (siehe 7.7).

8.3.3 Vibrationsbär

8.3.3.1 Pfähle, Verrohrungen oder Vortreibrohre müssen mit einem geeigneten Vibrationsbär eingebracht werden, der ohne Beschädigung des Rammgutes und bei begrenzter Störung der Umgebung das Eindringen bis zur vorgeschriebenen Tiefe oder bis zur Erreichung der erforderlichen Tragfähigkeit ermöglicht.

8.3.3.2 Der Vibrationsbär sollte mittig auf dem Pfahlkopf oder Vortreibrohr aufsitzen.

8.3.3.3 Fliehkraft, Frequenz und Amplitude des Vibrationsbärs müssen nach den Pfahl- und Baugrundbedingungen ausgewählt werden.

8.3.3.4 Eine Kombination aus Vibrations- und Schlagrammen kann ebenfalls in Betracht gezogen werden, wobei ein Vibrationsbär üblicherweise für das Einrichten und Vorrammen und ein Rammbär zum Einrammen der Pfähle bis zum Erreichen der erforderlichen Tragfähigkeit bzw. Solltiefe eingesetzt wird.

8.3.3.5 Wenn mit Schäden an nahe liegenden Bauten oder Ver- bzw. Entsorgungsanlagen zu rechnen ist, sollten Pfähle oder Rohre mit Vibrationsbären eingebracht werden, bei denen Unwucht und Frequenz unabhängig voneinander eingestellt werden können.

8.3.4 Ausrüstung für Schraubpfähle

Drehmoment und Druck müssen so ausgewählt werden, dass die Pfähle oder Vortreibrohre bis zur Solltiefe eingebracht, oder die erforderliche Tragfähigkeit erreicht wird, ohne dass Schäden auftreten. Eine unzulässige Störung des Baugrundes muss vermieden werden.

8.3.5 Ausrüstung für eingepresste Pfähle

8.3.5.1 Das Pressen- und Reaktionssystem muss so gewählt werden, dass der Pfahl bis zur Solltiefe eingebracht oder die erforderliche Tragfähigkeit erreicht wird, ohne Schäden am Pfahl oder Reaktionssystem zu erzeugen.

8.3.5.2 Eine kalibrierte Kraftmessdose muss ins Einpresssystem integriert werden.

8.3.6 Zusatzausrüstungen

8.3.6.1 Wenn die Kappebene unterhalb der Geländehöhe oder des Wasserspiegels liegt, kann eine Rammjungfer in Achse zwischen Haube und Pfahlkopf eingesetzt werden.

8.3.6.2 Um den Energieverlust gering zu halten, sollte die Rammjungfer die annähernd gleiche Steifigkeit wie der Pfahl aufweisen (siehe 7.8.1).

8.3.7 Vortreibrohr

Das Vortreibrohr darf keine nennenswerten Unterschiede des Außen- oder Innendurchmessers aufweisen, wodurch die korrekte Herstellung des Pfahles verhindert werden könnte.

8.4 Fertigpfähle

8.4.1 Allgemeines

8.4.1.1 Die besonderen Richtlinien für Handhabung, Einrichtung und Lagerung der Pfähle müssen eingehalten werden. Sind keine besonderen Richtlinien gegeben, müssen die Pfahlelemente so gehandhabt werden, dass keine Überbeanspruchungen auftreten.

8.4.1.2 Wenn festgelegt, müssen ein oder mehrere Pfähle nach einer vorgegebenen Zeitspanne nachgerammt werden, um die zeitabhängigen Einwirkungen auf die Tragfähigkeit der Pfähle zu bestimmen (siehe 7.8.1).

8.4.1.3 Wenn die Einbringkriterien beim Nachrammen nicht erfüllt sind, muss die Tragfähigkeit der Pfähle neu festgelegt werden (siehe ENV 1997-1, 7.6.3.4).

8.4.2 Betonfertigpfähle

8.4.2.1 Der Kopf eines gerammten Betonfertigpfahls sollte mit einem Pfahlfutter geschützt werden, um sicherzustellen, dass die Spannungen infolge der Schläge reduziert und gleichmäßig über den Pfahlkopf verteilt werden.

8.4.2.2 Die besonderen Anweisungen zum Verbinden der Pfahlteile müssen eingehalten werden.

8.4.3 Stahlpfähle

8.4.3.1 Der Pfahlkopf eines gerammten Stahlpfahls sollte mit einer festsitzenden Schlaghaube aus Stahl versehen werden, um Schäden am Pfahlkopf zu vermeiden.

8.4.3.2 Das Rohrende eines fußgerammten Pfahls muss fest genug sein, um die Schlagkräfte des Rammjärens und die durch den Rohrabschlusspfropfen übertragene Kraft aufzunehmen (siehe 8.5.2.3).

8.4.3.3 Schweißen und Trennen von Stahlteilen.

8.4.3.3.1 Vor dem Einbringen eines kopfgerammten Pfahles muss der Pfahlkopf rechtwinklig zur Pfahlachse zugeschnitten werden.

8.4.3.3.2 Wenn Kantenvorbereitungen oder das Zuschneiden von Stahlteilen notwendig sind, müssen diese Arbeiten nach EN 29692 ausgeführt werden.

8.4.3.3.3 Wenn in der Bemessung nichts anderes festgelegt ist, müssen für Baustähle nach ENV 1993-5 und EN 10248 die Vorbereitungen für die Verbindung, die Schweißprozesse und der Schweißablauf den Angaben aus Tabelle 1 entsprechen. Für andere Stahlsorten sind die Anforderungen festzulegen.

8.4.3.3.4 Wenn Teillängen von Pfählen vor Ort mittels Stumpfstoß zu verbinden sind, müssen entsprechende Einrichtungen zum Halten und Ausrichten der Segmente vor dem Schweißen vorhanden sein. Die Teile sind so zu sichern, dass die Außermittigkeit oder der Winkel zwischen den Achsen zweier Segmente mit der Bemessung und den Normen übereinstimmt.

Schweißarbeiten dürfen nicht durch schädliche Vibrationen beeinträchtigt werden.

8.4.3.3.5 Die beim Schweißen aufgetragenen Metalle müssen Festigkeiten aufweisen, die den festgelegten Mindestwerten des Grundmaterials entsprechen.

8.4.3.3.6 Es muss besonders darauf geachtet werden, dass die durch das Schweißen verursachten Spannungen und Verformungen gering gehalten werden.

8.4.3.3.7 Schweißarbeiten müssen durch ausreichend erfahrene Schweißer ausgeführt werden.

8.4.3.3.8 Prüfung und Kontrolle der Schweißnähte müssen, wenn nicht anders festgelegt, mit Tabelle 1 übereinstimmen.

Tabelle 1 — Schweiß- und Prüfkriterien für Pfähle und Pfahlelemente aus Baustählen

Schweißen						Prüfung und Kontrolle von Schweißverbindungen		
Art der Verbindung	Art der Ver- schwei- ßung	Vorberei- tung der Verbin- dung	Art der Elektro- den	Schweiß- verfahren nach ISO 4063	Beschrei- bung des Schweiß- vorgan- ges	Zulässige Fehler- klasse EN 25817	Art der Prüfung	Umfang der Prüfung
stumpf/ überlappt ^a	EN 29692	EN 29692	EN 499	111	EN 288-2	D	Visuell	100 %
				114				
stumpf/ überlappt ^b	EN 29692	EN 29692		12	—	D	Visuell	100 %
				131				
				135				
				136				
^a für tragende Schweißverbindungen								
^b für nicht tragende Schweißverbindungen								

8.4.4 Holzpfähle

8.4.4.1 Vor dem Einbringen müssen Maßnahmen getroffen werden, um das Zerfasern/Aufsplintern zu vermeiden.

ANMERKUNG Dies kann durch winkelrechtes Zurichten des Pfahlkopfes und Aufsetzen eines Stahl- oder Eisenrings oder andere Verfahren, deren Wirksamkeit nachgewiesen wurde, erfolgen.

8.4.4.2 Ist es erforderlich Pfähle anzuwenden, die aus zwei oder mehreren Teilen zusammengesetzt sind, sollten die Stoßflächen winkelrecht geschnitten werden, um einen vollflächigen Kontakt über den gesamten Querschnitt des Pfahls sicherzustellen.

8.4.4.3 Die Verbindungen sollten durch ein bewährtes Verfahren gesichert werden. Siehe Anhang A, Bilder A.8 und A.9.

8.4.4.4 Nach dem Einbringen sollten die Pfahlköpfe vor dem Überbauen rechtwinklig im unversehrten Holz abgetrennt und mit einem Schutzmittel behandelt werden.

8.4.5 Zusammengesetzte Pfähle

Beim Einbringen sollte darauf geachtet werden, dass die Verbindung zwischen den Pfahlteilen aus verschiedenen Baustoffen nicht überbeansprucht wird.

8.5 Ortbetonpfähle

8.5.1 Allgemeines

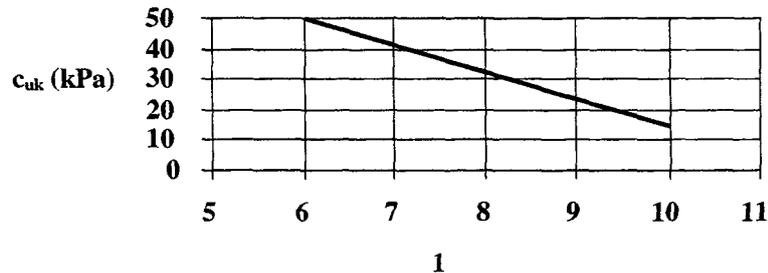
8.5.1.1 Sämtliche Gerätschaften, Baustoffe und Arbeitsabläufe für die Herstellung von Ortbetonpfählen müssen sicherstellen, dass der fertig gestellte Pfahl den geforderten Mindestquerschnitt erreicht.

8.5.1.2 Das Einbringen des Vortreibrohres muss nach 8.3 und 8.4 erfolgen.

8.5.1.3 Die Reihenfolge des Einbringens von zeitweilig verrohrten Pfählen muss sicherstellen, dass eine Beschädigung bereits erstellter Pfähle verhindert wird, deren Beton noch keine genügende Festigkeiten aufweist.

8.5.1.4 Wenn nicht anders festgelegt oder die Erfahrung nichts anderes zeigt, sollten benachbarte Pfähle ohne bleibende Verrohrung nicht innerhalb des sechsfachen Durchmessers, gemessen von Mittelpunkt zu Mittelpunkt, hergestellt werden, solange der Beton keine ausreichende Festigkeit aufweist.

8.5.1.5 Wenn der Baugrund eine charakteristische undrainierte Scherfestigkeit von weniger als 50 kPa aufweist, sollte der Abstand von Zentrum zu Zentrum zwischen zeitweilig verrohrten frisch hergestellten Ortbetonpfählen nach Bild 1 vergrößert werden, sofern der Beton nicht eine ausreichende Festigkeit erreicht hat.



Legende

1 Achsabstand/Durchmesser

Bild 1 — Mindestabstand von frisch hergestellten Pfählen ohne bleibende Verrohrung in weichen Böden

8.5.1.6 Wenn für die Herstellung der Pfahlschäfte erdfechter, verdichteter Beton verwendet wird, darf der in Bild 1 empfohlene Abstand auf die Hälfte der angegebenen Werte verringert werden.

8.5.1.7 Pfähle, an denen Hebungen aufgetreten sind, sollten nicht nachgerammt werden, ausgenommen Pfähle, bei denen der Beton in ein bleibendes Stahl- oder Fertigbetonrohr eingebracht wird und dies den Anforderungen entspricht. Pfähle ohne bleibende Verrohrung sollten nicht nachgerammt werden, es sei denn, es kann nachgewiesen werden, dass der Pfahlquerschnitt die Rammkräfte sicher aufnehmen kann.

8.5.2 Zeitweilig verrohrte Pfähle

8.5.2.1 Das untere Rohrende eines am Kopf eingerammten Vortreibrohres muss zum Schutz gegen das Eindringen von Wasser und Boden mit einem Pfahlschuh oder einem anderen Rohrabschluss versehen sein.

8.5.2.2 Wird der Pfahlschuh verschoben oder beschädigt, so dass Boden oder Wasser in das Vortreibrohr gelangt, darf der Pfahl erst dann betoniert werden, wenn einer oder mehrere der folgenden Arbeitsschritte ausgeführt worden sind:

- das Rohr muss, falls erforderlich, mit einem gut fließfähigen Material gefüllt, gezogen und erneut eingetrieben werden;
- oder der Pfahl muss an anderer Stelle angesetzt werden;
- oder wenn ein Hindernis vorhanden ist, das einfach und sicher entfernt werden kann, muss der Pfahl anschließend an der ursprünglichen Stelle hergestellt werden.

8.5.2.3 Wenn das Vortreibrohr mit Innenrammung eingebracht wird, dürfen Beton, Kies oder Sand als Pfropfen am unteren Ende des Vortreibrohres verwendet werden. Es ist vorzusorgen, dass das Vortreibrohr während des Rammens nicht beschädigt wird.

8.5.2.4 Handhabung und Einbau der Bewehrung

8.5.2.4.1 Der Bewehrungskorb muss so hergestellt werden, dass er ohne Schädigung oder Verformung transportiert und in das Vortreibrohr eingeführt werden kann.

8.5.2.4.2 Wenn Bewehrungskörbe auf der Baustelle mittels Schweißung hergestellt oder verlängert werden, müssen Querschnitt und Qualität der Schweißverbindungen für die während der Handhabung und im Endzustand nach dem Betonieren einwirkenden Kräfte ausreichend sein und nach ENV 1992-3 ausgeführt werden.

Seite 24
EN 12699:2000

8.5.2.4.3 Bewehrungskörbe müssen so aufgehängt oder abgestützt werden, dass sie während dem Betoniervorgang ihre korrekte Lage nicht verändern.

8.5.2.4.4 Die Bewehrung sollte vor dem Betonieren in das Rohr eingebracht werden.

8.5.2.4.5 Ein Einbringen der Bewehrung nach dem Einfüllen des Betons ist für senkrechte Pfähle zulässig, sofern frühere Erfahrungen unter vergleichbaren Bedingungen oder an Versuchspfählen die Eignung des Einbauverfahrens nachgewiesen haben.

8.5.2.4.6 Ein derartiger Einbau muss schnellstmöglich nach Beendigung des Betoniervorgangs erfolgen.

8.5.2.4.7 Werden Bewehrungskörbe nach dem Betonieren eingebaut, kann es erforderlich sein, die Einhaltung ihrer Lage mit geeigneter Mitteln sicherzustellen.

8.5.2.4.8 Der Einbau darf durch leichtes Rütteln unterstützt, auch darf die Bewehrung, z. B. mit einem Dorn, eingezogen werden.

8.5.2.4.9 Wird die Anschlussbewehrung am Pfahlkopf gebogen, darf der innere Radius nicht kleiner sein als der Wert, der in ENV 1992-3 festgelegt ist.

8.5.2.5 Betonieren

8.5.2.5.1 Das Betonieren von Ortbetonverdrängungspfählen muss im Trockenen nach einem der folgenden drei Verfahren ausgeführt werden:

- 1) Verwendung von gut verarbeitbarem Beton, der in ausreichender Menge vor und während des Rohrziehens in das Vortreibrohr eingefüllt wird;
- 2) Einpumpen von Beton mit guter Verarbeitbarkeit in das Vortreibrohr;
- 3) Verwendung von erdfeuchtem Beton, der in kleinen Chargen in das Vortreibrohr eingebracht wird, wobei jede Charge während des schrittweise erfolgenden Rohrziehens durch Stampfen ausgebreitet und verdichtet wird.

Das erste und dritte Verfahren dürfen kombiniert werden, z. B. die Herstellung des Pfahlfußes (eventuell aufgeweitet) mit erdfeuchtem Beton und des Pfahlschaftes mit gut verarbeitbarem Beton.

8.5.2.5.2 Wenn Wasser oder Boden im Rohr ansteht, darf das Verfahren des Betonierens in trockenen Verhältnissen nicht angewendet werden. Unmittelbar vor dem Betonieren ist eine Kontrolle durchzuführen.

ANMERKUNG Wenn kein Boden im Rohr vorhanden ist, kann das Betonieren unter Wasser im Kontraktorverfahren zugelassen werden.

8.5.2.5.3 Frischer Beton muss in noch vollständig verarbeitbarem Beton eingebracht werden.

8.5.2.5.4 Bei der Bestimmung der Verarbeitbarkeitszeit des Betons sollten ein Spielraum für mögliche Unterbrechungen bei der Lieferung und die erforderliche Zeit für das Einbringen eingeplant werden.

8.5.2.5.5 Der Beton muss in ausreichender Menge mit ausreichender Verarbeitbarkeit und richtiger Konsistenz eingebracht werden, um sicherzustellen, dass:

- keine nennenswerten Lufteinschlüsse vorhanden sind;
- ein Anheben des Betons beim Ziehen des Rohres vermieden wird;
- ein Entmischen des Betons verhindert wird;
- das Eindringen von Boden und Wasser verhindert wird.

8.5.2.5.6 Äußeres Rütteln oder leichtes Anschlagen des Vortreibrohres während des Ziehvorganges ist zulässig, wenn damit das Ausfließen und die Verdichtung des Betons verbessert werden.

8.5.2.5.7 Der Beton muss während des Ziehvorganges ausreichend hoch über dem unteren Ende des Vortreibrohres gehalten werden.

8.5.2.5.8 Der Betonspiegel im Vortreibrohr sollte während des Ziehvorgangs auf Höhe der Arbeitsebene oder darüber gehalten werden.

8.5.2.5.9 Der Pfahl sollte bis zur Arbeitsebene betoniert werden, sofern keine einschlägigen Erfahrungen nachweisen, dass dies nicht erforderlich ist, um Integrität und Abmessungen sicherzustellen.

8.5.2.5.10 Bei der Verwendung von erdfeuchtem Beton muss das Verfahren des Rohrziehens sicherstellen, dass der erdfeuchte Beton nicht angehoben, sondern ausreichend verdichtet und ausgestampft wird.

8.5.2.5.11 Während des Betonierens sollten das Volumen des eingebrachten Betons und der Betonspiegel im Vortreibrohr überprüft und aufgezeichnet werden.

8.5.2.5.12 Das Verfahren und die Häufigkeit der Überprüfungen sollten für Abmessungen, Pfahllast und Baugrundbedingungen geeignet sein und vor Beginn der Arbeiten vereinbart werden.

8.5.2.5.13 Bei kaltem Wetter mit Lufttemperaturen von niedriger als 3°C und fallend müssen die Pfahlköpfe der frisch betonierten Pfähle gegen Frost geschützt werden.

8.5.3 Pfähle mit bleibender Verrohrung

ANMERKUNG Bleibende Verrohrungen oder Hülsen können für Ortbetonpfähle verwendet werden, um z. B. Einschnürungen oder unkontrollierte Vergrößerungen zu verhindern oder als Schutz in aggressiven Böden oder Grundwasser zu dienen.

8.5.3.1 Handhabung, Einbringen der Bewehrung und Betonieren müssen 8.5.2 und EN 1536 entsprechen.

8.6 Verpresste Verdrängungspfähle

8.6.1 Verpressen während des Einbringens

8.6.1.1 Ein vergrößerter Pfahlschuh kann verwendet werden, um entlang der gesamten Mantelfläche oder eines Teils davon einen Hohlraum auszubilden, der während des Einbringens mit Verpressmörtel verfüllt wird.

8.6.1.2 Das Verpressen kann in Höhe des Pfahlschuhs erfolgen, und zwar durch das Vortreibrohr oder ein Verpressrohr, das zeitweilig oder ständig am Pfahl angebracht ist.

8.6.1.3 Die Förderleistung der Pumpe muss auf die Eindringgeschwindigkeit und die Größe des Hohlraums um den Pfahl abgestimmt sein.

8.6.2 Nachverpressung

8.6.2.1 Bei Betonpfählen muss die Schaftverpressung durch bleibende Verpressrohre erfolgen, die am Pfahl befestigt oder im Pfahl eingebaut sind.

8.6.2.2 Bei Stahlpfählen müssen Schaft- und Fußverpressung durch Verpressrohre erfolgen, die ständig oder zeitweilig am Pfahl angebracht sind.

8.6.2.3 Das Verpressen muss mit geeigneten Drücken und Verpressmengen erfolgen, um:

- das Ausbreiten des Verpressmörtels an der Grenzfläche von Pfahl und Boden zu ermöglichen;
- ein Aufbrechen des umgebenden Baugrunds zu vermeiden.

8.6.2.4 Sobald das zuerst eingebrachte Verpressgut abgebunden hat, darf in einer zweiten Stufe nachverpresst werden.

8.6.2.5 Die Schaft- und/oder Fußverpressung darf bei Ortbetonpfählen erst nach dem Abbinden und/oder Erhärten des Betons wie festgelegt ausgeführt werden.

8.7 Kappen von Betonpfählen

8.7.1 Das Freilegen und Kappen des Pfahlkopfes müssen sorgfältig durchgeführt werden, um Schäden am restlichen Pfahl zu vermeiden.

8.7.2 Besondere Aufmerksamkeit muss auf die Betonqualität im obersten Pfahlteil gerichtet werden. Schadhafter Beton im Kopfbereich des fertigen Pfahls muss bis zum einwandfreien Beton abgestemmt und mit frischem Beton kraftschlüssig ausgebessert werden.

8.8 Zusätzliche Verfahren für besondere Anwendungsfälle

8.8.1 Einbringhilfen

8.8.1.1 Zur Unterstützung des Pfahleinbringens dürfen zusätzliche Verfahren angewendet werden.

Diese Verfahren beinhalten:

- spülunterstütztes Einbringen;
- Vorrammen;
- Vorbohren;
- vorheriges Sprengen;
- Aufweitungen des Vortreibrohres oder des Pfahlfußes.

8.8.1.2 Durch diese Verfahren darf/dürfen:

- das Tragverhalten bereits hergestellter Pfähle nicht beeinträchtigt werden;
- keine Instabilitäten des umgebenden Baugrunds (Rutschungen, Bodenverflüssigungen, starke seitliche Verschiebungen) entstehen;
- die Standsicherheit benachbarter Bauwerke nicht beeinträchtigt werden.

8.8.1.3 Das Spülen muss sofort beendet werden, wenn der Pfahl oder das Vortreibrohr beginnt, sich in seiner Lage oder Neigung zu verändern.

8.8.2 Verfahren zur Minimierung von Baugrundbewegungen

Werden bei der Herstellung von Einzelpfählen oder bei Pfahlgruppen unzulässige Bodenbewegungen festgestellt, sollte in Übereinstimmung mit dem Entwurf vorgebohrt oder gekernt werden, um diese Wirkungen einzuschränken.

8.8.3 Arbeiten auf schwimmenden Plattformen

Besondere Aufmerksamkeit muss auf die Führung gerichtet werden, um die Ausrichtung der Pfähle während des Einbringens sicherzustellen.

8.8.4 Fußaufweitungen bei Ortbetonpfählen

8.8.4.1 Vor Aufnahme der Arbeiten müssen die Verfahren zur Fußaufweitung vereinbart werden (siehe 7.8.5).

8.8.4.2 Fußaufweitungen dürfen durch Ausrammen verdichteten Betons in den Baugrund unterhalb der Sohle des Vortreibrohres ausgebildet werden.

8.8.4.3 Der Betonverbrauch und die Rammenergie für die Fußaufweitung müssen entsprechend den Anforderungen gemessen und dokumentiert werden.

8.8.4.4 Bei Zugpfählen (z. B. im Fall von Zugwirkungen des Überbaus und beim Auftreten von Hebungen) muss besonders darauf geachtet werden, dass eine ausreichende Verankerung des Bewehrungskorbes im aufgeweiteten Fuß erzielt wird.

9 Aufsicht, Aufzeichnung und Versuche

9.1 Aufsicht

9.1.1 Für die Bauarbeiten muss eine ausreichend befähigte und erfahrene Person verantwortlich sein.

9.1.2 Diese Person muss verantwortlich sein für:

- die Übereinstimmung der Bauarbeiten mit dieser Norm sowie mit etwaigen zusätzlichen Festlegungen und einer vereinbarten Arbeitsweise;
- die Aufzeichnungen der Daten der Pfahlherstellung und die Führung aller notwendigen Unterlagen und
- die laufende Unterrichtung des Bauherrnvertreters und des Entwurfsverfassers über sämtliche Änderungen oder Abweichungen von den erwarteten Situationen und Baustellenbedingungen oder in allen sonstigen Fällen mangelnder Übereinstimmung.

9.2 Aufzeichnung der Pfahlherstellung

9.2.1 Die Aufzeichnung sämtlicher Arbeiten, die mit der Ausführung von Verdrängungspfählen in den verschiedenen Herstellungsstadien verbunden sind, muss der Verfahrensbeschreibung und dem Ausführungsplan entsprechen, die in Übereinstimmung mit dem Entwurf und ENV 1997-1 erstellt wurden.

9.2.2 Der Pfahlherstellvorgang einschließlich zuvor hergestellter Pfähle muss aufgezeichnet werden und alle relevanten Daten aus 10.3 und, sofern gefordert, auch die aus 10.4 enthalten.

9.2.3 Die Auswirkungen von Pfahlarbeiten in der Nähe von gefährdeten Gebäuden oder möglicherweise instabilen Böschungen sollten überwacht werden. Die Verfahren umfassen die Messung von Erschütterungen, Verschiebungen und Neigungen. Die Messungen sollten mit den geforderten Ausführungskriterien verglichen werden.

9.2.4 Die Häufigkeit der Aufzeichnungen muss festgelegt und vor Aufnahme der Pfahlarbeiten vereinbart werden.

9.2.5 Die Dokumentation der Aufzeichnungen muss innerhalb einer vereinbarten Zeitspanne erstellt und bis zur Beendigung der Pfahlarbeiten auf der Baustelle aufbewahrt werden.

9.2.6 Sämtliche Instrumente, die zur Aufzeichnung der Pfahlherstellung und/oder der Auswirkungen des Einbringens verwendet werden, müssen für ihren Einsatzzweck geeignet und kalibriert sein.

9.2.7 Jede Unstimmigkeit muss festgehalten werden.

9.2.8 Für einen Teil der Pfähle sollte der große Herstellbericht aufgezeichnet werden, um festzustellen, ob die Baugrundverhältnisse mit den für die Bemessung zu Grunde gelegten Annahmen übereinstimmen.

Dieser Bericht sollte Folgendes umfassen:

- für Ramppfähle: Fallhöhe und -gewicht oder Rammenergie des Rammjärs in Zusammenhang mit der Schlagzahl und Eindringung pro Einheit;
- Drehmoment und aufgebrauchten Druck für Schraubpfähle;
- Leistungsaufnahme, Amplitude, Frequenz und Eindringung für Rüttelpfähle;
- aufgebrauchte Pfahlkraft für Einpresspfähle.

9.2.9 Wenn bei geramten Gründungspfählen eine bestimmte „Endeindringung“ erreicht werden soll, müssen Energie und Eindringrate gemessen werden.

9.2.10 Wenn mit Hebungen oder seitlichen Verschiebungen zu rechnen ist, die sich nachteilig auf die Unversehrtheit und Tragfähigkeit der Pfähle auswirken könnten, sollten vor und nach dem Rammen der benachbarten Pfähle und/oder nach möglichem Aushub Lage und Pfahlkopfhöhe, bezogen auf einen festgelegten Bezugspunkt, ermittelt werden.

Seite 28
EN 12699:2000

9.2.11 Fertigpfähle, die über ein zulässiges Maß hinaus angehoben wurden, müssen entsprechend den ursprünglichen Entwurfsanforderungen nachgerammt werden.

ANMERKUNG Wenn das Nachrammen eines Pfahls nicht möglich ist, kann durch eine Belastungsprüfung mit Ermittlung des Last- und Setzungsverhaltens die Gesamttragfähigkeit der Pfahlgruppe nachgewiesen werden.

9.3 Versuche

9.3.1 Die Pfahlversuche müssen in Übereinstimmung mit ENV 1997-1 oder den Festlegungen des Entwurfs erfolgen.

9.3.2 Pfahlversuche können herangezogen werden:

- zur Bewertung der Entwurfparameter;
- zur Bestätigung des Pfahlentwurfs;
- zum Nachweis der Widerstands-Verformungseigenschaften für die im üblichen Rahmen festgelegten Einwirkungen;
- zur Überprüfung der Festlegungen;
- zum Nachweis der Integrität des Pfahls.

9.3.3 Als Pfahlversuche können durchgeführt werden:

- Statische Probelastungen:
 - lastgesteuerte statische Probelastung (ML-Test);
 - weggesteuerte statische Probelastung (CRP-Test);
- Dynamische Probelastungen (high strain);
- Integritätsprüfungen:
 - dynamische Integritätsprüfung (low strain);
 - Ultraschallprüfung;
 - dynamische Integritätsprüfung (high strain);
- Kontrollprüfungen:
 - Kernbohrungen zur Gewinnung von Betonproben;
 - Inklinometermessungen in einem vorher eingebrachten Rohrsystem zur Überprüfung von Vertikalität, Neigung und Biegung eines Pfahls.

9.3.4 Bei statischen Probelastungen müssen Entwurf und Herstellung der unterschiedlichen Reaktionsvorrichtungen mit den entsprechenden Richtlinien und Verfahrensbeschreibungen übereinstimmen.

9.3.5 Statische und dynamische Probelastungen an Pfählen sollten erst nach einer ausreichenden Zeit nach deren Herstellung erfolgen, um Festigkeitszunahmen des Pfahlmaterials und Änderungen des Bodenwiderstandes infolge von Porenwasserüberdruck zu berücksichtigen.

9.3.6 Bei der Durchführung von dynamischen Pfahl- und Integritätsprüfungen müssen Geräte eingesetzt werden, die für diesen Zweck gebaut wurden und sich bewährt haben. Diese Prüfungen müssen von befähigten Personen ausgewertet werden, die auch über Kenntnisse der Pfahlherstellung und über Erfahrungen mit den vorliegenden Baugrundverhältnissen verfügen.

9.3.7 Die Aufzeichnungen jeder Prüfung müssen angeben:

- Prüfverfahren und Durchführung;
- Prüfergebnis;
- Schlussfolgerungen aus der Pfahlprüfung.

10 Aufzeichnungen

10.1 Die Aufzeichnungen müssen nach ENV 1997-1 vorgenommen werden.

10.2 Die Baustellenaufzeichnungen müssen aus zwei Teilen bestehen.

Erster Teil: Muss Hinweise und allgemeine Informationen geben bezüglich:

- Pfahlart;
- Herstellungsverfahren und
- Bewehrung und Betonqualität, Stahlsorte, Holzqualität.

Zweiter Teil: Muss spezielle Angaben zur Herstellung enthalten.

10.3 Der Teil mit den allgemeinen Angaben muss unabhängig von Pfahlart und Herstellungsverfahren ähnlich aufgebaut sein und die nachstehend genannten Einzelheiten enthalten:

- Lage der Baustelle X
- Bezeichnung des Auftrags X
- Bauwerk X
- Hauptauftragnehmer (X)
- Pfahlauftragnehmer X
- Bauherr/Auftraggeber (X)
- Ingenieur/Entwurfsverfasser (X)
- Pfahlart/-abmessung/-qualität X
- Herstellungsverfahren X
- Bewehrung (X)
- Betonqualität (X)
- Betoniervorgang (X)
- Fertigpfahlhersteller (X)
- Baustoffqualität (X)
- X erforderliche Angaben
- (X) Angaben, wenn zutreffend

10.4 Der Teil mit den speziellen Angaben muss besonders auf die Pfahlart und das Herstellungsverfahren abgestimmt sein und sollte die in der Tabelle 2 aufgezählten Angaben enthalten.

10.5 Die in der folgenden Tabelle 3 genannten Einzelheiten sollten aufgezeichnet werden.

10.6 Je nach Zweck können die Angaben in Form von

- Einzelaufzeichnungen für jeden Pfahl oder
- Sammelaufzeichnungen für Gruppen von Pfählen des gleichen Typs und Herstellungsverfahrens erfasst werden.

10.7 Vor Beginn der Pfahlarbeiten müssen die Einzelheiten der Aufzeichnungen und die Form der Baustellenberichte vereinbart werden.

10.8 Sämtliche Aufzeichnungen müssen, sofern nicht anders vereinbart, von einem Vertreter des Auftragnehmers und einem Vertreter des Auftraggebers unterzeichnet werden.

Tabelle 2

Angaben	Vorgefertigte Verdrängungspfähle	Ortbeton-Verdrängungspfähle
Pfahlnummer (Lage)	X	X
Pfahlart	X	X
Nennabmessungen	X	X
Länge des Fertigpfahls	X	(X)
Datum und Dauer des Einbringens und des Nachrammens	X	X
Datum des Betonierens (Herstellung)	(X)	X
Pfahllänge bezogen auf die Geländehöhe	X	X
Pfahlfußebene	X	X
Ausgeführte Pfahlkopfebene	X	X
Kappeebene des Pfahls	X	X
Art, Gewicht, Fallhöhe und technische Daten des Rammjärs und entsprechende Angaben für weitere Ausrüstungsteile	X	X
Anzahl und Art der verwendeten Futter sowie Art und Zustand der verwendeten Rammjungfer während des Einbringens	X	X
Länge und Einzelheiten der Bewehrung	(X)	X
Endeindringung des Pfahls oder Vortreibrohres in mm je 10 Schläge oder Schlaganzahl je Meter Eindringtiefe oder eines Teils davon	X	(X)
Betonzusammensetzung	X	X
Eingebrachtes Betonvolumen	—	X
Sämtliche Angaben über Hindernisse/Verzögerungen und weitere Unterbrechungen des Arbeitsablaufes	X	X
Anzahl und Lage von Kupplungen	(X)	(X)
Länge der verbleibenden Verrohrung oder Hülse	—	(X)
X erforderliche Angaben		
(X) Angaben, wenn zutreffend		

Tabelle 3

Angaben	Vorgefertigte Verdrängungspfähle	Ortbeton-Verdrängungspfähle
Ruhewasserspiegel durch direkte Beobachtung oder aus den Angaben der Baugrunduntersuchung	(X)	(X)
Geländehöhe am Pfahlort bei Beginn der Pfahleinbringung	(X)	(X)
Höhenlage der Arbeitsebene	(X)	(X)
Eindringungen während der letzten 3 m beim Einbringen des Pfahls	(X)	(X)
Elastischer Anteil der Eindringung vom Zeitpunkt eines deutlichen Ansteigens des Rammwiderstandes, bis der Pfahl die Solltiefe erreicht hat	(X)	(X)
Durchmesser und Länge der Vorbohrung/des Vorkernens	(X)	(X)
Tiefe und Art der Einbringhilfe	(X)	(X)
Einzelheiten zu Oberflächenbeschichtungen	(X)	(X)
Porenwasserdruckmessungen	(X)	(X)
Neigungsmessungen	(X)	(X)
Seitliche Verschiebungen	(X)	(X)
X erforderliche Angaben		
(X) Angaben, wenn zutreffend		

11 Besondere Anforderungen

11.1 Während der Ausführung von Verdrängungspfählen müssen die nationalen Normen, Festlegungen oder gesetzlichen Bestimmungen erfüllt werden.

11.2 Sicherheit

Sicherheitsaspekte einschließlich:

- Baustellensicherheit;
- Betriebssicherheit der Pfahl- und Hilfsgeräte und der Werkzeuge;
- Sicherheit der Arbeitsverfahren

müssen eingehalten werden. Die Geräte sollten EN 996 und EN 791 entsprechen.

Besondere Aufmerksamkeit muss auf sämtliche Arbeitsvorgänge gerichtet werden, die erfordern, dass das Personal in der Nähe schwerer Geräte und mit schweren Werkzeugen arbeitet.

11.3 Lärm- und Erschütterungsbelästigung

Wenn Personen in der Umgebung einer Lärm- und/oder Erschütterungsbelastung ausgesetzt werden könnten, sollten die erwarteten Lärm- oder Erschütterungsgrenzwerte entweder mit Hilfe einer Proberrammung oder anhand vergleichbarer Erfahrungen nachgewiesen und die Akzeptanz des Verfahrens beurteilt werden. Wenn erforderlich, sollte durch Überwachung während der Bauausführung sichergestellt werden, dass die vereinbarten Grenzwerte eingehalten werden.

11.4 Umweltschäden (Verschmutzung)

11.4.1 Umweltschäden die durch Pfahlarbeiten verursacht werden können, müssen so gering wie möglich gehalten werden.

Seite 32
EN 12699:2000

11.4.2 Solche Schäden können z. B. durch:

- Baugrundverschmutzung;
- Verunreinigung von Oberflächenwasser;
- Verunreinigung des Grundwassers;
- Luftverschmutzung

verursacht werden.

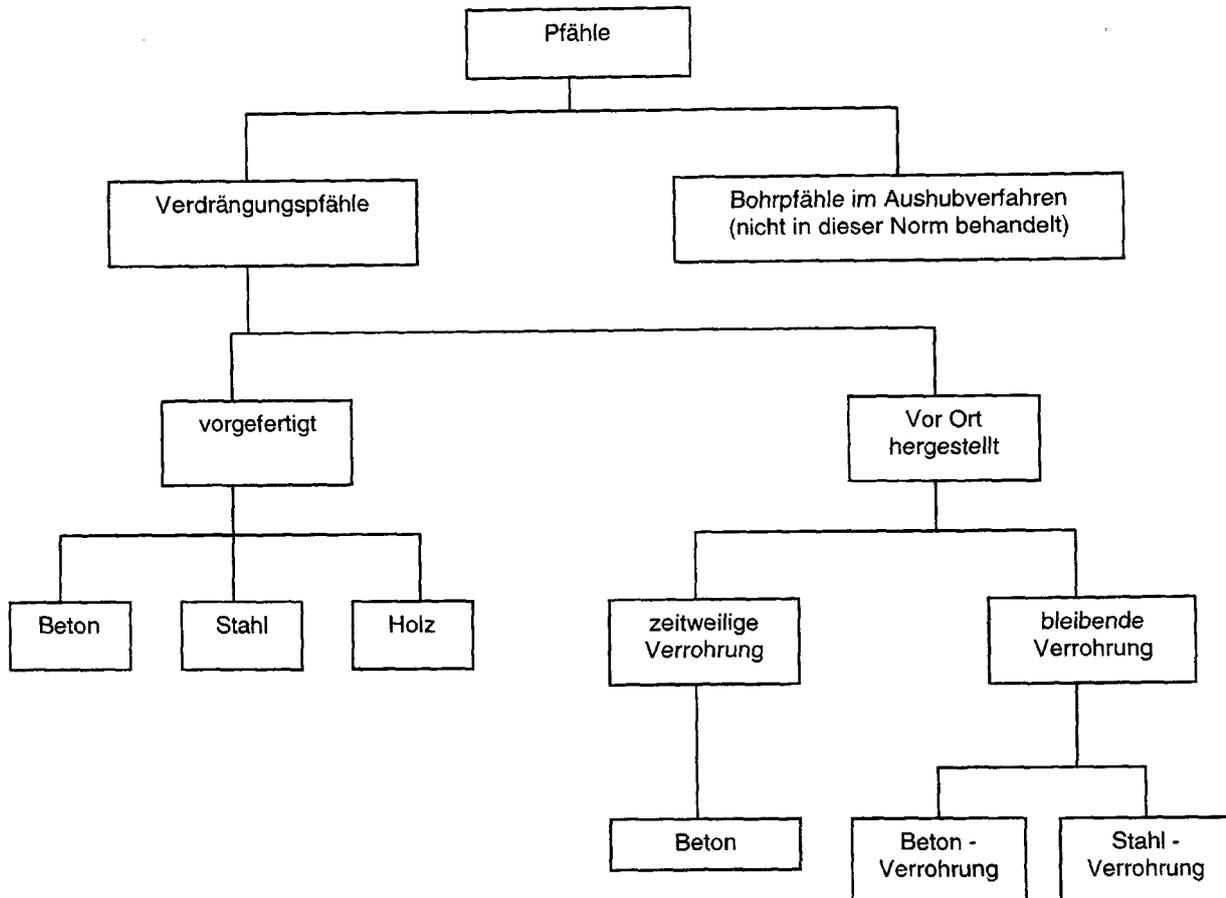
11.4.3 ANMERKUNG Art und Ausmaß einer möglichen Belästigung oder Umweltbelastung hängen z. B. ab von:

- den örtlichen Verhältnissen;
- den Baugrundeigenschaften;
- der Wahl des Verfahrens und der Abfolge der Pfahlherstellung.

11.5 Erschütterungseinwirkung auf benachbarte Bauwerke und Böschungen

Sollten empfindliche Bauwerke, Anlagen oder instabile Böschungen in der Nähe der Baustelle oder des möglichen Einflussbereiches der Pfahlarbeiten vorhanden sein, muss deren Zustand vor und während der Ausführung der Pfahlarbeiten sorgfältig beobachtet und dokumentiert werden.

Anhang A (informativ) Klassifizierung und Beispiele



ANMERKUNG 1 Vorgefertigte Pfähle können im Vollquerschnitt oder hohl hergestellt werden. Sie können durch Schweißung oder Kupplung verlängert werden.

ANMERKUNG 2 Einbringungsmethoden von verschiedene Pfahltypen und Verfahren sind in 8.3 beschrieben.

ANMERKUNG 3 Zusätzliche Methoden zur Verbesserung der Pfahltragfähigkeit sowie Zusatzausrüstungen sind in 8.8 beschrieben.

ANMERKUNG 4 Beide Pfahltypen, vorgefertigte und vor Ort hergestellte, können vermörtelt werden. Verfahren und Möglichkeiten hierzu sind in 8.6 beschrieben.

Bild A.1 — Stammbaum der Verdrängungspfähle



a) Beispiel eines gerammten Ortbetonpfahls



b) Beispiel eines Verdrängungsbohrpfahls



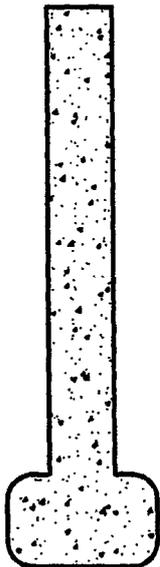
c) Beispiele von vorgefertigten Betonpfählen (rund oder quadratisch)



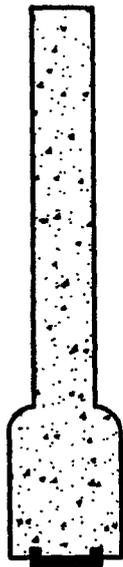
d) Beispiele von Stahlpfählen (rund oder H-Profile)



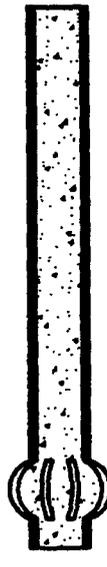
e) Beispiel von konischen, vorgefertigten Betonpfählen (rund oder quadratisch)



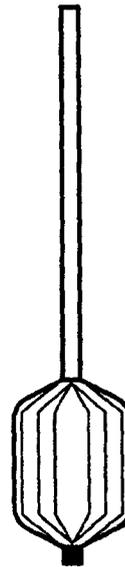
f) Beispiel eines Ortbetonpfahls mit Pfahlfußverbreiterung



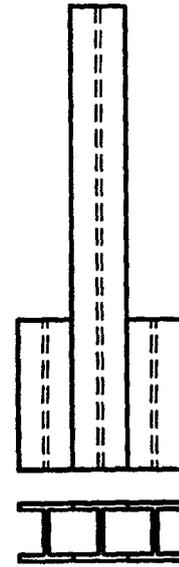
g) Beispiel eines Ortbetonpfahls mit Pfahlfußverbreiterung



h) Beispiel eines verrohrten Ortbetonpfahls mit Pfahlfußverbreiterung

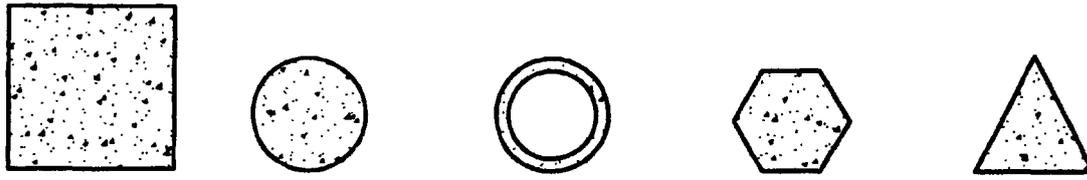


i) Beispiel eines Pfahls mit Fußaufweitungskörper

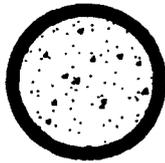


j) Beispiel einer Fußverbreiterung (Flügel) bei Stahlpfählen aus H-Profilen

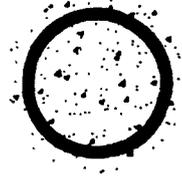
Bild A.2 — Beispiele für Pfahlschäfte und Pfahlfüße



a) Beispiele für Querschnitte von vorgefertigten Betonpfählen



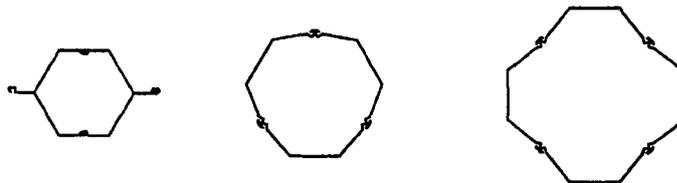
b) Beispiel für den Querschnitt eines
Ortbetonpfahls mit verbleibender Verrohrung



c) Beispiel für den Querschnitt eines verpressten
Pfahls



d) Beispiele für Querschnitte von Stahlpfählen

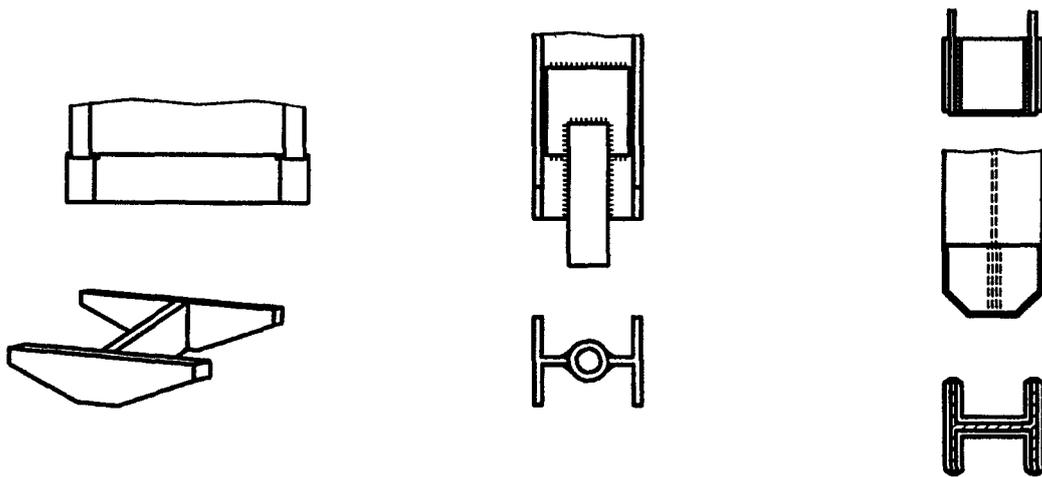


e) Beispiele für Querschnitte von Stahlpfählen zusammengesetzt aus Spundwandprofilen

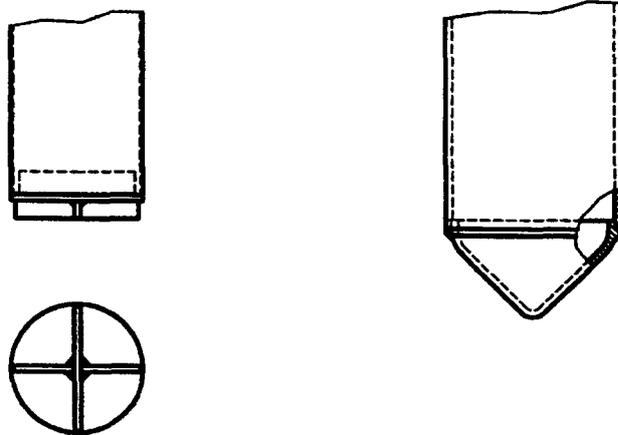


f) Beispiel einer Wand aus Stahlbetonspundbohlen

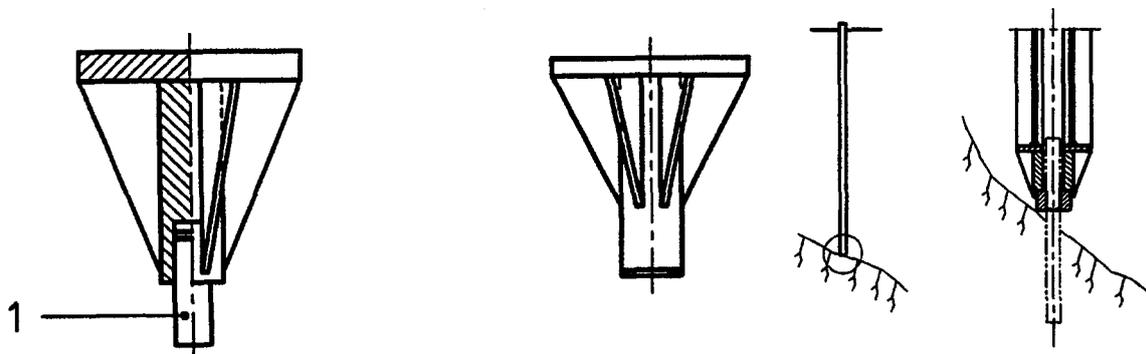
Bild A.3 — Beispiele für Querschnitte von Verdrängungspfählen



a) Beispiele von H-Profil-Pfählen



b) Beispiele von Stahlrohrpfählen



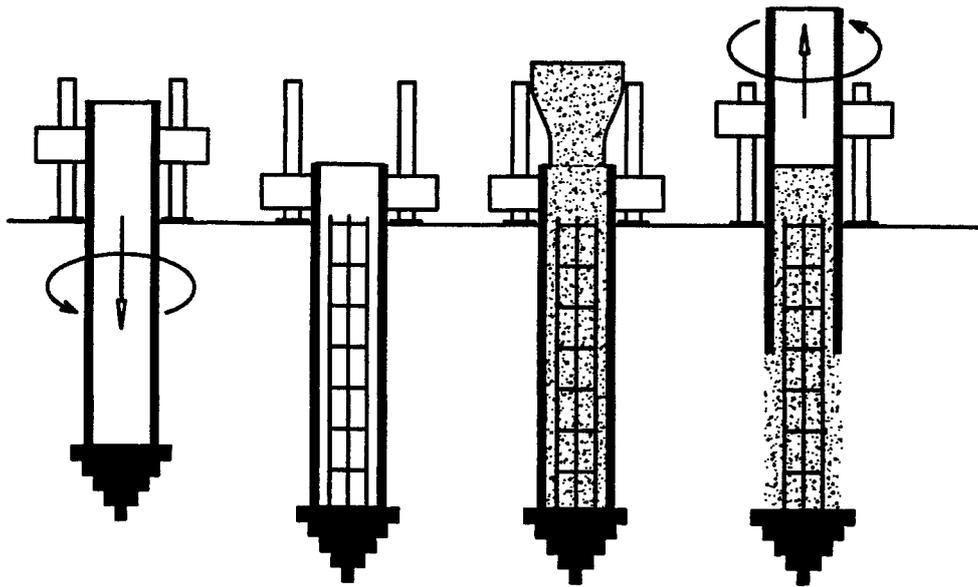
Legende

1 Speziell gehärtete Felsspitze

c) Beispiele von Stahlrohr- und Betonpfahl- Felsschuhen

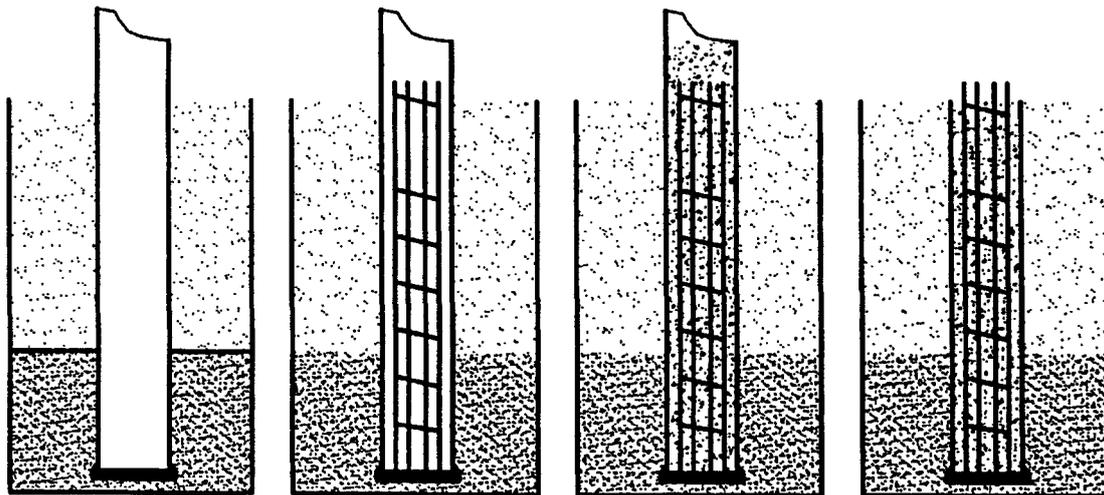
d) Beispiel eines Felsschuhs bei geneigter Felsoberfläche

Bild A.4 — Beispiele für den Schutz von Pfahlfüßen bei vorgefertigten Verdrängungspfählen



1. Einbringen des Vortreibrohres
2. Versetzen des Bewehrungskorbes
3. Einbringen des Betons
4. Rückzug des Vortreibrohres

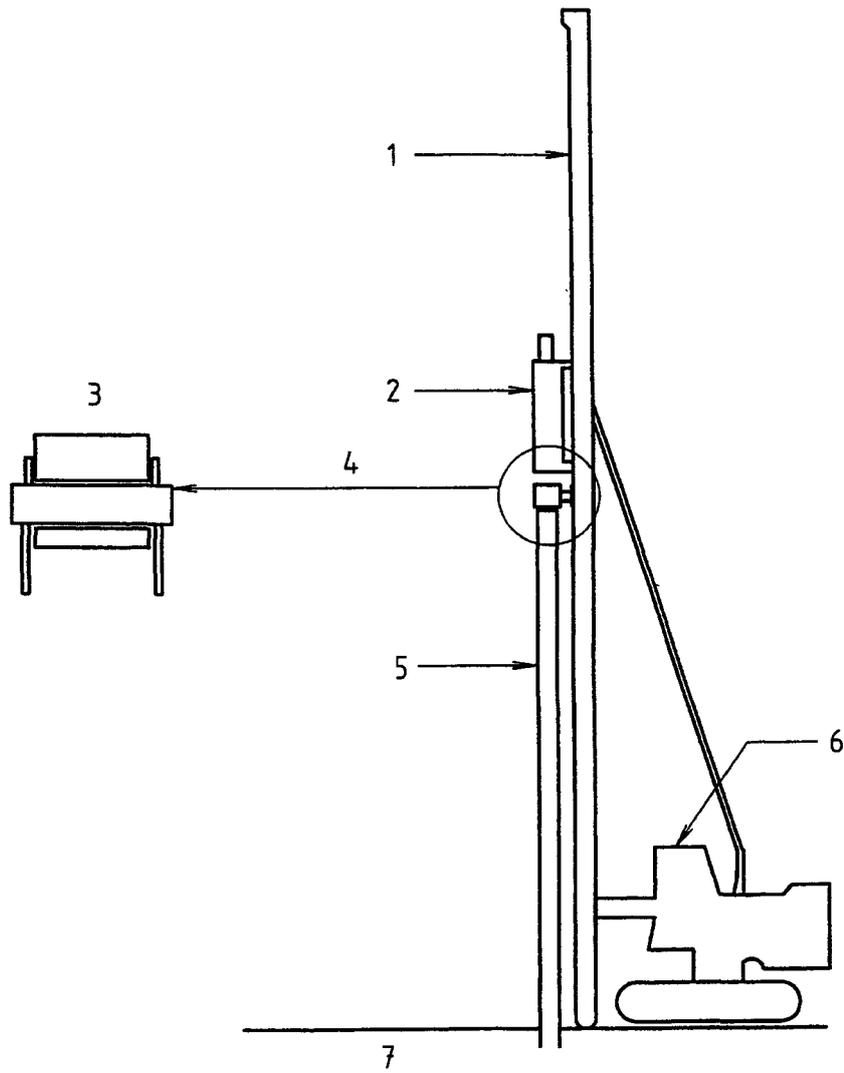
a) Herstellung eines Vollverdrängungsbohrpfahls



1. Einbringen des Vortreibrohres
2. Versetzen des Bewehrungskorbes
3. Einbringen des Betons und Rückzug des Vortreibrohres
4. Hergestellter Pfahl

b) Herstellung eines Ortbeton-Rammpfahls

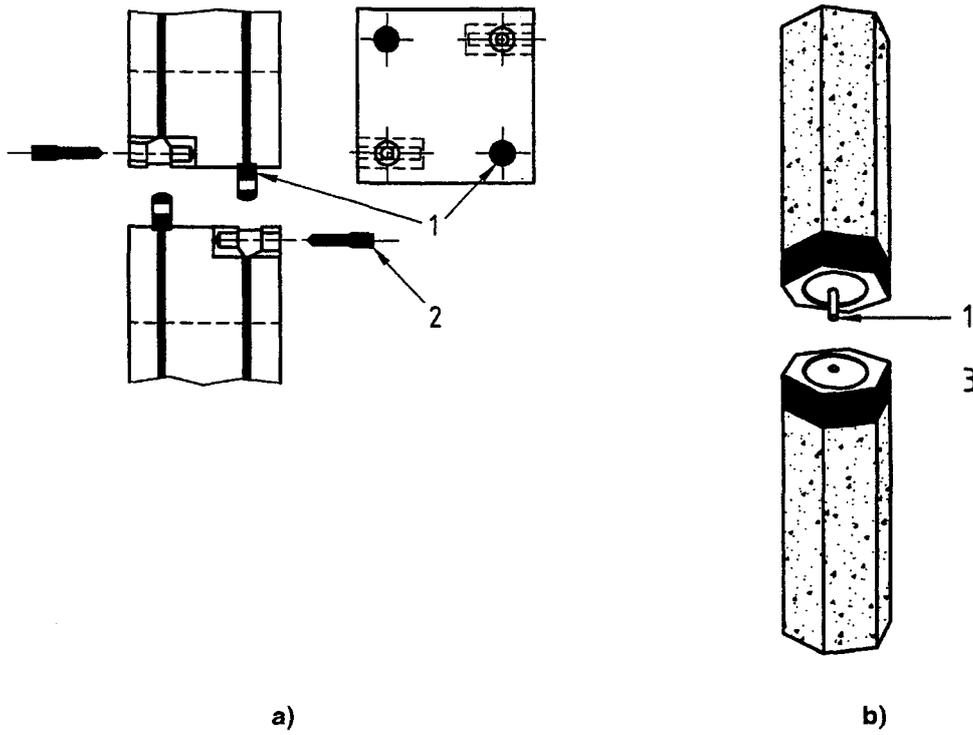
Bild A.5 — Beispiele für Ausführungen von Verdrängungspfählen



Legende

- 1 Mäkler
- 2 Bär
- 3 Haubenfutter
- 4 Schlaghaube
- 5 Pfahl
- 6 Grundgerät
- 7 Arbeitsebene

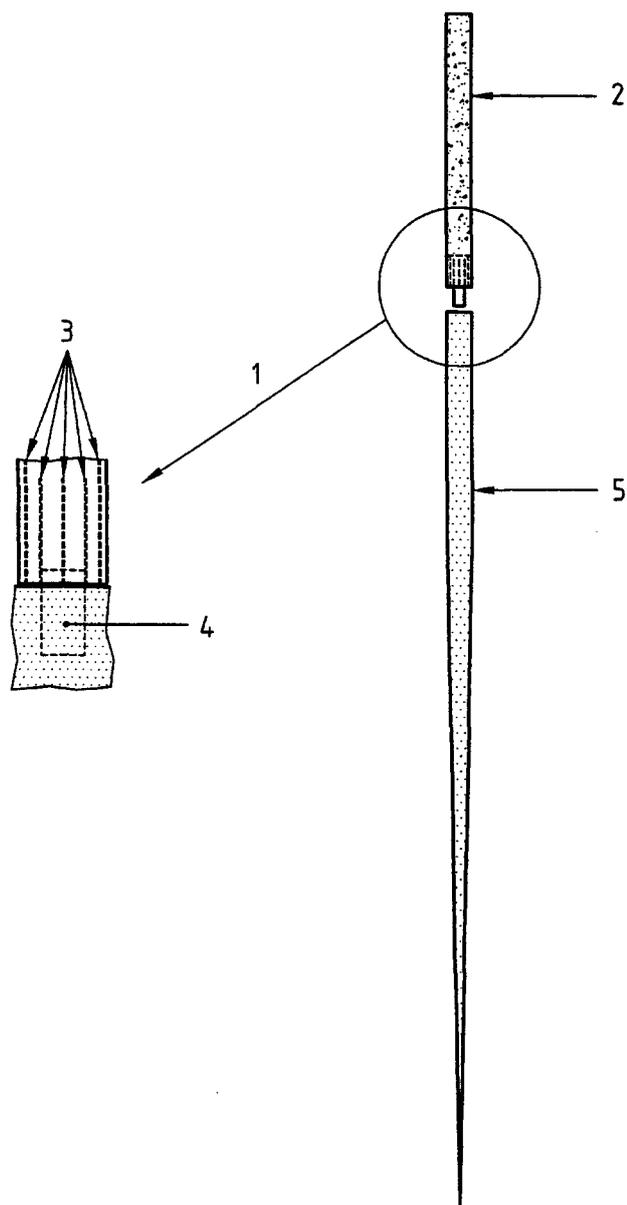
Bild A.6 — Beispiel für Rammgerät und Bär



Legende

- 1 Lagesicherung
- 2 Verschlussbolzen
- 3 Bajonettverschluss

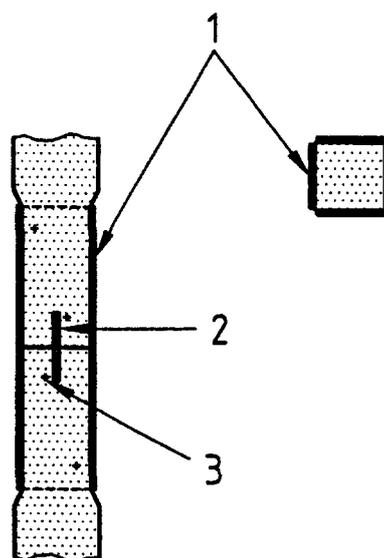
Bild A.7 — Beispiele für Kupplungselemente bei vorgefertigten Betonpfählen



Legende

- 1 Am Betonpfahl angebrachtes Rohr — eingerammt in den Holzpfahl
- 2 Betonpfahl-Aufsatz
- 3 Bewehrung
- 4 Stahlrohr
- 5 Holzpfahl

Bild A.8 — Beispiel eines kombinierten Pfahls



Legende

- 1 Blechumhüllung der Innenfläche
- 2 Dorn/Dübel
- 3 Verschraubung

Bild A.9 — Beispiel einer Kupplung für einen rechteckigen Holzpfahl

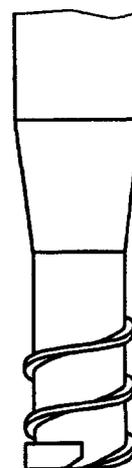
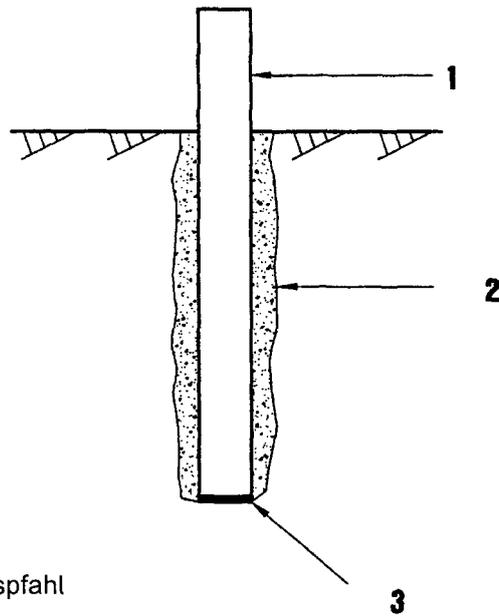


Bild A.10 — Beispiel eines Bohrwerkzeuges für einen Verdrängungsbohrpfahl

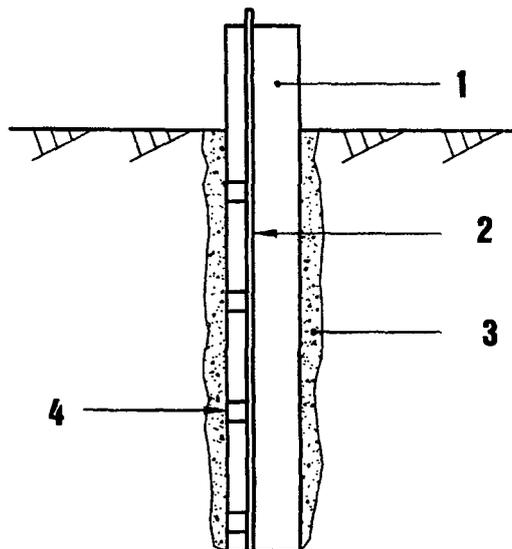
**Legende**

1 Vorgefertigter Verdrängungspfahl

2 Verpressmörtel

3 Pfahlschuh mit Überstand

1) Mörtel wird durch ein Rohr während des Eindringens des Pfahls am Pfahlschuh verpresst

Bild A.11 — Beispiel für einen Verpresspfahl**Legende**

1 Verdrängungspfahl

2 Manschettensrohr zum Einbringen von Mörtel

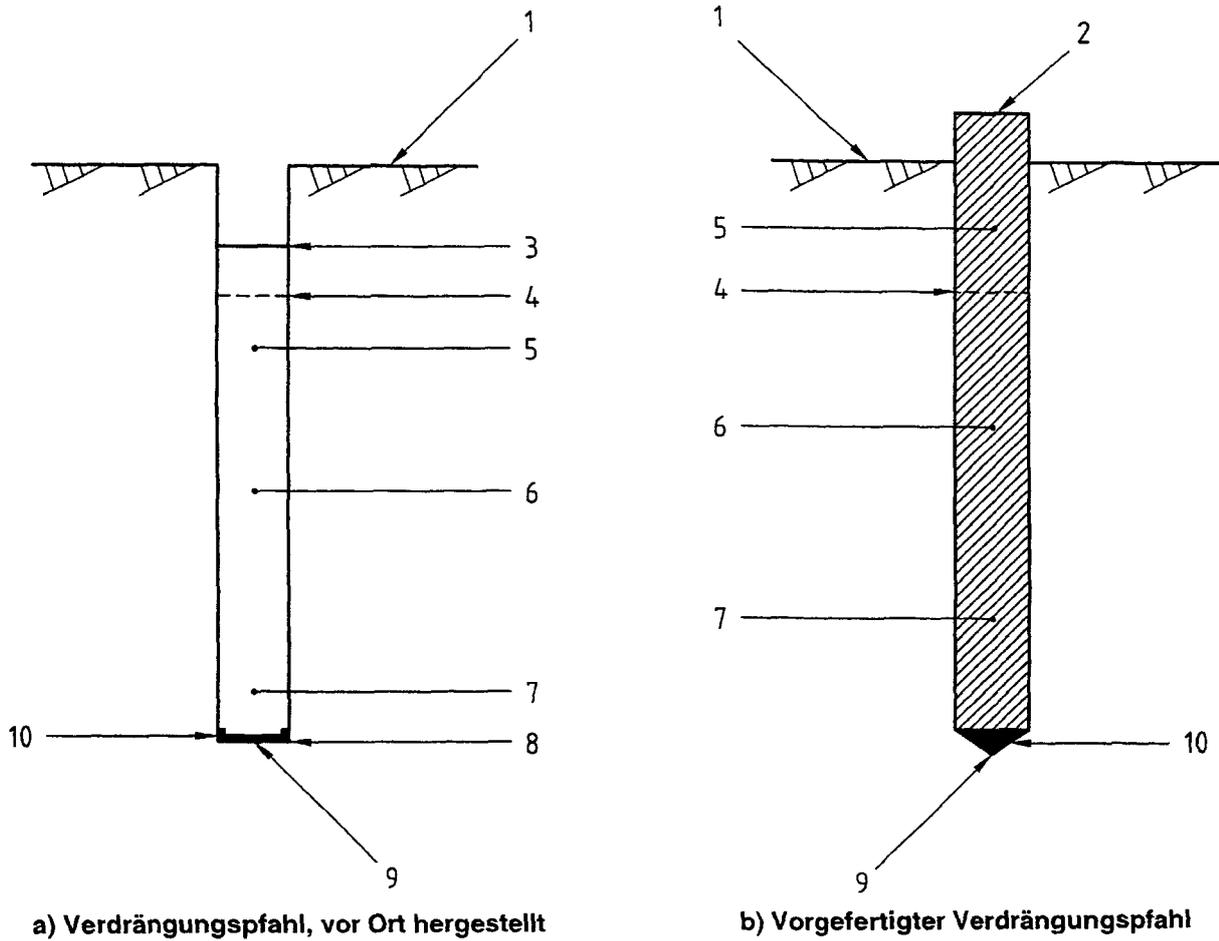
3 Mörtel

4 Manschette

1) Verdrängungspfahl wird bis auf die endgültige Tiefe eingebracht

2) Mörtel wird nach dem Einbringen des Pfahls unter hohem Druck eingepresst

Bild A.12 — Beispiel für einen nachverpressten Pfahl



Legende

- | | |
|-------------------|----------------|
| 1 Arbeitsebene | 6 Pfahlschaft |
| 2 Pfahlkopffläche | 7 Pfahlfuß |
| 3 Betonierebene | 8 Pfahlsohle |
| 4 Kapphöhe | 9 Pfahlfußkote |
| 5 Pfahlkopf | 10 Pfahlschuh |

Bild A.13 — Verdrängungspfähle, Begriffe und Koten

Anhang B (informativ) Verbindlichkeit der Festlegungen

Die Bestimmungen werden entsprechend ihrem Verbindlichkeitsgrad angegeben:

– RQ: Anforderung	7.5.4: RQ	7.8.6.1: RQ
– RC: Empfehlung	7.5.5: RC	7.8.6.2: RC
– PE: Erlaubnis	7.5.6: RQ	7.8.7: RQ
– PO: Möglichkeit	7.6.1: RQ	8.1.1: RC
– ST: Aussage	7.6.2: RQ	8.1.2: RQ
Abschnitt 1: ST	7.6.3: RC	8.1.3: RC
Abschnitt 2: ST	7.7.1.1: RC	8.1.4: RC
Abschnitt 3: ST	7.7.1.2: RC	8.2: RQ
4.1: RQ	7.7.1.3: PO	8.3.1: RC
4.2: RC	7.7.1.4: RC	8.3.2: RQ
4.3: RQ	7.7.2.1: RC	8.3.3.1: RQ
5.1: ST	7.7.2.2: PE	8.3.3.2: RC
5.2: RQ	7.7.2.3: RC	8.3.3.3: RQ
5.3: RC	7.7.3.1: RC	8.3.3.4: PO
6.1: RQ	7.7.3.2: PM	8.3.3.5: RC
6.2: RQ	7.7.4.1: RC	8.3.4: RQ
6.3.1: RQ	7.7.4.2: PM	8.3.5: RQ
6.3.2: PE	7.7.4.3: RC	8.3.6.1: PO
6.4: RQ	7.8.1.1: RC	8.3.6.2: RC
6.5: RQ	7.8.2.1: RQ	8.3.4: RQ
7.1: ST	7.8.2.2: RQ	8.3.5: RQ
7.2.1: RQ	7.8.2.4: RQ	8.3.6.1: PO
7.2.2, Anmerkung: ST	7.8.2.5: PE	8.3.6.2: RC
7.2.3: RQ	7.8.2.6: RQ	8.3.7: RQ
7.3.1: RQ	7.8.2.7: RC	8.4.1: RQ
7.3.2: RQ	7.8.2.8: RQ	8.4.2.1: RC
7.3.3: RQ	7.8.2.9: RQ	8.4.2.2: RQ
7.3.4: PO	7.8.2.10: RQ	8.4.3.1: RC
7.3.5: RC	7.8.2.11: RQ	8.4.3.2: RQ
7.4.1: RQ	7.8.2.12: RQ	8.4.3.3: RQ
7.4.2: RC	7.8.3.1: RQ	8.4.4.1: RQ
7.4.3: RQ	7.8.3.2: RQ	8.4.4.2: RC
7.4.4: PO	7.8.3.3: RC	8.4.4.3: RC
7.5.1: RQ	7.8.3.4: RC	8.4.4.4: RC
7.5.2: PO	7.8.4: RQ	8.4.5: RC
7.5.3: RQ	7.8.5: RQ	8.5.1.1: RQ

Seite 44
EN 12699:2000

8.5.1.2: RQ	8.5.2.5.10: RQ	8.2.7: RQ
8.5.1.3: RQ	8.5.2.5.11: RC	8.2.8: RC
8.5.1.4: RC	8.5.2.5.12: RC	8.2.9: RQ
8.5.1.5: RC	8.5.2.5.13: RQ	8.2.10: RC
8.5.1.6: PE	8.6.1.1: PO	8.2.11: RQ
8.5.1.7: RC	8.6.1.2: PO	9.3.1: RQ
8.5.2.1: RQ	8.6.1.3: RQ	9.3.2: PO
8.5.2.2: RQ	8.6.2.1: RQ	9.3.3: PE
8.5.2.3: PE	8.6.2.2: RQ	9.3.4: RQ
8.5.2.4.1: RQ	8.6.2.3: RQ	9.3.5: RC
8.5.2.4.2: RQ	8.6.2.4: PE	9.3.6: RQ
8.5.2.4.3: RQ	8.6.2.5: RQ	9.3.7: RQ
8.5.2.4.4: RQ	8.7: RQ	10.1: RQ
8.5.2.4.5: PE	8.8.1: PE	10.2: RQ
8.5.2.4.6: RQ	8.8.1.2: RQ	10.3: RQ
8.5.2.4.7: PO	8.8.1.3: RQ	10.4: RQ
8.5.2.4.8: PE	8.8.2: RC	10.5: RC
8.5.2.4.9: RQ	8.8.3: RQ	10.6: PO
8.5.2.5.1:	8.8.4.1: RQ	10.7: RQ
1 Satz: RQ	8.8.4.2: PM	10.8: RQ
2 Satz: PE	8.8.4.3: RQ	11.1: RQ
8.5.2.5.2: RQ	8.8.4.4: RQ	11.2: RQ
8.5.2.5.3: RQ	9.1: RQ	11.3: RC
8.5.2.5.4: RC	8.2.1: RQ	11.4.1: RQ
8.5.2.5.5: RQ	8.2.2: RQ	11.4.2: PO
8.5.2.5.6: PE	8.2.3: RC	11.4.3: ST
8.5.2.5.7: RQ	8.2.4: RQ	11.5: RC
8.5.2.5.8: RC	8.2.5: RQ	Anhang A: informativ
8.5.2.5.9: RC	8.2.6: RQ	Anhang B: informativ