

**Ausführung von besonderen geotechnischen  
Arbeiten (Spezialtiefbau)**Pfähle mit kleinen Durchmessern (Minipfähle)  
Deutsche Fassung prEN 14199:2001**DIN****EN 14199**

ICS 93.020

Einsprüche bis 2001-09-30

Vorgesehen als teilweiser  
Ersatz für  
DIN 4128:1983-04Execution of special geotechnical works — Micropiles;  
German version prEN 14199:2001**Anwendungswarnvermerk**

Dieser Norm-Entwurf wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten an den Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V., 10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin).

**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 8 „Mikropfähle“ erarbeitet. Im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. ist hierfür der NABau-Arbeitsausschuss 05.18.08 „Mikropfähle“ zuständig.

**Änderungen**

Gegenüber DIN 4128:1983-04 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) grundlegende Überarbeitung unter den Gesichtspunkten einer Europäischen Harmonisierung;
- b) Berücksichtigung der DIN V ENV 1997-1 hinsichtlich der Ausführung von Pfählen mit kleinen Durchmessern.

Fortsetzung 62 Seiten prEN

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

— Leerseite —

**CEN TC 288**

Datum: 2001-06

**prEN 14199**

CEN TC 288

Sekretariat: AFNOR

## **Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) — Pfähle mit kleinen Durchmessern (Minipfähle)**

*Exécution des travaux géotechniques spéciaux — Micropieux*

*Execution of special geotechnical works — Micropiles*

ICS:

Deskriptoren

Document type: Europäische Norm  
Document subtype:  
Document stage: CEN-Umfrage  
Document language: D

## Inhalt

|       |                                                                                         |    |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1     | Anwendungsbereich .....                                                                 | 4  |
| 2     | Normative Verweisungen .....                                                            | 5  |
| 3     | Begriffe .....                                                                          | 7  |
| 4     | Notwendige bautechnische Unterlagen für den Beginn der Arbeiten auf der Baustelle ..... | 11 |
| 4.1   | Notwendige bautechnische Unterlagen für allgemeine Gründungsarbeiten .....              | 11 |
| 4.2   | Zusätzliche bautechnische Unterlagen für Minipfähle .....                               | 12 |
| 4.3   | Zusätzliche bautechnische Unterlagen für Unterfangungsarbeiten .....                    | 13 |
| 4.4   | Aufzählung der Tätigkeiten .....                                                        | 13 |
| 5     | Baugrunduntersuchungen .....                                                            | 14 |
| 5.1   | Allgemeines .....                                                                       | 14 |
| 5.2   | Besondere Aspekte .....                                                                 | 14 |
| 6     | Baustoffe und Bauprodukte .....                                                         | 15 |
| 6.1   | Allgemeines .....                                                                       | 15 |
| 6.2   | Bewehrungs- und Tragglieder .....                                                       | 15 |
| 6.2.1 | Stahl für Bewehrungskörbe .....                                                         | 15 |
| 6.2.2 | Stahl für Tragglieder .....                                                             | 15 |
| 6.2.3 | Pfähle und Gussteile aus Gusseisen .....                                                | 16 |
| 6.2.4 | Andere Werkstoffe für Bewehrungs- und Tragglieder .....                                 | 16 |
| 6.3   | Baustoffe für Verpressgut, Verpressmörtel und Beton .....                               | 16 |
| 6.3.1 | Zement .....                                                                            | 16 |
| 6.3.2 | Zuschläge .....                                                                         | 16 |
| 6.3.3 | Wasser .....                                                                            | 16 |
| 6.3.4 | Zusätze und Beimengungen .....                                                          | 16 |
| 6.4   | Zementschlämme .....                                                                    | 17 |
| 6.5   | Verpressmörtel .....                                                                    | 18 |
| 6.6   | Beton .....                                                                             | 18 |
| 6.6.1 | Ortbeton .....                                                                          | 18 |
| 6.6.2 | Sonstige Betone .....                                                                   | 19 |
| 6.7   | Abstandhalter, Zentrierer und sonstige Bauteile .....                                   | 19 |
| 6.8   | Farbanstriche, Beschichtungen und sonstige Schutzüberzüge .....                         | 19 |
| 6.9   | Spülflüssigkeiten .....                                                                 | 19 |
| 7     | Bemessungsaspekte .....                                                                 | 19 |
| 7.1   | Vorbemerkungen .....                                                                    | 19 |
| 7.2   | Allgemeines .....                                                                       | 20 |
| 7.3   | Geometrische Bauleranzen .....                                                          | 20 |
| 7.4   | Einbringung .....                                                                       | 20 |
| 7.5   | Bewehrung .....                                                                         | 21 |
| 7.6   | Muffen und Nippel .....                                                                 | 22 |
| 7.7   | Korrosionsschutz von Stahlteilen .....                                                  | 22 |
| 7.7.1 | Teile aus Stahl mit geringer Festigkeit ( $\sigma_e < 600$ MPa) .....                   | 22 |
| 7.7.2 | Teile aus hochfestem Stahl ( $\sigma_e > 600$ MPa) und aus Spannstahl: .....            | 23 |
| 7.7.3 | Muffen .....                                                                            | 23 |
| 7.8   | Abstandhalter und Zentrierer .....                                                      | 24 |
| 7.9   | Vergrößerungen an Minipfählen .....                                                     | 24 |
| 7.10  | Verbindungen zum Aufbau .....                                                           | 24 |
| 7.11  | Abstand der Minipfähle .....                                                            | 24 |
| 7.12  | Besondere Anforderungen an Minipfähle für sehr weiche und instabile Böden .....         | 24 |
| 7.13  | Pfahlschuh .....                                                                        | 24 |
| 8     | Ausführung .....                                                                        | 25 |
| 8.1   | Allgemeines .....                                                                       | 25 |
| 8.2   | Vorbereitung der Baustelle .....                                                        | 26 |
| 8.3   | Einbaufolge .....                                                                       | 26 |

|                                                                                                              |                                                               |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------|
| 8.4                                                                                                          | Bohren .....                                                  | 26        |
| 8.4.1                                                                                                        | Allgemeines .....                                             | 26        |
| 8.4.2                                                                                                        | Auswahl des Bohrverfahrens .....                              | 27        |
| 8.4.3                                                                                                        | Spülbohrverfahren zum Ausspülen des Bodens .....              | 28        |
| 8.4.4                                                                                                        | Bohrlöcher mit Stützung durch Verrohrung .....                | 28        |
| 8.4.5                                                                                                        | Bohren mit Schappe mit durchgehendem Quersteg .....           | 28        |
| 8.4.6                                                                                                        | Vergrößerungen .....                                          | 28        |
| 8.4.7                                                                                                        | Besondere Ausführungsregeln .....                             | 29        |
| 8.5                                                                                                          | Rammen .....                                                  | 29        |
| 8.5.1                                                                                                        | Allgemeines .....                                             | 29        |
| 8.5.2                                                                                                        | Ortbeton-Fußvergrößerungen .....                              | 30        |
| 8.6                                                                                                          | Bewehrungs- und Tragglieder .....                             | 30        |
| 8.6.1                                                                                                        | Allgemeines .....                                             | 30        |
| 8.6.2                                                                                                        | Verbindungen .....                                            | 30        |
| 8.6.3                                                                                                        | Abstandhalter und Zentrierer .....                            | 31        |
| 8.6.4                                                                                                        | Einbringung .....                                             | 31        |
| 8.7                                                                                                          | Vorbereitung des Verpressgutes .....                          | 32        |
| 8.7.1                                                                                                        | Allgemeines .....                                             | 32        |
| 8.7.2                                                                                                        | Dosier- und Mischverfahren .....                              | 32        |
| 8.7.3                                                                                                        | Pumpen und Verteilen .....                                    | 32        |
| 8.8                                                                                                          | Verpressen .....                                              | 32        |
| 8.8.1                                                                                                        | Allgemeines .....                                             | 32        |
| 8.8.2                                                                                                        | Bohrlochprüfung und Vorverpressen .....                       | 33        |
| 8.8.3                                                                                                        | Verfüllen des Bohrloches mit Verpressgut .....                | 33        |
| 8.8.4                                                                                                        | Verpressen unter Druck .....                                  | 34        |
| 8.8.5                                                                                                        | Verpressen während des Rammens .....                          | 35        |
| 8.9                                                                                                          | Betonieren .....                                              | 35        |
| 8.10                                                                                                         | Trimmen der Minipfähle .....                                  | 35        |
| 9                                                                                                            | Beaufsichtigung, Prüfung und Überwachung .....                | 35        |
| 9.1                                                                                                          | Beaufsichtigung .....                                         | 35        |
| 9.2                                                                                                          | Überwachung der Konstruktion von Minipfählen .....            | 35        |
| 9.3                                                                                                          | Pfahlprüfung .....                                            | 37        |
| 9.3.1                                                                                                        | Allgemeines .....                                             | 37        |
| 9.3.2                                                                                                        | Statische Belastungsprüfungen .....                           | 37        |
| 9.3.3                                                                                                        | Dynamische Belastungsprüfungen und Integritätsprüfungen ..... | 39        |
| 10                                                                                                           | Aufzeichnungen .....                                          | 39        |
| 11                                                                                                           | Anforderungen an Sicherheit und Umgebung .....                | 42        |
| <b>Anhang A (informativ) Verfahren für die Ausführung der Arbeiten zur Herstellung von Minipfählen .....</b> |                                                               | <b>48</b> |
| A.1                                                                                                          | Bohrpfähle .....                                              | 48        |
| A.2                                                                                                          | Rammpfähle .....                                              | 49        |
| <b>Anhang B (informativ) Richtlinien für die Anwendung von Beimengungen .....</b>                            |                                                               | <b>50</b> |
| <b>Anhang C (informativ) Richtlinien für Bautoleranzen .....</b>                                             |                                                               | <b>51</b> |
| <b>Anhang D (informativ) Richtlinien für Korrosionsgeschwindigkeiten .....</b>                               |                                                               | <b>52</b> |
| D.1                                                                                                          | Allgemeines .....                                             | 52        |
| D.2                                                                                                          | Tragpfähle .....                                              | 52        |
| D.3                                                                                                          | Spundwände .....                                              | 52        |
| <b>Anhang E (informativ) Bohrlochprüfung und Vorverpressen .....</b>                                         |                                                               | <b>54</b> |
| <b>Anhang F (informativ) Richtlinien für die Erstellung von Aufzeichnungen für Mini-Bohrpfähle .....</b>     |                                                               | <b>55</b> |
| <b>Anhang G (informativ) Richtlinien für die Erstellung von Aufzeichnungen für Mini-Rammpfähle .....</b>     |                                                               | <b>56</b> |
| <b>Anhang H (informativ) Verbindlichkeitsgrad der Festlegungen .....</b>                                     |                                                               | <b>57</b> |

## Vorwort

Dieses Europäische Dokument wurde vom CEN /TC 288 "Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau)" erarbeitet.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Es wurde von der Arbeitsgruppe WG 8 des Technischen Komitees CEN/TC 288 erarbeitet.

Zum Aufgabenbereich von CEN/TC 288 gehören im Allgemeinen die Normung der Ausführungs-, Prüf- und Überwachungsverfahren geotechnischer Arbeiten sowie der erforderlichen Materialeigenschaften. Die Arbeitsgruppe 8 wurde beauftragt, das Thema „Minipfähle“ zu behandeln.

Das Dokument entstand unter Einbeziehung von ENV 1997-1. Bemessungsaspekte werden im Abschnitt 7 dieser Norm erfasst.

Das vorliegende Dokument wurde basierend auf nationalen und internationalen Ausführungsbestimmungen unter Beteiligung von 14 Ländern erstellt.

## 1 Anwendungsbereich

**1.1** Diese Norm legt die allgemeinen Grundlagen für die Ausführung der Arbeiten zur Herstellung von Pfählen fest,

- die einen kleinen Durchmesser haben (Außendurchmesser von Bohrpfählen kleiner als 300 mm und von Ramppfählen kleiner als 150 mm);
- und die üblicherweise mit kleinen Bohr- bzw. Rammausrüstungen in den Baugrund eingebracht werden können.

Diese Pfähle mit kleinem Durchmesser werden in dieser Norm als „Minipfähle“ bezeichnet.

**1.2** Minipfähle sind Bauteile, die bestimmte Wirkungen übertragen und Tragglieder zur Übertragung von Lasten oder zur Begrenzung von Verformungen enthalten können. Die Tragfähigkeit von Schaft und Fuß kann verbessert werden (meist durch Verpressen), und die Pfähle können

- einen einheitlichen Querschnitt (einen geraden Schaft);
- teleskopartig gestufte Schaftmaße oder
- Schaftvergrößerungen und/oder
- Fußvergrößerungen haben.

**1.3** Einschränkungen für Schaft- oder Fußvergrößerungen, Länge, Neigung (Definition der Neigung siehe Bild 2) oder Schlankheitsgrad gibt es nur aus praktischen Gründen.

**1.4** Die Vorschriften dieser Norm gelten für (siehe Bild 3):

- Einzel-Minipfähle;
- Minipfahlgruppen;
- Spundwände aus Minipfählen;
- Netz-Minipfähle.

**1.5** Die in dieser Norm behandelten Pfähle können in den Baugrund durch Bohr- oder Rammverfahren oder eine Kombination dieser beiden Verfahren eingebracht werden.

**1.6** Die in dieser Norm behandelten Pfähle können aus

- Stahl, Gusseisen oder anderen für eine Bewehrung geeigneten Werkstoffen;
- Verpressgut, Verpressmörtel oder Beton oder
- einer Kombination der aufgeführten Werkstoffe bestehen.

**1.7** Vorortgemischte Pfeiler und Holzpfähle werden in der vorliegenden Norm nicht erfasst.

Durch Düsenstrahlen hergestellte Pfeiler werden in prEN 12716 erfasst. Baugrundverankerungen sind das Thema von EN 1537. In prEN WG 9/TC 288 werden Nägel festgelegt, die zur Aussteifung des Baugrundes verwendet werden.

**1.8** Minipfähle werden häufig für Arbeiten angewendet, die unter Bedingungen durchzuführen sind, bei denen der Zugang und/oder die lichte Höhe beschränkt sind sowie zur Unterfangung bestehender Bauwerke.

**1.9** Minipfähle dürfen eingesetzt werden

- als Gründungskörper für neue Bauwerke (besonders bei sehr heterogenen Locker- oder Festgesteinsformationen);
- zur Bewehrung oder Verstärkung bestehender Bauwerke mit dem Ziel, die Fähigkeit zur Lastübertragung auf tieferliegenden Baugrund bei annehmbaren Kennwerten für die Lastsetzung zu erhöhen;
- zur Verringerung von Bodensetzungen und/oder Verschiebungen;
- zur Herstellung von Stützwänden;
- zur Aussteifung des Bodens, um eine Trag- und/oder Stützfunktion zu erreichen;
- zur Verbesserung der Böschungsstabilität;
- zur Sicherung gegen Hebung;
- für andere Anwendungen, für die Minipfähle geeignet sind.

## 2 Normative Verweisungen

Die vorliegende Europäische Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Die normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei starren 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.

ENV 1991-1 : 1994, Eurocode 1, *Grundlagen der Bemessung und Wirkungen auf Bauwerke — Teil 1: Bemessungsgrundlage*

ENV 1992-1 : 1991, Eurocode 2, *Bemessung von Bauwerken aus Beton — Teil 1: Allgemeine Regeln*

ENV 1993-1 : 1992, Eurocode 3, *Bemessung von Bauwerken aus Stahl — Teil 1: Allgemeine Regeln*

prENV 1993-5 : 1997, Eurocode 3, *Bemessung von Bauwerken aus Stahl — Teil 5: Rammen*

ENV 1994-1 : 1992, Eurocode 4, *Bemessung von Verbundbauwerken aus Stahl und Beton — Teil 1-1: Allgemeine Regeln für Gebäude*

ENV 1997 : 1994, Eurocode 7, *Geotechnische Planung — Teil 1: Allgemeine Regeln*

ENV 1997 : 1994, Eurocode 7, *Durch Prüfungen unterstützte geotechnische Planung — Laborprüfung*

ENV 1997 : 1994, Eurocode 7, *Durch Prüfungen unterstützte geotechnische Planung — Teil 3: Durch Feldprüfungen unterstützte geotechnische Planung*

ENV 197-1 : 1992, *Zement — Zusammensetzung, Spezifikationen und Konformitätskriterien — Teil 1: Allgemeine Zemente*

EN 196, *Verfahren zur Prüfung von Zement*

prEN 206 : 1997, *Beton — Eigenschaften, Herstellung, Einbringung und Kriterien für die Qualitätsbewertung*

EN 287-1 : 1992, *Zulassungsprüfung für Schweißer — Schmelzschweißen — Teil 1: Stähle*

EN 288 : 1992, *Spezifikation und Qualifikation von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Teil 1: Allgemeine Regeln für das Schmelzschweißen*

EN 288 : 1992, *Spezifikation und Qualifikation von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Teil 2 Spezifikationen für das Lichtbogenschweißen*

EN 288 : 1992, *Spezifikation und Qualifikation von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Teil 3: Prüfungen für das Lichtbogenschweißen von Stählen*

EN 445 : 1996, *Verpressgut für das Vorspannen von Spanngliedern — Prüfverfahren*

EN 499 : 1994, *Schweißhilfsstoffe — Umhüllte Elektroden für das manuelle Metall-Lichtbogenschweißen von nicht legierten und feinkörnigen Stählen — Klassifizierung*

EN 791, *Bohrausrüstungen — Sicherheit*

EN 996, *Rammausrüstungen — Sicherheitstechnische Anforderungen*

prEN 1008, *Anmachwasser für Beton — Spezifikationen und Prüfungen*

EN 1536 : 1997, *Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten — Bohrpfähle*

prEN 1537 : 1997, *Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten — Baugrundverankerungen*

EN 10025 : 1993, *Warm gewalzte Produkte aus nicht legierten Baustählen*

ENV 10080 : 1995, *Bewehrungsstähle für Beton — Schweißbare gerippte Bewehrungsstähle B 500 — Technische Lieferbedingungen für Stäbe, Ringe und geschweißte Bauteile*

EN 10113-1,-2,-3 : 1993, *Warm gewalzte Produkte aus schweißbaren, feinkörnigen Baustählen*

prEN 10138-1,-2,-3,-4,-5 : 1991, *Bemessung von Spannstahl*

EN 10149-1,-2,-3, *Warm gewalzte flache Produkte aus hochfesten Stählen für die Kaltverformung*

EN 10210-1 : 1994, *Warmbearbeitete Hohlprofile aus nicht legierten und feinkörnigen Baustählen*

EN 10210-2 : 1997, *Warmbearbeitete Hohlprofile aus nicht legierten und feinkörnigen Baustählen*

EN 10219-1 : 1997, *Kaltbearbeitete geschweißte Hohlprofile aus nicht legierten und feinkörnigen Baustählen*

EN 10219-2 : 1997, *Kaltbearbeitete geschweißte Hohlprofile aus nicht legierten und feinkörnigen Baustählen*

prEN 12699 : 1998, *Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten — Ramppfähle*

prEN 12716 : 1998, *Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten — Düsenstrahlen*

EN 12794 : 1997, *Vorgegossene Gründungspfähle aus Beton*

EN 25817 : 1992, *Lichtbogengeschweißte Nähte in Stählen — Richtlinie für die Einteilung in Gütestufen nach Schweißnahtfehlern (ISO 5817 : 1992)*

EN 26692 : 1992, *Lichtbogen-Metallschweißen mit umhüllter Elektrode — Lichtbogen-Metallschweißen unter Gas und Gasschweißen — Nahtvorbereitung in Stahl*

EN 24063 : 1993, *Schweißen, Hartlöten, Schweißlöten und Weichlöten von Metallen — Verfahren und Angabe von Symbolen auf Zeichnungen*

### 3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Europäische Norm gelten die folgenden Begriffe.

#### 3.1

##### **Minipfahl**

**en:** micropile

**fr:** micropieu

Pfähle mit kleinem Durchmesser, die mit kleinen Bohr- oder Rammausrüstungen eingebracht werden können (Außendurchmesser von Bohrpfählen kleiner als 300 mm und von Ramppfählen kleiner als 150 mm)

#### 3.2

##### **Mini-Druckpfahl**

**en:** compression micropile

**fr:** micropieu en compression

Minipfahl, der zur Aufnahme von Druckkräften vorgesehen ist

#### 3.3

##### **Mini-Zugpfahl**

**en:** tension micropile

**fr:** micropieu en traction

Minipfahl, der zur Aufnahme von Zugkräften vorgesehen ist

#### 3.4

##### **Mini-Spitzendruckpfahl**

**en:** tension micropile

**fr:** micropieu en traction

Minipfahl, der Kräfte auf den Baugrund hauptsächlich durch Druck auf seinen Fuß überträgt

### 3.5

#### **Mini-Schaftdruck- oder Reibungspfahl**

**en:** shaft bearing micropile or friction micropile

**fr:** micropieu flottant

Minipfahl, der Kräfte auf den Baugrund hauptsächlich durch Reibung und Adhäsion zwischen der Oberfläche des Pfahls und dem angrenzenden Boden überträgt

### 3.6

#### **vergrößerter Fuß**

**en:** enlarged base

**fr:** base élargie

Fuß eines Pfahles, der so erweitert ist, dass der Querschnitt des Fußes größer als der Schaftquerschnitt ist

### 3.7

#### **Schaftdurchmesser; Pfahlschaftdurchmesser**

**en:** shaft diameter

**fr:** diamètre du fût

Durchmesser im Bereich des Minipfahles zwischen Kopf und Fuß, der

- a) für Pfähle mit Verrohrung dem Außendurchmesser der Verrohrung;
- b) für Pfähle ohne Verrohrung dem größten Durchmesser des Bohr- oder Rammwerkzeugs;
- c) für vorgefertigte Pfähle dem Außendurchmesser des Pfahles oder einem entsprechenden Pfahldurchmesser entspricht

### 3.8

#### **Mini-Vorversuchspfahl; Mini-Probepfahl (1)**

**en:** preliminary micropile

**fr:** micropieu préliminaire

Minipfahl, der vor Beginn der eigentlichen Rammarbeiten oder zu dem Zweck eingebracht wird, die Eignung der ausgewählten Pfahlbauart zu bestimmen und/oder Planung, Maße und Tragfähigkeit zu bestätigen

### 3.9

#### **Mini-Versuchspfahl; Mini-Probepfahl (2)**

**en:** trial micropile

**fr:** micropieu de faisabilité

Minipfahl, der zur Beurteilung der Durchführbarkeit und Eignung des für eine bestimmte Anwendung vorgesehenen Verfahrens eingebracht wird

### 3.10

#### **Mini-Abnahmepfahl; Mini-Probepfahl (3)**

**en:** test micropile

**fr:** micropieu d'essai

Minipfahl, auf den eine Last aufgebracht wird, um die Tragfähigkeits- und Verformungskennwerte des Pfahles und des umgebenden Baugrundes zu bestimmen

### 3.11

#### **Mini-Bauwerkspfahl**

**en:** working micropile

**fr:** pieu de fondation

Minipfahl, der Teil eines Bauwerks ist

### 3.12

#### **Integritätsprüfung**

**en:** integrity test

**fr:** essai d'intégrité

Prüfung an einem in den Baugrund eingebrachten Minipfahl, um die Fehlerfreiheit der Pfahlteile nachzuweisen

### 3.13

#### **Pfahlprüfung mit statischer Belastung**

**en:** static pile load test

**fr:** essai de chargement statique de pieu

Belastungsprüfung, bei der auf den Kopf eines Minipfahles zur Ermittlung seiner Tragfähigkeit eine bestimmte axiale und/oder seitliche Kraft aufgebracht wird

### 3.14

#### **Pfahlprüfung mit lastgesteuerter Belastung**

**en:** maintained load pile test

**fr:** essai de chargement par palier

Statische Belastungsprüfung, bei der auf einen Mini-Abnahmepfahl stufenweise zunehmende Lasten aufgebracht werden, die jeweils über eine bestimmte Dauer oder bis zum Ende der scheinbaren Pfahlbewegung oder bis zum Erreichen eines vorgegebenen Grenzwertes (ML-Prüfung) konstant gehalten werden

### 3.15

#### **Pfahlprüfung mit weggesteuerter Belastung**

**en:** constant rate of penetration test

**fr:** essai de chargement à vitesse d'enfoncement constante

Statische Belastungsprüfung, bei der ein Mini-Abnahmepfahl mit einer konstanten Geschwindigkeit unter Messung der Kraft in den Baugrund eingebracht wird (CPR-Prüfung)

### 3.16

#### **Pfahlprüfung mit dynamischer Belastung**

**en:** dynamic pile load test

**fr:** essai de chargement dynamique de pieu

Belastungsprüfung, bei der zur Ermittlung der Tragfähigkeit eine dynamische Kraft auf den Pfahl aufgebracht wird

### 3.17

#### **Verpressgut; Injektionsgut**

**en:** grout

**fr:** coulis

Material, im Allgemeinen Zement und Wasser, das durch zeitabhängiges Setzen erhärtet und die Last vom Tragglied oder vom Schaft des Pfahles auf den Baugrund überträgt und/oder zum Korrosionsschutz beiträgt

### 3.18

#### **Verpressmörtel**

**en:** mortar

**fr:** mortier

Beton unter Verwendung von Zuschlagstoffen mit sehr kleiner Teilchengröße (< 8 mm)

### 3.19

#### **Rammen**

**en:** driving

**fr:** fonçage

Verfahren, um den Minipfahl bis in die verlangte Tiefe in den Baugrund einzutreiben, z. B. durch Einrammen, Einrütteln, Einpressen, Einschrauben oder durch eine Kombination dieser oder anderer Verfahren

### 3.20

#### **Bohren**

**en:** drilling

**fr:** forage

Unterbrochenes oder kontinuierliches Verfahren zum Entfernen des Locker- oder des Festgesteins

### 3.21

#### **Verrohrung; Casing; Futterrohr**

**en:** casing

**fr:** tubage

Rohr zum Abstützen des Pfahlloches während der Herstellung eines Minipfahles

Es kann eine zeitweilige oder eine dauerhafte Verrohrung angewendet werden. Die dauerhafte Verrohrung kann als Tragglied wirken und/oder zum Schutz gegen Korrosion dienen.

### 3.22

#### **Hülse; Liner; Mantelrohr**

**en:** liner

**fr:** gaine, chemise

Rohr, das im Allgemeinen aus einem dünnen Stahlblech besteht und einen Teil des Schaftes eines Minipfahles einschalt und z. B. zum Schutz des Pfahlschaftes in weichem oder aggressivem Baugrund oder zur Verringerung einer nachteiligen Mantelreibung dient

### 3.23

#### **Vortreibrohr; Rammrohr**

**en:** drive tube

**fr:** tube de fonçage

Stahlrohr, das zum Verdrängen des Baugrundes während der Herstellung eines Ortbeton-Rammrohres verwendet wird

Das Rammrohr wird während des Verpressens oder Betonierens gezogen.

### 3.24

#### **Verbindungen für Minipfähle**

**en:** micropile joint

**fr:** connection

Elemente zum Zusammenfügen einzelner Abschnitte von Traggliedern entweder durch Schweißverfahren oder mechanische Verbindungsverfahren

### 3.25

#### **Muffe; Koppелеlement**

**en:** coupler

**fr:** manchons

Ein außen angebrachtes Element zum Verbinden von Stab- oder Rohrabschnitten, die ein Bewehrungs- oder Tragglied enthalten

### 3.26

#### **Nippel**

**en:** nipple

**fr:** mamelon

Ein innen angebrachtes Element zum Verbinden von Rohrabschnitten, die ein Bewehrungs- oder Tragglied enthalten

### 3.27

#### **Zentrierer**

**en:** centralizer

**fr:** centreur

Element zur zentrischen Anordnung der Bewehrung in einem Bohrloch oder in einer Verrohrung

### 3.28

#### **Abstandhalter**

**en:** spacer

**fr:** écarteur

Element zur Sicherstellung der erforderlichen Überdeckung des Verpressgutes, Verpressmörtels oder Betons

### 3.29

#### **Bewehrungskorb**

**en: reinforcement cage**

**fr: cage d'armature**

Bewehrung für Pfähle, aus Stahllängsstäben, die so angeordnet werden, dass sie die Erzeugenden eines Zylinders oder eines rechteckigen Prismas bilden, um die Bügel, Stahlbänder oder Spiralen gewickelt und befestigt werden

### 3.30

#### **Tragglied**

**en: load bearing element**

**fr: élément porteur**

Element aus Stahl, Gusseisen oder einem anderen Werkstoff, das Last vom Bauwerk auf den Boden übertragen kann

### 3.31

#### **Spülflüssigkeit; Bohrspülung**

**en: drilling fluid/mud**

**fr: fluide de forage, boue**

Wasser oder eine Suspension aus Bentonit, Polymeren oder Ton in Wasser, mit oder ohne Zement und anderen Zusätzen, zur Stabilisierung der Wände von Bohrlöchern und zum Spülen

### 3.32

#### **Manschettenrohr**

**en: tube-à-manchette**

**fr: tube à manchettes**

Spaltrohr, durch das unter Anwendung eines Packers Injektionen des Verpressgutes möglich sind

### 3.33

#### **Unterfangungsarbeiten**

**en: underpinning works**

**fr: travaux de reprise en sous œuvre**

Arbeiten, die durchgeführt werden, um die Last der Gründung von ihrer ursprünglichen Tragebene sicher auf eine neue, tieferliegende Ebene zu übertragen

### 3.34

#### **Arbeitsebene**

**en: working level**

**fr: niveau de travail**

Aufstellungsebene für die Arbeitsbühne, auf der die Ramme arbeitet

### 3.35

#### **Baugrunduntersuchung**

**en: site investigation**

**fr: reconnaissance des terrains**

Geotechnische Untersuchung an der Baustelle oder in ihrer näheren Umgebung

## **4 Notwendige bautechnische Unterlagen für den Beginn der Arbeiten auf der Baustelle**

### **4.1 Notwendige bautechnische Unterlagen für allgemeine Gründungsarbeiten**

**4.1.1** Alle für die Ausführung von Arbeiten auf der Baustelle wichtigen Angaben müssen zusammen mit den Arbeitsvorschriften bereitgestellt oder verfügbar gemacht werden.

**4.1.2** Vor Beginn der Arbeiten auf der Baustelle sollten folgende Angaben, wenn zutreffend, überprüft und verfügbar gemacht werden:

- a) geotechnische Angaben (siehe Abschnitt 5) sowie zusätzliche Angaben zum Baugrund auf der Baustelle (z. B. Verunreinigungen von Boden und/oder Wasser oder sonstige Gefährdungen);
- b) Geländebedingungen:
  - Aufstellungsebenen für die Arbeitsbühne, auf der die Ramme arbeitet;
  - Größe, Topographie, tatsächliche Oberfläche des Baustellengeländes;
  - Koordinaten der Baustelle im Gitternetz und Bezugshöhe des Baustellengeländes;
  - Vorhandensein, Lage und Zustand benachbarter Bauwerke (z. B. Gebäude, Straßen, Haus- oder Versorgungsanschlüsse), unterirdische Bauwerke, Vegetation und vorhandene Gründungskörper, archäologisch bedeutsame Hinterlassenschaften;
  - Einschränkungen für lichte Höhe und Zugang;
  - Möglichkeiten zur Entstehung von Streuströmen;
- c) Witterungsbedingungen;
- d) umgebungsbedingte Einschränkungen (z. B. durch Lärmpegel, Vibrationspegel und umgebungsbedingte Anforderungen) sowie alle Einschränkungen durch Gesetze und Behörden;
- e) Planung und Vorschriften für die Arbeiten;
- f) alle notwendigen oder wesentlichen Angaben für die Erstellung von Ausführungszeichnungen und Erläuterungen des Verfahrens (wenn erforderlich);
- g) alle gleichzeitig durchzuführenden Tätigkeiten, die auf die Arbeiten Einfluss nehmen können (z. B. Entwässerung, Untertunnelung, Tiefbauarbeiten usw.);
- h) alle zusätzlichen Anforderungen an Beaufsichtigung, Überwachung oder Prüfung der Arbeiten;
- i) örtliche Sicherheitsanforderungen.

**4.1.3** Versorgungsanschlüsse auf und in der Nähe der Baustelle sollten vor Beginn der Arbeiten untersucht und gekennzeichnet werden.

**4.1.4** Notwendigkeit, Umfang und Verfahren zur Erstellung eines Baugutachtens für Bauwerke, Straßen, Versorgungsanschlüsse usw. in der Nachbarschaft des Arbeitsbereichs müssen festgelegt werden.

Das Baugutachten muss vor Beginn der Arbeiten erstellt werden und verfügbar sein.

**4.1.5** Die Zuordnung der Planungs-, Ausführungs- und Beaufsichtigungstätigkeiten sowie die Verantwortlichkeiten aller Beteiligten müssen im Vertrag eindeutig festgelegt werden.

## **4.2 Zusätzliche bautechnische Unterlagen für Minipfähle**

### **4.2.1 Allgemeines**

**ANMERKUNG** Minipfähle können nur effizient gestaltet werden, wenn ausreichende Kenntnisse über das Bauprojekt, die konstruktiven Anforderungen an das Pfahlssystem, die geotechnischen Eigenschaften des Baugrundes sowie Erfahrungen bei der Ausführung vergleichbarer Arbeiten mit Minipfählen unter ähnlichen Baugrundbedingungen vorliegen.

**4.2.2** Vor Beginn der Arbeiten zur Herstellung von Minipfählen sollten folgende Angaben überprüft und, falls zutreffend, verfügbar gemacht werden:

- vorhandene Erfahrungen mit Minipfählen oder anderen Gründungskörpern oder Tiefbauarbeiten auf und in der Nähe der Baustelle;
- Grad der chemischen Aggressivität von Baugrund und/oder Grundwasser;
- mögliche Instabilität des Bodens;
- Vorhandensein von Pfählen, Ankern und/oder anderen künstlichen Hindernissen im Baugrund (z. B. Holz, Stahl usw. ...);
- zulässige Verformung benachbarter Bauwerke.

### **4.3 Zusätzliche bautechnische Unterlagen für Unterfangungsarbeiten**

**4.3.1** Vor Beginn von Unterfangungsarbeiten sollten folgende Angaben überprüft und, falls zutreffend, verfügbar gemacht werden:

- Maße und Zusammensetzung bestehender Gründungskörper, Böden, Systeme zur Entwässerung und Grundwasserabsenkung;
- Zustand des zu unterfangenden Bauwerks;
- zulässige Verformung der zu unterfangenden Bauwerke.

### **4.4 Aufzählung der Tätigkeiten**

Bei Planung und Ausführung sollten, wenn zutreffend, folgende Tätigkeiten erfasst werden:

ANMERKUNG Die angegebene Reihenfolge entspricht nicht unbedingt der zeitlichen Baufolge.

**4.4.1** Beurteilung der Planungsannahmen unter Berücksichtigung der Daten aus der Baugrunduntersuchung und der Durchführbarkeitsstudie;

**4.4.2** erforderlichenfalls Einbringung von Mini-Vorversuchs- oder -Versuchspfählen und Prüfungen an diesen Minipfählen;

**4.4.3** Auswertung der an den Mini-Vorversuchs- oder -Versuchspfählen erhaltenen Ergebnisse;

**4.4.4** Festlegung der Baufolge bei Herstellung eines Minipfahls unter Berücksichtigung von 4.4.3;

**4.4.5** Richtlinien zur Baufolge, falls erforderlich;

**4.4.6** Verweisung aller Beteiligten auf die Schwerpunkte der Konstruktionskriterien, die besonders beachtet werden sollten;

**4.4.7** Vorschriften für die Überwachung der Auswirkungen der Herstellung von Minipfählen auf unterfangene und/oder benachbarte Bauwerke (Art und Genauigkeit der Geräte, Häufigkeit der Messungen) und für die Auswertung der Ergebnisse;

**4.4.8** Festlegung der zulässigen Grenzen für den Einfluss der Arbeiten zur Einbringung von Pfählen auf unterfangene und/oder benachbarte Bauwerke;

**4.4.9** Bereitstellung von Bauzeichnungen;

**4.4.10** Vorschriften für während der Herstellung vorzunehmende Kontrollprüfungen und für Prüfungen der Minipfähle.

## 5 Baugrunduntersuchungen

### 5.1 Allgemeines

**5.1.1** Alle geotechnischen Untersuchungen müssen nach ENV 1997-1, ENV 1997-2 und ENV-1997-3 durchgeführt werden.

**5.1.2** Wenn die in ENV 1997-1 festgelegten geotechnischen Klassen auf Pfahlgründungen angewendet werden, sollte entsprechend der jeweiligen Bedingungen die Klasse 2 oder 3 ausgewählt werden.

**5.1.3** Die untersuchte Tiefe und Fläche des Baugrundes muss ausreichen, um eine Identifizierung aller den Bau beeinflussenden Bodenformationen und Schichten zuzulassen und um die Festigkeit und die Verformungseigenschaften des Bodens zu bestimmen.

**5.1.4** Bei Festlegung des Umfangs der Baugrunduntersuchungen sind Erfahrungen bei Ausführung vergleichbarer Gründungsarbeiten unter ähnlichen Bedingungen und/oder in der Umgebung der Baustelle und Bodenuntersuchungen zu berücksichtigen.

**ANMERKUNG** Ein Bezug auf entsprechende Erfahrungen ist zulässig, wenn geeignete Nachweismöglichkeiten angewendet werden (z. B. Penetrationsprüfungen, Druckmessungen oder andere Prüfungen).

### 5.2 Besondere Aspekte

**5.2.1** Die Bodenkennwerte müssen durch Prüfungen auf der Baustelle und/oder im Laboratorium über die gesamte Länge der Minipfähle und in Abhängigkeit von der Beschaffenheit des Baugrundes und der Funktion der Minipfähle (Spitzendruckpfähle und/oder Reibungspfähle) bis in eine Tiefe unterhalb des Fußes bestimmt werden.

**5.2.2** Wenn die Anwendung von Spitzendruckpfählen vorgesehen ist, muss die Untersuchung des Baugrundes ergeben, dass eine kompetente Gründungsschicht nicht unmittelbar durch eine weiche Schicht unterlegt ist, weil dadurch Brüche durch Lochbildung oder unzulässige Absetzungen möglich sind.

**5.2.3** Die folgenden Angaben müssen, wenn sie für die Ausführung der Arbeiten zur Herstellung von Minipfählen wesentlich sind, im Baugrund-Untersuchungsbericht angegeben werden:

- a) die Äquipotenzialhöhen aller Wasserspiegel in Locker- und Festgesteinsschichten. Bei Bedarf sollten die Äquipotenzialhöhen verschiedener, auf der Baustelle vorhandener Wasserspiegel einzeln und über eine ausreichend lange Dauer beobachtet werden, um die höchstmöglichen Äquipotenzialhöhen abzuschätzen, die während der Einbringung der Minipfähle auftreten können. Besonders zu beachten sind die artesischen Bedingungen und schnelle Grundwasserströme (Strömungsgeschwindigkeit > 30 m je Tag);
- b) das Vorhandensein grobkörniger, gut durchlässiger Böden oder (natürlicher oder künstlicher) Hohlräume, die einen plötzlichen Verlust der Spülflüssigkeit und eine Instabilität des Bohrloches herbeiführen können, so dass besondere Maßnahmen erforderlich sein können;
- c) das Vorhandensein sowie die Festigkeits- und die Verformungskennwerte von weichen Schichten, z. B. von sehr weichem Ton oder Torf, die Schwierigkeiten während der Ausführung der Arbeiten oder bei der Belastung der Pfähle herbeiführen können (Verformung oder Instabilität des Bohrloches, Knickgefahr);
- d) das Vorhandensein von Kopfsteinen und Geröllblöcken oder anderen unterirdischen Hindernissen, die Schwierigkeiten beim Einbringen verursachen können, so dass besondere Verfahren oder Werkzeuge beim Eindringen (Durchführen) oder beim Ziehen erforderlich sein können;
- e) die Ebene der Gesteinsoberfläche, die Dicke und das Ausmaß aller vorhandenen verwitterten Gesteine, das Vorhandensein von Fugen oder Hohlräumen und die Neigung der Gesteinsoberfläche; in einigen Fällen kann es auch notwendig sein, die Festigkeit oder Härte des Gesteins zu bestimmen;

- f) Grad der chemischen Aggressivität des Grundwassers, des Locker- oder Festgesteins, der Einfluss auf die Eigenschaften des Verpressgutes, des Verpressmörtels oder des Betons und des Stahls ausüben kann;
- g) das Vorhandensein, das Ausmaß, die Dicke und die Beschaffenheit von kontaminiertem Boden oder Abfall, der die Entsorgung des ausgehobenen Bodens beeinflussen kann, so dass besondere Maßnahmen zum Schutz und zur Sicherheit der Arbeitskraft erforderlich sein können;
- h) Verschlechterung der Eigenschaften des Locker- oder des Festgesteins durch Kontakt mit Wasser.

## **6 Baustoffe und Bauprodukte**

### **6.1 Allgemeines**

**6.1.1** Alle Baustoffe und Bauprodukte, die bei der Herstellung von Minipfählen eingesetzt werden, müssen der jeweils zutreffenden Europäischen Norm und den Arbeitsvorschriften entsprechen.

**6.1.2** Die Herkunft der angelieferten Baustoffe

- muss dokumentiert und
- darf nicht ohne vorherige Bekanntgabe gewechselt werden.

### **6.2 Bewehrungs- und Tragglieder**

#### **6.2.1 Stahl für Bewehrungskörbe**

**6.2.1.1** Stahlstäbe für die einzelnen Teile von Bewehrungskörben für Minipfähle müssen EN 10080 entsprechen.

**6.2.1.2** Bei Auswahl der Stahlsorte und -marke müssen die Montage der Bewehrungskörbe und die Anforderungen an die Schweißbarkeit berücksichtigt werden.

**6.2.1.3** Muffen für die einzelnen Teile von Bewehrungskörben müssen ENV 1992-1, Eurocode 2 entsprechen und dürfen die Tragfähigkeit der Bewehrung nicht beeinträchtigen.

#### **6.2.2 Stahl für Tragglieder**

**6.2.2.1** Tragglieder aus Stahl müssen bei Anwendung von

- Stäben EN 10080 oder prEN 10138 entsprechen;
- Hohlprofilen (z. B. Rohren) EN 10210 oder EN 10129 entsprechen;
- warm gewalzten Produkten (z. B. H-Profile) EN 10025 oder EN 10113 entsprechen.

**6.2.2.2** Die Maßtoleranzen müssen den jeweiligen Europäischen Normen entsprechen.

**6.2.2.3** Bei Auswahl der Stahlsorte und -marke müssen, falls die Teile zu schweißen sind, die Anforderungen an die Schweißbarkeit berücksichtigt werden.

**6.2.2.4** Muffen und Nippel dürfen die geforderte Tragfähigkeit eines Tragelements nicht beeinträchtigen.

**6.2.2.5** Stahlstäbe, Rohre und Profile, die wiederholt verwendet werden oder als Teile zweiter Wahl vorliegen, müssen die bei der Planung festgelegten Mindestanforderungen an Sorte, Größe, Toleranzen,

Qualität und Stahlmarke erfüllen und dürfen keine Beschädigungen, gesundheitsschädigende Wirkungen und Korrosion aufweisen, um jede Beeinträchtigung von Festigkeit und Haltbarkeit zu vermeiden.

### **6.2.3 Pfähle und Gussteile aus Gusseisen**

Für Tragglieder und Gussteile verwendetes Gusseisen muss den Festlegungen des Herstellers und den Planungsfestlegungen entsprechen.

### **6.2.4 Andere Werkstoffe für Bewehrungs- und Tragglieder**

**6.2.4.1** Andere Werkstoffe dürfen nur verwendet werden, wenn ihre Eignung nachgewiesen wurde und sie vom fachlichen Vertreter des Auftraggebers genehmigt wurden.

**6.2.4.2** Andere Werkstoffe müssen den Konstruktionsvorschriften entsprechen.

## **6.3 Baustoffe für Verpressgut, Verpressmörtel und Beton**

### **6.3.1 Zement**

**6.3.1.1** Zement für Minipfähle muss ENV 197-1 : 1992 entsprechen.

**6.3.1.2** Bei Auswahl der Zementsorte ist die Aggressivität der Umgebung (Vorhandensein aggressiver Substanzen, z. B. Kohlensäure und Sulfate) zu beachten. Die Aggressivität der Umgebung muss nach ENV 206 festgelegt werden.

**6.3.1.3** Bei Auswahl der Zementsorte ist die Aggressivität des Zements gegenüber dem Bewehrungswerkstoff oder den Werkstoffen des Traggliedes zu beachten.

**6.3.1.4** Zemente mit hohem Sulfatanteil dürfen nicht verwendet werden, wenn sie mit Spannstahl in Berührung kommen.

**6.3.1.5** Calcium-Aluminat-Zement darf nicht verwendet werden.

### **6.3.2 Zuschläge**

**6.3.2.1** Zuschläge müssen ENV 206 entsprechen.

**6.3.2.2** Wenn Verpressgut, Verpressmörtel oder Beton durch Schüttrohre drucklos verfüllt oder eingepumpt wird, sollten abgerundete Zuschläge bevorzugt werden.

### **6.3.3 Wasser**

**6.3.3.1** Das Anmachwasser sollte ENV 206 entsprechen. Verpressmörtel oder Beton darf mit Trinkwasser angesetzt werden.

**6.3.3.2** Anmachwasser natürlicher Herkunft, das auf der Baustelle vorhanden ist, sollte besonders auf Chloride, Sulfate und organische Bestandteile untersucht werden; seine Verwendung sollte genehmigt werden.

**6.3.3.3** Die Annahmekriterien und die Prüfverfahren für das Wasser, die im Abschnitt 6.3.3.2 gefordert werden, müssen prEN 1008 entsprechen.

### **6.3.4 Zusätze und Beimengungen**

**6.3.4.1** Die Anwendung von Zusätzen und Beimengungen muss erfolgen

- nach ENV 206 oder
- solange entsprechende Europäische Normen nicht verfügbar sind, nach Anforderungen in nationalen Normen und/oder nationalen Verordnungen für Verpressgut, Verpressmörtel und Beton sowie in Übereinstimmung mit dem Zulassungsdokument und den Anweisungen des Herstellers.

**6.3.4.2** Alle verwendeten Produkte müssen die Umweltgesetze erfüllen.

ANMERKUNG Richtlinien für die Anwendung von Zusätzen und Beimengungen werden im Anhang B angegeben.

## **6.4 Zementschlämme**

**6.4.1** Die Zusammensetzung des Verpressgutes sowie Technik und Ablauf des Verpressens müssen in Abhängigkeit von Anwendung und Baugrundbedingungen geplant und ausgeführt werden (z. B. Verpressen des Pfahlschafftes um vorgegossene Elemente, Fuß- oder Schaftverpressen).

**6.4.2** Sand und Füllmaterial können in Zementschlämmen als Füllmittel oder zur Veränderung der Konsistenz des Verpressgutes, seiner Beständigkeit gegen Auswaschen oder seiner mechanischen Festigkeit oder Verformbarkeit angewendet werden.

ANMERKUNG Sofern nicht anders festgelegt, wird Zementschlämme, zu der Füllmaterial oder Sand (maximale Teilchengröße 2 mm) in einer massebezogenen Menge zugefügt wird, die kleiner als die Zementmenge ist, noch als Zementschlämme bezeichnet. Bei Zugabe einer größeren Menge Füllmaterial oder Sand muss das Mischgut als Verpressmörtel angesehen werden.

**6.4.3** Der Wasserzementwert sollte an die tatsächlichen Baugrundbedingungen angepasst werden und, sofern nicht anders festgelegt, nicht mehr als 0,55 betragen.

**6.4.4** Die kleinste, an Zylinder-Probekörpern nach 28 Tagen ermittelte Druckfestigkeit sollte, sofern nicht anders festgelegt, mindestens 25 MPa betragen, wenn die Probekörper ein Verhältnis Höhe/Durchmesser von 2 haben. Wird die Druckfestigkeit an Würfel- oder Zylinder-Probekörpern bestimmt, die ein anderes Verhältnis Höhe/Durchmesser haben, können zur Ermittlung der Druckfestigkeit von Zylinder-Probekörpern die für Beton verfügbaren Übertragungskoeffizienten angewendet werden.

**6.4.5** Labor- und Baustellenprüfungen sollten zur Überprüfung des Mischgutes, seiner Effizienz, seiner Abbindezeit und seines Gebrauchsverhaltens durchgeführt werden. Diese Prüfungen sollten, wenn zutreffend, nach EN 445 durchgeführt werden.

**6.4.6** Sofern nicht anders festgelegt, sollte die zulässige Ausblutung nach 2 h weniger als 3 % betragen.

**6.4.7** Für Zementschlämme, die zur Ummantelung einer Bewehrung innerhalb einer Einkapselung verwendet wird, sollte eine Mischgutrezeptur so ausgewählt werden, dass Ausblutung und Schrumpfung verhindert werden.

**6.4.8** Qualitätskontrolle:

**6.4.8.1** Die Qualität des Verpressgutes muss den geforderten Kennwerten entsprechen; sie muss während der Arbeiten mit Hilfe von Kontrollprüfungen überprüft werden.

**6.4.8.2** Auf der Baustelle sollte am Verpressgut routinemäßig die

- Dichte an Bohrlochkopf und -sohle;
- Viskosität (nach Marsh), wenn zutreffend;
- Abbindezeit;
- Ausblutung

überprüft werden.

**6.4.8.3** Auf jeder Baustelle müssen spätestens nach 7 Arbeitstagen mindestens 2 Sätze von je 3 Probekörpern (Zylinder oder Würfel) entnommen und einer Druckfestigkeitsprüfung unterzogen werden.

**6.4.8.4** Beim automatischen Mischen muss die Dosierung regelmäßig überprüft werden; wird nicht automatisch gemischt, müssen Aufzeichnungen für das Dosieren erstellt werden.

## **6.5 Verpressmörtel**

**6.5.1** Die Zusammensetzung des Mischgutes muss ENV 206 entsprechen.

**6.5.2** Verpressmörtel für Minipfähle muss

- eine hohe Entmischungsbeständigkeit;
- eine gute Formbarkeit und eine hohe Kohäsionskraft;
- ein gutes Fließvermögen;
- die Fähigkeit zur Selbstverdichtung und
- für die Dauer des Einbringungsverfahrens sowie beim Ziehen der zeitweise eingebrachten Verrohrung eine ausreichende Verarbeitbarkeit

haben.

**6.5.3** Sofern nicht anders festgelegt, muss der für Minipfähle verwendete Mörtel einen Wassercementwert  $< 0,6$  und eine rechnerische Festigkeit haben, die mindestens der Klasse C 25/30 entspricht.

**6.5.4** Die Größe der Zuschlagstoffe darf folgende Werte nicht überschreiten:

- $d_{85} \leq 4 \text{ mm}$ ;
- $d_{100} \leq 8 \text{ mm}$ .

**6.5.5** Zur Qualitätskontrolle müssen Kontrollprüfungen nach ENV 206 durchgeführt werden.

## **6.6 Beton**

### **6.6.1 Ortbeton**

**6.6.1.1** Sofern in dieser Norm nicht anders festgelegt; muss der Beton ENV 206 und EN 1526-6.3 entsprechen, sofern der Abschnitt nicht nur einen Verweis auf ENV 206 enthält.

**6.6.1.2** Beton für Minipfähle muss

- eine hohe Entmischungsbeständigkeit;
- eine gute Formbarkeit und eine hohe Kohäsionskraft;
- ein gutes Fließvermögen;
- die Fähigkeit zur Selbstverdichtung und