

Niedersächsisches Ministerialblatt

62. (67.) Jahrgang

Hannover, den 30. 10. 2012

Nummer 37 e

5. ANLAGENBAND

zur

Liste der Technischen Baubestimmungen — Fassung September 2012 —

DIN EN 1537

DIN EN 1537 Berichtigung 1

DIN 4123

DIN EN 12699

DIN EN 12699 Berichtigung 1

DIN EN 14199

DIN SPEC 18537

DIN SPEC 18538

DIN SPEC 18539

Die hier abgedruckten Technischen Baubestimmungen sind nur in Verbindung mit dem RdErl. des MS vom 28. 9. 2012 (Nds. MBl. Nr. 37) zu verwenden.

Inhalt:

– DIN EN 1537: Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) – Verpressanker	1
– DIN EN 1537 Berichtigung 1: Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) – Verpressanker . .	55
– DIN 4123: Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen im Bereich bestehender Gebäude	59
– DIN EN 12699: Ausführungen spezieller geotechnischer Arbeiten (Spezialtiefbau) – Verdrängungspfähle	79
– DIN EN 12699 Berichtigung 1: Ausführungen spezieller geotechnischer Arbeiten (Spezialtiefbau) – Verdrängungspfähle	125
– DIN EN 14199: Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) – Pfähle mit kleinen Durchmessern (Mikropfähle)	131
– DIN SPEC 18537: Ergänzende Festlegungen zu DIN EN 18537:2001-01, Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) – Verpressanker	181
– DIN SPEC 18538: Ergänzende Festlegungen zu DIN EN 12699:2001-05, Ausführungen spezieller geotechnischer Arbeiten (Spezialtiefbau) – Verdrängungspfähle	215
– DIN SPEC 18539: Ergänzende Festlegungen zu DIN EN 14199:2012-01, Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) – Pfähle mit kleinen Durchmessern (Mikropfähle)	235

Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau)
Verpressanker
 Deutsche Fassung EN 1537:1999 + AC:2000

DIN
EN 1537

ICS 93.020

Ersatz für
DIN EN 1537:2000-06

Execution of special geotechnical works – Ground anchors;
 German version EN 1537:1999 + AC:2000

Exécution des travaux géotechniques spéciaux – Tirant d'ancrage;
 Version allemande EN 1537:1999 + AC:2000

Die Europäische Norm EN 1537:1999 hat den Status einer Deutschen Norm; einschließlich der eingearbeiteten Änderung AC:2000, die von CEN getrennt verteilt wurde.

Nationales Vorwort

Die vorliegende Europäische Norm wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 288 „Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau)“ (Sekretariat: Frankreich, Vorsitz: Deutschland) in der Arbeitsgruppe WG 2 „Verpressanker“ unter britischer Federführung erarbeitet. Im DIN Deutsches Institut für Normung e.V. ist hierfür der NABau-Arbeitsausschuss 05.17.00 „Verpressanker“ zuständig.

Änderungen

Gegenüber DIN 4125:1990-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Grundlegende Überarbeitung unter den Gesichtspunkten einer Europäischen Harmonisierung,
- b) Berücksichtigung der Eurocodes,
- c) Berücksichtigung neuer Ausführungstechniken und
- d) Einführung einer detaillierten Ausführungsüberwachung.

Gegenüber DIN EN 1537:2000-06 wurden folgende Berichtigungen vorgenommen:

- EN 1537:1999 + AC:2000-06, die ausschließlich die überarbeitete Deutsche Fassung enthält, übernommen.

Frühere Ausgaben

DIN 4125-1: 1972-06, 1988-03

DIN 4125-2: 1976-02

DIN 4125: 1990-11

DIN EN 1537: 2000-06

Fortsetzung 51 Seiten EN

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

– Leerseite –

ICS 93.020

Deutsche Fassung

Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau)

Verpressanker

Execution of special geotechnical works – Ground anchors

Exécution des travaux géotechniques spéciaux – Tirant d’ancrage

Diese Europäische Norm wurde von CEN am 20. Februar 1998 angenommen.

Die Berichtigung EN 1537:1999 + AC:2000-06 tritt am 22. Juni 2000 zur Einarbeitung in die offizielle Deutsche Fassung der EN in Kraft.

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 Zentralsekretariat 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 Zentralsekretariat 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.

CEN

EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation

Zentralsekretariat: rue de Stassart 36, B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite		Seite
Vorwort	3	8.3.1 Allgemeines	23
1 Anwendungsbereich	4	8.3.2 Bohrlochprüfung	24
2 Normative Verweisungen	4	8.3.3 Vorverpressung	24
3 Definitionen und Symbole	5	8.3.4 Vorverpressung im Fels	24
3.1 Definitionen	5	8.3.5 Vorverpressung im Boden	24
3.2 Symbole	8	8.3.6 Ankerverpressung	25
4 Notwendige Informationen	9	8.4 Spannen des Verpressankers	25
4.1 Allgemeines	9	8.4.1 Allgemeines	25
4.2 Planung von Ankerarbeiten	9	8.4.2 Spanngeräte	25
5 Baugrunduntersuchungen	11	8.4.3 Spannvorgang	25
6 Baustoffe und Bauprodukte	11	9 Bauüberwachung, Prüfungen und Kontrollen	26
6.1 Allgemeines	11	9.1 Allgemeines	26
6.2 Zugglied	12	9.2 Messgenauigkeit	26
6.3 Ankerkopf	12	9.3 Vorbelastung	27
6.4 Koppelemente	12	9.4 Prüfverfahren	28
6.5 Verankerungslänge des Zuggliedes	12	9.5 Untersuchungsprüfung	28
6.6 Abstandhalter und andere Bauteile im Bohrloch	13	9.6 Eignungsprüfung	28
6.7 Zementmörtel und Zusatzmittel	13	9.7 Abnahmeprüfung	29
6.8 Kunstharzmörtel	14	9.8 Maximale Festlegekraft	29
6.9 Korrosionsschutz des Stahlzuggliedes und gespannter Stahlteile	14	9.9 Ermittlung der rechnerischen freien Stahllänge	29
6.9.1 Allgemeines	14	9.10 Überwachung von Herstellung und Prüfung	30
6.9.2 Kurzzeitanker	15	9.11 Nachprüfung	30
6.9.3 Daueranker	15	10 Aufzeichnungen	30
6.10 Übliche Komponenten und Materialien für den Korrosionsschutz	15	11 Besondere Anforderungen	31
6.10.1 Kunststoffhüllrohre	15	Anhang A (informativ) Elektrische Prüfung des Korrosionsschutzes	32
6.10.2 Schrumpfschläuche	17	A.1 Allgemeines	32
6.10.3 Dichtungen	18	A.2 Elektrische Widerstandsmessung I (ERM I)	32
6.10.4 Zementmörtel	18	A.3 Elektrische Widerstandsmessung II (ERM II)	34
6.10.5 Kunstharze	18	Anhang B (informativ) Untersuchungsprüfungen am Korrosionsschutz	34
6.10.6 Korrosionsschutzmassen	18	Anhang C (informativ) Hinweise für die Abnahmebedingungen für plastische Korrosionsschutzmassen und Beispiele für Prüfnormen zur Ermittlung der Materialeigenschaften	36
6.10.7 Beschichtungen mit Opfermetallen	18	Anhang D (informativ) Bemessung von Verpressankern	37
6.10.8 Andere Beschichtungen auf Stahlteilen	18	D.1 Allgemeines	37
6.10.9 Rohre und Kappen aus Stahl	19	D.2 Grenzzustände	37
6.10.11 Aufbringung des Korrosionsschutzes	19	D.3 Einwirkungen, Baugrundeigenschaften, geometrische Größen und Bemessungssituationen	37
6.10.11.1 Allgemeines	19	D.4 Bemessungsverfahren	38
6.10.11.2 Freie Stahllänge und Verankerungslänge des Zuggliedes	19	D.5 Nachweis der Grenzzustände der Tragfähigkeit	38
6.10.11.3 Ankerkopf	19	D.5.1 Grundsätze und Anforderungen	38
6.12 Prüfung des Korrosionsschutzes bei Dauerankern durch Systemprüfungen	20		
7 Hinweise zu Entwurf und Bemessung	21		
8 Ausführung	22		
8.1 Herstellen der Bohrlöcher	22		
8.1.1 Allgemeines	22		
8.1.2 Bohrverfahren	22		
8.2 Herstellung, Transport, Handhabung und Einbau der Zugglieder	23		
8.2.1 Herstellung	23		
8.2.2 Transport, Handhabung und Einbau	23		
8.3 Verpressen	23		

	Seite		Seite
D.5.2 Charakteristischer innerer Ankerwiderstand	39	E.3.2 Eignungsprüfung – Ankerkraftaufbringung	43
D.5.3 Charakteristischer Herauszieh- widerstand des Ankers	40	E.3.3 Abnahmeprüfung – Ankerkraftaufbringung	44
D.6 Nachweis der Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit	40	E.3.4 Messung des Spannkraftabfalles	44
Anhang E (informativ) Beispiele für Ankerprüfverfahren	41	E.4 Prüfverfahren 3	44
E.1 Allgemeines	41	E.4.1 Untersuchungsprüfung – Ankerkraftaufbringung	44
E.2 Prüfverfahren 1	41	E.4.2 Eignungsprüfung – Ankerkraftaufbringung	45
E.2.1 Untersuchungsprüfung – Ankerkraftaufbringung	41	E.4.3 Abnahmeprüfung – Ankerkraftaufbringung	45
E.2.2 Eignungsprüfung – Ankerkraftaufbringung	42	E.4.4 Messung des Kriechverhaltens und der charakteristischen Kraft	46
E.2.3 Abnahmeprüfung – Ankerkraftaufbringung	42	E.5 Allgemeine Tabellen für Ankerkraftaufbringung – Prüfverfahren 1, 2 und 3	49
E.2.4 Messung des Kriechverhaltens	42	Anhang F (informativ) Beispiele für Protokollblätter	50
E.3 Prüfverfahren 2	43		
E.3.1 Untersuchungsprüfung – Ankerkraftaufbringung	43		

Vorwort

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

Das Aufgabengebiet von CEN/TC 288 umfasst die Normung der Verfahren zur Ausführung von geotechnischen Arbeiten (einschließlich Prüfungen und Überwachungsverfahren) und der erforderlichen Materialeigenschaften. CEN/TC 288/WG 2 wurde beauftragt, eine Norm auf dem Gebiet der Verpressanker zu erstellen, in der alle mit dem Baugrund durch Verpressmörtel verbundenen und gespannten Anker behandelt werden.

Das Dokument wurde in Anlehnung an ENV 1997-1 „Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik; Teil 1: Allgemeine Regeln“ erarbeitet. Abschnitt 7 „Bemessung und Nachweise“ dieser Norm behandelt nur die Aspekte, die zur Erfüllung der Konstruktion des Ankersystems während der Ausführung von Verpressankern zu berücksichtigen sind. In der Norm werden jedoch die Anforderungen an Ausführung und Überwachung ausführlich behandelt. Der informative Anhang D enthält detaillierte Ausführungen über die Bemessung von Verpressankern.

Die Norm wurde von einer Arbeitsgruppe erarbeitet, die aus Delegierten aus zehn Ländern besteht; sie beruht auf zehn bestehenden nationalen und internationalen Ausführungsnormen.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind folgende 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.

Seite 4
EN 1537:1999 + AC:2000

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für den Einbau, die Prüfung und die Überwachung von Dauer- und Kurzzeitankern, deren Tragfähigkeit geprüft wird. Ein Anker besteht aus einem Ankerkopf, einer freien Ankerlänge und einer Krafteintragungslänge, die mit dem Baugrund durch Verpressmörtel verbunden ist. Die Bezeichnung „Baugrund“ beinhaltet sowohl Boden als auch Fels.

Die Planung und die Bemessung von Verpressankern erfordern Erfahrung und Kenntnisse auf diesem Spezialgebiet. Diese Aspekte werden in ENV 1997-1, *Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln* nur kurz behandelt. Ein Anhang zu dieser Norm behandelt die Bemessung von Verpressankern ausführlicher.

Einbau und Prüfung erfordern erfahrene Facharbeiter und eine qualifizierte Überwachung. Diese Norm kann die Kenntnisse von Fachleuten und den Sachverstand von erfahrenen Grundbauunternehmen, die zur Umsetzung der Norm erforderlich sind, nicht ersetzen.

Diese Norm befasst sich nicht mit anderen Verankerungsverfahren wie Zugpfählen, Schraubbohrpfählen, mechanischen Verankerungen, Bodennägeln, Sprezhülsenankern oder Zuggliedern mit Ankerwänden.

Die Grundlagen der Ankertechnik werden in dieser Norm festgelegt und definiert. Sofern Ankersysteme von den im Text festgelegten Grundlagen abweichen, besteht die Möglichkeit, diese nach schriftlicher Genehmigung durch den Technischen Bauherrenvertreter anzuwenden.

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.

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

EN 445, *Einpressmörtel für Spannglieder – Prüfverfahren.*

EN 446, *Einpressmörtel für Spannglieder – Einpressverfahren.*

EN 447, *Einpressmörtel für Spannglieder – Anforderungen für üblichen Einpressmörtel.*

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

ENV 1992-1-1, *Eurocode 2: Planung von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1: Grundlagen und Anwendungsregeln für den Hochbau.*

ENV 1992-1-5, *Eurocode 2: Planung von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-5: Allgemeine Regeln – Tragwerke mit Spanngliedern ohne Verbund.*

ENV 1993-1-1, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln, Bemessungsregeln für den Hochbau.*

ENV 1994-1-1, *Eurocode 4: Bemessung und Konstruktion von Verbundbauwerken aus Stahl und Beton – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln – Bemessungsregeln für den Hochbau.*

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

prEN 10138, *Spannstähle.*

EN 45014, *Allgemeine Kriterien für Konformitätserklärungen von Anbietern.*

3 Definitionen und Symbole

3.1 Definitionen

Die Hauptbegriffe sind mit denen der Eurocodes identisch. Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die folgenden Definitionen:

3.1.1

Anker

en: anchor

fr: tirant d'ancrage

Einbauelemente, die eine aufgebrachte Zugkraft auf eine tragfähige Schicht im Baugrund übertragen

3.1.2

Ankerkopf

en: anchor head

fr: tête d'ancrage

Teil des Verpressankers, der die Zugkraft vom Zugglied auf die Auflagerplatte oder das Bauwerk überträgt

3.1.3

Abnahmeprüfung

en: acceptance test,

fr: essai de réception

Belastungsprüfung an jedem Anker zur Überprüfung der Einhaltung der Abnahmekriterien

3.1.4

Rechnerische freie Stahllänge

en: apparent tendon free length

fr: longueur libre équivalente

Aus der Ankerprüfung errechnete Länge des Zuggliedes zwischen dem Verankerungspunkt des Zuggliedes an der Spannvorrichtung und einem Punkt am Zugglied

3.1.5

Absetzmaß

en: bleed

fr: ressuage

Trennung von Wasser und Zementleim im Absetzversuch

3.1.6

Bohrlochdurchmesser

en: borehole diameter

fr: diamètre de forage

Durchmesser des Bohrlochs, entsprechend den Bohrkronen oder dem Verrohrungsdurchmesser, ohne Berücksichtigung von Aufweitungen

3.1.7

Charakteristischer innerer Ankerwiderstand

en: characteristic internal anchor resistance

fr: résistance interne caractéristique du tirant

Charakteristische Bruchkraft des Ankerzuggliedes

3.1.8

Technischer Bauherrenvertreter

en: client's technical representative

fr: représentant technique du client

Vertreter des Bauherrn, der mit allen Aspekten der Ankeranwendung vertraut und zugleich Fachmann auf dem Gebiet der Verpressankertechnik ist

Seite 6
EN 1537:1999 + AC:2000

3.1.9 Koppelement

en: coupler
fr: coupleur

Vorrichtung, um Teillängen von Stabstählen oder Litzen, die das Ankerzugglied bilden, zu verbinden

3.1.10 Grenzkriechmaß

en: creep limit
fr: vitesse limite de fluage

Maximal zulässiges Kriechmaß für eine bestimmte Kraftstufe

3.1.11 Kritische Kriechkraft

en: critical creep load
fr: traction critique de fluage

Ankerkraft, die dem Ende des ersten geradlinigen Astes des Diagramms Kriechmaß gegen Ankerkraft entspricht

3.1.12 Vorbelastung

en: datum load
fr: traction de référence

Ankerkraft, ab der die Verschiebung des Ankerkopfes während einer Belastungsprüfung gemessen wird. In der Regel gilt ein Wert von 10 % der Prüfkraft

3.1.13 Korrosionsschutzumhüllung

en: encapsulation
fr: protection

Korrosionsschutz, der zumindest auf die Verankerungslänge des Zuggliedes aufgebracht wird

3.1.14 Herausziehwiderstand des Ankers

en: external anchor resistance
fr: résistance externe du tirant

Widerstand eines Ankers an der Grenzfläche zwischen Baugrund und Verpresskörper

3.1.15 Krafteintragungslänge

en: fixed anchor length
fr: longueur de scellement du tirant

Planmäßige Länge eines Ankers, in der die Kraft über einen Verpresskörper auf den umgebenden Baugrund übertragen wird

3.1.16 Freie Ankerlänge

en: free anchor length
fr: longueur libre du tirant

Abstand zwischen dem spannseitigem Ende der Krafteintragungslänge und der Verankerung des Zuggliedes am Ankerkopf

3.1.17 Verpressmörtel

en: grout
fr: coulis

Erhärtendes Material, das die Kraft vom Zugglied auf den Baugrund in der Krafteintragungslänge überträgt sowie das restliche Bohrloch verfüllen kann und/oder zum Korrosionsschutz beiträgt

3.1.18**Untersuchungsprüfung**

en: investigation test

fr: essai préalable

Belastungsprüfung zur Ermittlung des maximalen Herausziehwiderstandes eines Ankers an der Baugrund-Verpresskörper-Fuge und der Eigenschaften des Ankers im Gebrauchslastbereich

3.1.19**Grenzkraftabfall**

en: load loss limit

fr: perte de tension admissible

Zulässiger Gesamtkraftabfall am Ende einer festgelegten Beobachtungszeit

3.1.20**Festlegekraft**

en: lock-off load

fr: traction de blocage

Kraft, die unmittelbar nach dem Spannen auf den Ankerkopf aufgebracht wird

3.1.21**Daueranker**

en: permanent anchor

fr: tirant d'ancrage permanent

Anker mit einer geplanten Lebensdauer von mehr als zwei Jahren

3.1.22**Prüfkraft**

en: proof load

fr: traction d'épreuve

Maximale Kraft, die während der Prüfung auf einen Anker aufgebracht wird

3.1.23**Eignungsprüfung**

en: suitability test

fr: essai de contrôle

Belastungsprüfung zur Bestätigung der Eignung einer gegebenen Ankerkonstruktion für gegebene Baugrundbedingungen

3.1.24**Systemprüfung**

en: system test

fr: essai de système

An einem Ankersystem durchgeführte Prüfung zum Nachweis der Fähigkeit eines Ankers, die geforderten Eigenschaften zu erfüllen

3.1.25**Kurzzeitanker**

en: temporary anchor

fr: tirant d'ancrage provisoire

Anker mit einer geplanten Lebensdauer von weniger als zwei Jahren

3.1.26**Zugglied**

en: tendon

fr: armature

Teil des Verpressankers, der die Zugkraft von der Krafteintragungslänge zum Ankerkopf überträgt

Seite 8

EN 1537:1999 + AC:2000

3.1.27**Verankerungslänge des Zuggliedes**

en: tendon bond length

fr: longueur de scellement de l'armature

Länge des Zuggliedes, die direkt mit dem Verpresskörper verbunden ist und die die aufgebrachte Zugkraft überträgt

3.1.28**Freie Stahllänge**

en: tendon free length

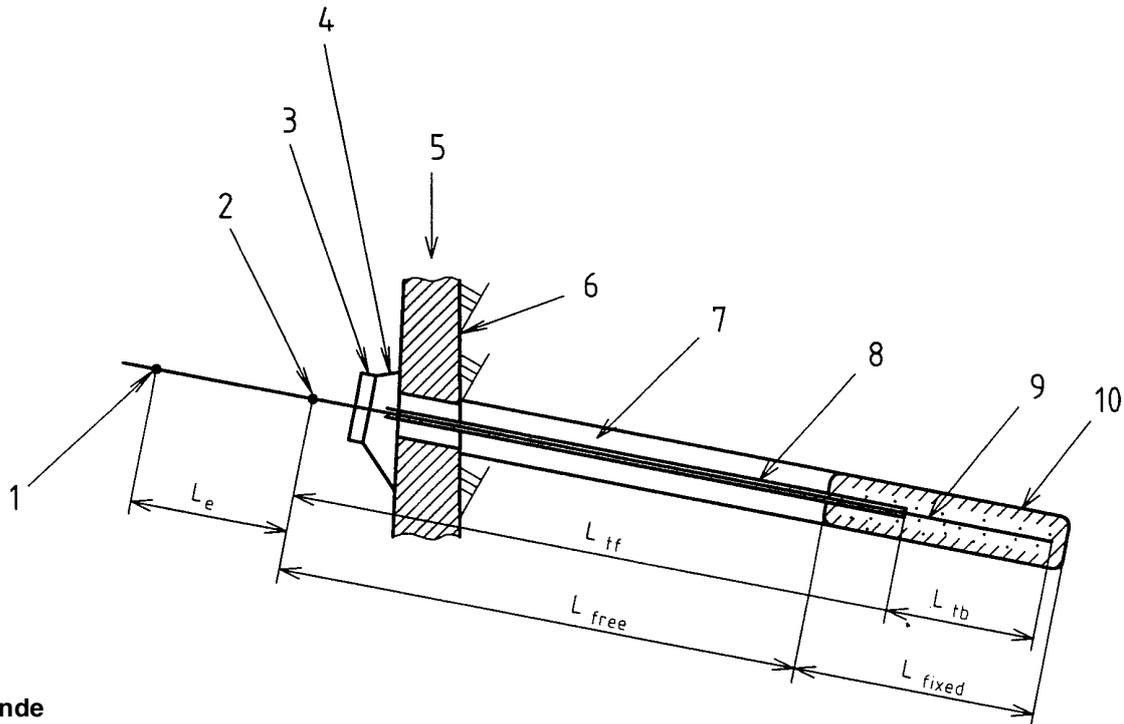
fr: longueur libre de l'armature

Länge des Zuggliedes zwischen dem Ankerkopf und dem Anfang der Verankerungslänge des Zuggliedes

Ein typischer Anker ist in Bild 1 dargestellt.

3.2 Symbole

A_t	Querschnittsfläche des Zuggliedes
E_d	Bemessungswert der Wirkung einer Einwirkung
$E_{d,dst}$	Bemessungswert der Wirkung einer destabilisierenden Einwirkung
$E_{d,s}$	Bemessungswert der Wirkung einer stabilisierenden Einwirkung
E_t	Elastizitätsmodul des Zuggliedes
f	Reibungsverlust, als prozentualer Anteil von P_p ausgedrückt
f_{tk}	charakteristische Zugfestigkeit des Zuggliedes
$f_{t0,1k}$	charakteristische Spannung des Stahlzuggliedes bei 0,1 % bleibender Dehnung
f_r	bezogene Rippenfläche eines gerippten oder profilierten Drahtes oder Stabes
k_s	Kriechmaß
k_l	Kraftabfallmaß
L_{app}	rechnerische freie Stahllänge
L_e	Länge des Zuggliedes, gemessen von der Verankerung des Zuggliedes im Ankerkopf bis zum Verankerungspunkt in der Spannpresse
L_{fixed}	Krafteintragungslänge
L_{free}	freie Ankerlänge
L_{tb}	Verankerungslänge des Zuggliedes
L_{tf}	freie Stahllänge
P	Ankerkraft
P_a	Vorbelastung
P_c	kritische Kriechkraft
$P_{c'}$	Näherungswert für die kritische Kriechkraft
P_o	Festlegekraft
P_p	Prüfkraft
P_{tk}	charakteristische Bruchkraft des Zuggliedes
$P_{t0,1k}$	Tragkraft an der charakteristischen Spannung des Stahlzuggliedes bei 0,1 % bleibender Dehnung
R_a	äußerer Herauszieh Widerstand eines Ankers
R_{ak}	charakteristischer äußerer Herauszieh Widerstand eines Ankers
R_{ik}	charakteristischer innerer Ankerwiderstand
R_d	Bemessungswert des Ankerwiderstandes
R_k	der niedrigere Wert von charakteristischem innerem Ankerwiderstand und charakteristischem Herauszieh-widerstand des Ankers
s	Ankerkopferschiebung
t	Beobachtungszeit nach Aufbringung einer Kraftstufe oder der Festlegekraft
α	Steigung am Ende der log. Zeit/Kriechverschiebungskurve
ΔP	Kraftdifferenz zwischen Prüfkraft und Vorbelastung des Ankers
Δs	gemessene Dehnung des Zuggliedes bei Kraftdifferenz ΔP
γ_q	Ankerkraftbeiwert
γ_R	Teilsicherheitsbeiwert des Ankerwiderstandes



Legende

- | | |
|--|-------------------|
| 1 Verankerungspunkt an der Spannpressse während des Spannens | 5 Bauteil |
| 2 Verankerungspunkt am Ankerkopf im Gebrauchszustand | 6 Boden/Fels |
| 3 Auflagerplatte | 7 Bohrloch |
| 4 Auflager | 8 Hüllrohr |
| | 9 Zugglied |
| | 10 Verpresskörper |

Bild 1 – Schema eines Verpressankers – ohne Einzelheiten des Ankerkopfes und des Ankerkopfschutzes

4 Notwendige Informationen

4.1 Allgemeines

Der Einsatz von Verpressankern kann nur auf der Basis einer genauen Kenntnis des Bauprojektes, der konstruktiven Anforderungen an den Verpressanker und der geotechnischen Eigenschaften des Baugrundes wirkungsvoll geplant werden. Die Ankerprüfung und der Nachweis der Konstruktionsparameter sind notwendige Elemente im Bauablauf, um Verpressanker wirtschaftlich und wirkungsvoll einbauen zu können.

Die Verantwortungsbereiche aller an der Planung, Ausführung, Prüfung und Instandhaltung der Verpressanker Beteiligten sind festzulegen. Die Tabelle 1 enthält als Leitlinie eine geeignete Aufteilung der Planungs- und Ausführungstätigkeiten.

Vor der Ausführung von Ankerarbeiten sollten ausreichende Informationen bereitgestellt werden, um die Planung und den Einbau zu unterstützen. Diese sind während der Ausführung ständig auf den neuesten Stand zu bringen.

ANMERKUNG Die gesamte oder teilweise Planung und Bemessung können sowohl vom Bauherrn als auch vom Hauptunternehmer, einem Spezialtiefbauunternehmen oder einem Ingenieurbüro ausgeführt werden.

4.2 Planung von Ankerarbeiten

Vor der ersten Lieferung und vor dem Einbau des Verpressankersystems sind folgende Unterlagen vorzulegen:

- Einzelheiten des Verpressankerprojektes sowie des Bauablaufs und des Bauprogramms;
- ein Baugrunduntersuchungsbericht mit Bodenklassifizierung und Eigenschaften des Baugrundes, in den die Verpressanker eingebaut werden;

Seite 10

EN 1537:1999 + AC:2000

- Angaben über alle anderen Randbedingungen einschließlich unterirdischer Versorgungsleitungen, vorhandener Gründungen und anderer Bedingungen, die bezüglich Lage und Tragverhalten der Anker wichtig sind;
- Angaben zum Eigentümer des Grundstücks, auf dem die Anker eingebaut werden sollen;
- Angaben über erforderliche Vereinbarungen zur Genehmigung des Zugangs zum Grundstück, auf dem die Anker eingebaut werden sollen.

Der Umfang der Voruntersuchungen und Entwurfsarbeiten hängt von der Art und Größe des Bauvorhabens, der Komplexität des Baugrunds und der damit verbundenen Risiken ab.

Tabelle 1 – Planungs- und Ausführungstätigkeiten

Entwurf und Planung	Ausführung
<ol style="list-style-type: none"> 1. Bereitstellung der Ergebnisse der Baugrunduntersuchungen für die Herstellung der Verpressanker 2. Entscheidung für die Verwendung von Verpressankern, erforderliche Versuche, Versuchsdurchführung und Aufstellung eines Lastenheftes 3. Einholung von Genehmigungen und Berechtigung zur unterirdischen Nutzung von Nachbargrundstücken 4. Gesamtbemessung des verankerten Bauwerkes, Berechnung der erforderlichen Ankerkräfte, Festlegung der zu verwendenden Sicherheitsfaktoren 5. Bestimmung der Ankereinsatzdauer (Kurzzeit- oder Daueranker) und Anforderungen an den Korrosionsschutz 6. Festlegung von Ankerabstand und -richtung, Ankerkräften und Gesamtstandsicherheit 7. Festlegung des Mindestabstandes zwischen dem Bauwerk und der Mitte der Krafteintragungslänge zur Sicherstellung der Standsicherheit des Bauwerkes 8. Festlegung der Übertragung der Lasten vom Anker auf das Bauwerk 9. Festlegung der für das Bauwerk erforderlichen Reihenfolge der Ankerkraftaufbringung und die erforderlichen Kraftstufen 10. Festlegung von Verfahren zur Überwachung des Ankerhaltens und zur Auswertung der Ergebnisse 11. Überwachung der Ausführung 12. Festlegung der Instandhaltungsarbeiten für Verpressanker 13. Unterrichtung aller Beteiligten über Hauptpunkte des Entwurfskonzeptes, denen besondere Beachtung geschenkt werden sollte 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Beurteilung der Werte aus der Baugrunduntersuchung im Hinblick auf Entwurfsannahmen 2. Auswahl des Verpressankertyps einschließlich Details 3. Dimensionierung der Anker 4. Detailfestlegung des Korrosionsschutzsystems für den Verpressanker 5. Lieferung und Einbau der Verpressanker 6. Lieferung und Einbau des Überwachungssystems für die Verpressanker 7. Qualitätskontrolle 8. Durchführung und Beurteilung der Ankerprüfungen 9. Auswertung der auf der Baustelle durchgeführten Ankerprüfungen 10. Wartung von Verpressankern nach Anweisung

5 Baugrunduntersuchungen

Der Baugrund ist ein wesentlicher Bestandteil des Ankersystems. Deshalb ist eine gründliche geotechnische Untersuchung unbedingt erforderlich. Das Versagen einzelner Anker bei der Abnahmeprüfung ist häufig auf den Mangel an genauen Informationen über die Baugrundbedingungen in der unmittelbaren Umgebung des Ankers zurückzuführen.

Da geneigte Anker ebenso häufig wie senkrechte Anker eingebaut werden, sollten in horizontaler Ausbreitung auftretende Veränderungen des Baugrundes genauso sorgfältig untersucht werden wie die vertikalen Veränderungen.

Die geotechnischen Untersuchungen sind entsprechend den Anforderungen und Empfehlungen von ENV 1997-1, *Eurocode 7 – Teil 1* durchzuführen.

Geotechnische Untersuchungen sollten bis zu den äußersten Grenzen des Baubereiches ausgedehnt werden, damit die Schichtgrenzen zwischen den einzelnen Baugrundaufschlüssen interpoliert werden können, anstatt sie nach außen hin extrapolieren zu müssen. Wo möglich, sollten die Untersuchungen so weit über den unmittelbaren Baubereich hinaus ausgedehnt werden, dass eventuell darüber hinausgreifende Spannungsbeeinflussungen durch die Anker miterfasst werden können.

Die geotechnischen Untersuchungen sollten tief genug reichen, um sicherzustellen, dass

- a) eine bekannte geologische Formation nachgewiesen wird oder
- b) keine darunter liegende Schicht die Bemessung beeinflusst und
- c) die Grundwasserverhältnisse genau definiert werden.

Zusätzlich zu Zusammensetzung und Aufbau des Baugrundes sind entsprechend ENV 1997-1, *Eurocode 7 – Teil 1* folgende Eigenschaften, soweit zutreffend, zu ermitteln:

a) für Böden:

- Bodenbeschreibung und -klassifizierung (Kornverteilung, Wassergehalt, Raumgewicht, Dichte, Atterberg-Grenzen);
- Scherfestigkeit, Verdichtungsfähigkeit und radiale Steifigkeit;
- Durchlässigkeit;
- Grundwasserbedingungen;
- Aggressivität von Boden und Grundwasser;
- Vorhandensein von Streuströmen.

b) für Fels:

- Felsklassifizierung (Klüfte, Raumgewicht, Grad der Verwitterung, Index-Prüfungen);
- Felsschichtung;
- Druckfestigkeit des intakten Felsens bei seitlich unbehinderter Ausdehnung;
- Scherfestigkeit und Verformungsverhalten des Gebirges;
- Durchlässigkeit;
- Grundwasserbedingungen;
- Aggressivität von Fels und Grundwasser;
- Vorhandensein von Streuströmen.

Diese Informationen sollten über die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Schwierigkeiten Aufschluss geben hinsichtlich:

- möglicher Bohrhindernisse;
- Eignung der Bohrverfahren;
- Bohrlochstabilität;
- Grundwasserströmung ins Bohrloch;
- Verpressgutverlust in den Baugrund.

6 Baustoffe und Bauprodukte

6.1 Allgemeines

Es sind Ankersysteme zu verwenden, für die hinsichtlich Tragverhalten und Dauerhaftigkeit positive Erfahrungen gemacht wurden und nachgewiesen sind.

Seite 12
EN 1537:1999 + AC:2000

Alle Ankersysteme sind mindestens einer Systemprüfung zu unterziehen, um die Wirksamkeit des Systems nachzuweisen. Die Ergebnisse aller Prüfungen sind ausführlich zu dokumentieren.

Die dokumentierte Systemprüfung ist vom Technischen Bauherrenvertreter nach den in dieser Norm festgelegten Grundsätzen zu genehmigen.

Alle verwendeten Baustoffe müssen untereinander verträglich sein. Dies gilt insbesondere für nebeneinander angeordnete Baustoffe mit einer gemeinsamen Berührungsfläche. Die Materialeigenschaften dürfen sich während der geplanten Lebensdauer des Verpressankers nicht so verändern, dass der Anker nicht mehr gebrauchstauglich ist.

Anker, bei denen neu entwickelte Baustoffe oder Einbauverfahren verwendet werden, sind zulässig, vorausgesetzt, dass das Verhalten des Ankers und die Dauerhaftigkeit der verwendeten Baustoffe in Systemprüfungen nachgewiesen und vom Technischen Bauherrenvertreter genehmigt wurden, um sicherzustellen, dass die Gebrauchstauglichkeit des Ankersystems während der geplanten Lebensdauer des verankerten Bauwerks aufrechterhalten wird.

6.2 Zugglied

Alle Stahlzugglieder müssen den folgenden Europäischen Normen entsprechen:

Baustähle ENV 1993-1-1, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln, Bemessungsregeln für den Hochbau.*

Betonstahl ENV 1992-1-1, *Eurocode 2: Planung von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Grundlagen und Anwendungsregeln für den Hochbau.*

Spannstahl prENV 10138, *Entwurf von Spannstählen.*

ENV 1992-1-5, *Eurocode 2: Planung von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-5: Allgemeine Regeln – Tragwerke mit Spanngliedern ohne Verbund.*

Die Zugglieder dürfen nur dann aus anderen Baustoffen hergestellt werden, wenn ihre Eignung für Anker nachgewiesen wurde und sie vom Technischen Bauherrenvertreter genehmigt wurden.

6.3 Ankerkopf

Der Ankerkopf muss es zulassen, dass das Zugglied vorgespannt, geprüft und festgelegt sowie erforderlichenfalls nachgelassen, entspannt und nachgespannt werden kann. Er muss die charakteristische Bruchkraft des Zuggliedes von 100 % P_{tk} übertragen können.

Der Ankerkopf muss ENV 1992-1-1, *Eurocode 2* entsprechen, es sei denn, die erforderliche Abweichung ist gerechtfertigt. Er ist so zu konstruieren, dass er eine maximale Winkelabweichung des Zuggliedes gegen die Normale zum Ankerkopf bis zu 3° zulässt. Dabei darf die Bruchkraft des Zuggliedes auf 97 % P_{tk} abfallen.

Der Ankerkopf muss die Kraft aus dem Zugglied entsprechend der Gesamtkonstruktion des Bauwerkes über bemessene oder geprüfte Bauteile auf das Hauptbauwerk oder auf den Baugrund abtragen.

Der Ankerkopf (d. h. die Verbindung zwischen dem Ankerzugglied und dem Bauwerk) muss sich Verformungen, die während der geplanten Lebensdauer des Bauwerks auftreten können, anpassen können.

6.4 Koppелеlemente

Koppелеlemente müssen ENV 1992-1-1, *Eurocode 2* entsprechen und dürfen die erforderliche Zugfestigkeit des Zuggliedes nicht beeinträchtigen.

Das Zugglied sollte nicht innerhalb der Verankerungslänge des Zuggliedes gekoppelt werden.

Die freie Dehnung eines Stahlzuggliedes darf nicht durch Bewegungsbehinderung des Koppелеlementes beeinträchtigt werden.

Der Korrosionsschutz des Koppелеlementes muss auf den Korrosionsschutz des Zuggliedes abgestimmt sein.

6.5 Verankerungslänge des Zuggliedes

Zur Verankerung des Zuggliedes in der Verankerungslänge sind in diesem Bereich profilierte oder gerippte Zugglieder, Litzen oder Druckrohre zu verwenden.

Als Leitlinie können folgende Stahlzuggliedtypen über Verbundwirkung verankert werden:

- kalt gezogene Drähte, die nach dem Ziehen profiliert wurden;
- vergütete und angelassene Drähte, die während des Warmwalzens mit Rippen versehen wurden;
- Rippenstähle;
- 7-drähtige Litzen.

Die bezogene Rippenfläche, f_r , von gerippten oder profilierten Drähten bzw. Stählen muss ENV 1992-1-1, *Eurocode 2* entsprechen.

Spannstähle mit glatter Oberfläche mit oder ohne besondere nachgewiesene Verankerungsvorrichtungen dürfen nur bei Kurzzeitankern nach Genehmigung durch den Technischen Bauherrenvertreter verwendet werden.

6.6 Abstandhalter und andere Bauteile im Bohrloch

Alle eingebauten Stahlzugglieder und Korrosionsschutzumhüllungen müssen mindestens 10 mm Zementmörtelüberdeckung zur Bohrlochwand aufweisen. Dies kann durch Verwendung von Abstandhaltern oder Zentrierteilen erreicht werden.

Jedes Teil, das im Bohrloch eingebaut wird und dort verbleibt, sollte so angeordnet sein und mit Abstand versehen sein, dass es die Verbundwirkung des Ankers nicht verringert. Abstandhalter sind so anzuordnen, dass die richtige Lage des Zuggliedes und dessen Komponenten sowie des Korrosionsschutzes und anderer Teile im Bohrloch sichergestellt ist, die Mindestanforderungen an die Mörtelüberdeckung eingehalten werden und das offene Volumen vollständig mit Verpressmörtel verfüllt wird.

Abstandhalter und Zentrierteile dürfen den Verpressmörtelfluss nicht behindern.

Werden bei Dauerankern Abstandhalter außerhalb der Korrosionsschutzumhüllung angebracht, sollten sie aus korrosionsbeständigem Material hergestellt sein.

Beim Entwurf von Abstandhaltern ist die Form des Bohrloches, z. B. das Vorhandensein von glockenförmigen Bohrlochhinterschneidungen, das Gewicht des Zuggliedes und die Empfindlichkeit des Baugrundes im Hinblick auf Störungen während des Einschlebens des Zuggliedes zu berücksichtigen.

6.7 Zementmörtel und Zusatzmittel

Zementmörtel, die innerhalb der Korrosionsschutzumhüllung verwendet werden und Spannstähle berühren, müssen im allgemeinen EN 445, EN 446 und EN 447 entsprechen. Bei Widersprüchen zwischen den Festlegungen dieser Norm und EN 445, EN 446 und EN 447 gelten die Festlegungen dieser Norm.

Wenn Zementmörtel ein Zugglied innerhalb einer Korrosionsschutzumhüllung umgibt oder Stahlrohre schützt, sollten seine Eigenschaften so eingestellt sein, dass Absetzerscheinungen und Schwinden verhindert werden. Die Wasser/Zement Werte für Verpressmörtel, die außerhalb der Korrosionsschutzumhüllung im Bohrloch verwendet werden, sollten in Abstimmung mit dem Baugrund gewählt werden.

Zemente mit hohem Sulfidgehalt dürfen den Spannstahl nicht berühren.

Bei der Auswahl des Zementes, der in unmittelbarer Berührung mit dem umgebenden Baugrund steht, sind das Vorhandensein von aggressiven Substanzen im Umfeld, z. B. Kohlensäure und Sulfate, die Durchlässigkeit des Bodens und die geplante Lebensdauer des Ankers zu berücksichtigen. Die Aggressivität des Umfeldes ist nach ENV 206 zu definieren.

Zusatzmittel dürfen zur Verbesserung der Verarbeitbarkeit oder der Dauerhaftigkeit, zur Verringerung des Absetz- oder des Schwindmaßes oder zur Abbindbeschleunigung verwendet werden. Die Verwendung von Zusatzmitteln bei Spannstählen ist vom Technischen Bauherrenvertreter zu genehmigen. Zusatzmittel müssen frei von allen Substanzen sein, die den Spannstahl oder den Mörtel selbst schädigen können. Es darf kein Zusatzmittel verwendet werden, das mehr als 0,1 % (Massenanteil) an Chloriden, Sulfiden oder Nitraten enthält.

Zur Verringerung des Verpressgutverlustes in den Baugrund dürfen bei Bedarf inaktive Füller (z. B. Sand) in der Mörtelrezeptur verwendet werden.

Es sollten Labor- und Felduntersuchungen durchgeführt werden, um die Mischung, die Mischgüte, die Abbindezeit und das Verhalten zu überprüfen. Diese Prüfungen sind gegebenenfalls nach EN 445 durchzuführen.

Seite 14
EN 1537:1999 + AC:2000

6.8 Kunstharzmörtel

Als Alternative zum Zementmörtel dürfen Kunstharze und Kunstharzmörtel für Verpressanker verwendet werden, vorausgesetzt, dass ihre Anwendbarkeit durch eine für ihre Anwendung geeignete Systemprüfung nachgewiesen wurde.

Labor- und Felduntersuchungen sollten durchgeführt werden, um die Mischung, die Mischgüte, die Abbindezeit und das Verhalten zu überprüfen.

6.9 Korrosionsschutz des Stahlzuggliedes und gespannter Stahlteile

6.9.1 Allgemeines

Es gibt keine zuverlässige Methode, Korrosionsbedingungen mit ausreichender Genauigkeit festzustellen, um die Korrosionsabläufe des Stahls im Baugrund vorherzusagen. Alle Stahlteile, die unter Spannung stehen, sind für ihre geplante Lebensdauer gegen Korrosion zu schützen. Wo erforderlich, müssen Korrosionsschutzkomponenten die Kräfte aus dem Zugglied übertragen können.

Diese Norm unterscheidet den Grad des Korrosionsschutzes im Hinblick auf die geplante Lebensdauer:

- Kurzzeitanker sind definiert als Anker, die nicht länger als zwei Jahre im Einsatz sind;
- Daueranker sind definiert als Anker, die mehr als zwei Jahre im Einsatz sind.

Tabelle 2 – Beispiele für Korrosionsschutzsysteme bei Kurzzeitankern

<p>1. Verankerungslänge des Zuggliedes</p> <p>Alle eingebauten Zugglieder sind mit einer Zementmörtelüberdeckung gegen die Bohrlochwand von mindestens 10 mm Dicke zu versehen. Wo aggressive Baugrundbedingungen vorhanden sind, kann es zum Beispiel angebracht sein, den Korrosionsschutz durch ein einfaches geripptes Hüllrohr um das Zugglied (die Zugglieder) zu erhöhen.</p>
<p>2. Freie Stahllänge</p> <p>Das Schutzsystem muss geringe Reibeigenschaften besitzen und die Bewegung des Zuggliedes im Bohrloch zulassen. Dies kann durch eine der folgenden Maßnahmen erreicht werden:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Kunststoffverrohrung für jedes einzelne Zugglied mit Endabdichtung gegen Wassereintritt; b) Kunststoffverrohrung für jedes einzelne Zugglied, die vollständig mit Korrosionsschutzmasse gefüllt ist; c) Sammelverrohrung aus Kunststoff oder Stahl für alle Zugglieder, mit Endabdichtung gegen Wassereintritt; d) Sammelverrohrung aus Kunststoff oder Stahl für alle Zugglieder, die vollständig mit Korrosionsschutzmasse gefüllt ist. <p>b) und d) sind für den erweiterten Kurzeiteinsatz oder für aggressive Bedingungen geeignet.</p>
<p>3. Übergang zwischen Ankerkopf und freier Stahllänge (innerer Ankerkopf)</p> <p>Die Verrohrung der freien Stahllänge darf dicht an Auflagerplatte oder Ankerkopf angeschlossen werden, oder es darf ein Rohrstützen aus Stahl oder ein Kunststoffrohr an die Auflagerplatte angeschweißt bzw. mit ihr direkt verbunden werden. Er muss die Verrohrung der freien Stahllänge überlappen und bei erweitertem Kurzeiteinsatz mit Korrosionsschutzmasse, Zement oder Kunstharz verfüllt werden. Der Rohrstützen ist in diesem Falle an seinem unteren Ende abzudichten.</p>
<p>4. Ankerkopf</p> <p>Sofern der Ankerkopf zwecks Überwachung zugänglich bleibt und eine spätere Neubeschichtung möglich ist, ist folgender Korrosionsschutz zulässig:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) eine Beschichtung mit Korrosionsschutzmasse oder b) eine Kombination von Korrosionsschutzmasse und damit getränkter Binde. <p>Bleibt der Ankerkopf nicht zugänglich, ist eine Schutzkappe aus Metall oder Kunststoff anzubringen und bei erweiterter Einsatzdauer mit Korrosionsschutzmasse zu verfüllen.</p> <p>Wo aggressive Bedingungen vorhanden sind, ist die Schutzkappe aus Metall oder Kunststoff mit Korrosionsschutzmasse zu verfüllen.</p>

6.9.2 Kurzzeitanker

Die Stahlteile von Kurzzeitankern sind mit einem Korrosionsschutz zu versehen, der die Korrosion mindestens während einer Dauer von zwei Jahren verhindert.

Besteht die Möglichkeit, dass die Einsatzdauer eines Kurzzeitankers zeitlich begrenzt verlängert wird oder wird der Verpressanker in aggressiven Baugrund eingebaut, sind Korrosionsschutzmaßnahmen, die durch den Technischen Bauherrenvertreter zu genehmigen sind, für alle Teile des Ankers zu ergreifen.

Beispiele für einen Korrosionsschutz, der die oben aufgeführten Grundsätze des Korrosionsschutzes von Kurzzeitankern erfüllt, sind in Tabelle 2 beschrieben.

6.9.3 Daueranker

Der Korrosionsschutz um die Zugglieder (das Zugglied) des Ankers muss mindestens eine einzige ununterbrochene Schicht eines Korrosionsschutzmaterials sein, dessen Wirksamkeit während der geplanten Lebensdauer des Ankers nicht beeinträchtigt werden darf.

Das Zugglied (die Zugglieder) eines Dauerankers ist zu versehen mit:

- a) entweder zwei Korrosionsschutzhüllen, bei denen die zweite unversehrt bleibt, wenn die erste beim Anker einbau oder beim Spannen beschädigt wird, oder
- b) einer einzigen Korrosionsschutzhülle, deren Unversehrtheit an jedem eingebauten Anker zu überprüfen ist (siehe Anhang A);
- c) einem Korrosionsschutzsystem, das aus einem das Zugglied umgebenden Stahl-Manschettenrohr besteht (siehe 6.10.4 und 6.10.9);
- d) einem Korrosionsschutzsystem, das aus einem das Zugglied umgebenden Manschettenrohr aus Kunststoffripprohr besteht (siehe 6.10.4 und 6.10.9);
- e) einem Korrosionsschutzsystem, das aus einem das Zugglied umgebenden Druckrohr besteht (siehe 6.10.4 und 6.10.6).

Beispiele für Korrosionsschutzsysteme, die die oben aufgeführten Grundsätze des Korrosionsschutzes von Dauerankern erfüllen, sind in Tabelle 3 beschrieben.

6.10 Übliche Komponenten und Materialien für den Korrosionsschutz

6.10.1 Kunststoffhüllrohre

Kunststoffhüllrohre müssen den maßgebenden europäischen Produktnormen entsprechen; insbesondere müssen sie wasserundurchlässig, beständig gegen Alterungsprädigkeit und gegen Schäden durch UV-Strahlung während der Lagerung, des Transports und des Einbaus sein. Die Verbindungen zwischen Plastikteilen sind durch direkten Kontakt oder durch Dichtungsmittel vollständig gegen das Eindringen von Wasser abzudichten. Bei Verwendung von PVC muss dieses alterungsbeständig sein, und es darf keine freien Chloride erzeugen.

Die Mindestwanddicke eines außen liegenden gerippten Hüllrohres, das ein oder mehrere Zugglieder umhüllt, muss sein:

- 1,0 mm für Innendurchmesser ≤ 80 mm;
- 1,5 mm für Innendurchmesser > 80 mm bis ≤ 120 mm;
- 2,0 mm für Innendurchmesser > 120 mm.

Die Mindestwanddicke eines außen liegenden glatten Sammelhüllrohres muss 1 mm größer als die für gerippte Hüllrohre sein. Andernfalls muss das Sammelhüllrohr verstärkt sein.

Die Mindestwanddicke eines innen liegenden glatten Hüllrohres muss 1,0 mm, die eines innen liegenden gerippten Hüllrohres 0,8 mm betragen.

ANMERKUNG Sind zwei ineinander liegende Schutzhüllen angeordnet, wird beim Einbau des Ankers die innen liegende Schutzhülle durch die außen liegende geschützt.

Werden Hüllrohre aus Kunststoff zur Kraftübertragung herangezogen, müssen sie profiliert oder gerippt sein. Die Rippen und die Ganghöhe der Profilierung und Rippung müssen auf die Wandstärke abgestimmt sein und die Kraft so übertragen können, dass keine Kriechschäden auftreten.

Tabelle 3 – Beispiele für Korrosionsschutzsysteme bei Dauerankern

Nachweis des vorgesehenen Schutzes	
<p>a) Zum Nachweis der Wirksamkeit sind alle Korrosionsschutzsysteme einer Prüfung (Prüfungen) zu unterziehen. Die Prüfergebnisse sind ausführlich zu dokumentieren.</p> <p>b) Der Technische Bauherrenvertreter wird eine technische Auswertung der Ergebnisse der Prüfungen an den Korrosionsschutzsystemen durchführen, um nachzuweisen, dass der durch jede Schutzhülle im System vorgesehene Schutz erreicht wird. Es sollte darauf hingewiesen werden, dass in bestimmten Systemen die Unversehrtheit der inneren Schutzhülle von der Aufrechterhaltung der Unversehrtheit der äußeren Schutzhülle abhängt.</p> <p>c) Wird in der Verankerungslänge des Zuggliedes nur eine einzige Schutzhülle vorgesehen, darf deren Unversehrtheit durch eine In-situ-Prüfung, z. B. eine Prüfung des elektrischen Widerstandes, überprüft werden.</p>	
<p>1. Verankerungslänge des Zuggliedes</p> <p>Die Umhüllung darf aus einer der folgenden Varianten bestehen:</p> <p>a) einem einzigen gerippten Kunststoffhüllrohr, das das Zugglied (die Zugglieder) und den Zementmörtel umschließt;</p> <p>b) zwei konzentrischen gerippten Kunststoffhüllrohren, die das Zugglied (die Zugglieder) umschließen und die vor dem Einbau im Kernbereich und Ringbereich zwischen den gerippten Hüllrohren voll (mit Zement oder Kunstharz) verpresst sind;</p> <p>c) einem einzigen gerippten Kunststoffhüllrohr, das ein Stabzugglied oder -zugglieder umschließt und mit Zementmörtel verpresst ist. Zwischen Hüllrohr und Stab ist eine Zementmörtelüberdeckung von mindestens 5 mm vorgesehen. Das Stabzugglied bzw. die Stabzugglieder weisen eine durchlaufend gerippte äußere Oberfläche auf. Bei Gebrauchslast darf die Rissweite des Zementmörtels zwischen Hüllrohr und Stab 0,1 mm nicht überschreiten;</p> <p>d) einem einzigen Manschettenrohr aus Stahl oder geripptem Kunststoff mit einer Dicke von mindestens 3 mm, das von einer Mörtelüberdeckung mit einer Dicke von mindestens 20 mm umhüllt ist. Der Zementmörtel wird mit einem Druck von mindestens 500 kPa in Abständen von maximal 1 m entlang des Manschettenrohres verpresst. Zwischen dem Hüllrohr und den Zuggliedern ist eine Zementmörtelüberdeckung von mindestens 5 mm vorgesehen. Bei Gebrauchslasten darf die Rissweite des Zementmörtels nicht größer als 0,2 mm sein;</p> <p>e) einem einzigen gerippten Stahlhüllrohr (Druckrohr), das ein eingefettetes Stahlzugglied dicht umhüllt. Das Hüllrohr und die Kunststoffkappe an der unteren Verankerung sind durch den umgebenden Zementmörtel mit einer Dicke von mindestens 10 mm geschützt. Bei Gebrauchslasten darf die Rissweite des Zementmörtels nicht größer als 0,1 mm sein.</p>	<p>Schutzhüllen, die in situ wirksam sind</p> <p>a) ein Kunststoffhüllrohr</p> <p>b) zwei Kunststoffhüllrohre</p> <p>c) Zementmörtel innen und Kunststoffhüllrohr außen.</p> <p>d) Zementmörtel innen und Hüllrohr aus Stahl oder Kunststoff außen</p> <p>e) Hüllrohr aus Stahl und Zementmörtel außen</p>

Tabelle 3 (fortgesetzt)**2. Freie Stahllänge**

Das Korrosionsschutzsystem lässt die freie Beweglichkeit des Zuggliedes im Bohrloch zu. Dies kann durch eine der folgenden Varianten erreicht werden:

- a) ein Kunststoffhüllrohr um jedes einzelne Zugglied, das vollständig mit plastischer Korrosionsschutzmasse gefüllt ist, in Kombination mit nachstehender Lösung A, B, C oder D;
- b) ein Kunststoffhüllrohr um jedes einzelne Zugglied, das vollständig mit Zementmörtel gefüllt ist, in Kombination mit nachstehender Lösung A oder B;
- c) ein Kunststoffhüllrohr für Zuggliedbündel, das vollständig mit Zementmörtel gefüllt ist, in Kombination mit nachstehender Lösung B.

- A) – Kunststoffhüllrohr, das mit plastischer Korrosionsschutzmasse gefüllt ist;
- B) – Kunststoffhüllrohr, das an beiden Enden gegen Eindringen von Wasser abgedichtet ist;
- C) – Kunststoffhüllrohr, das mit Zementmörtel gefüllt ist;
- D) – Stahlhüllrohr, das mit dichtem Zementmörtel gefüllt ist.

Ein Gleitmittel oder verbundfreier Kontakt muss entweder innerhalb der einzelnen Hüllrohre oder des gemeinsamen Hüllrohres vorhanden sein, um die freie Beweglichkeit des Zuggliedes oder der Zugglieder beim Spannen sicherzustellen.

3. Übergang zwischen Ankerkopf und freier Stahllänge

Ein beschichteter oder verpresster oder einbetonierter Stahlrohrstützen oder ein Kunststoffrohr wird an den Ankerkopf angeschweißt oder mit ihm direkt verbunden. Sie werden gegen das Hüllrohr der freien Stahllänge abgedichtet und mit Korrosionsschutzmasse, Zementmörtel oder Kunstharz verfüllt.

4. Ankerkopf

Eine beschichtete und/oder eine verzinkte Schutzkappe aus Stahl mit einer Mindestwandstärke von 3 mm oder eine feste Kunststoff-Schutzkappe mit einer Mindestwanddicke von 5 mm wird mit der Auflagerplatte verbunden. Soll diese abnehmbar sein, wird sie mit plastischer Korrosionsschutzmasse gefüllt und mit einer Dichtung abgedichtet. Sofern sie nicht mehr abgenommen werden soll, kann sie mit Zementmörtel oder Kunstharz gefüllt werden.

Wird ein geripptes Hüllrohr, das zum Verpressen von Zementmörtel unter Druck verwendet wird, als Schutzhülle betrachtet, ist nachzuweisen, dass ein Eindringen von Wasser durch die Einpressöffnungen nach dem Verpressen nicht möglich ist.

Das Hüllrohr muss mindestens 3 mm dick sein; Abstand und Höhe der Rippung muss für die Kraftübertragung geeignet sein und durch eine Systemprüfung nachgewiesen werden. (Siehe 6.12.)

Die Unversehrtheit der Schutzhülle sollte auch im gespannten Zustand nachgewiesen werden. (Siehe 6.12.)

Bildet ein einziges Kunststoffhüllrohr die einzige Schutzhülle eines Dauerankers, ist eine In-situ-Prüfung durchzuführen, um die Unversehrtheit des Kunststoffrohres über die gesamte Länge des Ankers nachzuweisen. Dies kann über eine elektrische Widerstandsprüfung erfolgen, die nach dem Verpressen des Bohrloches und nach dem Spannen durchgeführt wird, um die vollständige Isolierung des Stahlzuggliedes vom Baugrund festzustellen. Anhang A dieser Norm enthält Näheres über ein akzeptables Prüfverfahren.

6.10.2 Schrumpfschläuche

Schrumpfschläuche dürfen zur Einkapselung von Korrosionsschutzmassen, die die Oberfläche eines Stahlteils bedecken, verwendet werden.

Die zur Schrumpfung erforderliche Wärme ist so aufzubringen, dass andere Komponenten des Korrosionsschutzsystems weiterhin die üblichen Anforderungen erfüllen, d.h., dass sie weder durch Aufbringung der Wärme verformt noch angebrannt werden bzw. auf andere Weise so beschädigt werden, dass ihre Gebrauchstauglichkeit eingeschränkt wird.

Schrumpfschlauchdurchmesser und Schrumpfmaß sind so zu wählen, dass die Abdichtung auf Dauer gewährleistet ist. Nach dem Schrumpfvorgang darf die Wandstärke eines Schrumpfschlauches nicht kleiner als 1 mm sein.

Seite 18
EN 1537:1999 + AC:2000

6.10.3 Dichtungen

Mechanische Verbindungen werden mit O-Ringen, Dichtelementen oder Schrumpfschläuchen abgedichtet.

Die Dichtung oder andere gleichwertige Vorrichtungen müssen jegliche Undichtigkeit einer Umhüllung bzw. das Eindringen von Wasser von außen verhindern, ungeachtet der späteren gegenseitigen Verschiebung zwischen den abzudichtenden Teilen.

6.10.4 Zementmörtel

Zementmörtel, der im Bohrloch verpresst wird, ist als vorübergehender Korrosionsschutz zugelassen, sofern die Mörtelüberdeckung des Zuggliedes über dessen gesamte Länge mindestens 10 mm beträgt.

Dichter Zementmörtel, der unter Werksbedingungen oder vergleichbar kontrolliert eingebracht wird, wird als eine von zwei dauerhaften Schutzhüllen zugelassen, vorausgesetzt, dass die Überdeckung zwischen dem Zugglied und der äußeren Schutzhülle mindestens 5 mm beträgt und dass nachgewiesen wurde, dass die Rissweite unter üblichen Belastungsbedingungen 0,1 mm nicht übersteigt (siehe 6.12).

Bei Manschettenrohrankern mit Stahl- oder gerippten Kunststoffrohren von mindestens 3 mm Wandstärke und einer Mörtelüberdeckung von mindestens 20 mm – hergestellt mit einem Mindestverpresdruck von 500 kPa – muss nachgewiesen werden, dass die Rissweiten im Mörtel zwischen Zugglied und Hüllrohr unter Gebrauchsbedingungen 0,2 mm nicht überschreiten.

Rissverteilung und Rissbreite können unter bestimmten Bedingungen durch den Abstand der Rippen auf dem Stabzugglied beeinflusst werden.

Der Qualitätsnachweis und die Überprüfung der Mörtelmenge sollte während der Verfüllung der Hüllrohre erfolgen.

6.10.5 Kunstharze

Kunstharzmörtel, die unter kontrollierten Bedingungen verpresst oder eingebracht werden und eine Mindestüberdeckung von 5 mm über dem Zugglied bilden, sind als eine dauerhafte Schutzhülle zugelassen, vorausgesetzt, dass sie selbst umhüllt sind, nicht unter Spannung stehen und nicht reißen.

6.10.6 Korrosionsschutzmassen

Im Allgemeinen werden Korrosionsschutzmassen verwendet, die aus Petroleum- und Mineralölprodukten bestehen.

Anhang C enthält Hinweise zu den Abnahmekriterien für plastische Korrosionsschutzmassen und Beispiele für Prüfverfahren zur Messung der Eigenschaften von plastischen Korrosionsschutzmassen.

Die Korrosionsschutzmassen sollten auch beständig gegen Sauerstoff und gegen bakterielle und mikrobiologische Angriffe sein.

Korrosionsschutzmassen für dauerhafte Korrosionsschutzhüllen sind in stabilen, feuchtigkeitsdichten Hüllrohren oder Schutzkappen, die selbst korrosionsbeständig sind, einzuschließen. In diesen Fällen wirken sie auch als Gleitmittel und Hohlraumverfüller, die in der Lage sind, Gas und Wasser fernzuhalten.

Nicht eingeschlossene Korrosionsschutzmassen können als temporärer Korrosionsschutz verwendet werden, wenn sie sachgemäß als Beschichtung aufgetragen werden. Mit Korrosionsschutzmasse imprägnierte Binden dürfen nur als zeitlich begrenzter Schutz verwendet werden, da sich ihre Eigenschaften in der Regel verschlechtern, wenn sie Luft und Wasser ausgesetzt sind.

6.10.7 Beschichtungen mit Opfermetallen

Beschichtungen mit Opfermetallen dürfen nicht auf die Zugglieder aufgebracht werden.

Sie dürfen aber auf andere Stahlteile wie z. B. Auflagerplatten, Kappen und Rohre aufgetragen werden.

6.10.8 Andere Beschichtungen auf Stahlteilen

Beschichtungen aus Teerepoxidharz, Teerpolyurethan und Schmelzbeschichtungen aus Epoxidharz dürfen auf Stahloberflächen aufgetragen werden, die sandgestrahlt und frei von jeglicher Verschmutzung sind. Bei werkmäßiger Beschichtung dürfen sie als Korrosionsschutz der Zugglieder von Kurzzeitankern verwendet werden.

Sie werden als Korrosionsschutzhülle für die Zugglieder von Dauerankern zugelassen, wenn die Schicht werkseitig aufgetragen wurde und die Schichtdicke mindestens 0,3 mm beträgt und wenn Mängel wie Mikrolöcher durch eine geeignete Überwachung der Herstellung ausgeschlossen sind.

Beschichtungen werden in der Verankerungslänge nur zugelassen, wenn der Verbund und die Unversehrtheit des Korrosionsschutzes durch Prüfung nachgewiesen werden. (Siehe 6.12.)

6.10.9 Rohre und Kappen aus Stahl

Stahlteile können dauerhafte Korrosionsschutzhüllen darstellen, sofern sie selbst von außen her geschützt sind. Ein derartiger Schutz darf durch dichten Zementmörtel oder Beton, Feuerverzinkung oder eine mehrlagige Beschichtung mit Beschichtungsmaterialien, die vom Technischen Bauherrenvertreter genehmigt wurden, sichergestellt werden.

Stahlteile mit Beschichtungen, die während der Kraftaufbringung auf den Verpressanker unter Spannung geraten, sind nur zugelassen, wenn der Verbund und die Unversehrtheit des Korrosionsschutzes durch Prüfung nachgewiesen werden. (Siehe 6.12.)

Sofern Rohre, die zur Einbringung von Verpressmörtel verwendet werden, als Schutzhülle betrachtet werden, ist nachzuweisen, dass ein Eindringen von Wasser durch die Verpressöffnungen nach dem Verpressen nicht möglich ist. Diese Verrohrung darf nicht weniger als 3 mm dick sein und ist von einer Mörtelüberdeckung von mindestens 20 mm zu umgeben; die Verbundwirkung und die Unversehrtheit des Korrosionsschutzes sind durch eine Systemprüfung nachzuweisen. (Siehe 6.12.)

Jede mögliche Verschlechterung der Eigenschaften des Stahls oder der Beschichtung ist bei der Bemessung des Ankers durch die Wahl einer geeigneten Dicke und Größe der Komponenten zu berücksichtigen.

6.11 Aufbringung des Korrosionsschutzes

6.11.1 Allgemeines

Die Grundsätze für den Korrosionsschutz sind für alle Teile des Verpressankers dieselben, aber eine unterschiedliche Detailbehandlung ist für Verankerungslänge, freie Stahllänge und Ankerkopf erforderlich.

Das Korrosionsschutzsystem darf weder das Anspannen noch das Entspannen behindern, noch darf es dadurch beschädigt werden. Ein Gleitmittel oder ein verbundfreier Kontakt muss entweder innerhalb der einzelnen Hüllrohre oder innerhalb des gemeinsamen Hüllrohres vorhanden sein, um die freie Beweglichkeit des Zuggliedes oder der Zugglieder beim Spannen sicherzustellen.

Bei der Abdichtung der Übergangsstellen von einer Schutzhülle zur anderen und an den Enden ist besondere Sorgfalt zu üben.

Der Verpressanker bzw. alle Teile desselben sind so zu handhaben, dass das Korrosionsschutzsystem nicht beschädigt wird.

6.11.2 Freie Stahllänge und Verankerungslänge des Zuggliedes

Zugglieder müssen frei von Korrosion, insbesondere Lochfraßkorrosion, sein, wenn sie durch ein Korrosionsschutzsystem eingehüllt werden. Leichter Oberflächenrost ist zulässig, solange er abgewischt werden kann und die Oberfläche anschließend mit Zementmörtel bedeckt wird.

Die Schutzhülle für die freie Stahllänge eines Kurzzeitankers kann in situ (im Bohrloch), auf der Baustelle oder vor Anlieferung aufgebracht werden.

Der Korrosionsschutz für die Verankerungslänge eines Kurzzeitankers wird im Allgemeinen in situ (im Bohrloch) aufgebracht.

Sofern der Korrosionsschutz von Dauerankern durch Anordnung einer Kunststoffverrohrung, einer dauerhaften Zuggliedumhüllung, Kunstharz oder Zementmörtel und Korrosionsschutzmassen vor dem Einbau des Zuggliedes ins Bohrloch aufgebracht wird, muss dies entweder unter Werksbedingungen oder auf der Baustelle in eigens dafür eingerichteten Räumen, wo trockene Luft und saubere Bedingungen sichergestellt sind, erfolgen. Die Umweltbedingungen müssen so sein, dass die Aufbringung des Korrosionsschutzes nach dieser Norm durchgeführt werden kann.

Sofern der Korrosionsschutz von Dauerankern in situ durch Anordnung einer Kunststoffverrohrung, einer dauerhaften Zuggliedumhüllung, Metallverrohrung, Kunstharz oder Zementmörtel und Korrosionsschutzmassen aufgebracht wird, sollte sichergestellt werden, dass das Zugglied und die Metallverrohrung während dieses Arbeitsganges sauber und frei von korrosionsfördernden Materialien gehalten werden.

Die Hüllrohre von Dauerankern sind von ihrem unteren Ende aus zu verfüllen. Der Verpressvorgang darf nicht unterbrochen werden.

Das Zugglied darf keinen schädlichen Streuströmen ausgesetzt sein.

6.11.3 Ankerkopf

Herrschen aggressive Umweltbedingungen vor, muss der Ankerkopf von Kurzzeit- und Dauerankern frühzeitig geschützt werden.

Seite 20
EN 1537:1999 + AC:2000

Der Zweck des Korrosionsschutzes im inneren Ankerkopfbereich besteht darin, eine wirksame Überlappung mit dem Korrosionsschutz der freien Stahllänge herzustellen und den kurzen freiliegenden Übergangsbereich unter- und innerhalb der Auflagerplatte zu schützen.

Bei Anwendung von Injektionsverfahren sollten ein tiefliegender Verfüllschlauch und ein hochliegender Entlüftungsschlauch verwendet werden, um eine vollständige Verfüllung eines Hohlraumes sicherzustellen. Ist kein Zutritt für die Verfüllung des inneren Ankerkopfbereiches vorgesehen, kann eine vorab eingebrachte Korrosionsschutzmasse verwendet werden.

Ist ein Nachspannen oder Prüfen nicht erforderlich, dürfen Kunstharze, Verpressmörtel und andere erhärtende Dichtmassen in der Schutzkappe des Ankerkopfes verwendet werden. Ist ein Nachspannen oder Prüfen erforderlich, muss der äußere Schutz des Ankerkopfbereiches einschließlich der Schutzkappe und ihr Inhalt abnehmbar sein. Es muss möglich sein, die Schutzkappe erneut mit Korrosionsschutzmasse zu füllen.

Die Schutzkappe ist mit der Auflagerplatte durch eine geeignete mechanische Verbindung mit Dichtung zu verbinden.

Im Falle von Dauerankern sind die Auflagerplatte und die anderen freiliegenden Stahlteile im Ankerkopfbereich entsprechend der maßgebenden EN für die Beschichtung von Stahlbauten vor der Anlieferung auf die Baustelle zu schützen.

Schutzkappen aus Stahl für Daueranker müssen eine Wandstärke von mindestens 3 mm aufweisen.

Bewehrte Kunststoff-Schutzkappen mit einer Mindestwandstärke von 5 mm dürfen verwendet werden, wenn sie vom Technischen Bauherrenvertreter zugelassen sind.

Das Korrosionsschutzsystem, das für den inneren und äußeren Ankerkopf verwendet wird, ist einer Systemprüfung zu unterziehen. (Siehe 6.12.)

6.12 Prüfung des Korrosionsschutzes bei Dauerankern durch Systemprüfungen

Alle Korrosionsschutzsysteme sind mindestens einer Systemprüfung zu unterziehen, um die Wirksamkeit des Systems nachzuweisen. Die Ergebnisse aller Prüfungen sind zu dokumentieren.

Die Art der Systemprüfung für jedes Ankersystem ist nach den hier aufgeführten Grundsätzen vom Technischen Bauherrenvertreter zu genehmigen, der die dokumentierten Ergebnisse der Prüfungen am Korrosionsschutzsystem auswerten muss, um nachzuweisen, dass jede Schutzhülle des Systems den vorgesehenen Schutz erbringt.

Die Reihenfolge der Belastung muss einer der drei in Abschnitt 9 beschriebenen Prüfverfahren für Eignungsprüfungen entsprechen. Die Einbettungsbedingungen für die zu prüfenden Verankerungslängen müssen diejenigen im Baugrund, gleich, ob Fels oder Boden, simulieren.

ANMERKUNG Es werden entweder Prüfungen vor Ort oder simulierte Laborprüfungen durchgeführt. Laborprüfungen können das gleichmäßige Spannen von umhüllten Zuggliedern sowie das Simulieren der Kraftübertragung in der Verankerungslänge beinhalten.

Bei In-situ-Prüfungen muss das Einbauverfahren das bei Bauwerksankern verwendete Verfahren simulieren.

Nach der Belastung sind die Prüfanker sorgfältig freizulegen, um die Wirkung der Belastung auf das Korrosionsschutzsystem zu beurteilen.

Soweit zutreffend sind folgende Eigenschaften des Korrosionsschutzsystems durch visuelle Überprüfung oder Messung zu beurteilen:

- Wanddicke und Unversehrtheit von Kunststoffverrohrungen;
- Unversehrtheit von Verbindungen und Dichtungen;
- Mörtelüberdeckung und Verhalten von Abstandhaltern und Federkörben;
- Lage und Abstand von Rissen im Zementmörtel, sofern dieser als Korrosionsschutzhülle dient;
- Grad der Verfüllung der Verrohrungen und anderer Hohlräume mit Mörtel, Kunstharz und Korrosionsschutzmasse;
- Beschädigung der Beschichtungen;
- Grad des Verbundes oder Lösen des Verbundes an Kontaktflächen;
- Verschiebung von Komponenten während Einbau und Belastung.

Es wird darauf hingewiesen, dass in bestimmten Systemen die Unversehrtheit der inneren Schutzhülle von der Aufrechterhaltung der Unversehrtheit der äußeren Schutzhülle abhängt.

Werden Kunststoffhüllrohre als Schutzhülle in der Verankerungslänge von Dauerankern verwendet, sollte die Systemprüfung die Unversehrtheit der vorverpressten Umhüllung nachweisen. Die Prüfung soll die Belastungsbedingung simulieren, in einer Umgebung, die den Bedingungen im Baugrund in etwa entspricht. Die Überprüfung des Kunststoffes nach der Belastung sollte den Nachweis erbringen, dass der Schutz nicht beeinträchtigt wurde. Je eine dokumentierte Prüfung für jede Hüllrohrgröße reicht für die simulierte Belastungsbedingung aus. (Ein Beispiel für eine Prüfung ist in Anhang B beschrieben.)

Wird eine Kunststoffverrohrung als einzige Schutzhülle durch einen Zementmörtel mit kontrollierter Rissbildung ergänzt, sollte eine Systemprüfung durchgeführt werden, um den Rissabstand (als Anzahl der Risse pro Meter ausgedrückt) innerhalb der Umhüllung festzustellen. Anhand der elastischen Eigenschaften des Zuggliedes und des beobachteten Rissabstandes sollte nachgewiesen werden, dass die Rissbreite unter normalen Belastungsbedingungen in der durchgeführten Prüfung 0,1 mm nicht übersteigt. Die Überprüfung des Kunststoffes nach der Belastung sollte den Nachweis erbringen, dass der Schutz nicht beeinträchtigt wurde. Je eine einzige dokumentierte Prüfung in jeder Hüllrohrgröße reicht für die simulierte Belastungsbedingung aus. (Ein Beispiel für eine Prüfung ist in Anhang B beschrieben.)

Wird ein Manschettenrohr aus Stahl oder geripptem Kunststoff mit einer Dicke von 3 mm als einzige Schutzhülle durch einen Zementmörtel mit kontrollierter Rissbildung und einer äußeren Mörtelüberdeckung mit einer Dicke von mindestens 20 mm ergänzt, sollte eine Systemprüfung durchgeführt werden, um den Rissabstand (als Anzahl der Risse je Meter ausgedrückt) innerhalb der Umhüllung festzustellen. Anhand der elastischen Eigenschaften des Zuggliedes und des beobachteten Rissabstandes sollte nachgewiesen werden, dass die Rissbreite unter üblichen Belastungsbedingungen in der durchgeführten Prüfung 0,2 mm nicht übersteigt. Je eine einzige dokumentierte Prüfung in jeder Hüllrohrgröße reicht für die simulierte Belastungsbedingung aus.

7 Hinweise zu Entwurf und Bemessung

Dieser Abschnitt behandelt nur die Aspekte, die zur Einhaltung der Entwurfsvorgabe eines Ankersystems während dessen Herstellung zu berücksichtigen sind.

Für die detaillierte Bemessung von Verpressankern wird auf Anhang D dieser Norm verwiesen. Für die Planung und Bemessung des Bauwerks als Ganzes wird auf die ENV 1991-1-1, *Eurocode 1 – Teil 1-1* und ENV 1997-1, *Eurocode 7 – Teil 1* verwiesen.

Verankerte Bauwerke können folgende Bauwerksarten sein:

- Stützwände;
- Böschungs- und Hangsicherungen;
- unterirdische Hohlräume;
- unterirdische Bauwerke unter Auftrieb;
- Bauwerke, die Zugkräfte aus dem Überbau oder infolge von Einwirkungen auf den Überbau in den Baugrund ableiten.

Folgendes sollte deutlich auf den Bauzeichnungen angegeben werden:

- Querschnittsmaße und Materialeigenschaften aller Elemente des Ankersystems;
- Maße der Krafteintragungslänge und der freien Ankerlänge;
- Anordnung und Neigungswinkel der Anker;
- Toleranzen für Ankermaße sowie für die Neigung und Anordnung der Anker.

Entwurf und Bemessung des Ankersystems beruhen auf den Baugrundparametern und der Geometrie der Ankeranordnung. Werden Änderungen der Ankeranordnung, des Ankerabstandes oder der Ankerneigung vorgeschlagen, sollten geeignete Untersuchungen oder Prüfungen durchgeführt werden, um die Eignung der vorgeschlagenen Änderungen nachzuweisen.

Entwurf und Bemessung des Ankers sollten Folgendes beinhalten:

- durch die Anker hervorgerufene Belastungen und Einschränkungen der Belastung, die sich auf das gesamte Bauwerk auswirken, als Hilfe für den Tragwerksplaner;
- Art der Lasteintragung auf die Anker während deren geplanten Lebensdauer, d. h. statische oder dynamische Belastung;
- Verteilung der von der Ankeranordnung hervorgerufenen Lasten über das Bauwerk während des Spanns und während der geplanten Lebensdauer des Bauwerks;

- Schnittstelle zwischen Anker und Bauwerk, damit die Standsicherheit jederzeit sichergestellt ist;
- Folgen des Ankerversagens während des Spannens und danach und die Möglichkeit, zusätzlich Stellen zur Unterbringung von Ersatzankern vorzusehen, falls diese benötigt werden.

8 Ausführung

8.1 Herstellen der Bohrlöcher

8.1.1 Allgemeines

Ankerbohrungen müssen unter Einhaltung der vorgeschriebenen Toleranzen gebohrt werden.

ANMERKUNG 1 Im Falle unvorhergesehener Baugrundbedingungen dürfen Planungsänderungen vorgenommen oder Ausführungsvarianten zugelassen werden. Zum Beispiel darf während der Bauausführung der Bohrlochdurchmesser wegen einer erforderlichen Verrohrung des Bohrloches vergrößert werden. Für die planmäßige Erstellung des verankerten Bauwerks ist die Einhaltung der Lagetoleranzen wichtig. Im Allgemeinen werden horizontale Bohrlöcher vermieden, da Probleme mit der vollständigen Verfüllung des Bohrloches mit Verpressmörtel entstehen können.

Der Bohrlochdurchmesser muss die Verpressmörtelüberdeckung in der Krafteintragungslänge sicherstellen.

Die Bohrlochlänge sollte über das vorgeschriebene Maß verlängert werden, falls Bohrrückstände aus dem Bohrlochende nicht entfernt werden können.

Sofern nicht anders festgelegt, sollten die Auswahl und der Aufbau der Bohrausrüstung die folgenden Bedingungen erfüllen:

- der Bohransatzpunkt sollte mit einer Genauigkeit von 75 mm angesetzt werden;
- bei Bohrbeginn sollte die Bohrlochachse nicht mehr als 2° von der vorgeschriebenen Achse abweichen.

Die Abweichung sollte nach 2 m Bohrung geprüft werden.

Beim Bohren sollte die maximale Bohrlochabweichung nicht mehr als 1/30 der Ankerlänge betragen. Gelegentlich können die Baugrundbedingungen eine Lockerung dieser Toleranzen erforderlich machen.

ANMERKUNG 2 Die Bohrausrüstung sowie die Arbeitsplattformen müssen durch ihre Standfestigkeit die vorgeschriebene Bohrgenauigkeit sicherstellen. Im Zweifelsfall sollte die Bohrgenauigkeit während des Bohrens kontrolliert werden. Die Einhaltung der Winkeltoleranzen ist wichtig im Hinblick auf die gegenseitige Beeinflussung der Krafteintragungslängen. Für lange Anker können kleinere Winkeltoleranzen erforderlich sein, wenn Beeinträchtigungen zwischen den Krafteintragungslängen vermieden werden sollen.

ANMERKUNG 3 Um Schwierigkeiten beim Versetzen, unerwünschte Reibungen beim Spannen der Anker und Beeinträchtigungen zwischen den Krafteintragungslängen zu vermeiden, ist die Einhaltung der Abweichungstoleranzen wichtig. Messungen von Bohrlochabweichungen sind nicht üblich, sind aber in besonderen Fällen mit Inklinometern möglich. Bohrlochabweichungen können durch Verwendung von steifen Bohrstangen größeren Durchmessers und den zugehörigen Bohrrohren verringert werden. Abweichungen bei steifen Systemen werden meistens durch Bohrhindernisse oder unterschiedliche Bodenschichtungen verursacht. Andere Hilfsmittel und Verfahren, die hier nicht näher beschrieben werden, stehen für die Überprüfung solcher Abweichungen zur Verfügung.

8.1.2 Bohrverfahren

Das Bohrverfahren ist unter Berücksichtigung der Baugrundverhältnisse so zu wählen, dass entweder nur minimale Änderungen im Baugrund verursacht werden oder die Änderungen die Ankertragkraft erhöhen und dass der Bemessungswert des Ankerwiderstandes (R_d) erreicht werden kann.

ANMERKUNG 1 Die Gründe für minimale Baugrundveränderungen sind:

- Verhinderung eines Bohrlocheinfalls während des Bohrvorganges und des Einbaus der Zugglieder (Falls erforderlich, sollte eine Verrohrung verwendet werden.);
- Beschränkung der Auflockerungen des umgebenden Untergrunds in kohäsionlosen Böden auf ein Mindestmaß;
- Beschränkung der Änderungen des Grundwasserspiegels auf ein Mindestmaß;
- Beschränkung der Aufweichungen der Bohrlochwandung in kohäsiven Böden und Fels, sofern er zur Verschlechterung seiner Eigenschaften neigt, auf ein Mindestmaß.

Bei allen Arbeitsvorgängen sind die Veränderungen im Baugrund derart zu beschränken, dass nachteilige Einflüsse wie Rissbildung, Vor- und Nachkonsolidierung verringert werden. Die Spülflüssigkeit und eventuelle Zusätze dürfen keine nachteiligen Einflüsse auf das Zugglied, den Korrosionsschutz, den Verpressmörtel oder die Bohrlochwandung, insbesondere in der Verankerungslänge des Zuggliedes haben.

ANMERKUNG 2 Das Verhältnis vom Zuflussquerschnitt zum ringförmigen Rückflussquerschnitt für die Spülflüssigkeit sowie die Korngröße und die Dichte des Bohrgutes kombiniert mit der Dichte der Spülflüssigkeit sind die kritischen Größen für die Leistungsfähigkeit des Bohrsystems. Bei kohäsivem Bohrgut kann die Verwendung von Luftspülung die Ursache für Verstopfer und unnötige Störungen des angrenzenden Bodens sein. Ton, Mergel und Mergelfels neigen zu Quellen und Erweichen, falls sie unnötig lange dem Wasser ausgesetzt werden.

Beim Bohren durch Böden mit gespanntem Wasser sollte besondere Sorgfalt geübt werden.

ANMERKUNG 3 Sand kann durch nachteilige Druckhöhen im Boden um das Bohrloch gelockert und destabilisiert werden.

Die Verfahren, die dem Wasserdruck entgegenwirken und Ausspülung, Bohrlocheinfall und Erosion während des Bohrens, des Einbaus und des Verpressens verhindern, sind im Voraus zu bestimmen und, wenn erforderlich, anzuwenden. Bei hohem Grundwasserspiegel könnte es erforderlich sein, eine Schwerspülung zu verwenden.

ANMERKUNG 4 Mögliche vorbeugende Maßnahmen sind u. a.:

- Gebrauch von speziellen Bohrzusatzausrüstungen wie Dichtungen oder Packern;
- Absenkung des Grundwasserspiegels nach Abschätzung des Risikos von allgemeinen Baugrundsetzungen;
- Vorinjektionen des Baugrundes.

Der Bohrvorgang sollte so durchgeführt werden, dass wichtige Veränderungen der Baugrundbeschaffenheit, auf der die Bemessung der Anker beruht, sofort entdeckt werden können.

Es sollte ein planmäßiges Bohrprofil mit einfachen und zweifelsfreien Bezeichnungen, die der Bohrkolonnenführer mühelos erkennen kann (z. B. Bodenklassen, Farbe des Spülgutes, Wasserverlust im Bohrlochtieftsten), aufgestellt werden.

Jede größere Abweichung vom planmäßigen Bohrprofil ist dem Entwurfsingenieur unverzüglich zu melden.

8.2 Herstellung, Transport, Handhabung und Einbau der Zugglieder

8.2.1 Herstellung

Während der Herstellung und der Lagerung sind die Anker und ihre Bestandteile trocken, sauber, frei von Rost, von mechanischen Beschädigungen und Schweißspritzern zu halten.

Die Zugglieder dürfen nicht enger als nach den Angaben des Herstellers gekrümmt werden.

Werden für Zugglieder vorgefettete Litzen oder Drähte verwendet, sind die freigelegten Abschnitte der Verankerungslänge des Zuggliedes mit Dampf oder Lösungsmitteln gründlich zu reinigen und zu entfetten.

Werden Lösungsmittel zum Entfetten der Zugglieder eingesetzt, ist sicherzustellen, dass sie keinerlei Bestandteile des Ankers angreifen. Der Verbund zwischen Zugglied und Verpressmörtel muss die rechnerischen Zugkräfte ohne Kriechen übertragen können.

Federkörbe, die die geforderte Überdeckung des Zuggliedes sicherstellen, sollten sicher am Zugglied befestigt werden.

ANMERKUNG Der Abstand zwischen den Abstandhalten hängt vorwiegend von der Steifheit und dem Gewicht des Zuggliedes ab.

8.2.2 Transport, Handhabung und Einbau

Während des Aufladens, Transportierens und Einbaus dürfen die Zugglieder nicht geknickt werden oder sonstige Bestandteile und der Korrosionsschutz beschädigt werden.

Vor dem Einbau des Zuggliedes ist das Bohrloch auf Hindernisse, Sauberkeit und auf die richtige Länge zu prüfen. Das Versetzen des Zuggliedes ist in einer sorgfältigen und kontrollierten Art so auszuführen, dass keine Bestandteile gegeneinander verschoben werden. In steigenden Bohrlöchern ist das Zugglied vor der Verpressung gegen Verschiebung zu sichern.

Die Zeitintervalle zwischen den verschiedenen zur Herstellung eines Ankers benötigten Arbeitsgängen sollten sich nach den Baugrundeigenschaften richten. Sie sollten jedoch so kurz wie möglich sein.

ANMERKUNG In Böden mit einer Tendenz zum Quellen oder Aufweichen sollten die Zugglieder unmittelbar nach Fertigstellung der Bohrung eingebaut und verpresst werden. Als allgemeine Regel gilt, dass das Versetzen des Zuggliedes und das Verpressen am gleichen Tag wie das Bohren der Verankerungslänge ausgeführt werden sollten. Falls eine Verzögerung nicht vermieden werden kann, sollten alle Bohrungen verschlossen werden, um das Eindringen von schädlichem Material zu verhindern.

8.3 Verpressen

8.3.1 Allgemeines

Das Verpressen erfüllt eine oder mehrere der folgenden Funktionen:

- a) Ausbildung der Kräfteintragungslänge so, dass die aufgebrachte Kraft vom Zugglied auf den umgebenden Baugrund übertragen werden kann;
- b) Schutz des Zuggliedes vor Korrosion;

Seite 24

EN 1537:1999 + AC:2000

- c) Verfestigung des die Krafteintragungslänge unmittelbar umgebenden Bodens, um die Ankertragkraft zu erhöhen;
- d) Abdichtung des Bodens, der die Krafteintragungslänge unmittelbar umgibt, um Verpressmörtelverluste zu begrenzen.

ANMERKUNG Überschreitet die Verpressmörtelmenge das dreifache Bohrlochvolumen, ohne dabei den hydrostatischen Druck der Mörtelsäule zu überschreiten, liegen besondere Verhältnisse vor. In diesen Fällen könnte eine Hohlräumverfüllung vor dem Verpressen der Anker erforderlich sein. Für die Fälle c) und d) sollte nur der übliche Verpressmörtelverbrauch zu erwarten sein.

Um die Krafteintragungslänge ohne unkontrollierte Verpressmörtelverluste herstellen zu können, können folgende Maßnahmen vorgesehen werden:

- Bohrlochprüfung;
- Vorverpressen;
- Ankerverpressen.

8.3.2 Bohrlochprüfung

Nach der Herstellung des Bohrloches oder während der Ankerverpressung sind geeignete Maßnahmen zu treffen, um sicherzustellen, dass die Krafteintragungslänge nach Abbinden des Verpressmörtels vollständig verpresst ist. Dies darf z. B. durch Wasserabpressversuch, Verpressmörtelabsetzprüfung oder Druckverpressung erfolgen.

ANMERKUNG 1 Wasserabpressversuch

Die Wahrscheinlichkeit eines Zementmörtelverlustes kann im Fels anhand einer Wasserabpressprüfung abgeschätzt werden. In der Regel wird ein Wasserabpressversuch über das Bohrloch oder die Krafteintragungslänge mittels eines Packers durchgeführt. Eine Vorverpressung ist in der Regel nicht erforderlich, wenn der Wasserverlust im Bohrloch oder über die Krafteintragungslänge über einen Zeitraum von 10 min kleiner als 5 l/min bei einem maximalen Druck von 0,1 MPa ist.

ANMERKUNG 2 Verpressmörtelabsetzprüfung

Wenn für die Herstellung der Krafteintragungslänge planmäßig keine Druckverpressung vorgesehen ist, sollte das Bohrloch mit Verpressmörtel aufgefüllt und der Mörtelspiegel beobachtet werden, bis er nicht weiter absinkt. Bei weiterem Absinken des Mörtelspiegels sollte das Bohrloch nachgefüllt und nach ausreichendem Ansteifen des Mörtels das Bohrloch wieder aufgebohrt und die Prüfung wiederholt werden. Die Prüfung darf über die ganze Bohrlochlänge durchgeführt oder mittels Packer oder Verrohrung in der freien Ankerlänge auf die Krafteintragungslänge beschränkt werden.

ANMERKUNG 3 Zementverpressung

Die Zementverpressung der Krafteintragungslänge wird üblicherweise während des kontrollierten Rückzuges des Bohrrohres oder mit Hilfe eines Packers oder mit Manschettenrohrsystemen ausgeführt. Während der Verpressung zeigt ein gleichmäßiger Durchfluss bei einem vorgegebenen Druck den Erfolg der Verpressung an. Bei Abschluss der Verpressung der Krafteintragungslänge kann die Wirkung dieser Maßnahme im Baugrund durch eine weitere Verpressphase überprüft werden. Ein schneller Druckanstieg zeigt einen guten Verpresserfolg an.

8.3.3 Vorverpressung

Bei Vorverpressungen sollte das Bohrloch mit Zementmörtel gefüllt werden. In klüftigem Fels oder in steifen bis harten bindigen Ablagerungen mit teilweise gefüllten oder offenen Klüften oder in durchlässigen nichtbindigen Böden werden normalerweise Sand-Zementmörtel-Mischungen verwendet, um den Verpressmörtelverbrauch gering zu halten.

Nach Beendigung der Vorverpressung sollte das Bohrloch erneut geprüft und, falls erforderlich, wieder aufgebohrt und die Vorverpressung wiederholt werden.

8.3.4 Vorverpressung im Fels

In weichem Fels muss beachtet werden, dass zu Beginn des Wiederaufbohrens die Verpressmörtelfestigkeit nicht zu hoch ist, um Bohrlochabweichungen zu vermeiden.

Ein Verpressen mit Chemikalien sollte bei üblichen Ausführungen nicht erforderlich sein. Werden sie aber verwendet, ist sicherzustellen, dass keine Schädigung des Ankers oder der Umwelt (d. h. Verunreinigung des Bodens oder des Grundwassers) daraus erfolgt.

8.3.5 Vorverpressung im Boden

Zeigt die Bohrlochprüfung, dass der Boden sehr durchlässig ist oder mit hoher Verpressrate ohne Gegendruck verpresst werden kann, ist eine Vorverpressung erforderlich. Diese Ausführungsart ist keine Regelausführung, jedoch eine vernünftige Vorsichtsmaßnahme, falls anzunehmen ist, dass die oben angeführten Bodeneigenschaften vorherrschen.

In Ausnahmefällen kann es erforderlich sein, eine Hohlraumverfüllung als Teil einer allgemeinen Baugrundverbesserung auszuführen. In diesem Fall sollte eine solche Arbeit nicht als Teil des Leistungsumfanges der üblichen Ankerarbeiten betrachtet werden.

8.3.6 Ankerverpressung

Die Verpressung sollte so bald wie möglich nach Abschluss des Bohrvorganges ausgeführt werden.

Wird Verpressmörtel über einen zum Bohrlochtieftsten reichenden Verfüllschlauch eingebracht, muss das Ende des Verfüllschlauches im Verpressmörtel eingetaucht bleiben, und das Verfüllen ist fortzusetzen, bis reiner Mörtel am Bohrlochmund austritt.

Die Verpressung sollte immer vom unteren Ende der zu verpressenden Strecke erfolgen. Für horizontale und aufwärts gerichtete Bohrlöcher ist die Verwendung einer Dichtung oder eines Packers erforderlich, um Verpressmörtelverluste im Bereich der Krafteintragungslänge oder über die gesamte Bohrlochlänge zu verhindern.

Luft und Wasser müssen entweichen können, um eine komplette Füllung mit Verpressmörtel zu ermöglichen.

Beim Versetzen nahezu horizontaler Anker sollten besondere Maßnahmen wie Mehrstufen-Verpressung angewendet werden, um zu verhindern, dass Fehlstellen in der zu verpressenden Strecke zurückbleiben. Falls für die Krafteintragungslänge eine Mehrstufen- oder Nachverpressung vorgesehen ist, sollte ein entsprechendes Nachverpresssystem im Ankersystem vorgesehen sein.

Bei bestimmten Baugrundbedingungen, bei denen die Verpressmörtelsäule die freie Ankerlänge umhüllt, kann die Last teilweise von der Krafteintragungslänge auf die freie Ankerlänge und auf die Rückseite des Bauwerks übertragen werden. Wo erforderlich, kann eine oder mehrere der folgenden Maßnahmen durchgeführt werden:

- Ausspülen des Verpressmörtels hinter dem Bauwerk;
- Ersetzen des Verpressmörtels in der freien Ankerlänge durch ein Material, das keine Lasten überträgt;
- Anordnung eines Packers in der Nähe des Endes der Krafteintragungslänge.

Hochdruck-Mehrstufenverpressungen dürfen zur Vergrößerung des Herausziehwiderstandes des Ankers verwendet werden; dabei wird weiterer Verpressmörtel in den Boden eingepresst, und die Normalspannungen an der Baugrund-Verpressmörtel-Fuge werden vergrößert. Diese Verpressungen dürfen vor oder nach dem Einbau der Zugglieder ausgeführt werden.

Artesischem Wasserzutritt innerhalb eines Bohrloches sollte mit Verpressmörtelüberdruck oder Vorverpressung unabhängig von der Wasserzutrittsmenge entgegengewirkt werden.

8.4 Spannen des Verpressankers

8.4.1 Allgemeines

Das Spannen ist erforderlich, um die beiden folgenden Funktionen zu erfüllen:

- Ermittlung und Aufzeichnung des Tragverhaltens des Ankers;
- Spannen und Verankerung des Zuggliedes auf seiner Festlegekraft.

Spannen und Aufzeichnen sind von erfahrenem Personal unter der Aufsicht eines geeigneten und qualifizierten Kontrolleurs auszuführen, der vorzugsweise von einem Ankerspezialunternehmen oder einem Spannausrüstungslieferanten gestellt wird.

8.4.2 Spanngeräte

Spanngeräte und Messdosen in regelmäßigem Gebrauch sind in Abständen von längstens sechs Monaten zu kalibrieren. Das Kalibrierzeugnis muss für Kontrollzwecke jederzeit auf der Baustelle vorliegen.

Spanngeräte für Stab- und Litzenspannglieder sollten in der Lage sein, das ganze Zugglied als Einheit zu spannen. Spannpressen, die Litzen einzeln spannen, sollten mit einer Messeinrichtung ausgerüstet oder ergänzt sein, die zu jedem Zeitpunkt der Prüfung die gesamte Kraft am Litzenbündel misst. Andernfalls sollten sorgfältige Abhebeprüfungen durchgeführt werden.

ANMERKUNG Die Spanngeräte sollten in der Lage sein, die Zugglieder sicher innerhalb der Nenndruckleistung der Pumpeneinheit bis zur angegebenen Prüfkraft zu spannen.

8.4.3 Spannvorgang

Wenn das Bauwerk eine bestimmte Anspannfolge oder Stufenbelastung der Anker erfordert, ist dies in der Planungsphase festzulegen.

Seite 26
EN 1537:1999 + AC:2000

Das verankerte Bauwerk sollte so bemessen werden, dass Reaktionskräfte aus dem Aufbringen der Prüfkkräfte entsprechend Abschnitt 9 sicher aufgenommen werden.

Vor Beginn der Spannarbeit, sind Spannvorgang und Protokollierung im Detail festzulegen.

Die Spanngeräte sollten genau nach den Bedienungsvorschriften des Herstellers gebraucht werden.

Das Spannen oder Prüfen sollte erst ausgeführt werden, wenn der Verpressmörtel in der Krafteintragungslänge ausreichend erhärtet ist; in der Regel wird dies nach sieben Tagen erreicht.

In empfindlichen kohäsiven Böden kann es angebracht sein, eine Mindestwartezeit zwischen Ankereinbau und Beginn der Spannarbeiten festzulegen, in der der Boden wieder konsolidieren kann.

Während der Prüf- und Spannarbeiten an Bauwerksankern sollten unterhalb des Verankerungspunktes keine Klemmeneindrücke auf dem Zugglied und keine Beschädigung des Korrosionsschutzes zugelassen werden.

9 Bauüberwachung, Prüfungen und Kontrollen

9.1 Allgemeines

ENV 1997-1 sieht zwei Klassen von Ankerprüfungen vor, nämlich Eignungsprüfungen und Abnahmeprüfungen. In dieser Norm werden drei Klassen von Belastungsprüfungen auf der Baustelle einzeln behandelt. Diese Klassen sind:

- Untersuchungsprüfung;
- Eignungsprüfung;
- Abnahmeprüfung.

Die beiden ersten Klassen können als Unterteilungen der allgemeinen Kategorie der Eignungsprüfungen betrachtet werden.

Untersuchungsprüfungen, die vor der Herstellung der Bauwerksanker erfolgen, ergeben:

- a) den Herausziehwiderstand R_a des Verpressankers an der Baugrund-Verpressmörtel-Fuge;
- b) die kritische Kriechlast des Ankersystems oder
- c) das Kriechverhalten des Ankersystems bis zum Bruch oder
- d) den Spannkraftabfall des Ankersystems im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit;
- e) die rechnerische freie Stahllänge L_{app} .

Für den jeweiligen Bemessungsfall bestätigen die Eignungsprüfungen:

- a) den Nachweis der Tragfähigkeit bei der Prüflast P_p ;
- b) das Kriechverhalten oder den Spannkraftabfall bis zur Prüflast;
- c) die rechnerische freie Stahllänge L_{app} .

Für jeden einzelnen Anker bestätigen die Abnahmeprüfungen:

- a) den Nachweis der Tragfähigkeit bei der Prüflast;
- b) das Kriechverhalten oder den Spannkraftabfall im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit, sofern erforderlich;
- c) die rechnerische freie Stahllänge L_{app} .

Die Überwachung und Beurteilung aller Ankerprüfungen dürfen nur durch einen Fachmann erfolgen, der ausreichende Kenntnisse und Erfahrung mit Verpressankern besitzt. Die nachfolgend für jede Prüfklasse festgelegten Prüfverfahren gelten sowohl für Kurzzeit- als auch für Daueranker.

Für jedes Bauprojekt, bei dem Korrosionsschutzumhüllungen innerhalb des Bohrlochs aufgefüllt werden, ist vorab eine Prüfung durchzuführen, in der die Korrosionsschutzumhüllung vollständig mit Verpressmörtel entsprechend 6.7 verfüllt wird. Hierbei sollen die Arbeitsschritte unter ähnlichen geometrischen Bedingungen, wie sie bei den Bauwerksankern vorliegen, ausgeführt werden. Weitere Systemprüfungen dienen dazu, die Wirksamkeit des durch das Ankersystem gewährten Korrosionsschutzes nachzuweisen. Diese Prüfungen sind in Abschnitt 6 beschrieben.

9.2 Messgenauigkeit

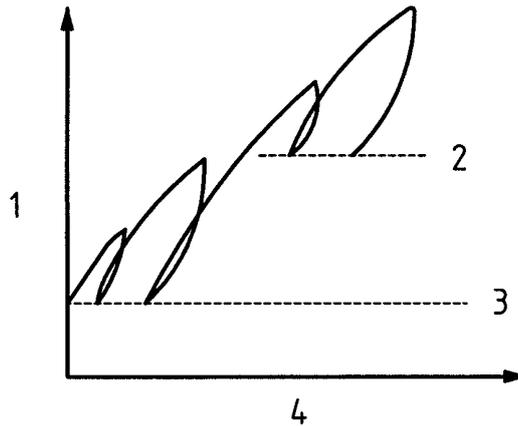
Während der Prüfzeiten zur Feststellung des Kriechmaßes darf die Messunsicherheit der Verschiebungsmessung 0,05 mm nicht überschreiten. Wenn das Kriechmaß nicht bestimmt wird, muss die Messunsicherheit der Verschiebungsmessung kleiner 0,5 mm sein. Die Geräte zur Verschiebungsmessung für Kriechmaße müssen eine Auflösung von 0,01 mm besitzen.

Die Ankerkraftmessung hat durch hydraulische, elektrische oder mechanische Messgeräte zu erfolgen, deren Messunsicherheit höchstens 2 % der maximalen Versuchslast beträgt. Die Messgeräte für die Messung des Spannkraftabfalles müssen eine Auflösung von mindestens 0,5 % der Prüflast besitzen.

9.3 Vorbelastung

Die Vorbelastung P_a , ab der die Ankermessungen beginnen, wird in der Regel mit 10 % der Prüflast gewählt.

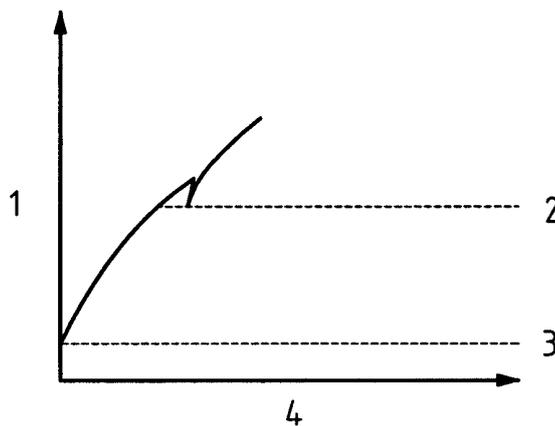
Bei Prüfungen mit Spannzyklen sind nach Spannzyklen, bei denen unüblich große Spannwege auftreten, größere Vorbelastungen zulässig (siehe Bild 2).



Legende

- | | |
|------------------------------------|----------------------|
| 1 Ankerkraft (P) | 3 Vorbelastung P_a |
| 2 höhere Vorbelastung freigestellt | 4 Verschiebung |

(a) mit Spannzklus



Legende

- | | |
|------------------------------------|----------------------|
| 1 Ankerkraft (P) | 3 Vorbelastung P_a |
| 2 höhere Vorbelastung freigestellt | 4 Verschiebung |

(b) ohne Spannzklus

Bild 2 – Ankerkraftaufbringung bei erhöhter Vorbelastung

9.4 Prüfverfahren

Der Technische Bauherrenvertreter muss das Prüfverfahren sowie das zugehörige Auswertungsverfahren genehmigen, die für jede Prüfklasse angewendet werden sollen. Für jede Prüfklasse ist der Verpressanker in Laststufen mit dem für die betreffende Prüfklasse erforderlichen Verfahren zu belasten.

Anhang E enthält drei Beispiele für Prüfverfahren, die auf jede Prüfklasse anwendbar sind. Diese sind:

- Prüfverfahren 1: Der Anker wird stufenweise in einem oder mehreren Zyklen von der Vorbelastung aus bis zur Prüflast belastet. Für jeden Zyklus wird die Verschiebung des Ankerkopfes bei der maximalen Spannkraft über einen festgelegten Zeitraum gemessen;
- Prüfverfahren 2: Der Anker wird stufenweise in aufeinander folgenden Zyklen von der Vorbelastung aus bis zur Prüflast oder bis zum Bruch belastet. Für jeden Zyklus wird der Kraftabfall am Ankerkopf bei der maximalen Spannkraft über einen festgelegten Zeitraum gemessen;
- Prüfverfahren 3: Der Anker wird von der Vorbelastung aus stufenweise bis zur maximalen Spannkraft belastet. Die Verschiebung des Ankerkopfes wird für jede Laststufe unter konstanter Kraft gemessen.

Während sämtlicher Prüfungen hat jede Ankerkraftaufbringung und -entlastung so vorsichtig zu erfolgen, dass der Anker weder stoßweise noch dynamisch belastet wird.

9.5 Untersuchungsprüfung

Bevor die Ausführung von Bauwerksankern beginnt, können für den planenden Ingenieur Untersuchungsprüfungen notwendig sein, um den Herauszieh Widerstand der geplanten Anker in Abhängigkeit von den Baugrundbedingungen und von den verwendeten Baustoffen zu ermitteln, um die Fachkompetenz des Ausführenden festzustellen und/oder um einen neuen Ankertyp bis zum Versagen an der Baugrund-Verpressmörtel-Fuge zu prüfen.

Untersuchungsprüfungen sollten überall dort durchgeführt werden, wo Anker in Baugrundverhältnissen verwendet werden sollen, für die bisher keine Untersuchungsprüfungen vorgenommen wurden oder wo höhere Gebrauchslasten als bisher in vergleichbaren Baugrundverhältnissen verlangt werden.

Anker für Untersuchungsprüfungen werden höher belastet als Anker für Abnahmeprüfungen, so dass eine Verstärkung des Stahlzuggliedes erforderlich sein kann, um diesem Umstand Rechnung zu tragen. Anker, die einer Untersuchungsprüfung unterzogen wurden, sind nicht als Bauwerksanker zu verwenden, sofern sie bis zum Bruch belastet wurden.

Der Bohrlochdurchmesser und die Maße sonstiger Ankerteile außer dem Stahlzugglied sollten die gleichen wie bei den Bauwerksankern sein.

Ankertypen, bei denen eine Verstärkung des Stahlzuggliedes nicht möglich ist, können mit einer verkürzten Krafteintragungslänge ausgeführt werden, um ein vorzeitiges Versagen an der Baugrund-Verpressmörtel-Fuge zu erreichen.

Wenn bei Ankern mit verkürzter Krafteintragungslänge der Bruch eingetreten ist, kann bei Verlängerung der Krafteintragungslänge nicht auf eine direkt proportionale Zunahme des Herauszieh Widerstandes geschlossen werden.

Bei Vergrößerung des Bohrlochdurchmessers darf aus dem Verhalten des Ankers der Untersuchungsprüfung nicht direkt auf die Bauwerksanker geschlossen werden.

Der Anker ist bis zum Bruch (R_a) oder bis zur Prüfkraft (P_p) zu belasten; diese ist auf $0,80P_{tk}$ oder $0,95P_{t0,1k}$ – und zwar auf den jeweils geringeren Wert – zu begrenzen.

9.6 Eignungsprüfung

Bevor Eignungsprüfungen durchgeführt werden, sollten die Ergebnisse von vorliegenden Untersuchungsprüfungen genutzt und einer genauen Analyse unterzogen werden.

Die Ziele der Eignungsprüfung sind folgende:

- Wenn Untersuchungsprüfungen vorliegen, bestätigen die Eignungsprüfungen entweder die Einhaltung des zulässigen Kriechmaßes oder des Spannkraftabfalls bei der Prüflast und der Festlegekraft für künftige Abnahmeprüfungen oder die kritische Kriechkraft;
- Wenn keine Untersuchungsprüfungen vorliegen und keine Ergebnisse von Untersuchungsprüfungen am gleichen Ankersystem bei vergleichbaren Baugrundverhältnissen zur Verfügung stehen, bestätigen die Eignungsprüfungen die in a) angegebenen Eigenschaften und liefern Abnahmekriterien für das Kriechen oder für den Spannkraftabfall bei der Prüflast von Abnahmeprüfungen, oder sie legen die kritische Kriechkraft fest;
- Ermittlung der rechnerischen freien Stahllänge.

Es sind Eignungsprüfungen an mindestens drei Ankern durchzuführen, die unter gleichartigen Ausführungsbedingungen wie die Bauwerksanker hergestellt werden.

Wenn keine Untersuchungsprüfungen ausgeführt werden, können für die Eignungsprüfung Anker mit stärkerem Stahlzugglied als bei den Bauwerksankern geprüft werden.

9.7 Abnahmeprüfung

Jeder Bauwerksanker ist einer Abnahmeprüfung zu unterziehen.

Die Ziele der Abnahmeprüfung sind folgende:

- nachzuweisen, dass eine Prüfkraft, die vom Prüfverfahren abhängt, vom Anker übernommen werden kann;
- Bestimmung der rechnerischen freien Stahllänge;
- sicherzustellen, dass die Festlegekraft die geplante Größe besitzt, abzüglich der Reibung;
- falls erforderlich, Bestimmung des Kriech- oder Kraftabfallmaßes im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit.

9.8 Maximale Festlegekraft

Wenn das Grenzkriechmaß oder der Grenzkraftabfall nicht überschritten werden, ist die maximale Festlegekraft P_0 auf $0,60 P_{tk}$ zu begrenzen.

Wenn entweder in der Eignungs- oder Abnahmeprüfung das Grenzkriechmaß oder der Grenzkraftabfall überschritten werden, ist die Festlegekraft auf einen Wert zu begrenzen, bei dem das Kriech- oder Kraftabfallkriterium eingehalten wird.

9.9 Ermittlung der rechnerischen freien Stahllänge

Die rechnerische freie Stahllänge L_{app} wird aus dem Verschiebungsweg Δs der Verankerung des Zuggliedes an seiner Verankerung an der Spannpressen oder an einem Referenzpunkt, der mit dem Spannglied verbunden ist, ermittelt. Dieser Wert bestimmt einen fiktiven Verankerungspunkt in der Verankerungslänge, der mit der Länge des Stahlzuggliedes zwischen dem freien Ende der freien Stahllänge und dem Beginn der Verankerungslänge verglichen wird.

ANMERKUNG Zur Ermittlung der rechnerischen freien Stahllänge wird in der Regel die folgende Gleichung herangezogen:

$$L_{app} = (A_t E_t \Delta s) / \Delta P$$

Dabei ist:

L_{app} die rechnerische freie Stahllänge

A_t der Querschnitt des Stahlzuggliedes

E_t der Elastizitätsmodul des Stahlzuggliedes

Δs die elastische Dehnung des Zuggliedes am Ankerkopf

ΔP die Prüfkraft abzüglich der Vorbelastung

Die Grenzlängen, zwischen denen L_{app} liegen darf, sind:

obere Grenze: $L_{app} \leq L_{tf} + L_e + 0,5 L_{tb}$; oder

$$L_{app} \leq 1,10 L_{tf} + L_e$$

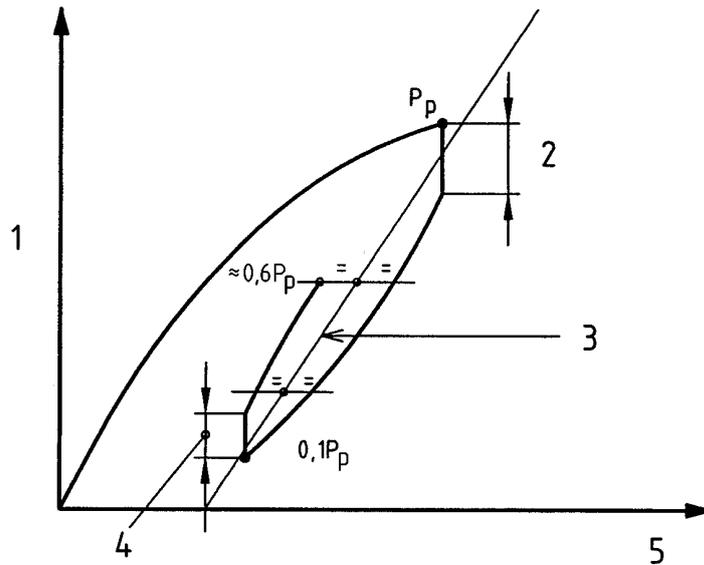
wobei die größere Länge jeweils maßgebend ist;

untere Grenze: $L_{app} \geq 0,80 L_{tf} + L_e$

Wenn signifikante Reibung innerhalb der freien Stahllänge vorhanden ist, kann das in Bild 3 dargestellte Auswertungsverfahren angewandt werden. Dabei ist die Hysterese zwischen Belastungs- und Entlastungsast auf der Spannschleife mit zu berücksichtigen, wenn die Größe der elastischen Steifigkeit ($\Delta P / \Delta s$) der rechnerischen freien Stahllänge abgeschätzt werden soll.

ANMERKUNG Übersteigt die Reibung 5 % von P_p , darf sie bei der Festlegung der Mindestprüfkraft oder der Festlegekraft berücksichtigt werden. Erforderlichenfalls darf die Prüfkraft verringert werden.

Liegt die rechnerische freie Stahllänge außerhalb der Grenzlängen, kann der Anker wiederholten Belastungszyklen bis zur Prüfkraft P_p unterzogen werden. Zeigt der Anker im Kraft-Verschiebungsdiagramm weiterhin gleichartiges Verhalten, darf der Anker vom Technischen Bauherrenvertreter abgenommen werden.

**Legende**

- | | |
|---|------------------------|
| 1 Ankerkraft (P) | 4 Systemreibung |
| 2 Doppelte Systemreibung | 5 Verschiebung (s) |
| 3 Neigung der elastischen Kraft-Verschiebungs-Linie | |

Bild 3 – Abschätzung der elastischen Steifigkeit bei signifikanter Reibung**9.10 Überwachung von Herstellung und Prüfung**

Der Einbau und die Prüfung aller Anker sind zu überwachen und die Protokollierung auf der Baustelle vorzunehmen (siehe Abschnitt 10).

Sollte eine Überprüfung Zweifel an der Qualität der Anker erkennen lassen, sind zusätzliche Untersuchungen vorzunehmen, um die tatsächlichen Einbaubedingungen der Anker festzustellen.

9.11 Nachprüfung

Verpressanker können mit Messeinrichtungen ausgestattet werden. Wenn ein Bauwerk auf Kraftwechsel oder Baugrundverformung empfindlich reagiert, kann mit diesen Messeinrichtungen das Ankerverhalten während der geplanten Lebensdauer überwacht werden.

Die Anzahl der zu überwachenden Anker und die Messintervalle sind festzulegen.

ANMERKUNG In einzelnen Fällen kann es aufgrund von Bauwerksbewegungen erforderlich sein, die Anker in regelmäßigen Abständen nachzuspannen, um die Festlegekraft über dem erforderlichen Minimum zu halten.

Der Korrosionsschutz der zugänglichen Teile der Anker ist von Zeit zu Zeit zu kontrollieren und erforderlichenfalls zu erneuern.

10 Aufzeichnungen

Ein Ankereinbauplan, der die technischen Angaben für das verwendete Ankersystem enthält, ist zu erstellen und muss auf der Baustelle vorliegen.

ANMERKUNG Ein Ankereinbauplan kann folgende Informationen, sofern zutreffend, enthalten:

- Ankertyp mit Bezeichnung;
- Anzahl der Anker;
- Lage und Neigung jedes Ankers und Toleranzen für den Einbau;
- freie Ankerlänge und Kräfteintragslänge;
- erforderliche Ankertragkraft und Festlegekraft;
- Einbauverfahren (Bohren, Einbau, Verpressen und Spannen);
- bekannte Bohrhindernisse;
- weitere Beschränkungen für den Ankereinbau.

Protokolle der Ankerherstellung sind für künftige Bezugnahme nach ENV 1997-1 zusammenzustellen. Sie müssen folgendes beinhalten:

- Lieferscheine der Zemente, Kunstharze und Härter, Zement- und Kunstharzmörtel;
- Baugrunduntersuchung;
- Bohrverfahren;
- Einbauverfahren und Abmessung der Ankerelemente;
- Datum und Zeit des Einbaues jedes Ankers;
- für verpresste Anker: Verpressgut, Verpressdruck, Verpressmenge, Verpresslänge, Einpresszeit;
- Einbau des gewählten Korrosionsschutzes;
- Verpressen;
- Spannen;
- Prüfen der Anker.

Ein mit einer Unterschrift versehenes Protokoll ist für den Einbau jedes Ankers zu führen. Es muss auch jede Besonderheit des Ankers enthalten. Alle Einbau- und Prüfprotokolle sind nach Abschluss der Ankerarbeiten aufzubewahren. Aufmaßpläne sind nach Abschluss der Arbeiten zusammen mit den Bauplänen aufzubewahren. Sofern vorhanden, sind Abnahmezeugnisse von Überwachungsstellen für alle Ankermaterialien zusammen mit den Bauplänen zu den Bauakten zu nehmen.

Kopien aller in diesem Abschnitt beschriebenen Protokolle sind an einer Stelle zu hinterlegen, wo interessierte Parteien sie in Zukunft einsehen können.

Beispiele für geeignete Vordrucke für Protokolle dieser Art sind in Anhang F angegeben.

11 Besondere Anforderungen

Bei der Ausführung von Ankerarbeiten sollten alle nationalen Normen, behördlichen Auflagen und Festlegungen hinsichtlich

- Baustellensicherheit;
- Sicherheit der Bauverfahren und;
- Arbeitssicherheit beim Bohren und der Handhabung von Hilfsgeräten und Werkzeugen eingehalten werden.

Besondere Aufmerksamkeit ist allen Verfahren zu widmen, bei denen Personal in der Nähe von schweren Geräten und Werkzeugen arbeitet.

Störungen und/oder Umweltbelastungen, die bei Ankerarbeiten auftreten können, sind so gering wie möglich zu halten.

Solche Störungen und/oder Umweltbelastungen können durch Folgendes verursacht werden:

- Lärm;
- Baugrundvibration;
- Baugrundverschmutzung;
- Oberflächenwasserverschmutzung;
- Grundwasserverschmutzung;
- Luftverschmutzung.

Sicherheitsmaßnahmen während des Spannens sind wichtig.

Bedienungspersonal und Beobachter sollten seitlich zu den Spanngeräten stehen und keinesfalls dahinter vorbeigehen, solange der Spannvorgang läuft.

Warnschilder mit der Aufschrift „Achtung – Gefahr – Spannvorgang“ oder Ähnlichem sollten aufgestellt werden.

Anhang A (informativ)

Elektrische Prüfung des Korrosionsschutzes

A.1 Allgemeines

Dieser Anhang beschreibt die Messung des elektrischen Widerstandes zwischen einem Anker und dem umliegenden Baugrund oder dem Bauwerk, um die Wirksamkeit des angewendeten Korrosionsschutzsystems zu ermitteln.

Es werden zwei Prüfungen beschrieben. Die erste misst die Isolation des Ankers vom Baugrund und vom Bauwerk, die zweite misst nur die Isolation des Ankerkopfes vom Bauwerk.

A.2 Elektrische Widerstandsmessung I (ERM I)

Die Durchführung der ERM I (Isolation des Ankers vom Baugrund/Bauwerk) ist in den Bildern A.1 a und A.1 b dargestellt.

Die Ausrüstung entspricht folgender Spezifikation:

Messspannung 500 V Gleichstrom

Messbereich $> 10 \text{ k}\Omega$ ($0,01 \text{ M}\Omega$)

Bei der Messung liegt der Anker am Pluspol und der Erder am Minuspol des Messstromkreises. In der Regel wird als Erder der feuchte Baugrund verwendet.

Als Erder können auch Bewehrungseisen von erdfühligen Stahlbetonbauwerken, erdverlegte metallische Wasserleitungen oder Boden- oder Felsnägel benutzt werden.

Während der Messung werden die Kontaktstellen sauber gehalten.

Die ERM I kann in zwei verschiedenen Phasen durchgeführt werden:

Phase a

Dabei wird die Unversehrtheit der Kunststoffumhüllung auf der freien Ankerlänge und der Verankerungslänge nach den verschiedenen Ankerherstellungsschritten, also vor dem Festlegen des Ankers geprüft.

Insbesondere:

- nach dem Einbau des Ankers ins Bohrloch;
- nach der ersten Verpressung;
- nach einer eventuellen Nachverpressung;
- nach der Abnahmeprüfung.

Die Durchführung der Messung in diesen Bauzuständen ist in Bild A.1 a dargestellt.

Ein gemessener elektrischer Widerstand zwischen Zugglied und Baugrund $\geq 0,1 \text{ M}\Omega$ zeigt, dass die Unversehrtheit der Kunststoffumhüllung ausreichend ist.

ANMERKUNG 1 Eine unbeschädigte, wasserdichte Kunststoffumhüllung ergibt elektrische Widerstände $R_1 > 100 \text{ M}\Omega$.

ANMERKUNG 2 Es empfiehlt sich, diese Messungen durchzuführen, um die Auswirkungen der verschiedenen Ankerherstellungsarbeiten auf die Unversehrtheit der Kunststoffumhüllung zu beobachten.

Phase b

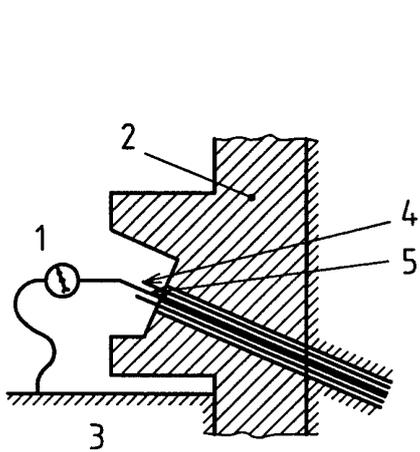
Dabei wird die vollständige elektrische Isolation des Ankers vom Baugrund und vom Bauwerk geprüft.

Insbesondere:

- nach dem Festlegen des Ankers;
- nach der Verpressung des Ankerkopfbereiches;
- zu jedem beliebigen Zeitpunkt während der Lebensdauer des Ankers.

Ein elektrischer Widerstand R_1 zwischen Anker und Baugrund/Bauwerk $\geq 0,1 \text{ M}\Omega$ zeigt, dass der Anker vollständig vom Baugrund und Bauwerk isoliert ist.

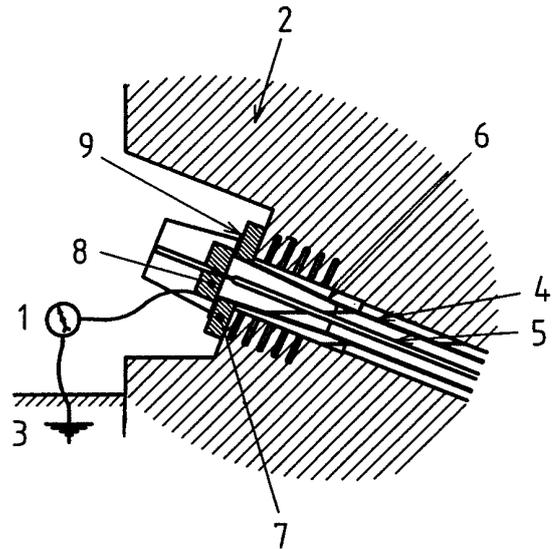
Die Durchführung der Messung am fertigen Anker ist in Bild A.1 b dargestellt.



Legende

- 1 Ohmmeter
- 2 Tragwerk (Beton)
- 3 Baugrund
- 4 PE-Hüllrohr
- 5 Zugglied

Bild A.1a – ERM I vor dem Festsetzen des Ankers. R_I zwischen Zugglied und Baugrund $\geq 0,1 \text{ M}\Omega$

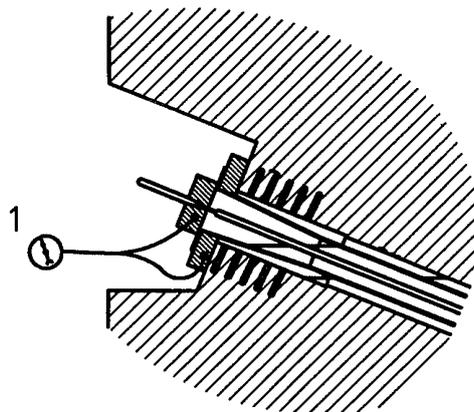


Legende

- 1 Ohmmeter
- 2 Tragwerk
- 3 Baugrund
- 4 PE-Hüllrohr
- 5 Zugglied
- 6 PE-Ankertrompete
- 7 Ankerplatte
- 8 Ankerkopf
- 9 Isolationsplatte

Bild A.1b – ERM I nach dem Festsetzen des Ankers. R_I zwischen Ankerkopf und Baugrund/Tragwerk $\geq 0,1 \text{ M}\Omega$

ANMERKUNG Das obere Ende des PE-Hüllrohres muss sauber und trocken sein



Legende

- 1 Ohmmeter

Bild A.2 – ERM II nach dem Festlegen des Ankers. R_{II} zwischen Ankerkopf und Ankerplatte $\geq 100 \Omega$

ANMERKUNG ERM II wird nur durchgeführt, wenn R_I nach dem Festlegen kleiner als $0,1 \text{ M}\Omega$ ist.

Seite 34
EN 1537:1999 + AC:2000

A.3 Elektrische Widerstandsmessung II (ERM II)

Diese Messung wird nur durchgeführt, wenn R_I nach dem Festlegen des Ankers kleiner als $0,1 \text{ M}\Omega$ ist, um mindestens zu belegen, dass kein direkter Kontakt zwischen dem Ankerkopf und der Bewehrung des verankerten Bauwerks vorliegt.

Die ERM II wird am gespannten Anker durchgeführt. Die Durchführung ist in Bild A.2 dargestellt.

Die Ausrüstung entspricht folgender Spezifikation:

Messspannung etwa 40 V Wechselstrom

Messbereich 0 bis $200 \text{ k}\Omega$ (0 bis $0,2 \text{ M}\Omega$)

In der Regel wird die Auflagerplatte als Erder verwendet.

Wenn die Auflagerplatte mit einem elektrisch isolierenden Material beschichtet ist, kann auch die Bewehrung des verankerten Bauwerks als Erder benutzt werden.

Bei der Messung wird der Ankerkopf, insbesondere die Isolationsplatte zwischen Ankerkopf und Ankerplatte, trocken gehalten. Die Kontaktstellen werden sauber gehalten, und das Metall ist blank. Zur Herstellung guter Kontakte werden entweder Klemmen oder starke Magnete verwendet. Kontaktstifte werden für diese Messung nicht benutzt.

Die Messung ERM II ist empfindlich gegenüber Witterungseinflüssen wie Luftfeuchtigkeit im Ankerkopfbereich und auch gegenüber eventuell im Baugrund vorhandenen Streuströmen.

Werden an einem Anker mehrere Messungen durchgeführt, sollte – bei einwandfreier Durchführung der Messung – der größte gemessene Widerstand als maßgebend betrachtet werden.

Ein elektrischer Widerstand R_{II} zwischen Ankerkopf und Auflagerplatte oder Bauwerksbewehrung $> 100 \Omega$ zeigt, dass kein direkter Kontakt zwischen dem Ankerkopf und der Bewehrung des verankerten Bauwerks besteht.

Anhang B (informativ)

Untersuchungsprüfungen am Korrosionsschutz

Dieser Anhang beschreibt Untersuchungsverfahren, mit denen die Unversehrtheit des Korrosionsschutzes einer vorgefertigten Ankerumhüllung während oder nach der Belastung ermittelt werden kann. Diese Prüfungen werden in einem Prüfraumen durchgeführt. Bild B.1 zeigt den allgemeinen Versuchsaufbau.

PRÜFUNG A

In diesem Verfahren wird ein umhülltes Zugglied belastet, ohne seitliche Dehnungsbehinderung der Korrosionsschutzumhüllung.

Das Zugglied, der Verpressmörtel und das/die umgebende(n) Kunststoffhüllrohr(e) werden den gleichen Belastungsbedingungen wie ein Bauwerksanker unterzogen.

Der Anker wird bis zur höchsten Kraft belastet, der er während der Prüfung auf der Baustelle ausgesetzt wird.

Die Biegsamkeit und der Widerstand des Hüllrohres gegen Rissbildung wird während der Belastung des Ankers extern beobachtet.

Das Zugglied wird anschließend vollständig entlastet.

Ein Teil der äußeren Kunststoffumhüllung wird entfernt und das Zugglied erneut bis zur Festlegekraft belastet, um den Zustand der inneren Umhüllung zu untersuchen sowie die Rissverteilung und Rissbreite im Verpressmörtel zu prüfen.

PRÜFUNG B

In diesem Verfahren wird ein umhülltes Zugglied in einem verpressten und anschließend zu öffnende längs teilbaren Stahlrohr belastet.

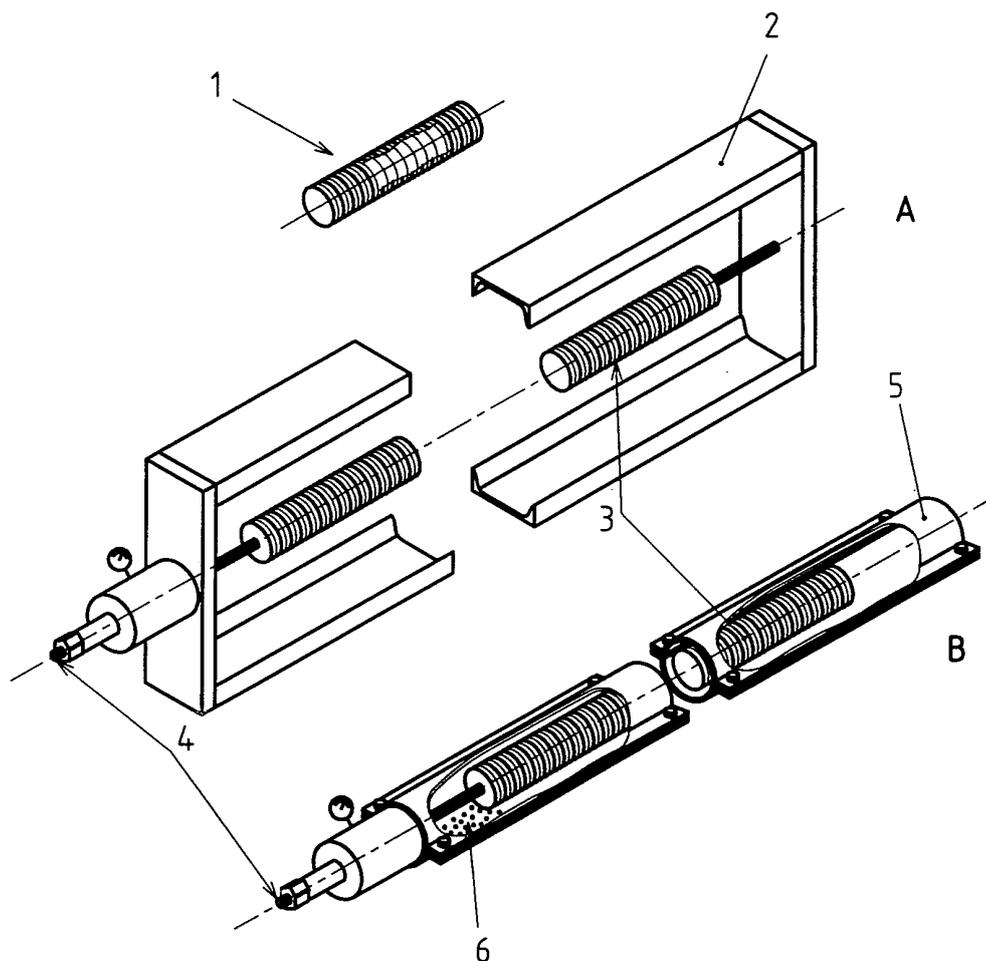
Die Belastungsbedingungen entsprechen denen, die ein Bauwerksanker erfährt.

Der Anker wird bis zur höchsten Kraft belastet, der er während der Prüfung auf der Baustelle ausgesetzt wird. Das Zugglied wird anschließend vollständig entlastet.

Das Stahlrohr wird geöffnet und der Verpressmörtel um die äußere Kunststoffumhüllung entfernt. Die Unversehrtheit der äußeren Kunststoffumhüllung wird anschließend überprüft.

Nach dem Entfernen des äußeren Kunststoffhüllrohres wird entweder das innere Hüllrohr untersucht oder – falls kein inneres Hüllrohr verwendet wurde – die Rissverteilung des inneren Verpressmörtels, gemessen.

Die Dehnung des Zuggliedes unter der aufgetragenen Gebrauchslast, geteilt durch die Anzahl der beobachteten Risse, lässt auf die durchschnittliche Rissbreite im Verpressmörtel unter Gebrauchslastbedingungen schließen.



Legende

- 1 Detail zur Untersuchung der inneren Hülle oder der Rissverteilung im Verpressmörtel/beobachtete Rissbreite/bei Prüfung in belastetem Zustand (Prüfung A) oder unbelastetem Zustand (Prüfung B) an verschiedenen Stellen
 - 2 Prüfrahmen
 - 3 gerippte(s) Kunststoffhüllrohr(e)
 - 4 Stab- oder Litzenspannglieder
 - 5 teilbares Stahlrohr
 - 6 Verpressmörtel
- A Prüfung A – Anker ohne seitliche Dehnungsbehinderung**
B Prüfung B – Anker im verpressten Stahlrohr

Bild B.1 – Versuchsaufbau für Untersuchungsprüfungen am Korrosionsschutz

Anhang C
(informativ)**Hinweise für die Abnahmebedingungen für plastische Korrosionsschutzmassen und Beispiele für Prüfnormen zur Ermittlung der Materialeigenschaften****Tabelle C.1 – Abnahmebedingungen für plastische Korrosionsschutzmassen**

Eigenschaft	Einheit	Vorgeschlagene Grenzwerte
Gehalt an freiem Schwefel, Sulfaten und Sulfiden	ppm	≤ 50
Gehalt an Chlorid, Nitrit, Nitrationen und an Rhodaniten	ppm	≤ 50
Spezifischer Widerstand	Ω cm	≥ 10 ⁹
Wasseraufnahme 0,1 N KOH nach 30 Tagen	%	≤ 2
Verseifung	mg KOH/g	≤ 5
Ausölen auf Filterpapier bei 50 °C, nach 24 h: Durchmesservergrößerung des Ölflecks	mm	≤ 5
Eindringtiefe bei der Ausölprüfung auf erhärtetem Zementmörtel 5 mm stark bei 50 °C nach 7 Tagen	mm	≤ 2
Thermische Beständigkeit nach 24 h. Kein Öltropfen am Sieb bei Temperatursteigerung von 10 °C alle 2 Stunden	°C Auftreten von Öltropfen	≥ 40
Tropfpunkt	°C	≥ 60
Rostschutz – bei Seenebel: 5 % NaCl – 168 h bei 35 °C	Sichtprüfung	Keine Korrosion
Absetzmaß bei 40 °C	%	≤ 5

Beispiele für Normen für die Materialprüfung sind:

DIN 51576, *Prüfung von Mineralöl-Kohlenwasserstoffen – Bestimmung des Salzgehaltes.*

DIN 51759, *Prüfung von flüssigen Mineralölerzeugnissen – Prüfung der Korrosionswirkung auf Kupfer – Kupferstreifenprüfung.*

DIN 51801, *Bestimmung des Tropfpunktes: Ubbelohde-Verfahren für bituminöse Bindemittel.*

DIN 53401, *Bestimmung der Verseifungszahl.*

DIN 53483, *Prüfung von Isolierstoffen – Bestimmung der dielektrischen Eigenschaften – Teil 1, 2, 3.*

DIN 53495, *Prüfung von Kunststoffen – Bestimmung der Wasseraufnahme.*

ASTM D-94-89, *Test method for saponification no. of petroleum products.*

ASTM D-130-88, *Method of detection of copper corrosion from petroleum products by the copper strip tarnish test.*

ASTM D-512-89, *Test methods for chloride ions in water.*

Anhang D (informativ)

Bemessung von Verpressankern

D.1 Allgemeines

Die Empfehlungen dieses Anhangs gelten für Bauwerke, die mit Verpressankern gemäß Abschnitt 1 gesichert sind, welche Zugkräfte in eine Tragschicht aus Boden oder Fels übertragen.

Verankerte Bauwerke können folgenden Bauwerksarten sein:

- Stützwände;
- Böschungs- und Hangsicherungen;
- unterirdische Hohlräume;
- wegen Grundwasser unter Auftrieb stehende unterirdische Bauwerke und Tiefgeschosse;
- Bauwerke, die Zugkräfte aus dem Überbau oder infolge von äußeren Einwirkungen auf den Überbau in den Baugrund ableiten.

Dieser Anhang befasst sich mit der Bemessung von Verpressankern unter Berücksichtigung des Verhaltens und der Anforderungen der zu verankernden Bauwerke. Für die Bemessung der gesamten Bauwerke sollte auf die ENV 1991-1-1, *Eurocode 1 – Teil 1-1* und ENV 1997-1, *Eurocode 7 – Teil 1* verwiesen werden.

D.2 Grenzzustände

Es sollte eine Liste der zu betrachtenden Grenzzustände zusammengestellt werden.

Die Mindestanzahl der Grenzzustände, die bei der Bemessung von verankerten Bauwerken zu betrachten sind, ergibt sich aus den Eurocodes 1, 2 und 7.

Zusätzlich sollten bei verankerten Bauwerken folgende Grenzzustände berücksichtigt werden:

- Versagen des Ankers infolge Zugbeanspruchung;
- Versagen des Ankers infolge Beanspruchung durch Querkräfte, Verdrehung am Ankerkopf oder Korrosion;
- Ankerkraftverlust infolge übermäßiger Ankerkopfverschiebung oder infolge Kriechens und Relaxation;
- Versagen oder übermäßige Verformung von Bauwerksteilen infolge der aufgetragenen Ankerkraft.

Für alle verankerten Bauwerksarten sollten Kombinationen der oben angegebenen Grenzzustände berücksichtigt werden, da diese sich auf das ganze Bauwerk beziehen.

D.3 Einwirkungen, Baugrundeigenschaften, geometrische Größen und Bemessungssituationen

Bei der Wahl der Einwirkungen für die Berechnung der Grenzzustände sollten die in ENV 1997-1 aufgeführten Einwirkungen berücksichtigt werden.

ANMERKUNG 1 Zur Bestimmung der für die Bemessung der Anker maßgebenden Einwirkungen aus dem Tragwerk kann eine Untersuchung der Wechselwirkungen zwischen Bauwerk, Anker und Baugrund erforderlich sein.

Ankerkräfte werden in der Regel als Einwirkungen betrachtet.

ANMERKUNG 2 Ankerkräfte wirken in der Regel günstig. In diesem Fall wird für die Ankerkraft ein niedriger Wert angesetzt, d. h. weniger als der Wert, der aufgrund der gemäß D.4 durchgeführten Analyse zu erwarten wäre. Sofern die Ankerkraft jedoch ungünstig wirkt, wird für die Bemessung ein hoher Wert angesetzt.

Es sollten angemessene Bemessungssituationen in Übereinstimmung mit den in ENV 1997-1 aufgestellten Grundsätzen gewählt werden.

Die Bemessungssituationen sollten die Umweltbedingungen in Übereinstimmung mit ENV 1997-1 berücksichtigen. Vorübergehende, sich aus dem Bauablauf ergebende Bemessungssituationen sollten berücksichtigt werden.

ANMERKUNG 3 Bei der Wahl von Bemessungssituationen für verankerte Bauwerke ist es unbedingt erforderlich, die Höhe des Grundwasserspiegels und die Porenwasserdrücke in eingeschlossenen Grundwasserträgern zu ermitteln.

Die Bemessungswerte für die Baugrundeigenschaften und für die geometrischen Daten sollten in Übereinstimmung mit den in ENV 1997-1 aufgestellten Grundsätzen festgelegt werden.

Seite 38
EN 1537:1999 + AC:2000

D.4 Bemessungsverfahren

Die Bemessung von verankerten Bauwerken sollte in Übereinstimmung mit den Anforderungen der ENV 1991, ENV 1992, ENV 1994 und ENV 1997 in Abhängigkeit von der Art des betrachteten Bauwerks durchgeführt werden. Bemessungsnachweise, die die Wirkung von Ankerkräften auf das Bauwerk berücksichtigen, sollten in Übereinstimmung mit diesem Anhang durchgeführt werden.

Für die Bemessung der einzelnen Anker sind folgende Nachweise und Berechnungen erforderlich:

- Nachweis des inneren Ankerwiderstandes;
- Nachweis des Herauszieh Widerstandes des Ankers;
- Nachweis der Gebrauchstauglichkeit und der Dauerhaftigkeit des Ankers;
- Berechnung der erforderlichen freien Ankerlänge;
- Bestimmung der Festlegekraft des Ankers.

Litzen und Stäbe aus Stahl für Ankerzugglieder sollten gemäß den in ENV 1992-1-1 enthaltenen Grundsätzen bemessen werden.

Der Herauszieh Widerstand des Ankers sollte aufgrund der Ergebnisse von Untersuchungs- oder Eignungsprüfungen (siehe Abschnitt 9), der Ergebnisse der Baugrunduntersuchung oder der Erfahrung mit ähnlichen Baugrundverhältnissen bestimmt werden.

Die minimale freie Ankerlänge und die Festlegekraft ergeben sich aus der Bemessung des verankerten Bauwerkes.

Die Festlegekraft P_0 sollte so gewählt werden, dass die Ankerkraft P während der ganzen Nutzungsdauer des Tragwerkes folgende Grenze einhält:

$$P \leq 0,65 P_{tk}$$

Dabei ist:

P_{tk} die charakteristische Bruchkraft des Zuggliedes

Die Festlegekraft sollte

$$P_0 \leq 0,60 P_{tk}$$

sein.

D.5 Nachweis der Grenzzustände der Tragfähigkeit

D.5.1 Grundsätze und Anforderungen

Unter dem Ansatz von Bemessungswerten für die Einwirkungen und der maßgebenden Bemessungssituationen sollte für jedes verankerte Bauwerk der Grenzzustand der Tragfähigkeit nachgewiesen werden, wie in D.3 festgelegt. Alle für das verankerte Bauwerk relevanten Grenzzustände sollten berücksichtigt werden.

Wenn das Bauwerk als steifer Körper betrachtet wird und als Grenzzustand das statische Gleichgewicht oder übermäßige Verschiebungen (Gesamtstabilität) untersucht werden, sollte nachgewiesen werden, dass:

$$E_{d,dst} \leq E_{d,stb}$$

Dabei ist:

$E_{d,dst}$ der Bemessungswert der Wirkung der destabilisierenden Einwirkungen;

$E_{d,stb}$ der Bemessungswert der Wirkung der stabilisierenden Einwirkungen.

Wenn als Grenzzustand der Bruch oder die übermäßige Verformung eines Querschnittes, eines Ankers oder einer Verbindung untersucht wird, sollte nachgewiesen werden, dass:

$$E_d \leq R_d$$

Dabei ist:

E_d der Bemessungswert der Wirkung der Einwirkungen, zum Beispiel die Ankerkraft;

R_d der zugehörige Bemessungswert des Widerstandes (Tragfähigkeit), in den alle Bauwerkseigenschaften mit den entsprechenden Bemessungswerten eingehen.

Der Bemessungswert der Wirkung der stabilisierenden Einwirkungen $E_{d,stab}$ und der Bemessungswert des Widerstandes des verankerten Bauwerks R_d sollten unter Ansatz der Bemessungswerte für die Scherfestigkeit des Baugrundes gemäß ENV 1997-1 und für die Festigkeit der Baustoffe gemäß ENV 1992-1-1 und ENV 1993-1-1 berechnet werden.

Bei der Festlegung der Bemessungswerte für die Festigkeit von verschiedenen Materialien, die in einer Bemessungssituation zusammenwirken, sollte der Kompatibilität ihres Verformungsverhaltens Rechnung getragen werden.

Bei der Festlegung der Bemessungswerte für die Scherfestigkeit des Baugrundes sollte jeweils der ungünstigere Wert zwischen oberem und unterem Grenzwert gewählt werden.

Der Bemessungswert des Ankerwiderstandes R_d ist abhängig von der Art der Beanspruchung des Ankers im betrachteten Grenzzustand.

Wenn der Anker nur durch Zug beansprucht wird:

$$R_d = R_k / \gamma_R$$

Dabei ist:

R_k der charakteristische innere Ankerwiderstand oder der charakteristische Herauszieh Widerstand des Ankers, wobei der niedrigere Wert maßgebend ist;

γ_R der Teilsicherheitsbeiwert des Ankerwiderstandes.

Der Teilsicherheitsbeiwert des Ankerwiderstandes berücksichtigt folgende Einflüsse:

- Variationen der Baugrundeigenschaften innerhalb eines bestimmten Baugrundbereiches;
- Variationen der Abmessungen und Eigenschaften der Ankerbaustoffe;
- Variationen in den Ausführungen der Ankerarbeiten.

Wenn der Anker im betrachteten Grenzzustand nicht nur durch Zug, sondern auch durch Querkräfte und Biegung beansprucht wird, gilt:

$$R_d = \gamma_q P_0$$

Dabei ist:

γ_q der Ankerkraftbeiwert

Der Ankerkraftbeiwert γ_q berücksichtigt die Ankerkraftänderung während der Zeit zwischen dem Festlegen der Anker und dem Eintreten des betrachteten Grenzzustandes infolge:

- Relaxation des Zuggliedes;
- Kriechen des Verpresskörpers;
- Bauwerksverschiebungen im Bereich des Ankerkopfes;
- Verschiebungen des Bauwerks als steifer Körper bis zum Eintreten des Grenzzustandes.

Der Ankerkraftbeiwert γ_q variiert in der Regel zwischen folgenden Grenzen:

$$0,8 \leq \gamma_q \leq 1,1$$

Er kann aber auch höhere Werte annehmen.

Für alle Anker sollte der Teilsicherheitsbeiwert des Ankerwiderstandes betragen:

$$\gamma_R \geq 1,35$$

ANMERKUNG Die Bilder D.1 a) und D.1 b) zeigen typische Beispiele für Grenzzustände, in denen Anker nicht direkt herausgezogen werden. In dem in Bild D.1 a) dargestellten Grenzzustand kann der Bemessungswiderstand des Ankers nicht höher sein als die effektiv vorhandene Ankerkraft, denn der Anker wird erst nach einer übermäßig großen Verschiebung des Bauwerks herausgezogen.

D.5.2 Charakteristischer innerer Ankerwiderstand

Der charakteristische innere Ankerwiderstand R_{ik} ist gleich der charakteristischen Bruchkraft des Zuggliedes:

$$R_{ik} = P_{tk} = A_t f_{tk}$$

Dabei ist:

A_t die Querschnittsfläche des Zuggliedes;

f_{tk} die charakteristische Zugfestigkeit des Zuggliedes.

Seite 40
EN 1537:1999 + AC:2000

Bemessung, Bauweise und Ausführung der Anker sollten sicherstellen, dass die Tragfähigkeit des Ankerkopfes und der erdseitigen Verankerung des Zuggliedes (Zugglied-Verpressgut-Fuge und, sofern vorhanden, Verpressgut-Korrosionsschutzumhüllung-Fuge) gleich oder größer als P_{ik} sind. (Siehe. 6.3.)

D.5.3 Charakteristischer Herauszieh Widerstand des Ankers

Der Herauszieh Widerstand des Ankers R_a ist der Herauszieh Widerstand des Verpresskörpers aus dem Baugrund. R_a entspricht jener Kraft, bei der die Verschiebung des Verpresskörpers nicht mehr abklingt, sondern nach einer gewissen Zeit der Bruch zwischen Verpresskörper und Baugrund eintritt.

Der charakteristische Herauszieh Widerstand des Ankers R_{ak} wird abgeleitet aus den Werten R_a , die aus den Ergebnissen von Belastungsversuchen (siehe Abschnitt 9) ermittelt werden sollten.

ANMERKUNG 1 Aus praktischen Gründen wird der Herauszieh Widerstand des Ankers R_a als jene Kraft definiert, die ein bestimmtes Kriechmaß k_s , α oder Kraftabfallmaß k_f bewirkt (siehe Anhang E).

Wenn der charakteristische Herauszieh Widerstand des Ankers R_{ak} aus den in den Untersuchungsprüfungen gemessenen Werten R_a abgeleitet wird, sollte R_{ak} nicht größer sein als der niedrigste Wert von R_a .

ANMERKUNG 2 Wird für R_{ak} ein höherer Wert als der niedrigste gemessene Wert von R_a eingesetzt, ist dies zu begründen. Zur Belegung dieser Begründung kann die Durchführung von zusätzlichen Untersuchungsprüfungen erforderlich sein.

Der charakteristische Herauszieh Widerstand des Ankers wird normalerweise gleich oder größer als der charakteristische innere Ankerwiderstand gewählt:

$$R_{ak} \geq R_{ik}$$

D.6 Nachweis der Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit

Der Nachweis der Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit von verankerten Bauwerken sollte durchgeführt werden, indem die maßgebenden Bemessungssituationen nach D.3 unter Ansatz von charakteristischen Werten für die Einwirkungen, die Baugrundeigenschaften und die geometrischen Größen untersucht werden. Die Grenzwerte für die zulässigen Verschiebungen und Verformungen des Bauwerks und des umliegenden Baugrundes sollten in Übereinstimmung mit ENV 1997-1 festgelegt werden. Dabei ist der Empfindlichkeit von gestützten Bauwerken hinsichtlich Verschiebung und Verdrehung Rechnung zu tragen.

Abschätzungen der Verdrehungen und Verschiebungen des verankerten Bauwerks sowie deren Auswirkungen auf andere gestützte Bauwerke und Leitungen sollten aufgrund von vergleichbaren Erfahrungswerten angestellt werden. Diese Abschätzungen sollten den Einfluss des Bauvorganges berücksichtigen. Es sollte nachgewiesen werden, dass die geschätzten Verschiebungen die zulässigen Werte nicht übersteigen.

Falls die geschätzten Verschiebungen die zulässigen Werte übersteigen, sollte die Bemessung durch genauere Untersuchungen mit Verschiebungsberechnungen begründet werden.

Falls die geschätzten Verschiebungen 50 % der zulässigen Werte übersteigen, sollten in folgenden Fällen genauere Untersuchungen mit Verschiebungsberechnungen durchgeführt werden:

- wenn naheliegende Bauwerke und Leitungen ungewöhnlich verschiebungsempfindlich sind;
- wenn das verankerte Bauwerk in oder über weichem Tonboden liegt;
- wenn keine vergleichbaren Erfahrungswerte vorliegen.

Verschiebungsberechnungen sollten der Steifigkeit des Baugrundes, der Anker und der übrigen Bauwerksteile sowie dem Bauvorgang Rechnung tragen.

ANMERKUNG Das für die Berechnung von Bauwerksverschiebungen angenommene Materialverhalten sollte an bekannten Verschiebungsmodellen kalibriert werden. Die angesetzten Steifigkeitswerte für Bauteile und Baugrund sollten auf die Größe der zu erwartenden Verformungen abgestimmt sein. Erforderlichenfalls sollte für den Baugrund ein nichtlineares Kraft-Verformungsmodell verwendet werden.

Beim Nachweis der Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit sollten die Ankerkräfte als äußere Einwirkungen oder die Anker als vorgespannte elastische Federn betrachtet werden.

Werden die Ankerkräfte als äußere Einwirkung betrachtet, sollte zwischen der kleinsten und der größten während der Nutzungsdauer des Bauwerks auftretenden Ankerkraft die jeweils ungünstiger wirkende gewählt werden.

Die Wirkung der Prüfkraft auf das Bauwerk bei den Ankerprüfungen sollte berücksichtigt werden.

Werden die Anker als vorgespannte elastische Federn betrachtet, sollte die ungünstigste Kombination aus der kleinsten oder größten Ankersteifigkeit und der kleinsten oder größten Vorspannung in Betracht gezogen werden.

Die Wirkung der Vorspannkraft der Anker auf die Bauwerksverformungen sollte berücksichtigt werden.

Die Relevanz der Ankerkopferschiebungen nimmt zu, sobald die auf den Anker wirkenden äußeren Zugkräfte die vorhandene Ankerkraft übersteigen.

Bei verankerten Bauwerken, die dazu dienen, Zugkräfte aus dem Überbau oder infolge von äußeren Einwirkungen auf den Überbau in den Baugrund abzuleiten, sollte die vorhandene Ankerkraft stets größer sein als die Wirkung der äußeren Zugkräfte auf die Anker. Dies gilt auch für Auftriebsanker.

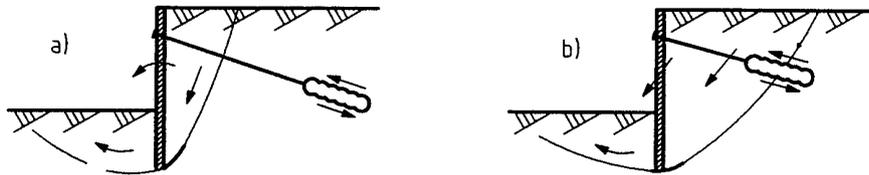


Bild D.1 – Beispiele für Grenzzustände der Tragfähigkeit mit Herausziehen der Anker

Anhang E (informativ)

Beispiele für Ankerprüfverfahren

E.1 Allgemeines

In Abschnitt 9 wurde auf die drei Prüfverfahren verwiesen, die in der Regel für Ankerversuche angewendet werden. Diese sind:

- a) Prüfverfahren 1: Der Anker wird in aufeinanderfolgenden Spannzyklen von der Vorbelastung aus auf die maximale Versuchskraft gespannt. Für jeden Spannzyklus wird bei der maximalen Spannkraft die Verschiebung des Ankerkopfes über die Beobachtungszeit aufgezeichnet.
- b) Prüfverfahren 2: Der Anker wird in aufeinanderfolgenden Spannzyklen von der Vorbelastung aus auf die maximale Versuchskraft oder bis zum Bruch gespannt. Der Kraftabfall am Ankerkopf wird während der Beobachtungszeit sowohl bei der Festlegkraft als auch bei der Höchstlast eines jeden Spannzyklusses gemessen.
- c) Prüfverfahren 3: Der Anker wird von der Vorbelastung aus stufenweise auf die maximale Versuchskraft gespannt. Die Verschiebungszunahme des Ankerkopfes wird bei jeder Laststufe unter konstanter Kraft gemessen.

Die wichtigsten Vorgänge zur Ankerkraftaufbringung bei Prüfverfahren 1, 2 und 3 sind in den Bildern E.1, E.2 und E.3 gezeigt.

E.2 Prüfverfahren 1

E.2.1 Untersuchungsprüfung – Ankerkraftaufbringung

Der Anker sollte entweder bis zum Bruch (R_a) oder bis zur Prüfkraft (P_p) gespannt werden. Diese ist auf $0,80 P_{tk}$ oder $0,95 P_{t0,1k}$ zu begrenzen, wobei der kleinere Wert maßgebend ist.

Der Anker sollte mit mindestens sechs Spannzyklen bis auf die maximale Prüfkraft gespannt werden, siehe Bild E.1.

Die Spannzyklen und die Mindestbeobachtungszeiten sind in Tabelle E.1 angegeben.

Zur Messung von Kriechverschiebungen sollte in jedem Spannzyklus die Höchstkraft über eine Mindestbeobachtungszeit konstant gehalten werden:

- bei Höchstkräften $< P_p$ mindestens 15 min;
- bei der Höchstkraft P_p 60 min in nichtbindigen und 180 min in bindigen Böden.

Diese Zeiten sollten verlängert werden, bis die Kriechmaße bei der Prüfkraft annähernd konstant bleiben.

Seite 42
EN 1537:1999 + AC:2000

E.2.2 Eignungsprüfung – Ankerkraftaufbringung

Die Prüfkraft für die Bauwerksanker sollte betragen:

$$P_p \geq 1,25 P_0 \text{ oder } P_p \geq R_d$$

wobei jeweils die größere Prüfkraft maßgebend ist.

Das Stahlzugglied sollte nicht über $0,95 P_{t0,1k}$ beansprucht werden.

Die Spannzzyklen und die Mindestbeobachtungszeiten sind in Tabelle E.1 angegeben. Zur Messung der Kriechverschiebungen gilt E.2.1, letzter Absatz.

Der Anker kann mit mindestens 5 Spannzzyklen auf die maximale Prüfkraft gespannt werden; dabei entfällt der erste Spannzzyklus nach Tabelle E.1.

Liegen Untersuchungsprüfungen vor, sollte bei der Prüfkraft das maximale Kriechmaß k_s 1 mm nicht übersteigen. Wurde der Bruch (definiert als $k_s = 2$ mm) nicht durch Untersuchungsprüfungen nachgewiesen, sollte bei der Prüfkraft k_s den Wert 0,8 mm nicht übersteigen.

E.2.3 Abnahmeprüfung – Ankerkraftaufbringung

Die Prüfkraft (P_p) sollte in mindestens drei Stufen mit gleich großer Kraftzunahme erreicht werden. Der Anker sollte danach auf die Vorbelastung P_a entspannt und dann auf die Festlegekraft (P_0) gespannt und festgelegt werden. Die Prüfkraft sollte mindestens $1,25 P_0$, jedoch höchstens $0,9 P_{t0,1k}$ betragen.

ANMERKUNG Das Kraft-Verschiebungsdiagramm kann über den Baugrund und über das Verhalten des Ankersystems im Baugrund zusätzliche Informationen liefern.

Bei der Prüflast sollte die Beobachtungszeit nicht weniger als 5 min betragen.

Der folgende Grenzwert sollte eingehalten werden:

Das Kriechmaß k_s sollte bei der Prüfkraft 0,8 mm nicht übersteigen.

Größere Werte von k_s (bis zu 1 mm bei der Prüfkraft) sind empfohlen, wenn sie bei vorherigen Untersuchungsprüfungen als ausreichend erkannt wurden.

E.2.4 Messung des Kriechverhaltens

Nach bestimmten Zeitintervallen sollte die Zunahme der Verschiebung am Ankerkopf für die in Tabelle E.1 angegebenen Kraftstufen gemessen werden. Das Kriechmaß k_s sollte aus der konstanten Zunahme der Kriechverschiebung über mindestens zwei Beobachtungszeitintervalle bestimmt werden.

k_s ergibt sich aus:

$$k_s = (s_2 - s_1) / \log(t_2 / t_1)$$

Dabei ist:

s_1 die Verschiebung am Ankerkopf zur Zeit t_1 ;

s_2 die Verschiebung am Ankerkopf zur Zeit t_2 ;

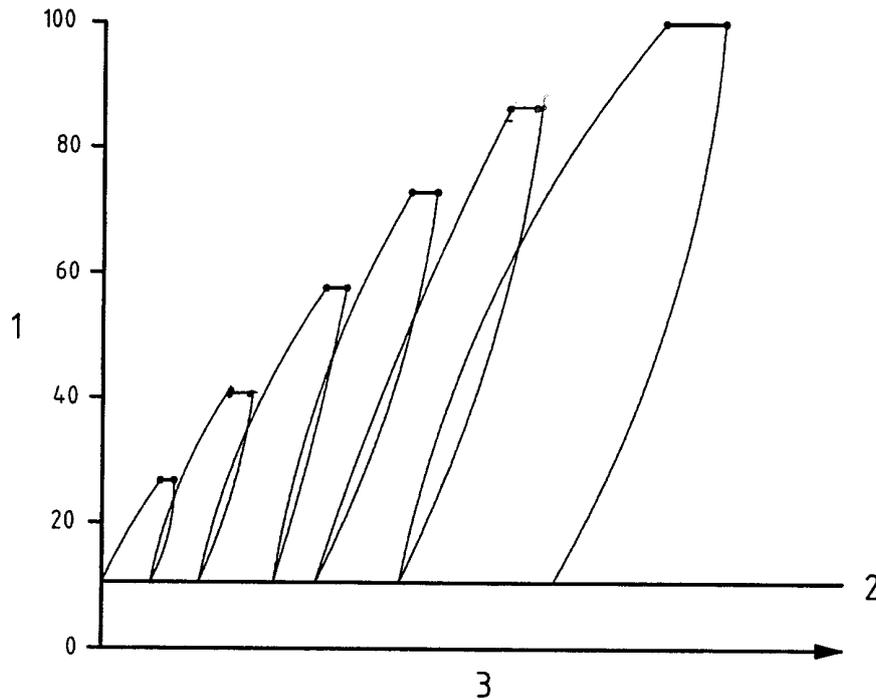
t die Zeit bei konstanter Ankerkraft.

Das Grenzkriechmaß ist das maximal zulässige Kriechmaß für eine bestimmte Kraftstufe (siehe E.2.2 und E.2.3).

Die Messungen der Verschiebung am Ankerkopf sollten bei konstanter Ankerkraft für jeden Spannzzyklus zu den nachfolgend angegebenen Ablesezeitpunkten (in Minuten) erfolgen (siehe auch Tabelle E.1):

1 → 2 → 3 → 5 → 10 → 15 → 20 → 30 → 45 → 60

Wenn die Beobachtungszeiten weniger als 60 min betragen, kann die zeitliche Abfolge gemäß der Tabelle E.1 verringert werden.

**Legende**

- 1 Ankerkraft in % P_p
- 2 Vorbelastung P_a
- 3 Verschiebung

Bild E.1 – Ankerkraftaufbringung bei Prüfverfahren 1**E.3 Prüfverfahren 2****E.3.1 Untersuchungsprüfung – Ankerkraftaufbringung**

Der Anker sollte entweder bis zum Bruch (R_a) oder bis zur Prüfkraft (P_p) gespannt werden. Diese ist auf $0,80 P_{tk}$ oder $0,95 P_{t0,1k}$ zu begrenzen, wobei der kleinere Wert maßgebend ist.

Der Anker sollte mit mindestens sechs Spannzyklen bis auf die maximale Prüfkraft gespannt werden, siehe Bild E.2.

Die Spannzyklen und die Beobachtungszeiten sind in den Tabellen E.1 und E.2 angegeben.

Wenn der gesamte Kraftabfall bei der vorgeschlagenen Festlegekraft nach sieben Beobachtungsperioden (drei Tagen) nicht den zulässigen Wert übersteigt und die einzelnen Spannkraftabfälle je Beobachtungsperiode nicht zunehmen, kann die Prüfung beendet werden und die zyklische Belastung bis zur Prüfkraft P_p oder bis zum Bruch fortgesetzt werden. Wenn jedoch der Spannkraftabfall unzulässig groß wird und/oder die Spannkraftabfälle der einzelnen Beobachtungsperioden zunehmen, kann die Beobachtungszeit auf acht Perioden (zehn Tage) oder länger bis zum Eintritt der Kriechstabilität ausgedehnt werden. Wenn keine Kriechstabilität erreicht werden kann, ist die Spannkraft für den Gebrauchszustand zu hoch, aber der Versuch sollte fortgesetzt werden, um die Bruchkraft angeben zu können.

E.3.2 Eignungsprüfung – Ankerkraftaufbringung

Die Prüfkraft für die Bauwerksanker sollte betragen:

$$P_p \geq 1,25 P_0 \text{ oder } P_p \geq R_d$$

wobei jeweils die größere Prüfkraft maßgebend ist.

Das Stahlzugglied sollte nicht über $0,95 P_{t0,1k}$ beansprucht werden.

Der Anker darf in zwei Spannzyklen von etwa 10-25-50-75-100-75-50-10 % P_p bis zur maximalen Prüfkraft und anschließend bis zur Festlegekraft P_0 beansprucht werden.

Seite 44
EN 1537:1999 + AC:2000

Die Beobachtungszeiten sind in Tabelle E.2 angegeben.

Der Kraftabfall (k_1) bei der Festlegekraft P_0 sollte über sieben Beobachtungsperioden (drei Tage) die in Tabelle E.2 angegebenen Grenzwerte nicht übersteigen.

E.3.3 Abnahmeprüfung – Ankerkraftaufbringung

Die Prüfkraft (P_p) sollte in mindestens drei Kraftstufen mit gleich großer Kraftzunahme erreicht werden. Der Anker sollte danach auf die Vorbelastung P_a entspannt und dann auf die Festlegekraft (P_0) gespannt und festgelegt werden. Die Prüfkraft sollte mindestens $1,25 P_0$, jedoch höchstens $0,9 P_{10,1k}$ betragen.

ANMERKUNG Das Kraft-Verschiebungsdiagramm kann über den Baugrund und über das Verhalten des Ankersystems im Baugrund zusätzliche Informationen liefern.

Die Spannkraften bei der Festlegekraft sollten über drei Zeitperioden (50 min) beobachtet werden, und der Spannkraftabfall insgesamt sollte nicht die in Tabelle E.2 angegebenen Werte übersteigen. Sollte der Spannkraftabfall größer als die Grenzwerte werden, sollte die Beobachtungszeit verlängert werden, bis das Kriechen abklingt und ein zulässiger Spannkraftabfall gemessen wird.

Wenn die Genauigkeit der Ankermessung bei Kraftabfallprüfungen nicht mit den Anforderungen von 9.2 übereinstimmt, aber im Falle von Abhebeversuchen diesen entspricht, können die Messungen anerkannt werden, wenn beim Abheben während sechs Beobachtungszeitperioden (ein Tag) der Spannkraftverlust k_1 insgesamt kleiner als 6 % bleibt.

Bei der Festlegekraft sollte folgender Grenzwert gelten:

- a) der Spannkraftabfall k_1 sollte innerhalb von 50 min 3 % P_0 nicht übersteigen;
oder
- b) der Spannkraftabfall k_1 sollte innerhalb von 24 h 6 % P_0 nicht übersteigen.

E.3.4 Messung des Spannkraftabfalles

Bei der Festlegekraft sollte die Verschiebung am Ankerkopf relativ zum Bauwerk konstant gehalten und die Spannkraft aufgezeichnet werden. Der Ankerkopf sollte gegen eine Kraftmesseinrichtung oder gegen eine Druckpresse abgestützt werden. Der Kraftabfall sollte am Ende jeder Beobachtungsperiode bis zu zehn Tage lang gemessen werden, um den Prozentsatz des Kraftabfalles k_1 zu ermitteln.

Der zulässige Grenzkraftabfall ist der maximale Spannkraftabfall, der insgesamt bei der aufgebrauchten Spannkraft nach einer bestimmten Anzahl von Beobachtungsperioden empfohlen ist.

Die Messung des Spannkraftabfalls nach E.3.4 sollte zu den in Tabelle E.2 angegebenen Zeiten erfolgen. Die Mindestdauer der Beobachtung ist wie folgt:

- Untersuchungsprüfung – sieben Beobachtungsperioden (drei Tage);
- Eignungsprüfung – sieben Beobachtungsperioden (drei Tage);
- Abnahmeprüfung – drei Beobachtungsperioden (50 min).

Der Spannkraftabfall ist repräsentativ für den tatsächlichen Spannkraftabfall, der über den Ankerkopf auf das Bauwerk übertragen wird. Sofern dieser zur Auswertung der tatsächlichen Kriechverschiebungen des Verpresskörpers eingesetzt wird, ist dem Einfluss der freien Stahllänge Rechnung zu tragen, d. h. je länger die freie Stahllänge, desto kleiner der Spannkraftabfall infolge der gleichen absoluten Kriechverschiebung des Verpresskörpers.

E.4 Prüfverfahren 3

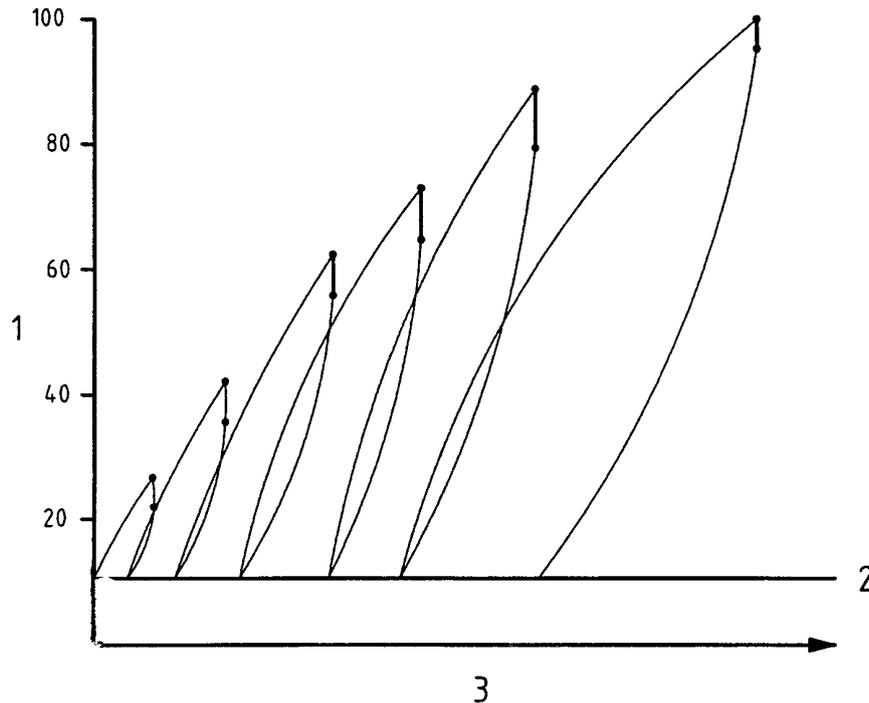
E.4.1 Untersuchungsprüfung – Ankerkraftaufbringung

Der Anker sollte entweder bis zum Bruch (R_a) oder bis zur Prüfkraft (P_p) gespannt werden. Diese sollte auf $0,80 P_{tk}$ oder $0,95 P_{10,1k}$ begrenzt werden, wobei der kleinere Wert maßgebend ist.

Der Anker sollte mit mindestens sechs Kraftstufen bis auf die maximale Prüfkraft gespannt werden, siehe Bild E.3 a.

Die Kraftstufen und die Mindestbeobachtungszeiten sind in Tabelle E.3 angegeben.

Die Mindestbeobachtungszeiten können auf 30 min verringert werden, wenn kein auffallendes Kriechen eintritt.

**Legende**

- 1 Ankerkraft in % P_p
- 2 Vorbelastung P_a
- 3 Verschiebung

Bild E.2 – Ankerkraftaufbringung bei Prüfverfahren 2**E.4.2 Eignungsprüfung – Ankerkraftaufbringung**

Die Prüfkraft für die Bauwerksanker sollte betragen:

$$P_p \geq 1,25 P_0 \text{ oder } P_p \geq R_d$$

wobei jeweils die größere Prüfkraft maßgebend ist.

Das Stahlzugglied sollte nicht über $0,90 P_{t0,1k}$ beansprucht werden.

Der Anker darf auf die maximale Prüfkraft mit mindestens fünf Kraftstufen gespannt werden; dabei entfällt die erste Kraftstufe nach Bild E.3 b.

Die Kraftstufen und die Mindestbeobachtungszeiten sind in Tabelle E.4 angegeben.

Bei der Prüfkraft der Eignungsprüfungen sollte das maximale Kriechmaß α den Wert von $0,8 \text{ mm/log. einer Zeitdekade}$ nicht überschreiten, wenn keine Untersuchungsprüfungen durchgeführt wurden (Siehe Bild E.4.) Liegen Untersuchungsprüfungen vor, sollte bei der Eignungsprüfung bei der Prüfkraft das maximale Kriechmaß α folgende Werte nicht überschreiten:

- $1,2 \text{ mm/log. einer Zeitdekade}$ für Kurzzeitanker;
- $1,0 \text{ mm/log. einer Zeitdekade}$ für Daueranker.

Die Prüfkraft bei der Eignungsprüfung der Bauwerksanker sollte auf keinen Fall größer als P_c sein.

E.4.3 Abnahmeprüfung – Ankerkraftaufbringung

Der Anker sollte von der Vorbelastung P_a aus in mindestens vier Kraftstufen auf die Prüfkraft P_p von $1,25 P_0$ oder R_d gespannt werden. Anschließend ist die Prüfkraft mindestens 15 min konstant zu halten.

Nachdem die Prüfkraft über den gewünschten Zeitraum gehalten wurde, kann der Ankerhersteller eine unvollständige oder vollständige Spansschleife einlegen, siehe Bild E.3 c.

ANMERKUNG Das Kraft-Verschiebungsdiagramm kann über den Baugrund und über das Verhalten des Ankersystems im Baugrund zusätzliche Informationen liefern.

Seite 46
EN 1537:1999 + AC:2000

Wird Prüfverfahren 3 in Übereinstimmung mit 9.4 angewendet, darf die rechnerische freie Stahllänge aus der Spannkurve von der Vorbelastung bis zur Prüfkraft nach dem in Bild E.3 (c) dargestellten Verfahren errechnet werden. Wenn signifikante Reibung in der freien Stahllänge vorhanden ist, darf ein teilweiser Spannzyklus eingelegt werden. Die rechnerische freie Stahllänge wird dann aus der Reibungsnulllinie ermittelt und daraus ΔP und Δs bestimmt.

Die Kriechverschiebung bei der Prüfkraft sollte zwischen der 3. und 15. Minute gemessen werden. Das dabei ermittelte Kriechmaß α sollte geringer sein als:

- 1,2 mm bei Kurzzeit- oder Dauerankern ohne Vorliegen von Untersuchungsprüfungen;
- 1,5 mm für Daueranker bei Vorliegen von Untersuchungsprüfungen;
- 1,8 mm für Kurzzeitanker bei Vorliegen von Untersuchungsprüfungen.

E.4.4 Messung des Kriechverhaltens und der charakteristischen Kraft

Kriechverhalten und charakteristische Kräfte sollten wie folgt ermittelt und ausgewertet werden:

- Die Zunahme der Verschiebung am Ankerkopf relativ zu einem unverschieblichen Punkt sollte bei jeder Spannkraftstufe zu verschiedenen Zeiten gemessen werden;
- Das Kriechmaß α sollte für jede Spannkraftstufe nach Bild E.4 bestimmt werden. Das Kriechmaß α ergibt sich aus der Steigung am Ende der log-Zeit-Verschiebungskurve für jede Kraftstufe;
- Der Herauszieh Widerstand des Ankers R_a ist gleich der Kraft, die der vertikalen Asymptote des Kriechmaß-Ankerkraft-Diagramms entspricht. Falls die Asymptote nicht bestimmt werden kann, wird R_a jener Kraft gleichgesetzt, die sich bei einem Kriechmaß von 5 mm ergibt, siehe Bild E.5;
- Die kritische Kriechlast P_c sollte nach Bild E.5 bestimmt werden. Sie ist die Kraft, die sich am Ende des ersten geradlinigen Astes der Kurve Kriechmaß α zur Ankerkraft ergibt. Wenn es schwierig ist, P_c mit ausreichender Genauigkeit zu bestimmen, wird eine kritische Kriechlast P_c' definiert, die sich aus Bild E.5 ergibt. Dann gilt:

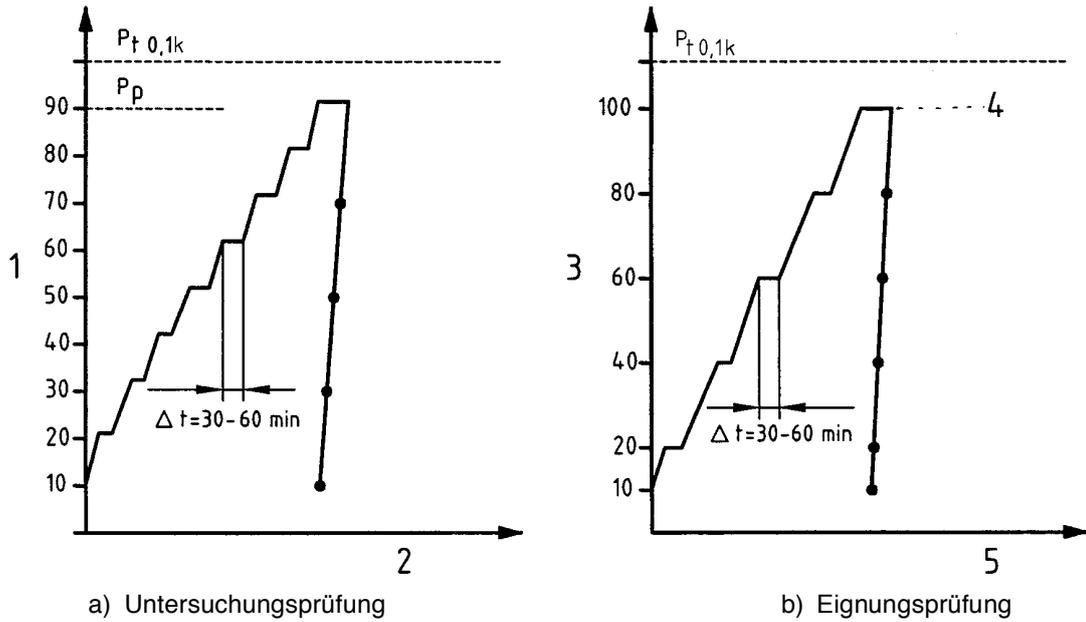
$$P_c = 0,9 P_c'$$

Die Messung der Kriechverschiebung sollte nach jeder Änderung der Prüfkraft zu den unten angegebenen Zeiten erfolgen. Die Beobachtungszeiten für jede Kraftstufe sind:

- Untersuchungsprüfung – 30 oder 60 min;
- Eignungsprüfung – 30 oder 60 min;
- Abnahmeprüfung – mindestens 15 min bei der Prüfkraft.

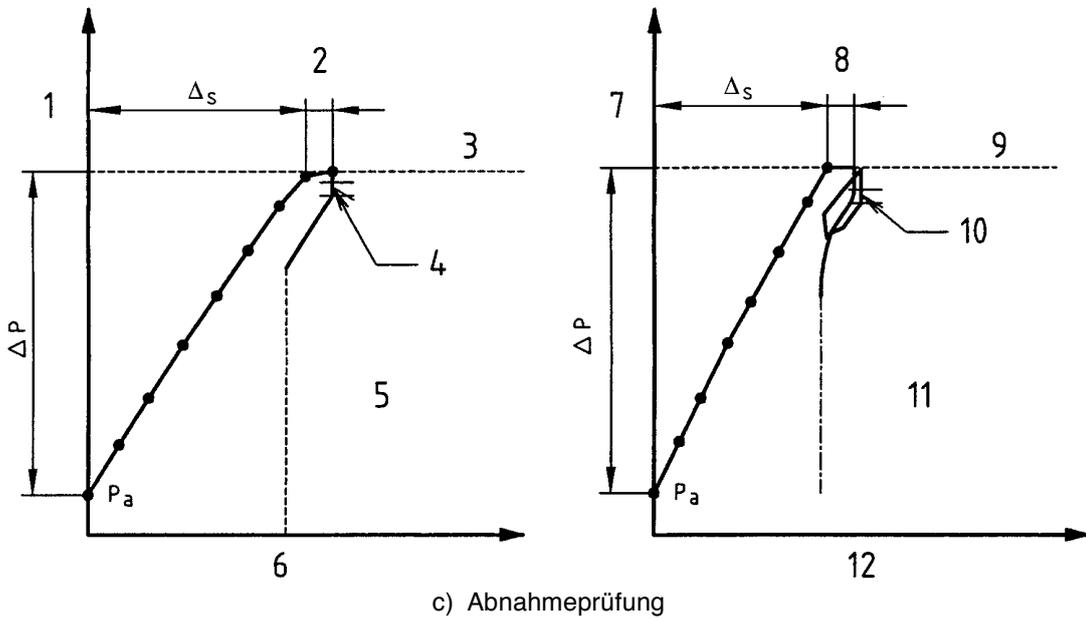
Die aufeinanderfolgenden Beobachtungszeiten (in Minuten) bei jeder Kraftstufe sind wie folgt:

1 → 2 → 3 → 4 → 5 → 7 → 10 → 15 → 20 → 30 → 45 → 60



Legende

- 1 Ankerkraft in % von P_{t0,1k}
- 2 Verschiebung
- 3 Ankerkraft in % von P_p
- 4 Prüfkraft
- 5 Verschiebung

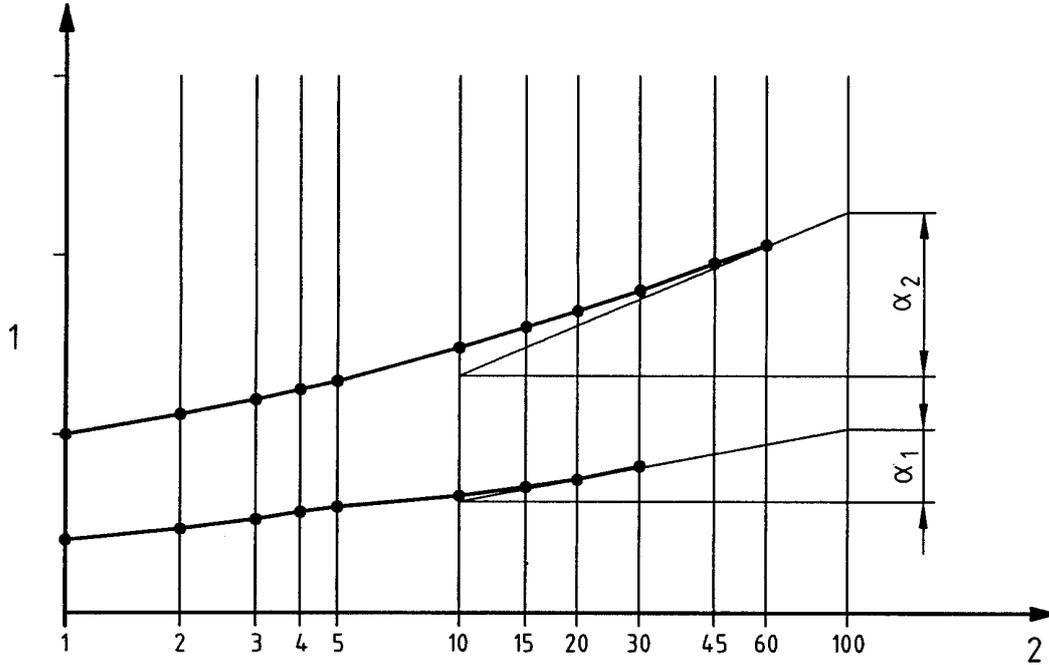


Legende

- 1 Ankerkraft
- 2 Kriechen
- 3 Prüfkraft
- 4 Reibung *f* als Anteil von P_p
- 5 ohne Spannschleife
- 6 Verschiebung
- 7 Ankerkraft
- 8 Kriechen
- 9 Prüfkraft
- 10 Reibung *f* als Anteil von P_p in %
- 11 mit verkürzter Spannschleife
- 12 Verschiebung

$$L_{app} = A_t \times E_t \times \Delta s / \Delta P (1 - f)$$

Bild E.3 – Ankerkraftaufbringung bei Prüfverfahren 3

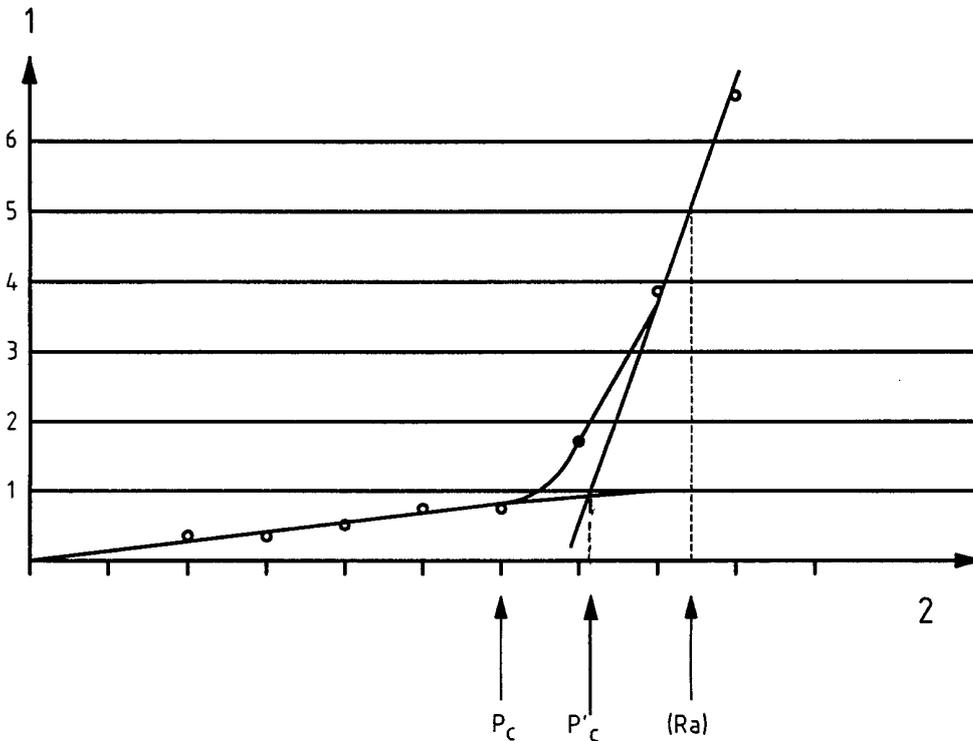


Legende

1 Kriechverschiebung in Millimeter

2 Zeit in Minuten

Bild E.4 – Zeit-Kriechverschiebungs-Diagramm mit Kriechmaßen α_n für Prüfverfahren 3



Legende

1 Kriechmaß α in mm/log Zeitdekade

2 Aufgebrachte Kraft

Bild E.5 – Kriechmaß – Ankerkraft-Diagramm für Prüfverfahren 3

E.5 Allgemeine Tabellen für Ankerkraftaufbringung – Prüfverfahren 1, 2 und 3**Tabelle E.1 – Spannzyklen und Mindestbeobachtungszeiten für Untersuchungs- und Eignungsprüfungen von Ankern, Prüfverfahren 1 und 2**

Kraftstufen % P_p						Mindestbeobachtungszeiten in Minuten
Zyklus 1	Zyklus 2	Zyklus 3	Zyklus 4	Zyklus 5	Zyklus 6	
10	10	10	10	10	10	1
	25	40	55	70	85	1
25	40	55	70	85	100	15 (60 oder 180 ^a)
	25	40	55	70	85	1
10	10	10	10	10	10	1

^a Beim Prüfverfahren 2 ist die Beobachtungszeit zu verlängern, wenn die maximale Kraft der Festlegekraft P_0 entspricht – siehe Tabelle E.2.

Tabelle E.2 – Beobachtungszeiten und -perioden sowie Abnahmekriterien für den Spannkraftabfall bei Festlegekraft P_0 , Prüfverfahren 2

Beobachtungszeiten in Minuten	Beobachtungs- periode: Nummer	Gesamter zulässiger Spannkraftabfall k_i (% der aufgebrauchten Kraft)
5	1	1
15	2	2
50	3	3
150	4	4
500	5	5
1 500 (etwa 1 Tag)	6	6
5 000 (etwa 3 Tage)	7	7
15 000 (etwa 10 Tage)	8	8

Tabelle E.3 – Kraftstufen und Mindestbeobachtungszeiten für Untersuchungsprüfungen an Ankern, Prüfverfahren 3

Kraftstufen % $P_{t0,1k}$ ^{a b c}									
Vor- belastung	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 5	Stufe 6	Stufe 7	Stufe 8	Stufe Nummer
10	20	30	40	50	60	70	80	90	% $P_{t0,1k}$
0	60 (30)	Beobachtungszeit in Minuten							

^a Vorbelastung $P_a = 0,1 P_{t0,1k}$
^b $P_{max} \leq 0,9 P_{t0,1k}$
^c Beispiel für 8 Stufen

Tabelle E.4 – Kraftstufen und Mindestbeobachtungszeiten für Eignungsprüfungen an Ankern, Prüfverfahren 3

Kraftstufen % P_p für Bauwerksanker ^{a b}							
Vor- belastung	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 5	Stufe 6	Stufe Nummer
10	25	40	55	70	85	100	% P_p
0	60 (30)	60 (30)	60 (30)	60 (30)	60 (30)	60 (30)	Beobachtungszeit in Minuten

^a Vorbelastung = $P_a = 0,1 P_p$
^b Beispiel für 6 Stufen

Anhang F
(informativ)**Beispiele für Protokollblätter**

		AUSFÜHRUNGSPROTOKOLL FÜR ANKER			Dok.	
01) Vertrag						
02) Ort						
03) Ankertyp						
04) Anker-Nr.						
Bohren	101) Ansatzpunkt X/Y	m				
	102) Ansatzhöhe Z	m				
	103) Richtung N/E	°				
	104) Neigung zur Horizontalen	°				
	105) Bohrverfahren					
	106) Bohrdurchmesser	mm				
	107) Gesamtlänge	m				
	108) Verrohrung von/bis	m				
	109) Spülmedium					
	110) Grundwasserspiegelhöhe	m				
	111) Baugrundeigenschaften					
	112) Vorverpressung					
	113) Bohrlochprüfung					
	114)					
	115) Bohrdatum					
Zugglied	201) Zuggliedart					
	202) Anzahl/Durchmesser	/mm				
	203) Querschnitt des Zuggliedes A_t	mm ²				
	204) Zugfestigkeit des Stahles f_{tk}	N/mm ²				
	205) E-Modul E_t	N/mm ²				
	206) Verankerungslänge L_{fixed}	m				
	207) Freie Länge L_{free}	m				
	208) Überstand	m				
	209) Gesamtlänge L	m				
	210) Schutz L_{fixed}					
	211) Schutz L_{free}					
	212) Abstandhalter L_{fixed}					
	213) Abstandhalter L_{free}					
	214) Verpressrohre					
	215)					
	216)					
Verpressen	301) Zementart					
	302) Zusatzmittel					
	303) W/Z-Faktor					
	304) Zementverbrauch	kg				
	305) Verpressdruck	MPa				
	Bemerkungen :					
Bohrmeister:						

DIN EN 1537 Berichtigung 1

ICS 93.020

Es wird empfohlen, auf der betroffenen Norm
einen Hinweis auf diese Berichtigung zu
machen.

**Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) –
Verpressanker –
Deutsche Fassung EN 1537:1999 + AC: 2000,
Berichtigung zu DIN EN 1537:2001-01**

Execution of special geotechnical works –
Ground anchors;
German version EN 1537:1999 + AC: 2000,
Corrigendum to DIN EN 1537:2001-01

Exécution des travaux géotechniques spéciaux –
Tirant ancrage; version allemande EN 1537:1999 + AC 2000,
Corrigendum à DIN EN 1537:2001-01

Gesamtumfang 4 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

DIN EN 1537 Ber 1:2011-12

In **DIN EN 1537:2001-01** sind folgende Korrekturen vorzunehmen, die nur die deutsche Sprachfassung betreffen.

1 Änderung in Abschnitt 1

Im 5. Absatz ist

„Sofern Ankersysteme von den im Text festgelegten Grundlagen abweichen, besteht die Möglichkeit, diese nach schriftlicher Genehmigung durch den Technischen Bauherrenvertreter anzuwenden.“

zu ersetzen durch:

„Sofern Ankersysteme dieser Norm nicht entsprechen, ermöglichen Zulassungen des Technischen Bauherrenvertreters die Verwendung solcher Systeme.“

2 Änderungen in 6.1

Der 3. Absatz

„Die dokumentierte Systemprüfung ist vom Technischen Bauherrenvertreter nach den in dieser Norm festgelegten Grundsätzen zu genehmigen.“

ist zu ersetzen durch:

„Entsprechend den in dieser Norm festgelegten Grundsätzen bedarf die dokumentierte Systemprüfung der Zulassung durch den Technischen Bauherrenvertreter.“

Der 5. Absatz

„Anker, bei denen neu entwickelte Baustoffe oder Einbauverfahren verwendet werden, sind zulässig, vorausgesetzt, dass das Verhalten des Ankers und die Dauerhaftigkeit der verwendeten Baustoffe in Systemprüfungen nachgewiesen und vom Technischen Bauherrenvertreter genehmigt wurden, um sicherzustellen, dass die Gebrauchstauglichkeit des Ankersystems während der geplanten Lebensdauer des verankerten Bauwerks aufrecht erhalten wird.“

ist zu ersetzen durch:

„Anker, die neu entwickelte Baustoffe oder Einbauverfahren umfassen, werden in Abhängigkeit von in Systemprüfungen nachgewiesenen Eigenschaften des Ankers und der Dauerhaftigkeit der Materialien durch den Technischen Bauherrenvertreter zugelassen, um sicherzustellen, dass die Gebrauchstauglichkeit des Ankersystems während der geplanten Lebensdauer des verankerten Bauwerks erhalten bleibt.“

3 Änderung in 6.5

Der 4. Absatz

„Spannstähle mit glatter Oberfläche mit oder ohne besondere nachgewiesene Verankerungsvorrichtungen dürfen nur bei Kurzzeitankern nach Genehmigung durch den Technischen Bauherrenvertreter verwendet werden.“

ist zu ersetzen durch:

„Spannstähle mit glatter Oberfläche mit oder ohne besonders nachgewiesenen Verankerungsvorrichtungen dürfen bei Kurzzeitankern nur verwendet werden, wenn sie vom Technischen Bauherrenvertreter zugelassen worden sind.“

4 Änderung in 6.7

Im 5. Absatz ist

„Die Verwendung von Zusatzmitteln bei Spannstählen ist vom Technischen Bauherrenvertreter zu genehmigen.“

zu ersetzen durch:

„Die Verwendung von Zusatzmitteln bei Spannstählen muss vom Technischen Bauherrenvertreter zugelassen worden sein.“

5 Änderung in 6.9.2

Der 2. Absatz

„Besteht die Möglichkeit, dass die Einsatzdauer eines Kurzzeitankers zeitlich begrenzt verlängert wird, oder wird der Verpressanker in aggressiven Baugrund eingebaut, sind Korrosionsschutzmaßnahmen, die durch den Technischen Bauherrenvertreter zu genehmigen sind, für alle Teile des Ankers zu ergreifen.“

ist zu ersetzen durch:

„Besteht die Möglichkeit, dass die Einsatzdauer eines Kurzzeitankers zeitlich begrenzt verlängert wird, oder wird der Verpressanker in aggressiven Baugrund eingebaut, sind Korrosionsschutzmaßnahmen für alle Teile des Ankers vorzusehen, die vom Technischen Bauherrenvertreter zugelassen worden sind.“

6 Änderung in 6.10.9

Im 1. Absatz ist

„Ein derartiger Schutz darf durch dichten Zementmörtel oder Beton, Feuerverzinkung oder eine mehrlagige Beschichtung mit Beschichtungsmaterialien, die vom Technischen Bauherrenvertreter genehmigt wurden, sichergestellt werden.“

zu ersetzen durch:

„Ein derartiger Schutz darf durch dichten Zementmörtel oder Beton, durch Feuerverzinkung oder durch mehrlagiges Aufbringen von Beschichtungsmaterialien erbracht werden, wenn er vom Technischen Bauherrenvertreter zugelassen worden ist.“

7 Änderung in 6.11.3

Der 8. Absatz

„Bewehrte Kunststoff-Schutzkappen mit einer Mindestwandstärke von 5 mm dürfen verwendet werden, wenn sie vom Technischen Bauherrenvertreter zugelassen sind.“

ist zu ersetzen durch:

„Bewehrte Kunststoff-Schutzkappen mit einer Mindestwandstärke von 5 mm dürfen verwendet werden, wenn sie vom Technischen Bauherrenvertreter zugelassen worden sind.“

DIN EN 1537 Ber 1:2011-12

8 Änderung in 6.12

Der 2. Absatz

„Die Art der Systemprüfung für jedes Ankersystem ist nach den hier aufgeführten Grundsätzen vom Technischen Bauherrenvertreter zu genehmigen, der die dokumentierten Ergebnisse der Prüfungen am Korrosionsschutzsystem auswerten muss, um nachzuweisen, dass jede Schutzhülle des Systems den vorgesehenen Schutz erbringt.“

ist zu ersetzen durch:

„Entsprechend den in dieser Norm festgelegten Grundsätzen bedarf die für jedes Ankersystem durchzuführende Art der Systemprüfung der Freigabe durch den Technischen Bauherrenvertreter, der die dokumentierten Ergebnisse der Untersuchungen am Korrosionsschutzsystem bewerten muss, um bestätigen zu können, dass die erforderliche Wirkung jeder Schutzhülle im System erreicht wurde.“

9 Änderung in 8.1.2

Der 1. Absatz

„Das Bohrverfahren ist unter Berücksichtigung der Baugrundverhältnisse so zu wählen, dass entweder nur minimale Änderungen im Baugrund verursacht werden oder die Änderungen die Ankertragkraft erhöhen und dass der Bemessungswert des Ankerwiderstandes (R_d) erreicht werden kann.“

ist zu ersetzen durch:

„Das Bohrverfahren ist unter Berücksichtigung der Baugrundverhältnisse so zu wählen, dass nur minimale Änderungen im Baugrund verursacht werden.“

10 Änderung in 9.9

Der letzte Absatz

„Liegt die rechnerische freie Stahllänge außerhalb der Grenzlinien, kann der Anker wiederholten Belastungszyklen bis zur Prüfkraft P_p unterzogen werden. Zeigt der Anker im Kraft-Verschiebungsdiagramm weiterhin gleichartiges Verhalten, darf der Anker vom Technischen Bauherrenvertreter abgenommen werden.“

ist zu ersetzen durch:

„Liegt die rechnerische freie Stahllänge außerhalb der Grenzlinien, kann der Anker wiederholten Belastungszyklen bis zur Prüfkraft P_p unterzogen werden. Zeigt der Anker im Kraft-Verschiebungsdiagramm weiterhin gleichartiges Verhalten, darf der Anker in Abstimmung mit dem Entwurfsverfasser verwendet werden.“

DIN 4123**DIN**

ICS 91.120.99

Ersatz für
DIN 4123:2000-09**Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen im Bereich bestehender Gebäude**

Excavations, foundations and underpinnings in the area of existing buildings

Excavations, fondations et soutènements dans l'environnement des bâtiments existants

Gesamtumfang 20 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

DIN 4123:2011-05

Inhalt

Seite

Vorwort.....	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen.....	5
3 Begriffe.....	6
4 Bautechnische Unterlagen	6
5 Bauleitung.....	7
6 Planungs- und Bauvorbereitung	7
6.1 Untersuchungen vor Beginn der Arbeiten	7
6.2 Geotechnische Kategorien.....	7
6.3 Erkundung des Baugrunds	7
6.4 Erkundung des bestehenden Gebäudes.....	8
6.5 Erkundung der auf den Baugrund einwirkenden Kräfte	8
6.6 Sicherungsmaßnahmen am bestehenden Gebäude	8
7 Ausschachtungen.....	9
7.1 Voraussetzungen	9
7.2 Bodenaushubgrenzen.....	10
7.3 Aushubabschnitte im Bereich des Erdblocks	10
7.4 Schutz der Baugrube vor Witterungseinflüssen	11
7.5 Beobachtung des bestehenden Gebäudes.....	11
8 Gründungen.....	11
8.1 Voraussetzungen	11
8.2 Gründungstiefe	12
8.3 Herstellen der Stichgräben und Schächte	12
8.4 Herstellen der Fundamente des neuen Gebäudes.....	12
8.5 Beobachtung des bestehenden Gebäudes.....	13
9 Unterfangungen	13
9.1 Voraussetzungen	13
9.2 Gründungstiefe	13
9.3 Baustoffe und Bauprodukte.....	16
9.4 Wanddicke	16
9.5 Herstellen der Stichgräben und Schächte	16
9.6 Herstellen der Unterfangungswand	17
9.7 Kraftschluss zwischen Fundament und Unterfangung.....	17
9.8 Herstellen der Fundamente des neuen Gebäudes.....	18
9.9 Beobachtung des bestehenden Gebäudes.....	18
10 Nachweis der Standsicherheit	18
10.1 Nachweis der Standsicherheit des bestehenden Gebäudes.....	18
10.2 Nachweis der Standsicherheit in Bauzuständen	18
10.3 Nachweis der Standsicherheit der Unterfangungswand	19
10.4 Nachweis der Standsicherheit des neuen Gebäudes.....	19

Bilder

Bild 1 — Bodenaushubgrenzen.....	9
Bild 2 — Gründung mit Beispiel für die Abfolge der Bauabschnitte — senkrechter Schnitt.....	10
Bild 3 — Gründung mit Beispiel für die Abfolge der Bauabschnitte — waagerechter Schnitt.....	11
Bild 4 — Beispiel für eine Unterfangungswand mit Abtreppe — Ansicht des bestehenden Gebäudes	14
Bild 5 — Beispiel für eine Unterfangungswand mit Abtreppe — waagerechter Schnitt durch den Keller des bestehenden Gebäudes	14
Bild 6 — Unterfangung mit Beispiel für die Abfolge der Bauabschnitte — senkrechter Schnitt.....	15
Bild 7 — Unterfangung mit Beispiel für die Abfolge der Bauabschnitte — waagerechter Schnitt.....	15

Vorwort

Diese Norm wurde vom Arbeitsausschuss NA 005-05-14 AA „Unterfangungsarbeiten“ im Normenausschuss Bauwesen (NABau) des DIN Deutsches Institut für Normung e. V. erarbeitet.

Ausschachtungen und Gründungsarbeiten neben bestehenden Gebäuden sowie Unterfangungen von Gebäudeteilen erfordern eine gründliche und sorgfältige Planung, Vorbereitung und Ausführung. Deshalb dürfen nur solche Fachleute und Unternehmen diese Arbeiten planen und ausführen, die über die notwendige Sachkunde und Erfahrung auf diesem Gebiet verfügen und eine einwandfreie Ausführung sicherstellen.

Änderungen

Gegenüber DIN 4123:2000-09 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) es wurden Druckfehler berichtigt und redaktionelle Verbesserungen vorgenommen;
- b) die normativen Verweisungen wurden aktualisiert;
- c) es wurde eine Anpassung an das Teilsicherheitskonzept der DIN 1054:2010-12 vorgenommen;
- d) die einzelnen Baumaßnahmen wurden den Geotechnischen Kategorien nach DIN 1054:2010-12 zugeordnet;
- e) es wurde ein Erddruckansatz für den seitlichen Verbau unter Fundamenten angegeben;
- f) es wurde ein Abschnitt mit Angaben zum Nachweis der Standsicherheit des neuen Gebäudes eingefügt;
- g) die vorhandenen Bilder wurden überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN 4123: 1972-05, 2000-09

DIN 4123:2011-05**1 Anwendungsbereich**

Diese Norm gilt für Ausschachtungen und Gründungsarbeiten neben bestehenden Gebäuden sowie für die herkömmliche Unterfangung von Gebäudeteilen in schmalen Streifen mit Mauerwerk, Beton oder Stahlbeton. Sie gibt an, wie diese Arbeiten so durchgeführt werden können, dass Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit der bestehenden Gebäude erhalten bleiben, und welche Nachweise dafür erbracht werden müssen. Sie kann auf der Grundlage der bautechnischen Unterlagen nach Abschnitt 4 angewendet werden, wenn

- a) die vorhandenen Gebäude auf Streifenfundamenten oder auf Stahlbetonplatten gegründet sind,
- b) der charakteristische Wert der von den Streifenfundamenten bzw. den Stahlbetonplatten auf den Untergrund zu übertragenden vertikalen Fundamentlast bzw. Wandlast nicht mehr als 250 kN/m beträgt,
- c) bei auf Streifenfundamenten gegründeten Gebäuden der charakteristische Wert der Nutzlast, die unmittelbar über den Kellerfußboden auf den Untergrund einwirkt, nicht größer ist als 3,5 kN/m²,
- d) der Baugrund im Einflussbereich der geplanten Baugrube aus der bestehenden Gründung oder durch anderweitige Einflüsse, z. B. Verkehr oder Baubetrieb, überwiegend vertikale Lasten aufzunehmen hat (siehe 6.4),
- e) die zu unterfangende Wand aufgrund ihrer Beschaffenheit oder aufgrund von zusätzlichen Sicherungsmaßnahmen als Scheibe wirkt, die eine Überbrückung der Stichgräben sicherstellt (siehe 6.5 c),
- f) der Baugrund sowohl im Bereich der bestehenden Gründung als auch im Bereich der geplanten Gründung oder Unterfangung ausreichend standsicher und tragfähig ist, das Grundwasser ausreichend tief ansteht oder abgesenkt wird und keine sonstigen, über das übliche Maß hinausgehenden Beanspruchungen vorliegen (siehe 7.1, 8.1 und 9.1).

ANMERKUNG 1 Mit den in b) und c) angegebenen Lasten werden in der Regel Wohngebäude, Bürogebäude und vergleichbare Gebäude mit einem Kellergeschoss, fünf Vollgeschossen und einem gegebenenfalls ausgebauten Dach erfasst.

Diese Norm gilt sinngemäß auch für Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen im Bereich anderer baulicher Anlagen, soweit dafür keine eigenen technischen Regeln bestehen.

Soweit die genannten Voraussetzungen nicht zutreffen, sind die Anforderungen dieser Norm im Einzelfall durch zusätzliche konstruktive Maßnahmen und zusätzliche Standsicherheitsnachweise zu ergänzen, mit denen die nicht erfüllten Voraussetzungen ausgeglichen werden.

Werden Verfahren zur Sicherung von Baugruben- und Grabenwänden sowie Verfahren des Spezialtiefbaus wie Injektion, Vereisung, Kleinbohrpfahlgründung und Düsenstrahlverfahren bei Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen im Bereich bestehender Gebäude eingesetzt, dann sind die Anforderungen dieser Norm zu beachten, soweit sie anwendbar sind und nicht durch die technischen Regeln für das gewählte Verfahren auf andere Weise erfüllt werden.

ANMERKUNG 2 Für bauliche Anlagen im Geltungsbereich der Landesbauordnungen gilt Folgendes:

- Bei Injektionen, Kleinbohrpfählen, Düsenstrahlverfahren und Verpressankern sind die betreffenden Technischen Baubestimmungen und gegebenenfalls die allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen zu beachten.
- Für Vereisungen ist ein bauaufsichtlicher Verwendbarkeitsnachweis, z. B. eine Zustimmung im Einzelfall, erforderlich.

ANMERKUNG 3 Die Maßnahmen nach dieser Norm schließen auch bei sorgfältiger Planung und Ausführung geringfügige Verformungen der bestehenden Gebäudeteile je nach Zustand und Bauweise im Allgemeinen nicht aus. Als weitgehend unvermeidbar gelten ganz allgemein Setzungen der unterfangenen Gebäudeteile bis 5 mm sowie Risse, deren Breite vom Material und vom Zustand des Bauteils abhängt, z. B. Haarrisse bis 0,2 mm bei Stahlbetonbauteilen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

DIN V 105-100, *Mauerziegel — Teil 100: Mauerziegel mit besonderen Eigenschaften*

DIN V 106, *Kalksandsteine mit besonderen Eigenschaften*

DIN 1045-2, *Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton — Teil 2: Beton - Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität — Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1*

DIN 1045-3, *Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton — Teil 3: Bauausführung*

DIN 1053-100, *Mauerwerk — Teil 100: Berechnung auf der Grundlage des semiprobabilistischen Sicherheitskonzepts*

DIN 1054:2010-12, *Baugrund — Sicherheitsnachweise im Erd und Grundbau — Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1*

DIN 4020, *Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke*

DIN 4085, *Berechnung des Erddrucks*

DIN 4107, *Baugrund — Setzungsbeobachtungen an entstehenden und fertigen Bauwerken*

DIN 4124, *Baugruben und Gräben — Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten*

DIN 18122-1, *Baugrund, Untersuchung von Bodenproben — Zustandsgrenzen (Konsistenzgrenzen) — Teil 1: Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze*

DIN V 18153-100, *Mauersteine aus Beton (Normalbeton) — Teil 100: Mauersteine mit besonderen Eigenschaften*

DIN V 18580, *Mauermörtel mit besonderen Eigenschaften*

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

DIN EN 1537, *Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) — Verpressanker*

DIN EN 1992-1-1, *Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken — Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau*

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

DIN EN ISO 14688-1, *Geotechnische Erkundung und Untersuchung — Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden — Teil 1: Benennung und Beschreibung*

DIN 4123:2011-05

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Ausschachtung

Bodenaushub neben einem bestehenden Gebäude, wenn dieser Boden als Auflast die Standsicherheit des Gebäudes begünstigt, z. B. beim Nachweis von Grundbruch- oder Geländebruchsicherheit

3.2

Gründung

Herstellung neuer Fundamente neben bestehenden Streifenfundamenten oder Fundamentplatten, wenn dadurch vorübergehend die bisherige Standsicherheit des bestehenden Gebäudes verringert wird

3.3

Unterfangung

Umsetzen der Fundamentlast eines flach gegründeten Gebäudes von der bisherigen Gründungsebene auf ein neues Fundament in einer tieferen Gründungsebene

3.4

Endzustand der Unterfangung

Zustand nach Aushub der Baugrube für das neue Gebäude, gegebenenfalls einschließlich der Fundamente neben der Unterfangungswand

4 Bautechnische Unterlagen

Die bautechnischen Unterlagen müssen vollständige Angaben über die bestehenden und die geplanten Gebäude sowie über die Eigenschaften des Baugrunds und die Belastung des Baugrunds enthalten. Hierzu gehören:

- a) Konstruktionszeichnungen oder Aufmaße mit Grundriss- und Querschnittsdarstellungen des geplanten und des bestehenden Gebäudes, insbesondere der Fundamente, Kellerfußböden und Kellerdecken unter Angabe der Baustoffe bzw. Bauprodukte;
- b) Darstellung der Aushubgrenzen der Baugrube einschließlich der Baugrubensicherungen und der erforderlichen Unterfangungen;
- c) Darstellung der Bodenschichten unter Angabe des Bodenzustands, des Grundwasserspiegels einschließlich der voraussichtlichen Grundwasserspiegelschwankungen und gegebenenfalls des Schichtenwassers nach 6.2;
- d) Baubeschreibung unter Angabe der erforderlichen Sicherungsmaßnahmen und des Arbeitsplans, in dem der zeitliche Ablauf der einzelnen Arbeitsschritte festgelegt ist;
- e) bei Ausschachtungen und Gründungen der Nachweis der Standsicherheit des bestehenden Gebäudes nach 10.1;
- f) bei Unterfangungen der Standsicherheitsnachweis für den Endzustand nach 10.3 und gegebenenfalls für die Zwischenbauzustände der Unterfangung nach 10.2;
- g) Standsicherheitsnachweis für den vorgesehenen Verbau der Stichgräben nach 9.5 im Bereich der Fundamente, soweit er in 10.2 verlangt wird.

5 Bauleitung

Bei Ausschachtungen, Gründungs- und Unterfangungsarbeiten muss der Unternehmer oder der von ihm beauftragte Bauleiter oder ein fachkundiger Vertreter des Bauleiters während der Arbeiten auf der Baustelle anwesend sein. Er hat für die ordnungsgemäße Ausführung der Arbeiten nach den zur Ausführung freigegebenen bautechnischen Unterlagen zu sorgen, insbesondere für

- a) das Einhalten der planmäßigen Aushubgrenzen,
- b) die sachgerechte Reihenfolge der Arbeiten,
- c) den fachgerechten Verbau der Gräben,
- d) die fachgerechte Herstellung der Bauteile und der Gesamtkonstruktion in ihren planmäßigen Abmessungen.

Außerdem hat er

- laufend die Ergebnisse aus der Beobachtung des bestehenden Gebäudes zu bewerten und die daraus sich ergebenden Maßnahmen zu veranlassen sowie
- zum Ende eines jeden Arbeitstages die durchgeführten Arbeiten in nachvollziehbarer Form unter Beifügung von Fotos zu dokumentieren.

6 Planungs- und Bauvorbereitung

6.1 Untersuchungen vor Beginn der Arbeiten

Vor Beginn der Ausschachtungen sind die örtlichen Verhältnisse in jedem Einzelfall eingehend zu untersuchen, sofern nicht vorhandene Bauunterlagen und Erfahrungen ausreichenden Aufschluss geben. Durch Stichproben ist zu prüfen, ob die aus vorhandenen Bauunterlagen entnommenen Angaben mit der Wirklichkeit übereinstimmen.

6.2 Geotechnische Kategorien

In der Regel sind Ausschachtungen nach Abschnitt 7 der Geotechnischen Kategorie GK 1 nach DIN 1054, Gründungen nach Abschnitt 8 der Geotechnischen Kategorie GK 2, Unterfangungen nach Abschnitt 9 in Abhängigkeit vom Schwierigkeitsgrad der Geotechnischen Kategorie GK 2 oder der Geotechnischen Kategorie GK 3 zuzuordnen.

6.3 Erkundung des Baugrunds

Sofern keine entsprechenden Ergebnisse aus früheren Untersuchungen vorliegen, muss die örtliche Beschaffenheit des Baugrunds durch Felduntersuchungen nach DIN EN 1997-2 in Ergänzung mit DIN 4020 ausreichend erkundet werden.

Bei Felduntersuchungen durch Schürfe dürfen vor bestehenden Fundamenten nur schmale Schürfgruben bis an die bestehenden Bauteile heranreichen.

Es ist insbesondere zu untersuchen, ob wechselnde oder schräg verlaufende Bodenschichten, Bodenschichten mit ungenügender Tragfähigkeit oder Bodenschichten mit Neigung zur Gleitflächenbildung vorhanden sind. Werden Arbeitsräume ehemaliger Baugruben angetroffen, dann ist die Eignung und die Tragfähigkeit des eingebrachten Materials zu überprüfen, sofern es sich auf die Standsicherheit des neuen Bauwerks auswirken kann.

DIN 4123:2011-05**6.4 Erkundung des bestehenden Gebäudes**

Bei den örtlichen Untersuchungen ist der konstruktive Zustand des Gebäudes im Hinblick auf seine Standsicherheit sowie die Lastabtragung im Gebäude zu überprüfen. Insbesondere sind Art, Abmessungen, Gründungstiefe und Zustand der im Einflussbereich der Baugrube bestehenden Wände und Fundamente festzustellen. Die Lage von Versorgungs- und Abwasserleitungen sowie anderer baulicher Anlagen ist zu erkunden.

ANMERKUNG Es wird empfohlen, im Rahmen eines Beweissicherungsverfahrens vor Beginn der Bauarbeiten unter Mitwirkung aller Beteiligten den Zustand der bestehenden Gebäude festzustellen und Höhenmesspunkte, gegebenenfalls auch Verschiebungsmesspunkte einzumessen (siehe DIN 4107).

6.5 Erkundung der auf den Baugrund einwirkenden Kräfte

Im Einflussbereich der geplanten Baumaßnahme müssen Betrag und Richtung etwaiger in den Baugrund eingeleiteter Kräfte bekannt sein. Insbesondere ist festzustellen, ob waagerechte Kräfte, z. B. aus waagrecht beanspruchten Bauteilen, wie Gewölben oder Rahmen, oder aus Erddruck, der gegebenenfalls durch Auflasten erhöht ist, vom Verbau oder von Unterfangungen aufgenommen werden müssen. Außerdem muss festgestellt werden, welche zusätzlichen statischen Aufgaben der für den Aushub vorgesehene Erdkörper für andere bestehende Bauwerke erfüllt, z. B. für die Aufnahme von Ankern, Schrägpfählen oder sonstigen Verankerungskörpern.

6.6 Sicherungsmaßnahmen am bestehenden Gebäude

Bei nicht ausreichender Standsicherheit des bestehenden Gebäudes können vor Beginn der Bauarbeiten Sicherungsmaßnahmen am bestehenden Gebäude erforderlich werden, insbesondere

- a) Instandsetzung von Mauerwerk oder Beton, z. B. kraftschlüssiges Schließen von Rissen, welche die Standsicherheit beeinträchtigen;
- b) Rückverankerung gefährdeter Gebäudeteile gegen Gebäudeteile, die nicht im Einflussbereich der geplanten Baumaßnahme liegen;
- c) Versteifen von Wänden, deren Scheibenwirkung in Frage gestellt ist, z. B. durch Ausmauern von Öffnungen oder Anbringen von Zangen;
- d) Verbesserung oder Sicherung des Verbunds zwischen der zu unterfangenden Wand und deren Querwänden, Decken und gegebenenfalls der Kellersohle;
- e) Abstützen gefährdeter Gebäudeteile durch Aussteifungen gegen benachbarte Gebäude oder andere Widerlager, wobei die auftretenden waagerechten und senkrechten Kräfte nur in Höhe von Massivdecken bzw. in aussteifende Querwände oder in Fundamentbalken bzw. -platten eingeleitet werden dürfen;
- f) Aussteifen oder Verankern des bestehenden Gebäudes gegen bereits fertiggestellte Teile des neuen Gebäudes.

Sofern sich durch Lastumlagerungen ein Verlust der Stützwirkung oder eine unzulässige Zunahme der Steifenkräfte einstellen kann, sollten Spindeln oder hydraulische Pressen eingebaut werden, um die Steifen im Bedarfsfall zur Sicherung des dauerhaften Kraftschlusses nachspannen bzw. unter Inkaufnahme von Bewegungen entspannen zu können.

7 Ausschachtungen

7.1 Voraussetzungen

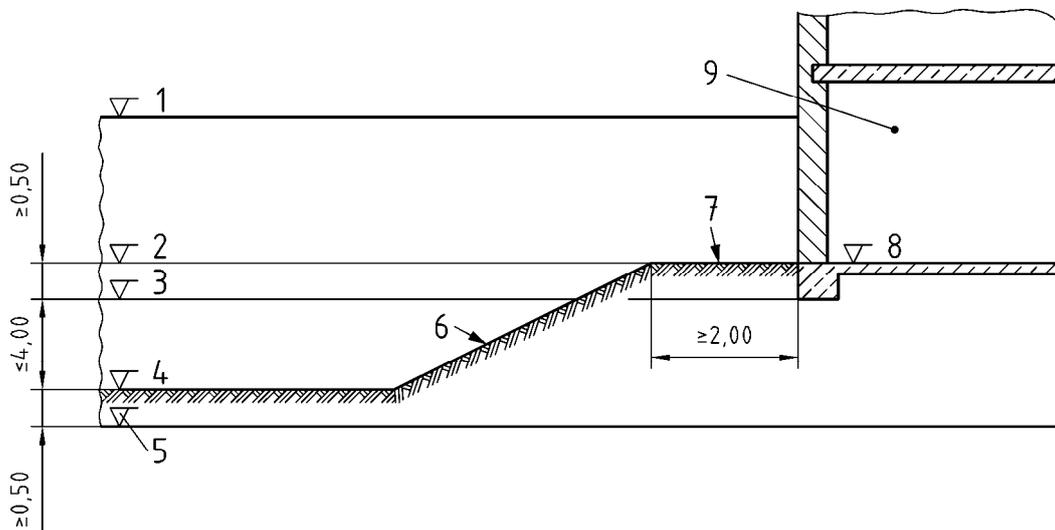
Die nachfolgend beschriebenen Ausschachtungsmaßnahmen setzen Folgendes voraus:

- a) Im Einflussbereich der vorhandenen Fundamente und im stehen bleibenden Erdblock müssen mindestens mitteldicht gelagerte nichtbindige oder mindestens steife bindige Böden anstehen.

ANMERKUNG Als mindestens mitteldicht gelagert gelten hier nichtbindige Böden, wenn sie eine Lagerungsdichte $D \geq 0,30$, einen Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 0,95$ oder einen Spitzenwiderstand der Drucksonde von $q_s \geq 7,5 \text{ MN/m}^2$ aufweisen. Bindige Böden sind mindestens steif, wenn sie nach DIN 18122-1 eine Zustandszahl $I_C \geq 0,75$ aufweisen oder nach DIN EN ISO 14688-1 im Feldversuch sich zwar schwer kneten, aber in der Hand zu 3 mm dicken Walzen ausrollen lassen, ohne zu reißen oder zu zerbröckeln.

- b) Es muss nachgewiesen sein, dass in dem Bauzustand, in dem bis zur vorgesehenen Bermenoberfläche (siehe Bild 1) ausgehoben worden ist, die Standsicherheit des bestehenden Gebäudes sichergestellt ist. Hierzu siehe 10.1.
- c) Der Grundwasserspiegel muss während der Bauausführung im Bereich des stehen bleibenden Erdblocks, der vorhandenen Fundamente und des Kellerfußbodens mindestens 0,50 m unter der geplanten Aushubsohle liegen. Gegebenenfalls ist er durch eine Schwerkraftentwässerung oder durch eine Vakuum-Wasserhaltung bis auf diese Tiefe abzusenken. Dies gilt auch für gespanntes Grundwasser und für Schichtenwasser. Der Erfolg von Grundwasserabsenkungsmaßnahmen ist vor Beginn und während der Aushubarbeiten durch Messungen, z. B. durch Pegelstandsmessungen, zu überprüfen. Die Grundwasserabsenkung ist jedoch nur zulässig, wenn dadurch keine Schäden an der bestehenden Gründung oder in der Umgebung zu erwarten sind.

Maße in Meter



Legende

- | | | | |
|---|---------------------------|---|-----------------------------|
| 1 | Geländeoberfläche | 6 | Böschungsneigung $\leq 1:2$ |
| 2 | Bermenoberfläche | 7 | Berme |
| 3 | Vorhandene Gründungsebene | 8 | Kellerfußboden |
| 4 | Aushubsohle | 9 | Bestehendes Gebäude |
| 5 | Grundwasser | | |

Bild 1 — Bodenaushubgrenzen

DIN 4123:2011-05**7.2 Bodenaushubgrenzen**

Ein Gebäude darf nicht ohne ausreichende Sicherungsmaßnahmen bis zu seiner Fundamentunterkante oder tiefer freigeschachtet werden. Wenn seine Standsicherheit nicht durch andere Maßnahmen sichergestellt wird, kann die Geländebruchsicherheit der bestehenden Fundamente durch einen Erdblock nach Bild 1 gewahrt werden. Im Einzelnen sind folgende Aushubgrenzen zu beachten:

- die Bermenoberfläche muss mindestens 0,50 m über der Gründungsebene des vorhandenen Fundaments und darf nicht tiefer als der Kellerfußboden des bestehenden Gebäudes liegen, sofern dieses einen herkömmlichen Keller oder einen Kriechkeller aufweist;
- die Breite der Berme muss mindestens 2,00 m betragen;
- der Erdblock darf neben der Berme nicht steiler als 1:2 geböschet sein;
- der Höhenunterschied zwischen der vorhandenen Gründungsebene und der Aushubsohle darf nicht größer sein als 4,00 m.

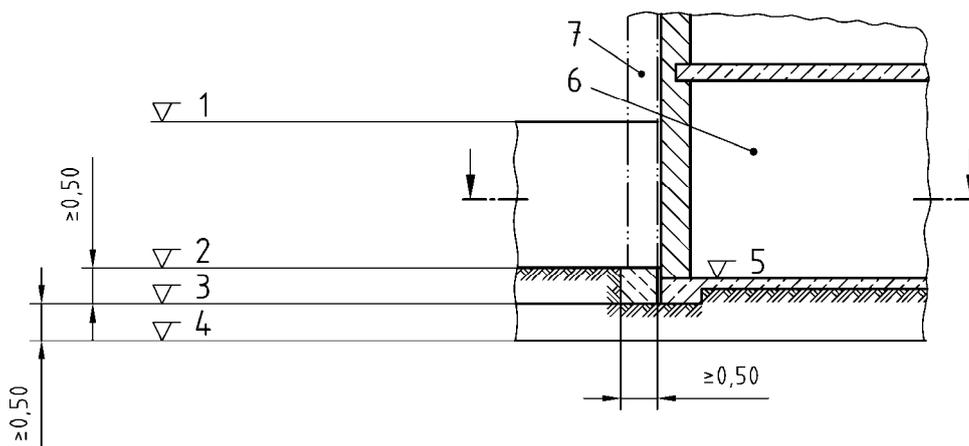
7.3 Aushubabschnitte im Bereich des Erdblocks

Muss der Erdblock nach Bild 1 wegen der geplanten Gründung (siehe Abschnitt 8) oder Unterfangung (siehe Abschnitt 9) abgetragen werden, so darf dies zur Vermeidung eines Grundbruchs nur abschnittsweise durch Stichgräben oder Schächte von höchstens 1,25 m Breite geschehen. Zwischen gleichzeitig hergestellten Stichgräben bzw. Schächten ist ein Abstand von mindestens der dreifachen Breite eines Stichgrabens bzw. Schachtes einzuhalten (siehe Bild 3 und Bild 7). Weitere Stichgräben bzw. Schächte dürfen jeweils erst dann hergestellt werden, wenn die vorangegangenen neuen Fundamentabschnitte oder Unterfangungen eine ausreichende Festigkeit haben. Die Graben- bzw. Schachtwände müssen annähernd senkrecht sein.

Die angegebene Aushubbreite ist als lichtetes Maß zwischen den Erdwänden zu verstehen. Sie darf für den Verbau nicht über 1,25 m hinaus vergrößert werden.

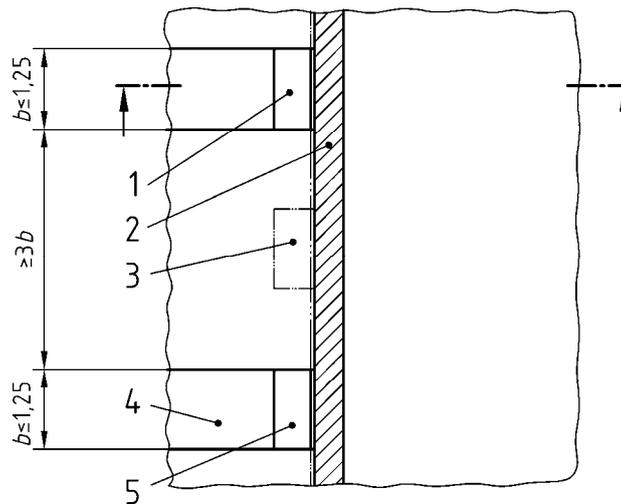
Zum Verbau von Stichgräben und Schächten siehe 8.3 für Gründungen bzw. 9.5 für Unterfangungen.

Maße in Meter

**Legende**

- | | | | |
|---|-------------------------------|---|----------------------|
| 1 | Geländeoberfläche | 5 | Kellerfußboden |
| 2 | Bodenaushubgrenze nach Bild 1 | 6 | Bestehendes Gebäude |
| 3 | Vorhandene Gründungsebene | 7 | Vorgesehenes Gebäude |
| 4 | Grundwasser | | |

Bild 2 — Gründung mit Beispiel für die Abfolge der Bauabschnitte — senkrechter Schnitt



Legende

b	Breite Stichgraben/Schacht	3	Folgender Bauabschnitt
1	1. Bauabschnitt	4	Stichgraben
2	Kellerwand	5	1. Bauabschnitt

Bild 3 — Gründung mit Beispiel für die Abfolge der Bauabschnitte — waagerechter Schnitt

7.4 Schutz der Baugrube vor Witterungseinflüssen

Das Aufweichen von feinsandigen oder bindigen Böden im Bereich der Ausschachtung ist zu verhindern, z. B. durch Abdeckung mit Planen, Anlage von Entwässerungen bzw. durch Filterschichten. Bei Frostgefahr sind die Böden erforderlichenfalls durch wärmedämmende Abdeckungen zu schützen.

7.5 Beobachtung des bestehenden Gebäudes

Während der Aushubarbeiten, erforderlichenfalls auch noch danach, sollten am bestehenden Gebäude Höhenmessungen vorgenommen werden, um etwa auftretende Setzungen zu erkennen und gegebenenfalls erforderliche Maßnahmen ergreifen zu können. Gegebenenfalls können für die Messungen die in der Anmerkung zu 6.4 erwähnten Messpunkte verwendet werden.

8 Gründungen

8.1 Voraussetzungen

Zusätzlich zu den bereits im Zusammenhang mit Ausschachtungen in 7.1 genannten Voraussetzungen ist bei Gründungen neben bestehenden Gebäuden zu beachten:

- Falls am Fundament des bestehenden Gebäudes eine Veränderung vorgenommen wird, muss dies beim Nachweis der Standsicherheit des bestehenden Gebäudes nach 10.1 berücksichtigt worden sein.
- Der Grundwasserspiegel muss während der Bauausführung mindestens 0,50 m unter der Gründungsebene liegen oder auf diese Tiefe abgesenkt werden. Im Übrigen gelten die Ausführungen nach 7.1, c).

DIN 4123:2011-05**8.2 Gründungstiefe**

Neue Fundamente unmittelbar neben bestehenden sind in der Regel ebenso tief wie diese zu gründen. Sofern davon abgewichen wird, gilt Folgendes:

- a) Liegt die neue Gründungsebene tiefer als die bestehende, so ist das vorhandene Fundament nach den Angaben im Abschnitt 9 zu unterfangen, sofern nicht das neue Gebäude als Stütze für das bestehende Gebäude dienen wird, z. B. wenn die Außenwand des neuen Gebäudes im Schlitzwandverfahren hergestellt wird.
- b) Liegt die Gründungsebene des neuen Gebäudes höher als die Gründungsebene des bestehenden Gebäudes, dann muss nachgewiesen werden, dass die aus der neuen Gründung sich ergebenden Lasten von dem bestehenden Gebäude aufgenommen werden können.

ANMERKUNG Es ist eine rechtliche Sicherung erforderlich, wenn ein neues Gebäude als Stütze für ein bestehendes Gebäude oder ein bestehendes Gebäude als Stütze für ein neues Gebäude benutzt wird.

8.3 Herstellen der Stichgräben und Schächte

Die Ausschachtung darf zunächst nur bis zu den Bodenaushubgrenzen nach 7.2 vorgenommen werden. Mit den weiteren Arbeiten ist in der Regel an den am höchsten belasteten Abschnitten des bestehenden Gebäudes zu beginnen.

Arbeiten unterhalb der Aushubgrenzen dürfen nur in schmalen Stichgräben oder Schächten durchgeführt werden. Die Breite der Stichgräben bzw. Schächte und ihre Abstände richten sich nach 7.3. Sie sind durch Verbau nach DIN 4124 zu sichern, wenn

- a) der Höhenunterschied zwischen Bermeoberfläche und Gründungsebene bzw. Grabensohle mehr als 1,25 m beträgt oder
- b) der anstehende Boden schon bei geringerem Höhenunterschied aufgrund besonderer Einflüsse, z. B. Störungen des Bodengefüges, zur Grabensohle hin einfallender Schichtung oder wenig verdichteter Verfüllungen, nicht ausreichend standsicher ist.

8.4 Herstellen der Fundamente des neuen Gebäudes

Fundamente, die keine oder nur konstruktive Längsbewehrung haben, müssen in der Regel eine Höhe und Breite von jeweils mindestens 0,50 m aufweisen. Die Länge der einzelnen Abschnitte ergibt sich nach 7.3 zu höchstens 1,25 m.

Fundamente mit statisch erforderlicher Längsbewehrung können in einem Arbeitsgang auf ganzer Länge oder in Abschnitten hergestellt werden:

- a) In der Regel sind die Stahlbetonfundamente durchgehend zu bewehren. Dazu ist zunächst abschnittsweise ein unbewehrtes Fundament mit einer Höhe und Breite von jeweils mindestens 0,50 m einzubringen, dessen Sohle höhengleich mit der des vorhandenen Fundaments ist. Nach ausreichendem Erhärten des unbewehrten Fundaments darf in einem Arbeitsgang auf ganzer Länge das Stahlbetonfundament bewehrt und betoniert werden.
- b) Sofern die örtlichen Verhältnisse es erlauben, dürfen die Stahlbetonfundamente in Abschnitten, deren Länge durch die Breite der Stichgräben (siehe 7.3) bestimmt wird, auf einem mindestens 5 cm dicken Unterbeton eingebracht werden, dessen Sohle höhengleich mit der des vorhandenen Fundaments ist. Sie müssen eine Höhe und Breite von jeweils mindestens 0,50 m aufweisen. Die Längsbewehrung der einzelnen Abschnitte ist durch Bewehrungsstöße, z. B. Muffenstöße, zu verbinden. Die Arbeitsfugen zwischen den einzelnen Abschnitten sind vor dem Betonieren nach DIN 1045-3 vorzubereiten.

Die Wechselwirkung zwischen Baugrund und Bauwerk ist bei der Planung zu berücksichtigen. Die zusätzliche Belastung des Baugrunds durch das neue Gebäude kann zu Setzungen sowohl des neuen als auch des bestehenden Gebäudes führen. Da die beiden Gebäude sich unterschiedlich setzen können, sollten das bestehende und das neue Gebäude durch eine Bewegungsfuge getrennt werden.

8.5 Beobachtung des bestehenden Gebäudes

Vor Beginn der Bauarbeiten sind am bestehenden Gebäude Höhenbolzen zu setzen und einzumessen. Während der Bauarbeiten, erforderlichenfalls auch noch danach, sind in ausreichendem Maß Setzungsmessungen vorzunehmen. Außerdem ist der Zustand des gesamten Gebäudes während der Bauarbeiten zu beobachten. Die Messergebnisse und die Beobachtungen sind zu dokumentieren. Sind bereits Risse vorhanden oder treten während der Bauzeit Risse auf, so sind rechtzeitig Möglichkeiten für die laufende Beobachtung weiterer Bewegungen, z. B. durch Anbringen von Gipsmarken oder Rissmonitoren, zu schaffen. Falls dies zur Vermeidung weiterer Schäden erforderlich ist, sind Sicherungsmaßnahmen nach 6.5 einzuleiten bzw. zusätzliche Sicherungsmaßnahmen anzuordnen.

9 Unterfangungen

9.1 Voraussetzungen

Zusätzlich zu den bereits im Zusammenhang mit Ausschachtungen in 7.1 und mit Gründungen in 8.1 genannten Voraussetzungen ist bei Unterfangungen von bestehenden Gebäuden zu beachten:

- a) Unterhalb der neuen Gründungsebene müssen mindestens mitteldicht gelagerte nichtbindige oder mindestens steife bindige Böden anstehen.
- b) Es muss nachgewiesen sein, dass nach Fertigstellung der Unterfangung (vgl. Bild 6) die Standsicherheit des unterfangenen Gebäudes sichergestellt ist. Siehe 10.1.
- c) Der Grundwasserspiegel muss während der Bauausführung mindestens 0,50 m unter der neuen Gründungsebene liegen oder auf diese Tiefe abgesenkt werden. Im Übrigen gelten die Regelungen nach 7.1, c).
- d) Während der Ausführung der Unterfangungsarbeiten dürfen keine Erschütterungen wirken, die das Gebäude oder die Unterfangungsarbeiten beeinträchtigen können.

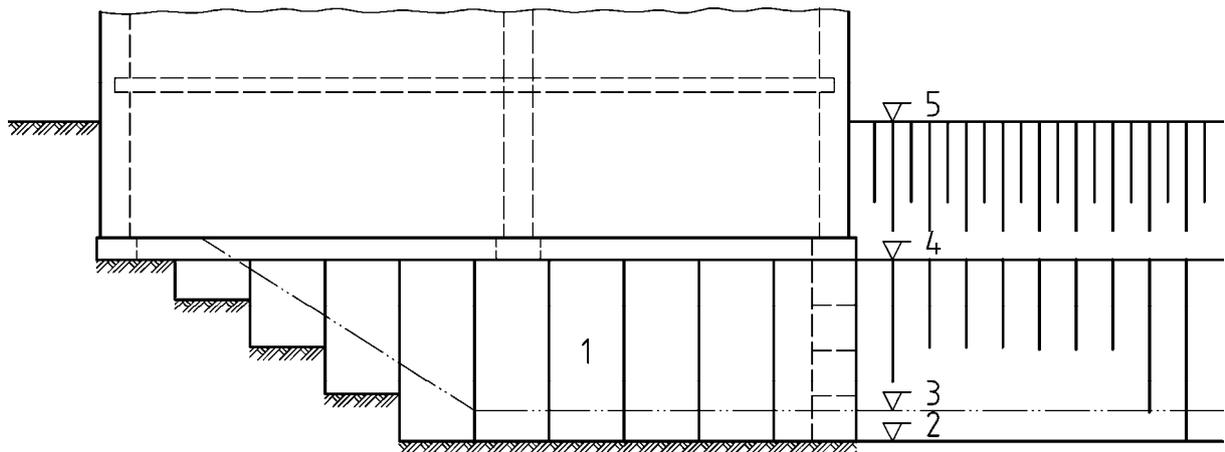
ANMERKUNG Die Unterfangung eines bestehenden Gebäudes und gegebenenfalls das Einbringen von Verankerungen bedürfen der Zustimmung des Eigentümers.

9.2 Gründungstiefe

Wenn das bestehende Gebäude deshalb unterfangen wird, weil die vorgesehene Gründungsebene eines neuen Gebäudes tiefer liegt als die des bestehenden, dann ist die Unterfangungswand in der Regel mindestens in der gleichen Tiefe zu gründen wie das neue Gebäude (vgl. Bild 6). Die damit verbundene Höhe der Unterfangungswand ist dem Standsicherheitsnachweis nach 10.3 zugrunde zu legen. Damit sich die unvermeidbaren Setzungen gleichmäßig verteilen, kann es zweckmäßig sein, die angrenzende Wand des bestehenden Gebäudes nicht nur auf die Länge des neuen Fundaments, sondern darüber hinaus nach Bild 4, linke Seite, in einem Übergangsbereich abgetrept zu unterfangen. Wird eine anschließende Außenwand nach Bild 4, rechte Seite, durch eine geböschte Baugrube tiefer freigelegt, als es nach 7.2 zulässig wäre, dann ist auch sie abgetrept zu unterfangen. Bei innenliegenden Querwänden darf in der Regel auf eine Unterfangung verzichtet werden.

ANMERKUNG Die Neigung der Abtreppungen richtet sich nach der Tiefe der Unterfangung, der Bauart des Gebäudes und der Standfestigkeit des anstehenden Bodens. Üblicherweise wird eine Neigung von 1:2 bis 1:1 gewählt.

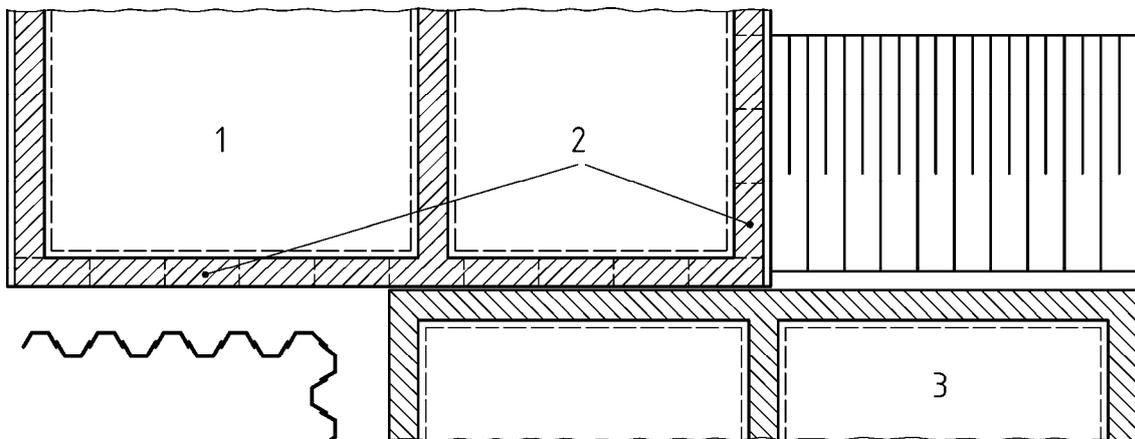
DIN 4123:2011-05



Legende

- 1 Unterfangung
- 2 Neue Gründungsebene
- 3 Aushubgrenze nach der Unterfangung
- 4 Vorhandene Gründungsebene
- 5 Geländeoberfläche

Bild 4 — Beispiel für eine Unterfangungswand mit Abtrepfung — Ansicht des bestehenden Gebäudes

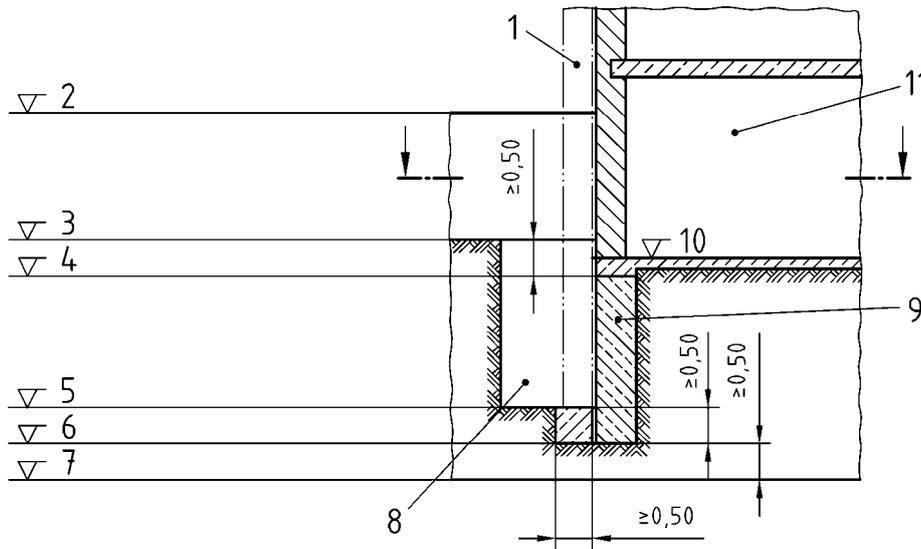


Legende

- 1 Bestehendes Gebäude
- 2 Unterfangung im Böschungs- bzw. Übergangsbereich
- 3 Neues Gebäude

Bild 5 — Beispiel für eine Unterfangungswand mit Abtrepfung — waagerechter Schnitt durch den Keller des bestehenden Gebäudes

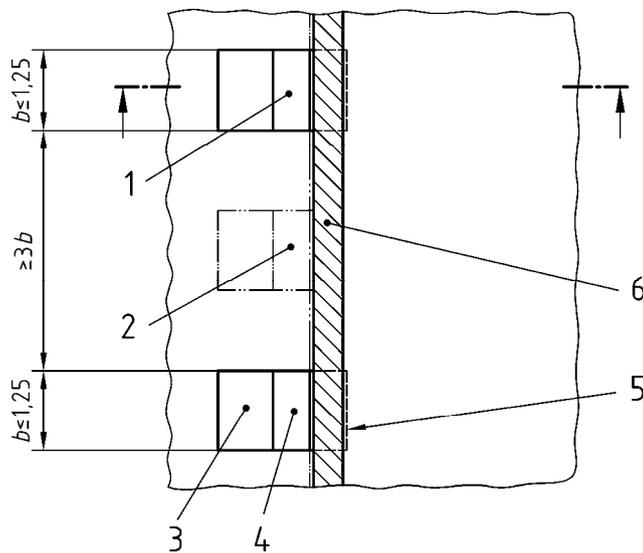
Maße in Meter



Legende

- | | | | |
|---|--|----|--|
| 1 | Vorgesehenes Gebäude | 6 | Neue Gründungsebene |
| 2 | Geländeoberfläche | 7 | Grundwasser |
| 3 | Bodenaushubgrenze nach Bild 1 | 8 | Ausführung des Schachtes nach DIN 4124 |
| 4 | Vorhandene Gründungsebene | 9 | Unterfangung |
| 5 | Bodenaushubgrenze nach Fertigstellung der Unterfangung | 10 | Kellerfußboden |
| | | 11 | Bestehendes Gebäude |

Bild 6 — Unterfangung mit Beispiel für die Abfolge der Bauabschnitte — senkrechter Schnitt



Legende

- | | | | |
|-----|----------------------------|---|-----------------|
| b | Breite Stichgraben/Schacht | 4 | 1. Bauabschnitt |
| 1 | 1. Bauabschnitt | 5 | Unterfangung |
| 2 | Folgender Bauabschnitt | 6 | Kellerwand |
| 3 | Schacht | | |

Bild 7 — Unterfangung mit Beispiel für die Abfolge der Bauabschnitte — waagerechter Schnitt

DIN 4123:2011-05**9.3 Baustoffe und Bauprodukte**

Für die Unterfangungswand ist Mauerwerk aus Vollziegeln bzw. Vollsteinen nach DIN V 105-100, DIN V 106 und DIN V 18153-100 mindestens der Steindruckfestigkeitsklasse 12 in Mörtelgruppe III nach DIN V 18580 herzustellen. Im Einzelfall kann es erforderlich sein, frostsichere Baustoffe zu verwenden.

Für Unterfangungswände aus Beton oder Stahlbeton gilt DIN EN 206-1 in Verbindung mit DIN 1045-2. Es ist mindestens Beton der Festigkeitsklasse C12/15 nach DIN EN 206-1 vorzusehen.

9.4 Wanddicke

Die Dicke der Unterfangungswand richtet sich nach dem Standsicherheitsnachweis nach 10.3 unter Berücksichtigung der für den gewählten Baustoff bzw. für das Bauprodukt gültigen Normen, z. B. DIN 1053-100, DIN EN 1992-1-1.

Die Unterfangungswand ist mindestens in der Dicke des zu unterfangenden Fundaments auszuführen.

9.5 Herstellen der Stichgräben und Schächte

Die Ausschachtung darf zunächst nur bis zu den Bodenaushubgrenzen nach 7.2 vorgenommen werden. Die Breite der nachfolgenden Stichgräben bzw. Schächte und damit die Länge der Unterfangungsabschnitte sowie ihre Abstände richten sich nach 7.3. Im Übrigen ist Folgendes zu beachten:

- a) Mit den Unterfangungsarbeiten ist in der Regel an den am höchsten belasteten Abschnitten des bestehenden Gebäudes zu beginnen, z. B. an der Einbindung von belasteten Querwänden.
- b) Die zum Vorbereiten der Unterfangung erforderliche Unterhöhlung des vorhandenen Streifenfundaments bzw. der Stahlbetonplatte ist auf die Wanddicke der Unterfangung nach 9.4 zu beschränken.
- c) Unabhängig von der Tiefe der Stichgräben bzw. der Schächte nach 7.3 sind die Erdwände stets kraftschlüssig gegeneinander abzustützen. Es darf dafür nur ein Verbau eingesetzt werden, der ohne nennenswerte Erschütterungen, Auflockerungen und Bewegungen im Boden eingebracht werden kann, vorzugsweise ein waagerechter Normverbau nach DIN 4124. Die dauerhafte seitliche Stützwirkung ist auch bei der Herstellung weiterer Unterfangungsabschnitte sicherzustellen, z. B. durch den abschnittsweisen Rückbau der Verbohlung und die Wiederauffüllung der Stichgräben bzw. der Schächte einschließlich einer leichten Verdichtung des eingebrachten Materials oder durch eine planmäßige Umsteifung über die Gesamtbreite von nebeneinander liegenden Stichgräben.
- d) Bei mindestens steifem bindigem Boden genügt es, die Stichgräben bzw. Schächte nur bis unmittelbar vor das zu unterfangende Fundament zu verbauen, sofern die freie Höhe nicht mehr als 2,00 m beträgt und nicht damit zu rechnen ist, dass örtlich lose Teile des Fundaments oder des Bodens herausbrechen können. Steht unterhalb der vorhandenen Gründungsebene ein nichtbindiger Boden an, so darf auf einen seitlichen Verbau unterhalb des Fundaments und auf einen Stirnverbau nur dann verzichtet werden, wenn die ausreichende Standsicherheit der freigelegten Erdwand nachgewiesen worden ist. Hierzu ist Sachkunde und Erfahrung auf dem Gebiet der Geotechnik erforderlich. Weist der nichtbindige Boden örtlich aufgrund seiner Kornverteilung keine Kapillarkohäsion auf, z. B. Rollkies, dann darf eine Ausschachtung nur nach vorheriger Verfestigung vorgenommen werden. Sofern eine ausreichende Verfestigung nachgewiesen wird, darf im Hinblick auf den Verbau wie bei steifen bindigen Böden verfahren werden.
- e) Nach dem Herstellen eines Stichgrabens bzw. Schachts ist unverzüglich mit dem Einbau der Unterfangungslamelle zu beginnen. Kann die Lamelle nicht noch am gleichen Tag fertiggestellt werden, dann ist unterhalb des vorhandenen Fundaments stets ein seitlicher Verbau und ein Stirnverbau einzubringen. Zur Bemessung des seitlichen Verbaus siehe 10.2. Kanalstreben sind dementsprechend stark anzuspindeln, andere Aussteifungen sind zu verkeilen.

- f) Im Zuge der Ausschachtungsarbeiten darf die neue Gründungssohle weder aufgelockert noch aufgeweicht werden. Gegebenenfalls ist der anstehende Boden zu verdichten oder durch Magerbeton auszutauschen.

9.6 Herstellen der Unterfangungswand

Sofern zur Sicherung des Stichgrabens ein Brustverbau angeordnet worden ist, der verrotten kann, ist er Zug um Zug mit dem Herstellen der Unterfangungswand auszubauen. Wird die Unterfangungswand aus Beton hergestellt, so ist dieser unmittelbar gegen den anstehenden Boden einzubringen oder gegen einen Brustverbau, der nicht verrotten kann. Bei Unterfangungswänden aus Mauerwerk sind etwa verbleibende Hohlräume zwischen Wand und anstehendem Boden mit Magerbeton aufzufüllen.

Soweit sich dies aus dem Standsicherheitsnachweis für den Endzustand oder für einen Zwischenbauzustand nach 10.3 ergibt, ist im Rahmen der Ausführung eines Unterfangungsabschnitts gegebenenfalls auch die erforderliche Verankerung einzubauen, z. B. eine Verankerung mit Verpressankern nach DIN EN 1537.

ANMERKUNG Es ist eine rechtliche Sicherung erforderlich, wenn für die Verankerung ein Nachbargrundstück in Anspruch genommen wird.

Bei großen Unterfangungshöhen kommen zwei Bauweisen in Frage:

- a) Die Unterfangung wird abschnittsweise jeweils in einem Arbeitsgang bis zur vorgesehenen Gründungsebene hergestellt. Nach dem Schließen des letzten Abschnitts ist die gesamte Unterfangung fertig.
- b) Die Unterfangung wird abschnittsweise zunächst nur bis zu einer als Zwischenbauzustand festgelegten Tiefe hergestellt. Dann wiederholt sich der Vorgang, gegebenenfalls mehrmals, bis die vorgesehene Gründungsebene erreicht ist. Die einzelnen Unterfangungsabschnitte sind aus Stahlbeton herzustellen und so miteinander zu verbinden, dass eine durchgehende starre Scheibe entsteht.

ANMERKUNG Bei der Unterfangung nach b) können die unvermeidlichen Verformungen und Setzungen wiederholt auftreten.

9.7 Kraftschluss zwischen Fundament und Unterfangung

Um mögliche Setzungen des bestehenden Gebäudes gering zu halten, muss jeweils vor dem Herstellen der zeitlich nächstfolgenden Stichgräben eine sichere Kraftübertragung in die Unterfangungskonstruktion und in den Untergrund erreicht werden, z. B. durch großflächige Stahldoppelkeile oder hydraulische Anpressung mit abschließender Ausfüllung der Lücken zwischen den angekeilten oder angepressten Flächen. Auch der fachgerechte Einsatz von Fließbeton in Verbindung mit Quellzusätzen kommt in Frage.

Mit der hydraulischen Anpressung soll auch erreicht werden, dass die zu erwartenden Setzungen der Unterfangungswand vorweggenommen werden und sich somit nicht auf das zu unterfangende Gebäude auswirken. Ist die Vorwegnahme dieser Setzungen nicht sofort möglich, z. B. wegen des unabdingbaren Konsolidierungsvorgangs von bindigem Boden, dann ist die Pressenkraft für einen längeren Zeitraum konstant zu halten. In diesem Fall sind die Setzungen und gegebenenfalls die Pressenkräfte in Abhängigkeit von der Zeit zu messen und zu protokollieren, damit die Wirksamkeit der Maßnahme beurteilt werden kann. Ist die Vorwegnahme der Setzungen auf diese Weise nicht möglich, dann ist die abschnittsweise Unterfangung nur zulässig, wenn die damit verbundenen späteren Setzungen die Integrität und Gebrauchstauglichkeit des zu unterfangenden Gebäudes nicht gefährden.

DIN 4123:2011-05**9.8 Herstellen der Fundamente des neuen Gebäudes**

Liegen die neuen Fundamente in der gleichen Gründungsebene wie die Unterfangungswand, dann sind sie nach Bild 6 abschnittsweise gleichzeitig mit der Unterfangungswand herzustellen und von dieser wegen der zu erwartenden unterschiedlichen Setzungen in der Regel durch eine Bewegungsfuge zu trennen. Liegen sie höher, dann ist in der Regel sicherzustellen, dass die Unterfangungswand nach 7.2 a) eine Einbindetiefe von mindestens 0,50 m aufweist.

Im Übrigen gelten sinngemäß die Regelungen in 8.4. An die Stelle der vorhandenen Fundamente nach 8.4 treten die jeweiligen Abschnitte der Unterfangungswand.

9.9 Beobachtung des bestehenden Gebäudes

Die Festlegungen in 8.5 sind auch dann zu beachten, wenn das bestehende Gebäude unterfangen wird. Sie gelten darüber hinaus für alle weiteren Gebäude, die durch die geplante Baumaßnahme beeinträchtigt werden können, z. B. für Nachbargebäude, gegen die eine Abstützung nach 6.6, e) gesetzt wird. Zusätzlich zu den in 8.5 verlangten Messungen und Beobachtungen sollten bei mehrgeschossigen Gebäuden oder ungünstigem Untergrund Horizontalverschiebungen oder Neigungsänderungen gemessen werden.

10 Nachweis der Standsicherheit**10.1 Nachweis der Standsicherheit des bestehenden Gebäudes**

Nach 7.1, b) ist nachzuweisen, dass in dem Bauzustand, in dem der Boden bis zur vorgesehenen Bermenoberfläche ausgehoben worden ist, die Standsicherheit des bestehenden Gebäudes sichergestellt ist. Dies ist der Fall, wenn bei Beanspruchung durch ständige Lasten und regelmäßig auftretende Verkehrslasten der Bemessungswert der Sohldruckbeanspruchung den Bemessungswert des Sohlwiderstands nach DIN 1054:2010-12, A 6.10 nicht überschreitet bzw. die für ein Dauerbauwerk geforderte Grundbruchsicherheit vorhanden ist. Gegebenenfalls sind dabei geplante Veränderungen am bestehenden Fundament zu berücksichtigen, z. B. das Entfernen eines über die Wandflucht hinaus vorhandenen Überstands nach 8.1, a). Eine Erhöhung der Bemessungswerte des Sohlwiderstands bzw. eine Herabsetzung der Sicherheit gegen Grundbruch im Sinne der Bemessungssituation BS-T nach DIN 1054:2010-12, 2.2 A (4) b) mit Hinweis auf den Bauzustand ist hierbei nicht zulässig.

10.2 Nachweis der Standsicherheit in Bauzuständen

Auf den Nachweis der Standsicherheit für die Bauzustände von Ausschachtungen und Gründungen darf verzichtet werden, soweit die vorliegenden Erfahrungen es rechtfertigen. Dies ist der Fall, wenn die Angaben

- a) zu den Bodenaushubgrenzen nach 7.2 im Hinblick auf die Sicherheit gegen Geländebruch;
 - b) zu den Stichgräben nach 7.3;
 - c) zur abschnittswisen Herstellung von Fundamenten nach 8.3;
- eingehalten sind.

Werden im Einzelfall die zugehörigen Randbedingungen nicht eingehalten oder sind die genannten Voraussetzungen nicht erfüllt, dann muss für den betreffenden Bauzustand die Standsicherheit nachgewiesen werden. Besteht die Möglichkeit, dass als Folge der Abweichungen größere Verformungen oder Bewegungen auftreten als es bei Einhaltung der genannten Randbedingungen und Voraussetzungen zu erwarten wäre, dann ist auch der Nachweis der Gebrauchstauglichkeit zu erbringen.

Ist nach 9.5, d) wegen der Art des anstehenden Bodens bzw. wegen der Grabentiefe oder nach 9.5, e) wegen der Arbeitsunterbrechung unter dem Fundament ein seitlicher Verbau erforderlich, dann muss dieser in der Lage sein, einen Erddruck aufzunehmen, der sich rechnerisch aus der Bodenpressung ergibt, die vor der Ausschachtung unter dem Fundament vorhanden war.

Sofern aufgrund der vorliegenden Randbedingungen ein Zustand nachgewiesen werden muss, in dem die Standsicherheit des Gebäudes vorübergehend verringert ist, weil Stichgräben oder Schächte

- nach 7.3 für die Herstellung einer Gründung nach 8.3 bis an das bestehende Gebäude herangeführt oder
- nach 9.5 für eine Unterfangung nach 9.6 unter das bestehende Gebäude getrieben werden,

ist im Sinne der Bemessungssituation BS-T nach DIN 1054:2010-12, 2.2 A (4) b) eine Herabsetzung der Sicherheit gegen Grundbruch und Gleiten zulässig. Sinngemäß dürfen die in DIN 1054:2010-12, A 6.10 angegebenen Bemessungswerte des Sohlwiderstands um 15 % vergrößert werden.

10.3 Nachweis der Standsicherheit der Unterfangungswand

Bei jeder Unterfangungswand ist für den Endzustand der Unterfangung und gegebenenfalls für die Zwischenbauzustände ein Standsicherheitsnachweis zu führen. Als Endzustand der Unterfangung wird der Zustand bezeichnet, in dem die Unterfangungswand, gegebenenfalls zusammen mit dem Fundament des neuen Gebäudes und gegebenenfalls einschließlich der erforderlichen Verankerungen, hergestellt worden ist. Als Zwischenbauzustand wird der Zustand bezeichnet, der entsteht, wenn ein Unterfangungsabschnitt nicht nach 9.6, a) in einem Arbeitsgang abgeschlossen wird, sondern der Vorgang der Unterfangung sich nach 9.6, b) wiederholt.

In beiden Fällen ist der Standsicherheitsnachweis unter Berücksichtigung der Auflasten, der Erddruckkräfte sowie gegebenenfalls unter Berücksichtigung von waagerechten, auf die Unterfangung wirkenden Lasten zu führen. Maßgebend ist jeweils diejenige Kombination von senkrechten und waagerechten Einwirkungen, die zur kleinsten Sicherheit gegen Grundbruch, zur kleinsten Sicherheit gegen Gleiten bzw. zur größten Ausmittigkeit der Resultierenden in der Gründungsebene führt. Wird der Standsicherheitsnachweis mit Hilfe der Bemessungswerte des Sohlwiderstands nach DIN 1054:2010-12, A 6.10 geführt, dann muss die Einbindetiefe der Unterfangungswand nach Bild 1 mindestens 0,50 m unter die Bodenaushubgrenze für das neue Gebäude bzw. unter die Bodenaushubgrenze des Unterfangungsabschnitts im Zwischenbauzustand reichen.

Der Erddruck auf die Unterfangungswand ist unter Berücksichtigung von Bodeneigengewicht und Auflasten, z. B. der Nutzlasten auf dem Kellerfußboden und gegebenenfalls der Lasten aus Querwänden, zu ermitteln. Sofern keine Maßnahmen zur Beschränkung von Wandbewegungen vorgesehen sind, darf mit dem aktiven Erddruck nach DIN 4085 gerechnet werden. Ist dagegen zur Stützung der Unterfangungswand der Einbau von Anker erforderlich, dann sollte der Mittelwert zwischen Erdruhedruck und aktivem Erddruck angesetzt werden. Die Anker sind auf die charakteristische Beanspruchung E_k nach DIN 1054 vorzuspannen, sofern nicht während des Vorspannvorgangs Verschiebungen des Fundaments oder der Unterfangungswand beobachtet werden, die eine Begrenzung der Vorspannkraft nahelegen.

Sowohl die Zwischenbauzustände als auch der Endzustand der Unterfangung sind für ständige Lasten und regelmäßig auftretende Verkehrslasten der Bemessungssituation BS-T nach DIN 1054:2010-12, 2.2 A (4) b) zuzuordnen.

10.4 Nachweis der Standsicherheit des neuen Gebäudes

Wenn nach 8.2 das neue Gebäude in der gleichen Tiefe gegründet wird wie das bestehende, dann gibt es nur gegenseitige Einwirkungen im Bereich der Gründung, nicht aber im Bereich der Kelleraußenwände. Beide Gebäude sind dann für sich allein standsicher. Das Gleiche gilt, wenn

- das neue Gebäude tiefer gegründet wird als das bestehende Gebäude,
- das bestehende Gebäude nach Abschnitt 9 unterfangen wird und
- die Standsicherheit der Unterfangungswand nach 10.3 nachgewiesen wird.

Wenn im Ausnahmefall das neue Gebäude nach 8.2, a) als Stütze für das bestehende Gebäude herangezogen werden soll, dann ist der Nachweis zu führen, dass die Stützkräfte über das neue Gebäude in den Baugrund abgetragen werden. Die abstützende Funktion muss in den bautechnischen Planunterlagen

DIN 4123:2011-05

des neuen Gebäudes dokumentiert werden. Außerdem sollte eine Konstruktion gewählt werden, die es ermöglicht, die Standsicherheit des bestehenden Gebäudes auf andere Weise und ohne vermeidbaren Aufwand sicherzustellen, wenn zu einem späteren Zeitpunkt das neue Gebäude abgebrochen wird, während das gestützte Gebäude weiterhin bestehen bleibt.

ANMERKUNG Wenn ein neues Gebäude als Stütze für ein bestehendes Gebäude genutzt werden soll, sollten Pflichten und Zuständigkeiten zur Gewährleistung der Standsicherheit und Dauerhaftigkeit während der Standzeit der beiden Gebäude bereits vor Ausführungsbeginn unter den Beteiligten abgestimmt und vereinbart werden. Dabei sollte auch die Möglichkeit in Betracht gezogen werden, dass die hergestellten Bauteile, z. B. Daueranker, im Hinblick auf Standsicherheit und Dauerhaftigkeit Mängel aufweisen können. Die Vereinbarung sollte rechtlich gesichert werden.

Es ist zu beachten, dass beide Gebäude auch dann noch standsicher sein müssen, wenn sich zu einem späteren Zeitpunkt die ursprünglichen Randbedingungen ändern. Dies kann z. B. bei folgenden Situationen der Fall sein:

- a) Wenn eine Unterfangungswand durch Verpressanker für vorübergehende Zwecke gesichert wird, ist damit zu rechnen, dass diese im Laufe der Zeit nachgeben oder ganz ausfallen und die Unterfangungswand sich auf das neue Gebäude abstützt. Es gelten somit die oben genannten Anforderungen.
- b) Wenn das bestehende Gebäude abgebrochen und durch eine Bodenauffüllung ersetzt wird, dann wirkt sich der Erddruck aus Bodeneigengewicht und gegebenenfalls aus Auflasten auf das neue Gebäude aus. Es ist der Nachweis zu führen, dass bei einer Auffüllung mit nichtbindigem Boden bis zur Geländeoberfläche der nach DIN 4085 zu erwartende Erddruck vom neuen Gebäude aufgenommen werden kann.

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 —

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)pfehl

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 Holzpfahles 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, Rammbar, 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.

Seite 20
EN 12699:2000

8.3 Ausrüstung und Verfahren

8.3.1 Allgemeines

Die Ausrüstung für die Pfahleinbringung sollte EN 996 entsprechen.

8.3.2 Rammbär

8.3.2.1 Pfähle, Verrohrungen oder Vortreibrohre müssen mit einem geeigneten Rammbär angetrieben 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 Kopframung 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 Verschweißung	Vorbereitung der Verbindung	Art der Elektroden	Schweißverfahren nach ISO 4063	Beschreibung des Schweißvorganges	Zulässige Fehlerklasse 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 Eisens rings 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

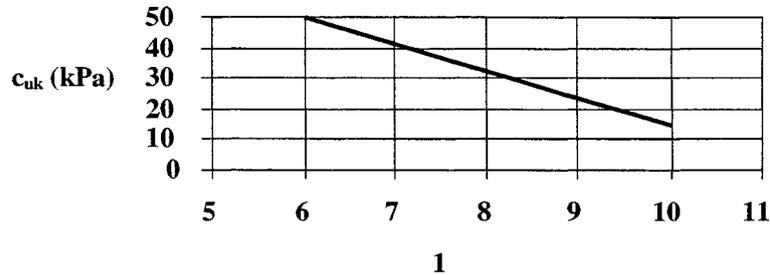
8.5.1.1 Sämtliche Gerätschaften, Baustoffe und Arbeitsabläufe für die Herstellung von Ortbetonpfählen müssen sicherstellen, dass der fertig gestellte Pfahl den geforderten Mindestquerschnitt erreicht.

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 Ort betonpfählen 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 erdfeuchter, 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 geramnten 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 Proberammung 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.

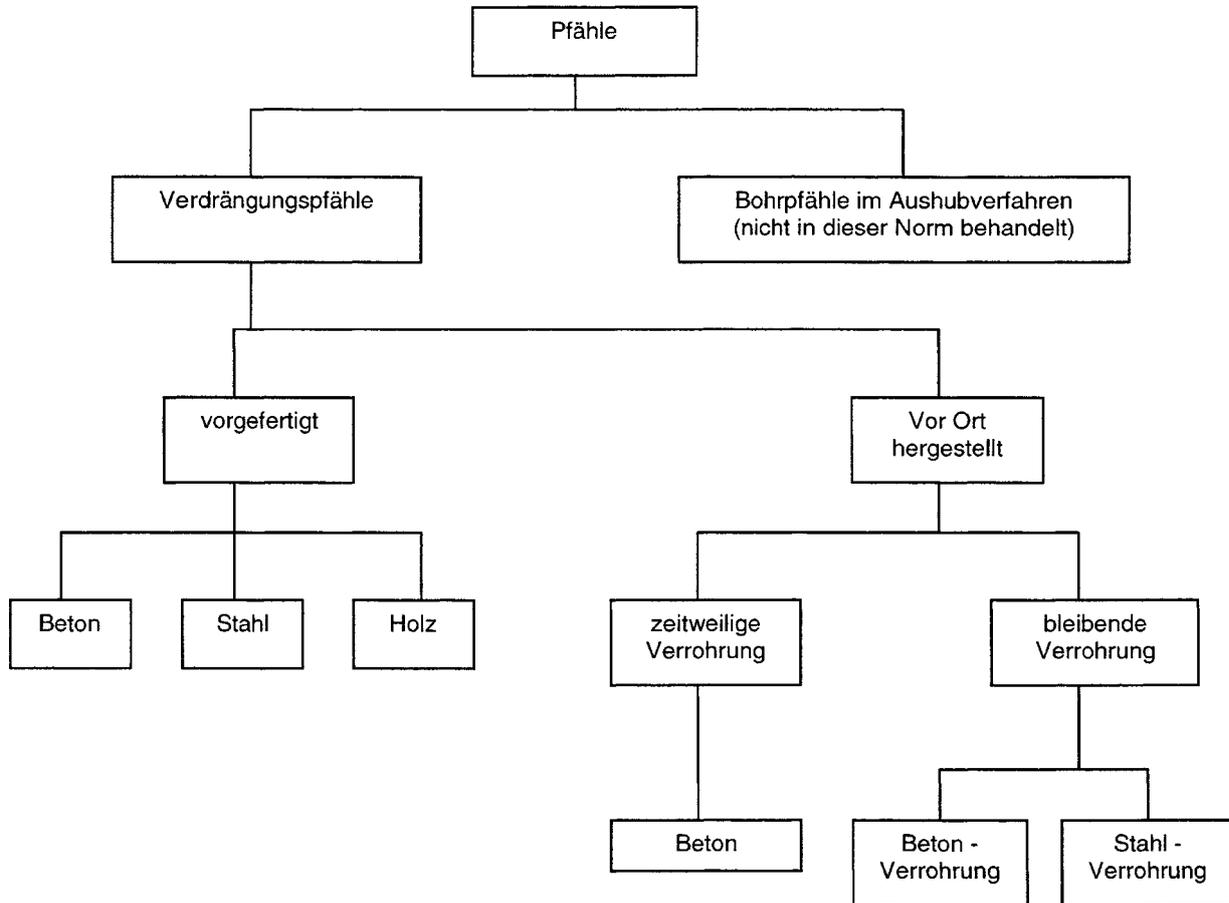
11.4.3 ANMERKUNG Art und Ausmaß einer möglichen Belästigung oder Umweltbelastung hängen z. B. ab von:

- 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 Einbringmethoden 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



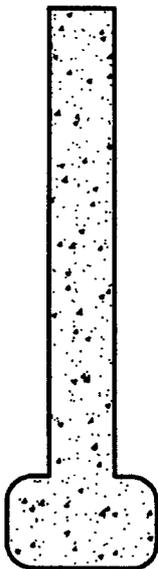
c) Beispiele von vorgefertigten Betonpfählen (rund oder quadratisch)



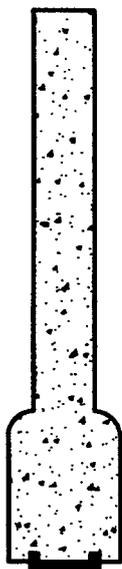
d) Beispiele von Stahlpfählen (rund oder H-Profile)



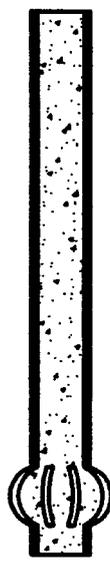
e) Beispiel von konischen, vorgefertigten Betonpfählen (rund oder quadratisch)



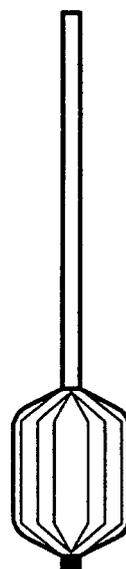
f) Beispiel eines Ortbetonpfahls mit Pfahlfußverbreiterung



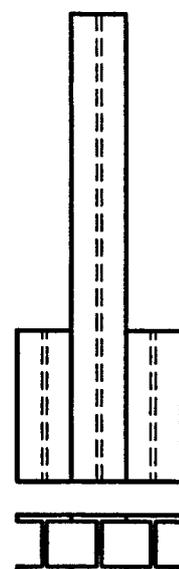
g) Beispiel eines Ortbetonpfahls mit Pfahlfußverbreiterung



h) Beispiel eines verrohrten Ortbetonpfahls mit Pfahlfußverbreiterung

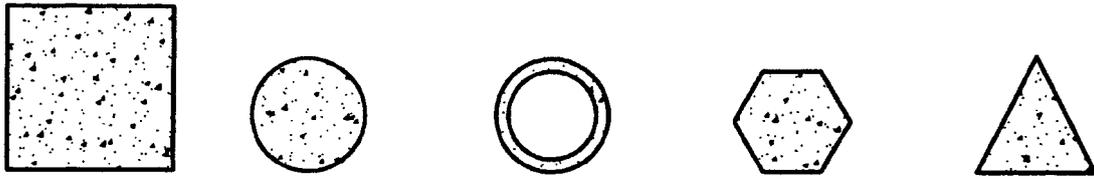


i) Beispiel eines Pfahls mit Fußaufweitungskörper

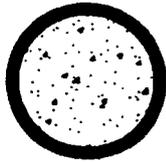


j) Beispiel einer Fußverbreiterung (Flügel) bei Stahlpfählen aus H-Profilen

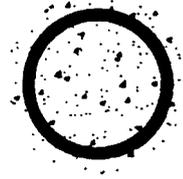
Bild A.2 — Beispiele für Pfahlschäfte und Pfahlfüße



a) Beispiele für Querschnitte von vorgefertigten Betonpfählen



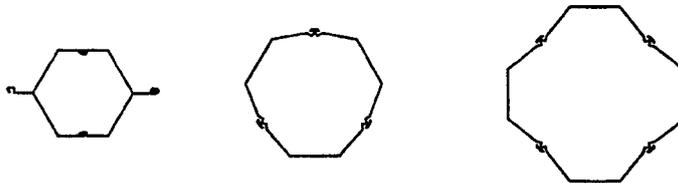
b) Beispiel für den Querschnitt eines
Ortbetonpfahls mit verbleibender Verrohrung



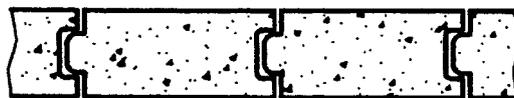
c) Beispiel für den Querschnitt eines verpressten
Pfahls



d) Beispiele für Querschnitte von Stahlpfählen

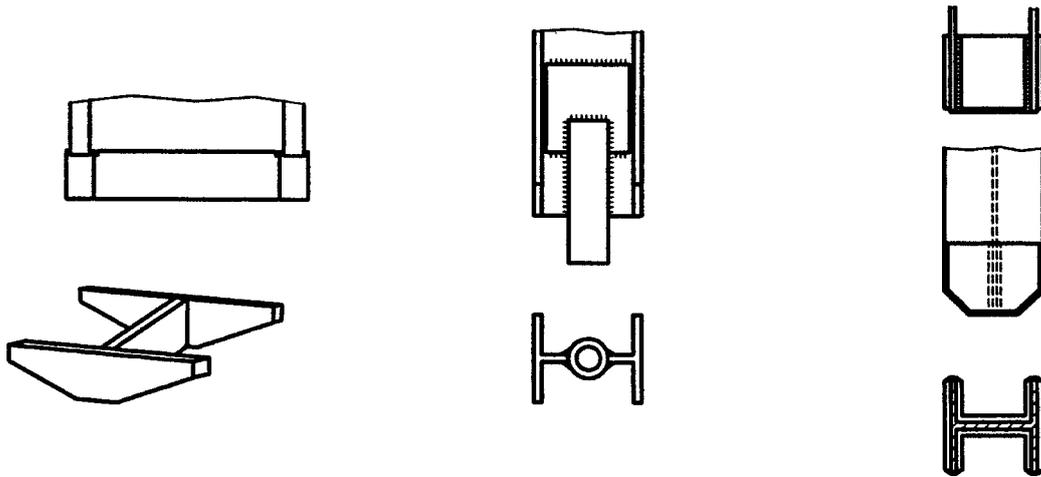


e) Beispiele für Querschnitte von Stahlpfählen zusammengesetzt aus Spundwandprofilen

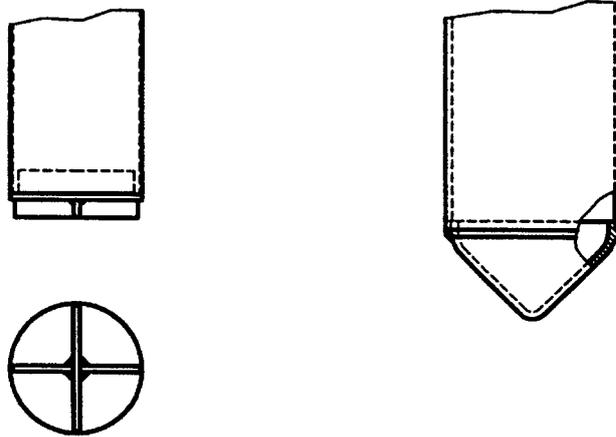


f) Beispiel einer Wand aus Stahlbetonspundbohlen

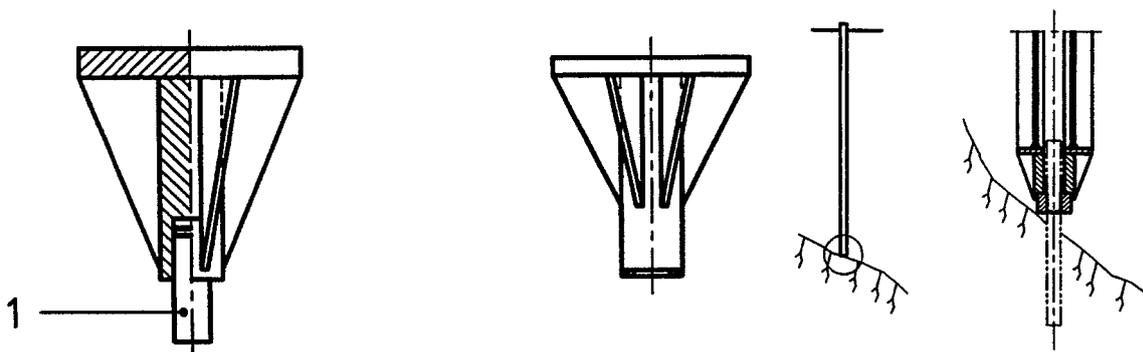
Bild A.3 — Beispiele für Querschnitte von Verdrängungspfählen



a) Beispiele von H-Profil-Pfählen



b) Beispiele von Stahlrohrpfählen



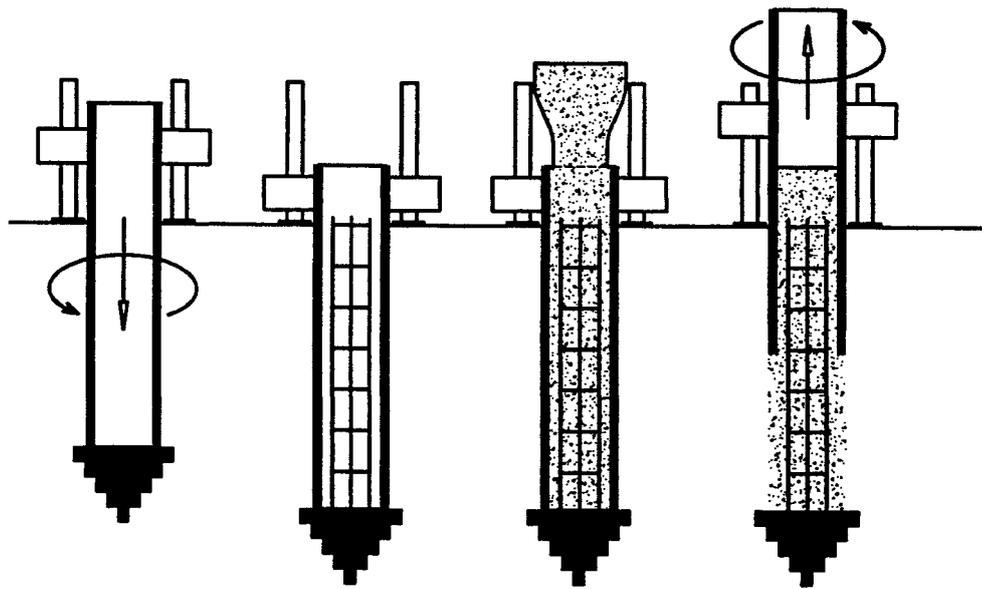
Legende

1 Speziell gehärtete Felsspitze

c) Beispiele von Stahlrohr- und Betonpfehl- Felsschuhen

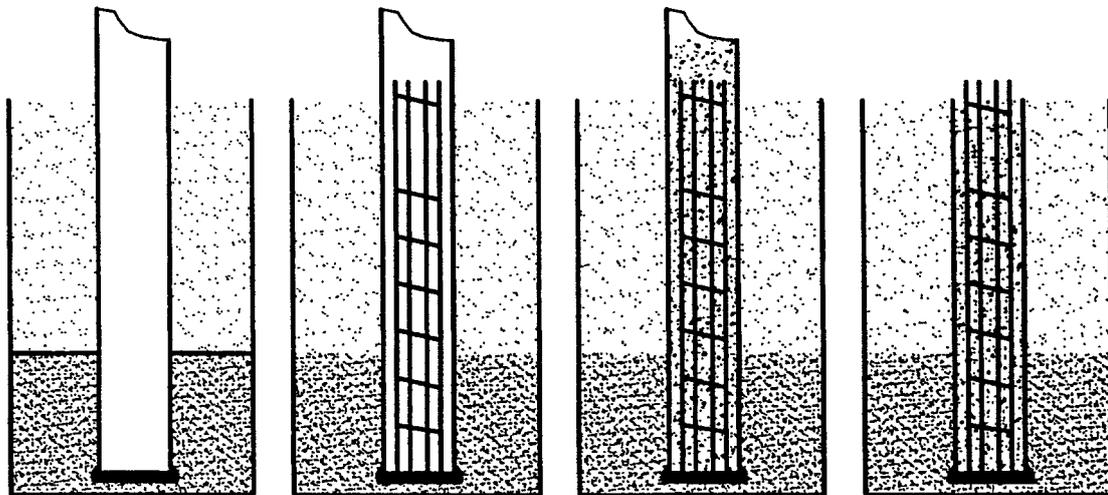
d) Beispiel eines Felsschuhs bei geneigter Felsoberfläche

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

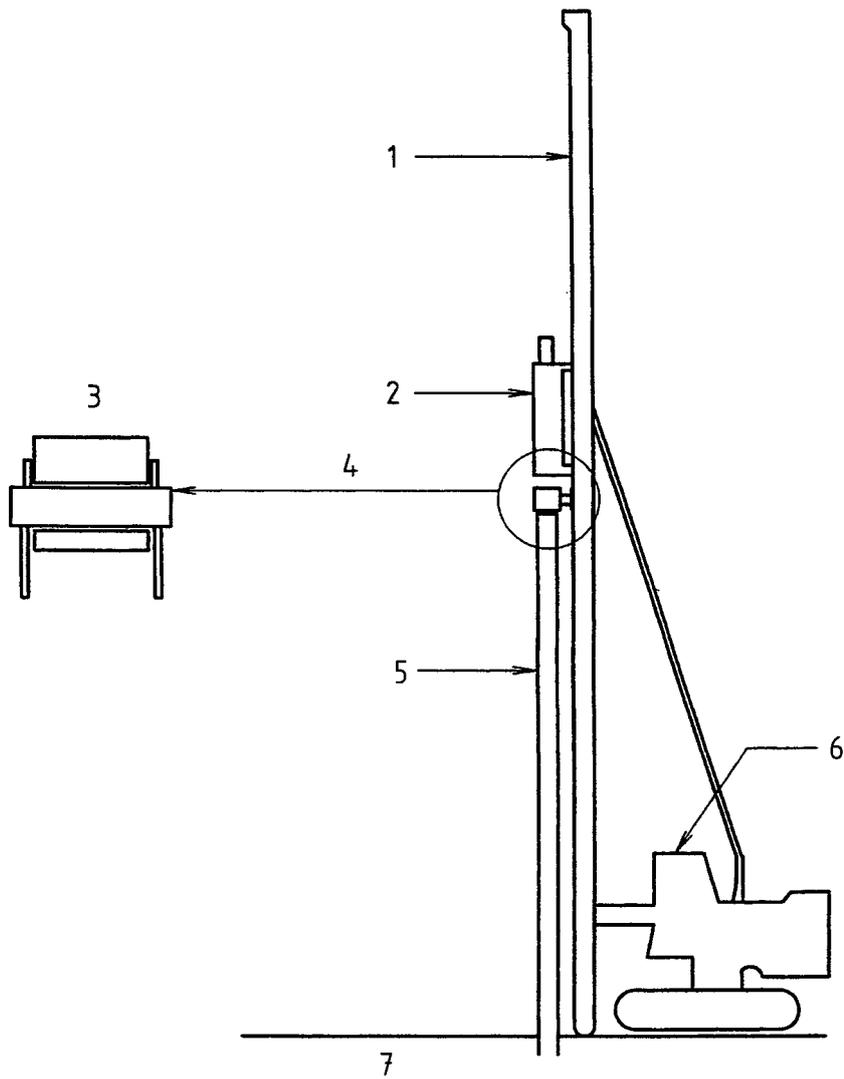
a) Herstellung eines Vollverdrängungsbohrpfahls



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

b) Herstellung eines Ortbeton-Rammpfahls

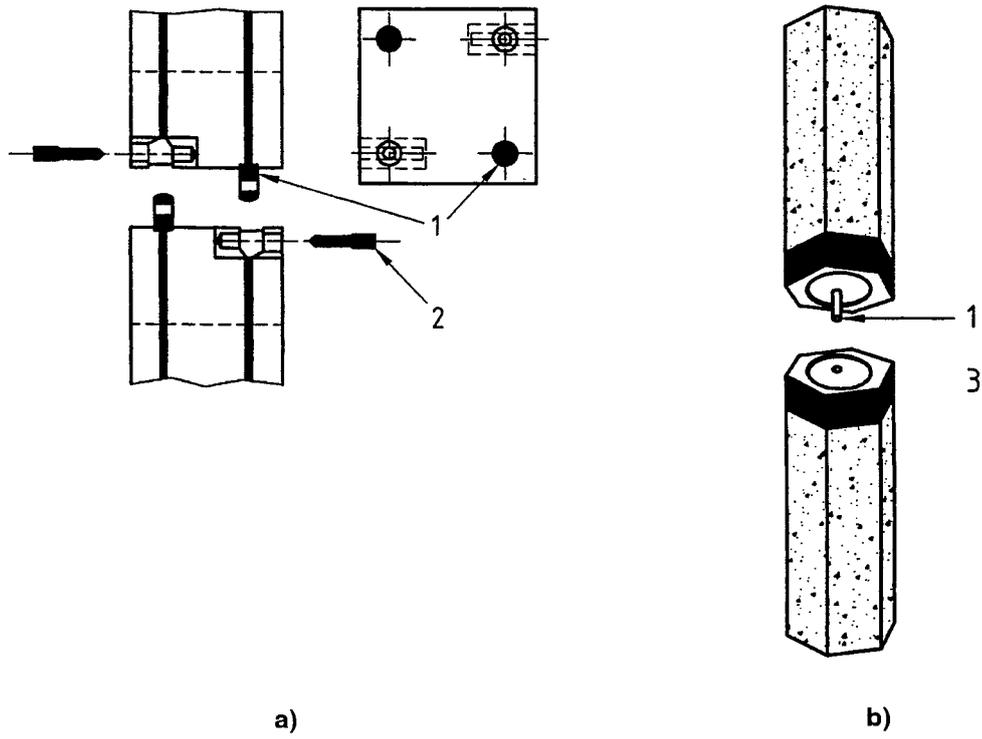
Bild A.5 — Beispiele für Ausführungen von Verdrängungspfählen



Legende

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

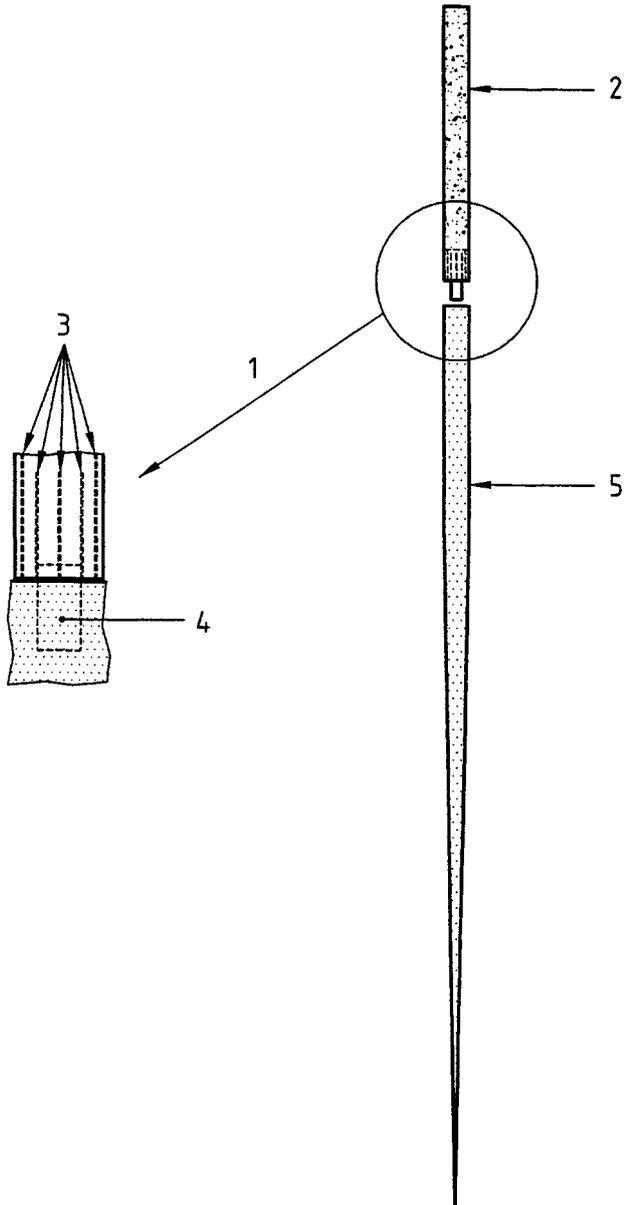
Bild A.6 — Beispiel für Rammgerät und Bär



Legende

- 1 Lagesicherung
- 2 Verschlussbolzen
- 3 Bajonettverschluss

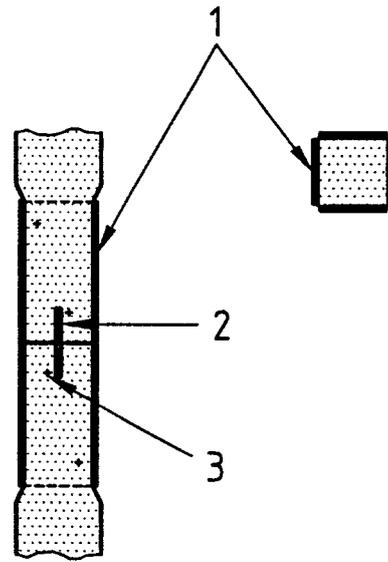
Bild A.7 — Beispiele für Kupplungselemente bei vorgefertigten Betonpfählen



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

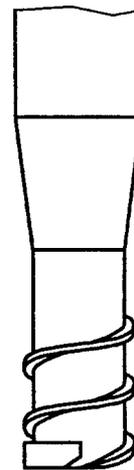
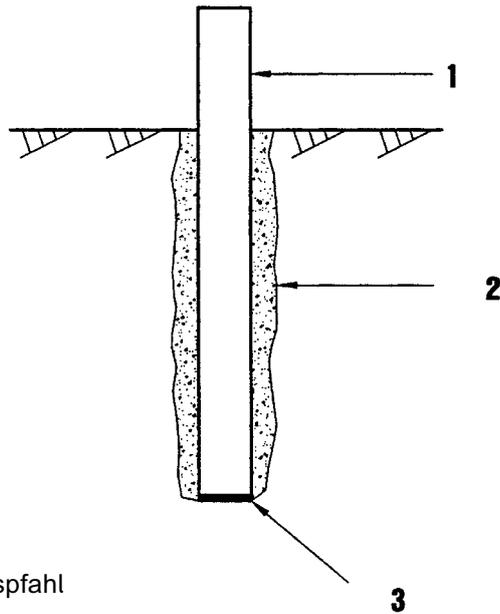


Bild A.10 — Beispiel eines Bohrwerkzeuges für einen Verdrängungsbohrpfahl

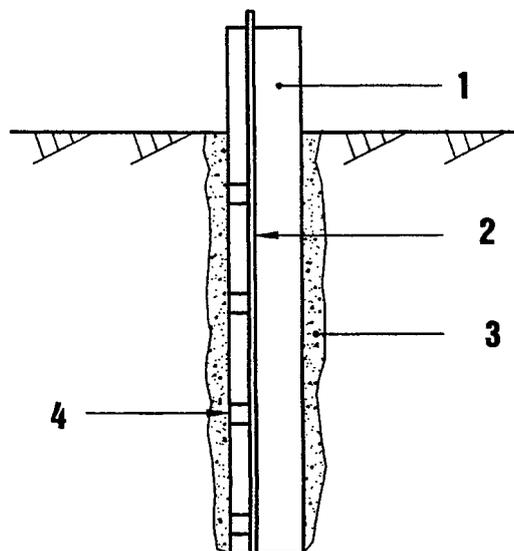
**Legende**

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 Manschettenrohr zum Einbringen von Mörtel

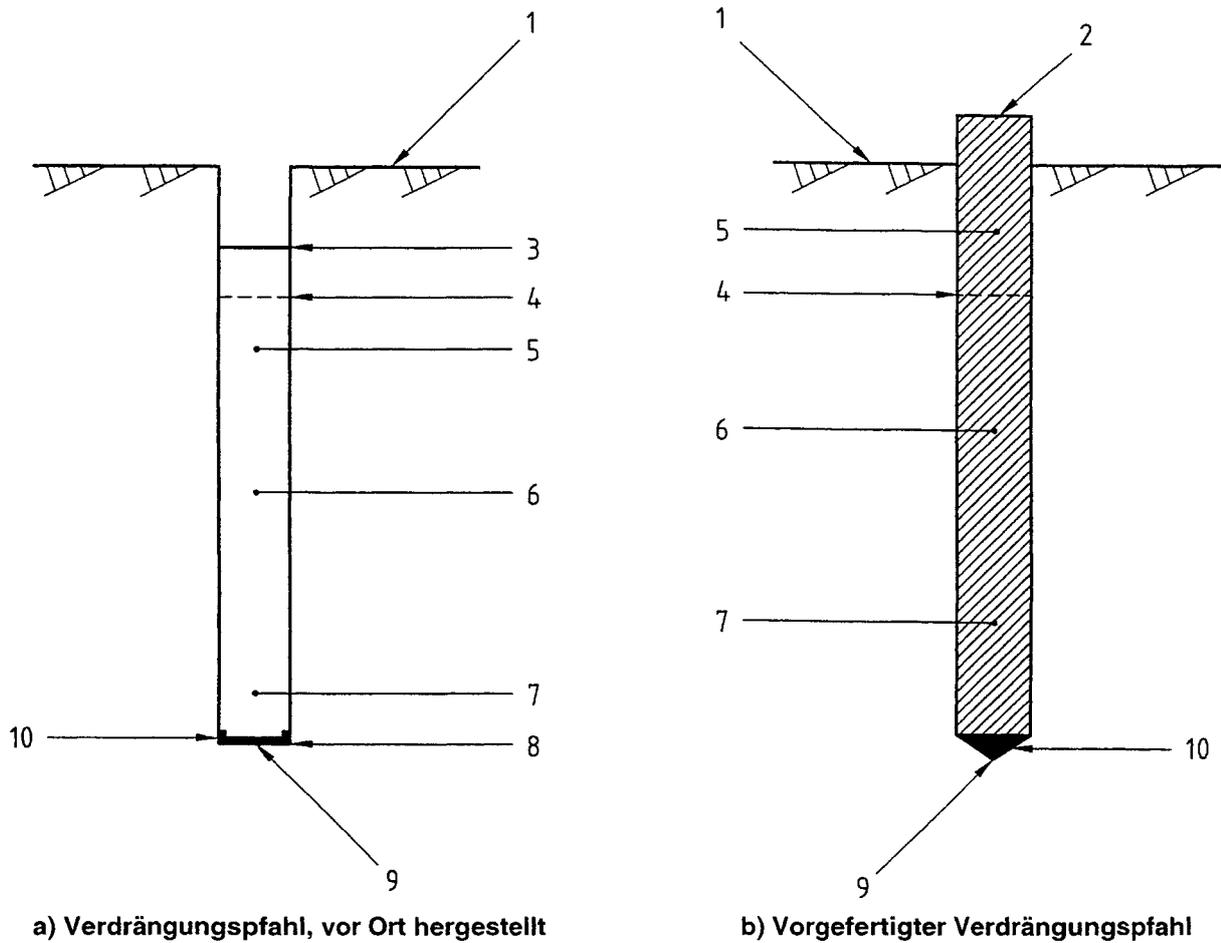
3 Mörtel

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

DIN EN 12699 Berichtigung 1

ICS 93.020

Es wird empfohlen, auf der betroffenen Norm
einen Hinweis auf diese Berichtigung zu
machen.

**Ausführung spezieller geotechnischer Arbeiten (Spezialtiefbau) –
Verdrängungspfähle –
Deutsche Fassung EN 12699 : 2000,
Berichtigung zu DIN EN 12699:2001-05**

Execution of special geotechnical works –
Displacement piles;
German version EN 12699 : 2000,
Corrigendum to DIN EN 12699:2001-05

Exécution des travaux géotechniques spéciaux –
Pieux avec refoulement de sol;
Version allemande EN 12699: 2000,
Corrigendum à DIN EN 12699:2001-05

Gesamtumfang 6 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

DIN EN 12699 Ber 1:2010-11

Inhalt	Seite
1 Änderungen im Vorwort	3
2 Änderungen in 1.2	3
3 Änderungen in Abschnitt 3	3
4 Änderungen in 4.2	4
5 Änderung in 6.1.4	4
6 Änderung in 6.2.3.3	4
7 Änderungen in 6.2.4	4
8 Änderung in 7.1.2	4
9 Änderung in 7.3.2	4
10 Änderung in 7.4.1	4
11 Änderungen in 7.5.1	5
12 Änderung in 7.5.2	5
13 Änderung in 7.6.2	5
14 Änderung in 7.8.1.1	5
15 Änderung in 8.1.3	5
16 Änderung in 8.1.4	5
17 Änderung in 8.3.3.5	5
18 Änderung in 8.3.7	5
19 Änderung zu 8.4.1.1	6
20 Änderung zu 8.4.1.2	6
21 Änderung zu 8.4.1.3	6
22 Änderung in 8.4.3.3.4	6
23 Änderung in 8.5.2.4.7	6
24 Änderungen in 8.6.1	6
25 Änderung in 8.6.2	6
26 Änderung in 8.6.2.5	6

In

DIN EN 12699:2001-05

sind folgende Korrekturen vorzunehmen, die nur die deutsche Sprachfassung betreffen.

1 Änderungen im Vorwort

Im 5. Absatz ist „Abschnitt 7 der Norm“ durch „Abschnitt 7 dieser Norm“ zu ersetzen.

2 Änderungen in 1.2

Im zweiten Aufzählungspunkt ist „Gusseisen“ durch „Stahlguss“ zu ersetzen.

Zwischen dem dritten und vierten Aufzählungspunkt ist ein neuer Aufzählungspunkt „Holz“ einzufügen.

3 Änderungen in Abschnitt 3

Die Benennung von 3.2 ist durch „vorgefertigter Verdrängungspfahl (Fertigpfahl)“ zu ersetzen.

Die Benennung von 3.3 ist durch „Ortbeton-Verdrängungspfahl“ zu ersetzen.

In der Definition von 3.5 ist „oder das Pfahlrohr“ durch „oder das Vortreibrohr“ zu ersetzen.

Die Definition von 3.9 ist zu ersetzen durch „Stahlrohr, das während der Herstellung eines Pfahls zum Stützen der Mantelflächen herangezogen wird. Es kann zeitweilig oder ständig zum Einsatz kommen. Eine bleibende Verrohrung kann als Schutz oder als lastaufnehmendes Element wirken“.

In der Definition von 3.13 ist „Siehe Anhang A, Bilder A.4a) bis A.4d) und A.13“ durch „Siehe Anhang A, Bild A.4 a) bis d) und Bild A.13“ zu ersetzen.

In der Definition von 3.18 ist „dass die Energie der Rammschläge gleichmäßig auf den Pfahlkopf verteilt werden“ durch „dass die Energie der Rammschläge gleichmäßig auf den Pfahlkopf verteilt wird“ zu ersetzen.

Der Begriff 3.24 ist zu ersetzen durch:

„3.24

Ramppfahl

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

Die Benennung von 3.30 ist durch „Nachschlagen (dynamische Pfahlprobelastung)“ zu ersetzen.

Die Benennung von 3.31 ist durch „Nachrammen (1)“ zu ersetzen.

Die Benennung von 3.32 ist durch „Nachrammen (2)“ zu ersetzen.

Die Begriffe 3.42 und 3.43 sind wie folgt zu ergänzen:

„3.42

lastgesteuerte statische Probelastung

ML-Test

(en: 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

DIN EN 12699 Ber 1:2010-11

3.43

weggesteuerte statische Probelastung

CRP-Test

(en: constant rate of penetration pile load test)

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

In der Definition von 3.49 ist „gekappt“ durch ‚gekürzt‘ zu ersetzen.

4 Änderungen in 4.2

Im ersten Absatz ist „Mindestangaben berücksichtigt“ durch „Mindestangaben vorliegen und berücksichtigt“ zu ersetzen.

Im Aufzählungspunkt a) ist „die Baustelle“ durch „das Baufeld“ und „Baugrundes“ durch „Untergrundes“ zu ersetzen.

Im dritten Anstrich von a) ist „Risiken“ durch „Gefahren“ zu ersetzen.

Im zweiten Anstrich von c) ist „Baustellennullhöhe“ durch „Baustellen-Bezugshöhe“ zu ersetzen.

5 Änderung in 6.1.4

Im Text ist „Baugütevorschrift“ durch ‚dem Entwurf‘ zu ersetzen.

6 Änderung in 6.2.3.3

Im Text ist „nichts anders“ durch „nichts Anderes“ zu ersetzen.

7 Änderungen in 6.2.4

In der Abschnittsüberschrift von 6.2.4 und im Text zu 6.2.4.1 ist jeweils „Gusseisenpfähle“ durch „Stahlgusspfähle“ zu ersetzen.

8 Änderung in 7.1.2

Im Text ist „Diese“ durch „Die vorliegende“ zu ersetzen.

9 Änderung in 7.3.2

Im Text ist „im Entwurf mitberücksichtigt“ durch „im Entwurf berücksichtigt“ zu ersetzen.

10 Änderung in 7.4.1

Im Text ist „muss vorab festgelegt werden“ durch „muss geplant werden“ zu ersetzen.

11 Änderungen in 7.5.1

Am Ende des ersten Absatzes ist „wo dieses Risiko besteht“ zu ergänzen.

Der zweite Absatz ist zu ersetzen durch:

„Die zu ergreifenden Maßnahmen müssen im Entwurf berücksichtigt und ausgewiesen werden.“

12 Änderung in 7.5.2

Im fünften Aufzählungspunkt ist „oder Betonierung“ zu streichen.

13 Änderung in 7.6.2

Der Text ist zu ersetzen durch:

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

14 Änderung in 7.8.1.1

Im sechsten Anstrich ist „Nachrammung“ durch „Nachschlagen“ zu ersetzen.

15 Änderung in 8.1.3

Der Text ist zu ersetzen durch

„Vor Beginn der Pfahlarbeiten sollte ein Ausführungsplan vorliegen und vereinbart sein, der die PfaHlgeräte, das Einbringverfahren, die Lage des ersten Pfahls und generelle Angaben zur Herstellreihenfolge umfasst.“

16 Änderung in 8.1.4

Im Text ist „der erste Pfahl“ durch „die ersten Pfähle“ zu ersetzen.

17 Änderung in 8.3.3.5

Der Text ist zu ersetzen durch

„Wenn Schäden an nahe liegenden Bauten oder Ver- bzw. Entsorgungsanlagen möglich sind, sollten Pfähle oder Rohre mit Vibrationsbären eingebracht werden, bei denen Unwucht und Frequenz unabhängig voneinander eingestellt werden können.“

18 Änderung in 8.3.7

Im Text ist „Unterschiede“ durch „Änderungen“ zu ersetzen.

DIN EN 12699 Ber 1:2010-11

19 Änderung zu 8.4.1.1

Der Text ist zu ersetzen durch:

„Die spezifischen Vorgaben für Handhabung, Lagerung und Einbringung der Pfähle müssen eingehalten werden. Sind keine spezifischen Vorgaben gegeben, müssen die Pfahlelemente so gehandhabt werden, dass keine Überbeanspruchungen auftreten.“

20 Änderung zu 8.4.1.2

Der Text ist zu ersetzen durch:

„Wenn festgelegt, müssen ein oder mehrere Pfähle nach einer vorgegebenen Zeitspanne nachgeschlagen werden, um die zeitabhängigen Einflüsse auf die Tragfähigkeit der Pfähle zu bestimmen (siehe 7.8.1).“

21 Änderung zu 8.4.1.3

Im Text ist „Nachrammen“ durch „Nachschlagen“ zu ersetzen.

22 Änderung in 8.4.3.3.4

Im ersten Absatz ist „den Normen“ durch „den maßgeblichen Normen“ zu ersetzen.

23 Änderung in 8.5.2.4.7

Im Text ist „mit geeigneter Mitteln“ durch „mit geeigneten Mitteln“ zu ersetzen.

24 Änderungen in 8.6.1

Der Text von 8.6.1.2 ist zu ersetzen durch:

„Das Verpressen kann durch ein Verpressrohr in Höhe des Pfahlschuhs erfolgen, das zeitweilig oder ständig am Pfahl oder innerhalb des Vortreibrohres angebracht ist.“

25 Änderung in 8.6.2

Die Abschnittsüberschrift ist durch „Verpressen nach dem Einbringen (Nachverpressung)“ zu ersetzen.

26 Änderung in 8.6.2.5

Im Text ist die Formulierung „wie festgelegt“ ersatzlos zu streichen.

DIN EN 14199**DIN**

ICS 93.020

Ersatz für
DIN EN 14199:2005-05**Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) –
Pfähle mit kleinen Durchmessern (Mikropfähle);
Deutsche Fassung EN 14199:2005**Execution of special geotechnical works –
Micropiles;
German version EN 14199:2005Exécution des travaux géotechniques spéciaux –
Micropieux;
Version allemande EN 14199:2005

Gesamtumfang 50 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

DIN EN 14199:2012-01

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 NA 005-05-07 AA „Baugrund, Pfähle“ zuständig.

Dieses Dokument beinhaltet die Deutsche Fassung EN 14199:2005, deren Übersetzung zum Teil berichtigt wurde.

Änderungen

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

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

Gegenüber DIN EN 14199:2005-05 wurden folgende Korrekturen vorgenommen:

- a) im gesamten Dokument wurden Übersetzungskorrekturen vorgenommen.

Frühere Ausgaben

DIN 4128: 1983-04
DIN EN 14199: 2005-05

ICS 93.020

Deutsche Fassung

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

Execution of special geotechnical works —
Micropiles

Exécution de travaux géotechniques spéciaux —
Micropieux

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 27. Oktober 2004 angenommen.

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

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

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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

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

DIN EN 14199:2012-01
EN 14199:2005 (D)

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	4
1 Anwendungsbereich.....	5
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe.....	7
4 Voraussetzungen für die Herstellung von Mikropfählen	11
4.1 Allgemeines	11
4.2 Besondere Angaben zur Herstellung von Mikropfählen:	12
4.3 Tätigkeiten	12
5 Baugrunduntersuchungen	13
5.1 Allgemeines	13
5.2 Besondere Anforderungen	13
6 Baustoffe und Bauprodukte.....	14
6.1 Allgemeines	14
6.2 Bewehrung und Tragglieder	14
6.2.1 Stahl für Bewehrungskörbe	14
6.2.2 Stahl für Tragglieder	15
6.2.3 Weitere Baustoffe für Bewehrung und Tragglieder.....	15
6.3 Baustoffe für Verpressmörtel, Zementmörtel/Feinkornbeton und Beton	15
6.3.1 Zement	15
6.3.2 Gesteinskörnungen	15
6.3.3 Wasser	15
6.3.4 Zusatzmittel und Zusatzstoffe	16
6.4 Verpressmörtel.....	16
6.4.8 Qualitätskontrolle	16
6.5 Zementmörtel/Feinkornbeton und Beton	17
6.5.1 Zementmörtel/Feinkornbeton und Ortbeton	17
6.5.2 Andere Betone	17
6.6 Abstandhalter, Zentrierer und andere Komponenten	17
6.7 Beschichtungen und Korrosionsschutzmassen	18
7 Hinweise zu Entwurf und Bemessung	18
7.1 Allgemeines	18
7.2 Herstellungsbedingte Maßabweichungen	18
7.3 Herstellung und Einbau.....	19
7.4 Bewehrung.....	19
7.5 Verbindungselemente	20
7.6 Korrosionsschutz von Stahlteilen.....	20
7.7 Abstandhalter und Zentrierer	21
7.8 Pfahlaufweitungen	21
7.9 Anschluss an das aufgehende Tragwerk	21
7.10 Abstände zwischen den Mikropfählen.....	21
7.11 Besondere Anforderungen für Mikropfähle in sehr weichen Böden.....	22
7.12 Pfahlschuhe.....	22
8 Ausführung.....	22
8.1 Allgemeines	22
8.2 Baustellenvorbereitung.....	23
8.3 Herstellungsablauf.....	23
8.4 Bohrarbeiten.....	23
8.4.1 Allgemeines	23

	Seite	
8.4.2	Spülen.....	24
8.4.3	Bohrlochstützung durch Verrohrung.....	24
8.4.4	Bohren mit durchgehender Bohrschnecke.....	25
8.5	Einbringen im Verdrängungsverfahren.....	25
8.6	Aufweitungen.....	25
8.7	Bewehrung und Tragglieder.....	25
8.7.1	Handhabung und Lagerung.....	25
8.7.2	Verbindungen.....	26
8.7.3	Abstandhalter und Zentrierer.....	26
8.7.4	Einbau der Bewehrung oder Tragglieder.....	26
8.8	Verfüllen und Verpressen.....	27
8.8.1	Allgemeines.....	27
8.8.2	Herstellung des Verpressmörtels.....	27
8.8.3	Bohrlochprüfung und Vorverpressung.....	28
8.8.4	Verfüllen des Bohrlochs mit Verpressmörtel.....	28
8.8.5	Verpressung in einem Schritt durch eine temporäre Verrohrung.....	28
8.8.6	Verpressung in einem Schritt durch ein Tragglied.....	28
8.8.7	Verpressen und Verfüllen während des Einbringens im Verdrängungsverfahren.....	28
8.8.8	Verpressen während des Bohrens.....	29
8.8.9	Nachverpressen.....	29
8.9	Betonieren.....	29
8.10	Kappen der Pfahlköpfe.....	29
9	Bauüberwachung, Prüfungen und Kontrollen.....	30
9.1	Bauüberwachung.....	30
9.2	Kontrolle der Herstellung von Mikropfählen.....	30
9.3	Mikropfahlversuche.....	30
9.3.1	Allgemeines.....	30
9.3.2	Statische Probelastungen.....	31
9.3.3	Dynamische Probelastungen und Integritätsprüfungen.....	32
10	Aufzeichnungen.....	32
10.1	Allgemeines.....	32
10.2	Aufzeichnungen bei der Mikropfahlherstellung.....	32
10.3	Aufzeichnungen für Mikropfahlversuche.....	34
11	Besondere Anforderungen.....	35
Anhang A (informativ) Herstellungsverfahren von Mikropfählen.....		40
A.1	Gebohrte Mikropfähle.....	40
A.2	Verdrängungsmikropfähle (Eingebrachte Mikropfähle).....	41
Anhang B (informativ) Richtwerte für die Maßabweichungen bei der Herstellung.....		42
Anhang C (informativ) Mindestüberdeckung der Bewehrung und Tragglieder aus Stahl niedriger Festigkeit für Mikropfähle unter Berücksichtigung der Expositionsklasse nach EN 206-1.....		43
Anhang D (informativ, ist zur Beurteilung des Korrosionsschutzes von Mikropfählen nicht anzuwenden) Angaben zur Korrosionsgeschwindigkeit.....		44
Anhang E (informativ) Bohrlochprüfungen und Vorverpressung.....		45
Anhang F (informativ) Pfahlherstellungsprotokoll für gebohrte Mikropfähle.....		46
Anhang G (informativ) Pfahlherstellungsprotokoll für Verdrängungsmikropfähle.....		47
Literaturhinweise.....		48

DIN EN 14199:2012-01
EN 14199:2005 (D)

Vorwort

Dieses Dokument (EN 14199:2005) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 288 „Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau)“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom AFNOR gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis September 2005, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis September 2005 zurückgezogen werden.

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

Das Aufgabengebiet von CEN/TC 288 umfasst die Normung der Verfahren zur Ausführung von geotechnischen Arbeiten (einschließlich Prüfungen und Überwachungsverfahren) und der erforderlichen Materialeigenschaften. CEN/TC 288/WG 8 wurde beauftragt, eine Norm auf dem Gebiet der Mikropfähle zu erstellen.

Das Dokument wurde in Anlehnung an EN 1997-1 erarbeitet. Abschnitt 7 dieser Norm behandelt die Aspekte, die zur Bemessung und Nachweisführung von Mikropfählen benötigt werden.

Die Norm wurde von einer Arbeitsgruppe erarbeitet, die aus Delegierten aus 14 Ländern besteht; sie beruht auf bestehenden nationalen und internationalen Ausführungsnormen.

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

1 Anwendungsbereich

1.1 Dieses Dokument gilt für die Herstellung

- von gebohrten Mikropfählen mit einem maximalen Schaftdurchmesser von 300 mm und
- von Verdrängungspfählen mit einer maximalen Querschnittsabmessung von 150 mm.

1.2 Mit Hilfe von Mikropfählen werden Kräfte in den Baugrund eingeleitet. Sie können Tragglieder beinhalten, um direkt oder indirekt Lasten abzuführen, oder um Verformungen zu begrenzen. Mantel- und Fußwiderstand von Mikropfählen können durch Verpressung erhöht werden. Bei der Herstellung kann auf verschiedene Konstruktionsformen zurückgegriffen werden (siehe Bild 1):

- einheitlicher Querschnitt auf gesamter Länge; oder
- teleskopartige Querschnittsänderung;
- Schaftaufweitungen; und/oder
- Fußaufweitung.

1.3 Es bestehen keine Beschränkungen hinsichtlich Länge, Neigung (Definition siehe Bild 2), Schlankheitsgrad oder Fuß- bzw. Schaftaufweitungen außer den herstellungsbedingten Vorgaben.

1.4 Die Bestimmungen in diesem Dokument gelten für (siehe Bild 3):

- einzelne Mikropfähle;
- Gruppen von Mikropfählen;
- Netzwerke von Mikropfählen;
- Wände aus Mikropfählen.

1.5 Mikropfähle können durch Bohr- oder Verdrängungsverfahren oder durch eine Kombination dieser Verfahren in den Baugrund eingebracht werden.

1.6 Mikropfähle können aus folgenden Materialien bestehen:

- Stahl oder anderen Bewehrungsmaterialien;
- Verpressmörtel, Zementmörtel/Feinkornbeton oder Beton;
- eine Kombination der oben genannten Materialien.

1.7 Mikropfähle können eingesetzt werden:

- für Arbeiten unter schwer zugänglichen und beengten räumlichen Bedingungen;
- für Gründungen neuer Tragwerke (besonders in sehr heterogenem Boden oder Fels);
- als Bewehrung oder Verstärkung bestehender Tragwerke zur Erhöhung der Tragfähigkeit, um Lasten unter der Maßgabe verträglicher Setzungen in den Baugrund abzuleiten, z. B. für Unterfangungen;
- um Setzungen und/oder Verschiebungen zu verringern;
- um eine Stützwand herzustellen;

DIN EN 14199:2012-01
EN 14199:2005 (D)

- als Baugrundbewehrung, um Trag- und/oder Stützkörper herzustellen;
- um die Standsicherheit von Geländesprüngen bzw. Böschungen zu verbessern;
- zur Sicherung gegen Aufschwimmen;
- für andere Anwendungen, für die der Einsatz von Mikropfählen angemessen ist.

1.8 Dieses Dokument gilt nicht für nach EN 14679 hergestellte Tiefreichende Bodenstabilisierungen und Holzpfähle. Mit Hilfe des Düsenstrahlverfahrens hergestellte Säulen werden durch EN 12716 abgedeckt, Verpressanker durch EN 1537.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

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

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

EN 791, *Bohrgeräte — Sicherheit*

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

EN 996, *Rammausrüstung — Sicherheitsanforderungen*

EN 1008, *Zugabewasser für Beton — Festlegung für die Probenahme, Prüfung und Beurteilung der Eignung von Wasser, einschließlich Wasser, das aus Verfahren der Betonherstellung zurückgewonnen wurde, wie Zugabewasser für Beton*

EN 1536:1999, *Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) — Bohrpfähle*

EN 1537:1999, *Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) — Verpressanker*

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

EN 1992-1-1, *Eurocode 2: Planung von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken — Teil 1-1: Grundlagen und Anwendungsregeln für den Hochbau*

EN 1993-1-1, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Bemessungsregeln für den Hochbau*

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

EN 1994-1-1, *Eurocode 4: Bemessung und Konstruktion von Verbundtragwerken aus Stahl und Beton — Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln; Regeln für den Hochbau*

EN 1997-1:2004, *Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik — Teil 1: Allgemeine Regeln*

EN 10025, *Warmgewalzte Erzeugnisse aus unlegierten Baustählen*

EN 10080, *Betonbewehrungsstahl — Schweißgeeigneter gerippter Betonstahl B 500 — Technische Lieferbedingungen für Stäbe, Ringe und geschweißte Matten*

prEN 10138-4, *Spannstähle — Teil 4: Warmgewalzte und behandelte Stäbe*

EN 10210, *Warmgefertigte Hohlprofile für den Stahlbau aus unlegierten Baustählen und aus Feinkornbaustählen*

EN 12699:2000, *Ausführung spezieller geotechnischer Arbeiten (Spezialtiefbau) — Verdrängungspfähle*

EN 12794, *Betonfertigteile — Gründungspfähle*

EN ISO 11960, *Erdöl- und Erdgasindustrie — Stahlrohre zur Verwendung als Futter- oder Steigrohre für Bohrungen (ISO 11960:2004)*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Mikropfahl

en: micropile

fr: micropieu

Pfähle mit einem kleinen Durchmesser (kleiner als 300 mm Schaftdurchmesser für gebohrte Pfähle und maximal 150 mm Schaftdurchmesser bzw. Querschnittsbreite bei Verdrängungsmikropfählen)

3.2

Fußaufweitung

en: enlarged base

fr: base élargie

Fuß eines Mikropfahles, der so aufgeweitet ist, dass der Querschnitt des Fußes größer als der Schaftquerschnitt ist

3.3

Schaftdurchmesser

en: shaft diameter

fr: diamètre du fût

der Schaftdurchmesser des Mikropfahles ist der Durchmesser im Bereich zwischen Kopf und Fuß. Er entspricht

- a) für Pfähle, die mit Verrohrung hergestellt sind, dem größten Außendurchmesser der Verrohrung,
- b) für Pfähle, die unverrohrt hergestellt sind, dem größten Durchmesser des Bohrwerkzeuges oder der größten Querschnittsabmessung des Rammwerkzeuges,
- c) für vorgefertigte Pfähle der größten Querschnittsabmessung oder dem Außendurchmesser des vorgefertigten Traggliedes

3.4

Vorversuchs-Mikropfahl

en: preliminary micropile

fr: micropieu préliminaire

Mikropfahl, der vor Beginn der Herstellung der Bauwerks-Mikropfähle zu dem Zweck hergestellt wird, die Eignung der ausgewählten Pfahlbauart zu überprüfen und/oder den Entwurf, die Abmessungen und die Tragfähigkeit zu bestätigen

DIN EN 14199:2012-01
EN 14199:2005 (D)

3.5

de: Herstellungsversuchs-Mikropfahl

en: trial micropile

fr: micropieu de faisabilité

Mikropfahl, der zur Beurteilung der Durchführbarkeit und prinzipiellen Eignung des für eine bestimmte Anwendung vorgesehenen Herstellungsverfahrens eingebracht wird

3.6

Abnahmeversuchs-Mikropfahl

en: test micropile

fr: micropieu d'essai

Mikropfahl, der belastet wird, um das Widerstands-Verformungs-Verhalten sowohl des Pfahls als auch des ihn umgebenden Baugrunds zu ermitteln

3.7

Bauwerks-Mikropfahl

en: working micropile

fr: pieu de fondation

Mikropfahl, der Teil eines Bauwerks ist

3.8

Integritätsprüfung

en: integrity test

fr: essai d'intégrité

Prüfung an einem eingebauten Mikropfahl, um die Fehlerfreiheit der Pfahlteile nachzuweisen

3.9

statische Probelastung

en: static load test

fr: essai de chargement statique

Probelastung, bei der auf den Kopf eines Mikropfahles zur Ermittlung seiner Tragfähigkeit und seines Verformungsverhaltens eine axiale und/oder seitliche Kraft aufgebracht wird

3.10

lastgesteuerte Probelastung

en: maintained load test (ML test)

fr: essai de chargement par palier

statische Probelastung, bei der stufenweise zunehmende Lasten aufgebracht werden, die jeweils über eine bestimmte Dauer oder bis zum Abklingen der Pfahlkopfbewegung oder bis zum Erreichen eines vorgegebenen Grenzwertes konstant gehalten werden

3.11

weggesteuerte Probelastung

en: constant rate of penetration test (CRP test)

fr: essai de chargement à vitesse d'enfoncement constante

statischer Belastungsversuch, bei dem ein Mikropfahl mit einer konstanten Geschwindigkeit unter Messung der dabei auftretenden Kraft in den Baugrund eingedrückt wird

3.12

dynamische Probelastung

en: dynamic load test

fr: essai de chargement dynamique

Belastungsversuch, bei dem eine dynamische Kraft auf den Mikropfahl aufgebracht wird, um die Tragfähigkeit und das Verformungsverhalten zu bestimmen

3.13**Verpressmörtel****en: grout****fr: coulis**

erhärtendes Material, im allgemeinen Zement und Wasser, gegebenenfalls mit Gesteinskörnungen mit kleinem Durchmesser, Zusatzstoffen und Zusatzmitteln, das die Last vom Tragglied oder vom Schaft des Pfahles auf den Baugrund überträgt und/oder zum Korrosionsschutz beiträgt

3.14**Zementmörtel/Feinkornbeton****en: mortar****fr: mortier**

Beton mit Gesteinskörnungen mit einer Korngröße von maximal 8 mm

3.15**Einbringen im Verdrängungsverfahren****en: driving****fr: fonçage**

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

3.16**Bohren****en: drilling****fr: forage**

Verfahren zur Herstellung eines zylindrischen Hohlraums durch einen intermittierenden oder kontinuierlichen Vorgang zum Entfernen des Locker- oder des Festgesteins

3.17**Verrohrung****en: casing****fr: tubage**

Rohr zur Stützung des Bohrlochs bei der Pfahlherstellung. Die Verrohrung kann dauerhaft oder temporär sein. Eine dauerhafte Verrohrung kann als Tragglied und/oder als Korrosionsschutz mit herangezogen werden

3.18**Hülse, Mantelrohr****en: liner****fr: gaine, chemise**

Rohr, das im Allgemeinen aus einem dünnen Stahlblech oder Kunststoff besteht und den Schaft eines Mikropfahles ganz oder teilweise umgibt und z. B. zum Schutz des Schaftes in weichen oder aggressiven Böden oder zur Verringerung einer negativen Mantelreibung dient

3.19**Vortreibrohr/Rammrohr****en: drive tube****fr: tube de fonçage**

Stahlrohr, mit dessen Hilfe der Boden bei der Herstellung von gerammten Ortbeton-Mikropfählen verdrängt wird. Das Vortreibrohr wird während des Verpressens oder Betonierens gezogen

3.20**Verbindung****en: micropile joint****fr: assemblage, connexion de micropieu**

Mittel zur Verbindung von Abschnitten des Traggliedes durch Schweißen oder mechanische Verbindungen

DIN EN 14199:2012-01
EN 14199:2005 (D)

3.21

Koppelement/Muffe

en: coupler

fr: manchon

außen liegendes Verbindungsteil von Stab- oder Rohrabschnitten

3.22

Nippel

en: nipple

fr: mamelon

innen liegendes Verbindungsteil von Rohrabschnitten

3.23

Zentrierer

en: centralizer

fr: centreur

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

3.24

Abstandhalter

en: spacer

fr: écarteur

Bauteil zur Sicherstellung der erforderlichen Überdeckung der Bewehrung mit Zementmörtel /Feinkornbeton oder Beton oder eines Abstandes zwischen den Bewehrungselementen

3.25

Tragglied

en: load bearing element

fr: élément porteur

Bauteil aus Stahl oder einem anderen Werkstoff, das die Lasten vom Bauwerk in den Baugrund übertragen kann

3.26

Spülflüssigkeit, Bohrspülung

en: drilling fluid/mud

fr: fluide de forage, boue de forage

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

3.27

Manschettenrohr

en: tube-à-manchettes

fr: tube à manchettes

Rohr mit Bohrungen und Gummimanschetten als Rückschlagventile, durch das unter Verwendung eines Packers das Einpressen von Verpressmörtel möglich ist

3.28

Arbeitsebene

working level

fr: niveau de travail

Aufstandsebene für das Bohr- oder Rammgerät

3.29**Technischer Bauherrenvertreter****en: clients technical representative****fr: representant technique du client**

Vertreter des Bauherren, der mit allen Aspekten der in Frage kommenden Mikropfahlanwendung vertraut und zugleich Fachmann auf dem Gebiet der Mikropfahltechnik ist

3.30**Verpressen****en: grouting****fr: injection sous pression**

Einbringen von Verpressmörtel oder Beton in das Bohrloch unter einem Druck, der höher als der hydrostatische Druck ist

3.31**Nachverpressen****en: multi-stage grouting****fr: injection sous pression repetée**

Hochdruckverpressung durch ein Manschettenrohr, besondere Ventile oder Nachverpressrohre, nachdem der vorher ins Bohrloch verfüllte Mörtel abgebunden hat

3.32**Verfüllen****en: filling****fr: remplissage gravitaire**

Einbringen von Zementmörtel/Feinkornbeton oder anderem Verpressgut in das Bohrloch bei dem nur der hydrostatische Druck aus der Höhe des Verfüllgutes wirkt

4 Voraussetzungen für die Herstellung von Mikropfählen**4.1 Allgemeines**

4.1.1 Vor der Ausführung der Arbeiten zur Herstellung von Mikropfählen müssen alle notwendigen Informationen und die Ergebnisse der Baugrunderkundung vorliegen.

4.1.2 Diese Informationen müssen enthalten:

- a) etwaige rechtliche Beschränkungen;
- b) die Lage der Hauptachsen zum Abstecken;
- c) Zustand benachbarter Bauwerke, der Verkehrswege, der Leitungen usw. im Einflussbereich der Arbeiten, einschließlich der notwendigen Beweissicherungen;
- d) ein angemessenes Qualitätsmanagementprogramm welches die Beaufsichtigung, messtechnische Überwachung und begleitende Versuche abdeckt.

4.1.3 Die Informationen zur Baustelle müssen, soweit zutreffend, enthalten:

- a) Angaben zu den örtlichen Verhältnissen der Baustelle (Grundriss, Baugrenzen, Topographie, Zugangsmöglichkeit, Böschungen, eingeschränkte Arbeitshöhen ...);
- b) Angaben zu bestehenden unterirdischen Bauten und Leitungen, zu Hindernissen, bekannten Kontaminationen und zu archäologischen Objekten;

DIN EN 14199:2012-01
EN 14199:2005 (D)

- c) Angaben zu umweltrechtlichen Belangen, wie z. B. Beschränkungen bezüglich Lärm, Erschütterungen und Verschmutzung;
- d) Angaben zu laufenden oder zukünftigen Baumaßnahmen wie z. B. Grundwasserabsenkungen, Untertunnelungen, oder zu tiefen Baugruben.

4.2 Besondere Angaben zur Herstellung von Mikropfählen:

4.2.1 Die nachfolgenden zusätzlichen Informationen sind, sofern zutreffend, in die Projektspezifikation aufzunehmen und müssen auf der Baustelle vor dem Beginn der Arbeiten zur Herstellung der Mikropfähle vorliegen:

- Höhe der Arbeitsebenen;
- geodätischer Bezugspunkt;
- chemische Aggressivität von Boden und Grundwasser (= Expositionsklasse entsprechend EN 206-1);
- klimatische Randbedingungen;
- Möglichkeit elektrischer Streuströme;
- mögliche Instabilität des Baugrunds;
- vorhandene Pfähle, Anker und/oder andere künstliche Hindernisse im Baugrund.

4.2.2 Die folgenden Einzelheiten sind, sofern zutreffend, während des Entwurfs zu klären und müssen zur Bauausführung vorliegen:

- alle notwendigen Informationen zur Erstellung der Ausführungspläne und der Verfahrensbeschreibungen;
- Notwendigkeit, Umfang und Ablauf der Bestandsaufnahme bestehender Tragwerke, Verkehrswege sowie des Betriebs von Einrichtungen in der Nachbarschaft der Arbeiten. Soweit Bestandsaufnahmen notwendig sind, müssen die Ergebnisse vor Beginn der Arbeiten vorliegen;
- die Verantwortlichkeiten und Zuständigkeiten der am Entwurf, der Ausführung und der Überwachung beteiligten Parteien. Sie müssen in der Projektspezifikation eindeutig definiert werden;
- vorherige Erfahrungen mit Mikropfählen oder anderen Gründungen oder Tiefbauarbeiten auf der Baustelle oder in deren Umgebung;
- zulässige Verformungen der benachbarten Bauwerke;
- Abmessungen und Zustand bestehender Gründungen und Bodenplatten;
- Zustand, Standsicherheit und zulässige Verformungen von zu unterfangenden Bauwerken;
- bestehende Entwässerungs- und Grundwasserabsenkungsmaßnahmen.

4.3 Tätigkeiten

Entwurf und Ausführung sollten — soweit angemessen — die nachfolgenden Tätigkeiten umfassen:

ANMERKUNG Die aufgeführte Reihenfolge der Tätigkeiten stellt nicht zwangsläufig ihre zeitliche Abfolge dar.

- a) Beurteilung der im Rahmen des Entwurfs und der Bemessung getroffenen Annahmen hinsichtlich der Ergebnisse der Baugrunduntersuchung und Durchführbarkeit der Baumaßnahme;

- b) Herstellung und Probelastung von Vorversuchs- und Herstellungsversuchs-Mikropfählen;
- c) Bewertung der Ergebnisse dieser Probelastungen;
- d) Festlegung des Ablaufs der Herstellung eines Mikropfahls unter Berücksichtigung von c);
- e) Arbeitsanweisungen hinsichtlich der Herstellungsreihenfolge;
- f) Unterweisung aller Beteiligten in die Entwurfsdetails, die besonders zu berücksichtigen sind;
- g) Festlegung der Maßnahmen zur Überwachung der Auswirkungen der Mikropfahlherstellung auf zu unterfangende oder angrenzende Bauwerke (Typ und Genauigkeit der Messgeräte, Messintervalle) und der Interpretation der Messergebnisse;
- h) Festlegung von zulässigen Grenzwerten hinsichtlich der Beeinflussung der zu unterfangenden bzw. benachbarten Bauwerke;
- i) Bereitstellung von Ausführungsplänen;
- j) Festlegung von Kontrollen während der Bauausführung und der Pfahlprobelastungen.

5 Baugrunduntersuchungen

5.1 Allgemeines

5.1.1 Die Baugrunduntersuchungen müssen den Anforderungen nach EN 1997-1 entsprechen.

5.1.2 Der Bericht zur Baugrunduntersuchung muss rechtzeitig vorliegen, um den Entwurf, die Bemessung und die Ausführung der Mikropfahlarbeiten sachgerecht zu ermöglichen.

5.1.3 Die Baugrunderkundung ist hinsichtlich ihrer Qualität und ihres Umfangs darauf zu überprüfen, ob diese für Entwurf und Bemessung sowie Ausführung ausreichend ist.

5.1.4 Bei ungenügender Baugrunderkundung sind ergänzende Baugrunderkundungsmaßnahmen durchzuführen.

5.2 Besondere Anforderungen

5.2.1 Bei der Festlegung des Umfangs der Baugrunderkundung sind Erfahrungen, die im Rahmen der Durchführung vergleichbarer Gründungsarbeiten unter vergleichbaren Bedingungen und/oder auf benachbarten Baustellen gewonnen wurden, mit einzubeziehen.

ANMERKUNG Der Bezug auf Erfahrungen in diesem Zusammenhang ist zulässig, falls angemessene Mittel zur Überprüfung herangezogen werden (z. B. durch Sondierungen, Bohrlochaufweitungsversuche oder andere Untersuchungen).

5.2.2 Die Bodenkennwerte sind durch in-situ Versuche und/oder Laborversuche über die gesamte Länge der Mikropfähle bzw. bis zu einer Tiefe, die durch die Eigenschaften des Baugrunds und der Lastabtragung des Mikropfahls (Spitzendruckpfahl oder Mantelreibungspfahl) definiert wird, zu bestimmen.

5.2.3 Mit Hilfe der Baugrunduntersuchung ist für Spitzendruck-Mikropfähle nachzuweisen, dass unter der tragenden Bodenschicht am Pfahlfuß keine weiche Schicht ansteht, um die Gefahr des Durchstanzens oder unverträglicher Setzungen auszuschließen.

DIN EN 14199:2012-01
EN 14199:2005 (D)

5.2.4 Die nachfolgenden Informationen — sofern für die Herstellung der Mikropfähle notwendig — müssen im Rahmen des Berichtes der Baugrunduntersuchung gegeben werden:

- a) Druckhöhen aller Grundwasserstockwerke in allen Boden- und Felsschichten. Wenn es erforderlich ist, sollten die verschiedenen Grundwasserstände einzeln und über eine ausreichende Zeit erfasst werden, um hieraus den höchsten während der Herstellung der Mikropfähle zu erwartenden Grundwasserstand zu bestimmen. Dabei ist besonders auf artesisch gespannte Grundwasserleiter und stark strömendes Grundwasser zu achten;
- b) Vorhandensein grobkörniger, stark durchlässiger Böden bzw. künstlicher oder natürlicher Hohlräume, die ein schlagartiges Ablaufen der Spülflüssigkeit und eine damit einhergehende Instabilität der Bohrlochs zur Folge haben können. Dies kann besondere Maßnahmen notwendig machen;
- c) Vorhandensein, Festigkeit und Verformungsverhalten weicher Schichten, wie z. B. weicher Ton oder Torf, die Schwierigkeiten bei der Herstellung oder Belastung der Mikropfähle verursachen können (Verformung und Instabilität des Bohrlochs, Knickgefahr);
- d) mögliches Geröll oder Blöcke oder andere Hindernisse im Baugrund, die Schwierigkeiten bei der Einbringung oder der Bohrung verursachen können. Dies kann besondere Verfahren oder Werkzeuge für das Durchörteren oder die Beseitigung bedingen;
- e) Höhenlage und Neigung der Felsoberkante, Mächtigkeit und Ausdehnung von verwittertem Fels sowie eventuelle Klüfte und Hohlräume;

ANMERKUNG In manchen Fällen kann es notwendig sein auch Festigkeit und Härte des Felses zu bestimmen.

- f) chemische Aggressivität von Grundwasser, Boden und Fels, die die Eigenschaften und Beschaffenheit des Verpressmörtels, Zementmörtels/Feinkornbetons, des Betons und des Stahls beeinträchtigt;
- g) Vorhandensein, Ausdehnung und Beschaffenheit von Kontaminationen, die die Entsorgung des anfallenden Aushubs beeinflussen und für die besondere Maßnahmen hinsichtlich des Arbeitsschutzes notwendig sind;
- h) Erosions- und andere Zerfallserscheinungen von Boden und Fels bei Kontakt mit Wasser.

6 Baustoffe und Bauprodukte

6.1 Allgemeines

6.1.1 Alle Baustoffe und Bauprodukte, die als Bestandteile von Mikropfählen Verwendung finden, müssen der Leistungsbeschreibung entsprechen.

6.1.2 Die Bezugsquellen der verwendeten Baustoffe sind zu dokumentieren und dürfen nicht ohne vorherige Mitteilung geändert werden.

6.2 Bewehrung und Tragglieder

6.2.1 Stahl für Bewehrungskörbe

6.2.1.1 Stabstähle zur Bewehrung von Mikropfählen aus Beton müssen EN 10080 entsprechen.

6.2.1.2 Bei der Auswahl von Beschaffenheit und Güte des Stahls muss der Zusammenbau der Körbe und die Schweißbeignung beachtet werden.

6.2.2 Stahl für Tragglieder

6.2.2.1 Tragglieder aus Stahl haben folgenden Normen zu entsprechen:

- EN 10080 oder prEN 10138-4 beim Einsatz von Stabstählen;
- EN 10210, EN 10219 oder EN ISO 11960 beim Einsatz von Hohlquerschnitten (z. B. von Rohren);
- EN 10025 beim Einsatz warm gewalzter Produkte (z. B. H-Träger).

6.2.2.2 Bei der Auswahl von Beschaffenheit und Güte des Stahls ist die Schweißeignung, sofern erforderlich, zu beachten.

6.2.2.3 Verbindungselemente dürfen die erforderliche Tragfähigkeit des Traggliedes nicht herabsetzen.

6.2.2.4 Wieder verwendete bzw. aus zweiter Wahl stammende Stahltragglieder müssen den im Rahmen des Entwurfs festgelegten Anforderungen hinsichtlich der Abmessungen und Materialeigenschaften entsprechen und müssen frei von Beschädigungen, schädlichen Bestandteilen und Korrosion sein, welche ihre Festigkeit und Dauerhaftigkeit beeinträchtigen können.

6.2.3 Weitere Baustoffe für Bewehrung und Tragglieder

6.2.3.1 Gusseisen für Tragglieder und Formstücke muss der Leistungsbeschreibung und Projektspezifikation des Herstellers entsprechen.

6.2.3.2 Weitere Baustoffe dürfen nur eingesetzt werden, wenn ihre Eignung belegt ist und ihr Einsatz durch den Technischen Bauherrenvertreter genehmigt ist.

6.3 Baustoffe für Verpressmörtel, Zementmörtel/Feinkornbeton und Beton

6.3.1 Zement

6.3.1.1 Zement für Mikropfähle muss EN 197-1 entsprechen.

6.3.1.2 Bei der Auswahl der Zementsorte ist die mögliche aggressive chemische Umgebung zu berücksichtigen und die Expositionsklasse entsprechend EN 206-1 festzulegen.

6.3.1.3 Zemente mit hohem Sulfatgehalt dürfen Spannstahl nach prEN 10138-4 nicht berühren.

6.3.2 Gesteinskörnungen

6.3.2.1 Die Gesteinskörnungen (Zuschlag) müssen DIN EN 206-1 entsprechen.

6.3.2.2 Gesteinskörnungen mit runder Kornform sollten bevorzugt werden, wenn der Zementmörtel/Feinkornbeton oder Beton mit Hilfe von Betonierrohren oder Pumpen eingebaut wird.

6.3.3 Wasser

6.3.3.1 Das Zugabewasser sollte EN 206-1 entsprechen.

ANMERKUNG Trinkwasser ist als Zugabewasser immer geeignet.

6.3.3.2 Zugabewasser aus natürlicher Herkunft im Baustellenbereich, sollte insbesondere auf Chloride, Sulfate und organische Bestandteile getestet und vom Technischen Bauherrenvertreter genehmigt werden.

6.3.3.3 Zulassungskriterien und Prüfverfahren für Wasser nach 6.3.3.2 müssen EN 1008 entsprechen.

DIN EN 14199:2012-01
EN 14199:2005 (D)

6.3.4 Zusatzmittel und Zusatzstoffe

6.3.4.1 Zusatzmittel und Zusatzstoffe müssen

- a) EN 206-1 und EN 934-2 sowie
- b) den Zulassungen und den Herstellerangaben entsprechen.

6.4 Verpressmörtel

6.4.1 Die Zusammensetzung des Verpressguts und die Verpress- oder Fülltechnik muss entsprechend der vorgesehenen Anwendung und den Baugrundverhältnissen geplant und ausgeführt werden.

6.4.2 Sand und Zusatzstoffe können zur Konsistenzveränderung bzw. zur Erhöhung der Widerstandsfähigkeit des Verpressguts gegen Auswaschen oder Entmischen verwendet werden.

ANMERKUNG Verpressgut, dem Zusatzstoffe oder Sand (mit einer Korngröße < 2 mm) in einer Menge, die die reine Zementmasse nicht übersteigt, beigemischt sind, wird als Verpressmörtel bezeichnet. Bei einer größeren Menge an beigemischttem Zusatzstoffen oder Sand ist die Mischung als Zementmörtel/Feinkornbeton zu bezeichnen.

6.4.3 Der Wasser-Zement-Wert sollte den Baugrundverhältnissen angepasst sein und, soweit nicht anderweitig spezifiziert, 0,55 nicht überschreiten.

6.4.4 Soweit nicht anderweitig definiert, muss die einaxiale Druckfestigkeit nach 28 Tagen bzw. zu dem Zeitpunkt, an der der Mikropfahl erstmals belastet wird, mindestens 25 MN/m^2 an einem zylindrischen Versuchskörper mit einem Verhältnis zwischen Höhe und Durchmesser der Probe von 2 betragen.

6.4.5 Es sollten Laborversuche, gegebenenfalls nach EN 445, und Feldversuche durchgeführt werden, um den Verpressmörtel hinsichtlich seiner Leistungsfähigkeit, der Effektivität des Mischverfahrens sowie der Abbindezeit zu überprüfen. Sofern geeignet, sollten die Versuche nach EN 445 durchgeführt werden.

6.4.6 Die Wasserabsonderung (Bluten) nach 2 h sollte 3 % nicht überschreiten.

6.4.7 Wird der Verpressmörtel zur Überdeckung von Bewehrung innerhalb einer Verrohrung verwendet, sollte die Wasserabsonderung und die Volumenänderung die Bedingungen EN 447 erfüllen.

6.4.8 Qualitätskontrolle

6.4.8.1 Die Qualität des Verpressmörtels ist während der Arbeiten zu kontrollieren.

6.4.8.2 Der Verpressmörtel sollte auf der Baustelle den folgenden Tests unterzogen werden:

- Dichte des Verpressmörtels im Mischer und, sofern machbar, am Bohrlochmund;
- Viskosität (Marsh-Zeit), wenn anwendbar;
- Wasserabsonderung.

6.4.8.3 Soweit nicht anders festgelegt, sind an jeder Baustelle und in Zeitabständen von maximal 7 Arbeitstagen mindestens 2 Sätze bestehend aus je 3 Proben (Zylinder oder Würfel) zu entnehmen und hinsichtlich ihrer Druckfestigkeit zu untersuchen.

6.4.8.4 Bei automatischer Mischung ist der Mischungsvorgang periodisch zu überprüfen. Bei nichtautomatischer Mischung ist der Mischungsvorgang zu protokollieren.

6.5 Zementmörtel/Feinkornbeton und Beton

6.5.1 Zementmörtel/Feinkornbeton und Ortbeton

6.5.1.1 Soweit nicht anders spezifiziert, ist die Mischung nach EN 206-1 zu entwerfen.

6.5.1.2 Zementmörtel/Feinkornbeton und Beton für Mikropfähle müssen:

- a) eine hohe Widerstandsfähigkeit gegen Entmischung;
- b) eine hohe Bildsamkeit und gutes Bindevermögen;
- c) gute Fließeigenschaften;
- d) sowie die Möglichkeit zur Selbstverdichtung besitzen;
- e) während der Dauer des Einbaus und des Ziehens der Verrohrung gut zu verarbeiten sein;
- f) soweit nicht anderweitig definiert, muss die einaxiale Druckfestigkeit nach 28 Tagen bzw. zu dem Zeitpunkt, an der der Mikropfahl erstmals belastet wird, mindestens 25 MN/m^2 betragen, geprüft an einem zylindrischen Versuchskörper mit einem Höhen- und Durchmesser Verhältnis von 2.

6.5.1.3 Soweit nicht anders spezifiziert, muss der Zementgehalt für Zementmörtel/Feinkornbeton bzw. Beton, eingebracht unterhalb des Grundwasserspiegels, mindestens 375 kg/m^3 bei einem Wasser-/Zementwert von maximal 0,6 betragen.

6.5.1.4 Für Gesteinskörnungen, die für Zementmörtel/Feinkornbeton verwendet werden, gelten folgende Beschränkungen hinsichtlich der Korngrößenverteilung:

$$d_{85} \leq 4 \text{ mm};$$

$$d_{100} \leq 8 \text{ mm}.$$

6.5.1.5 Das Größtkorn der Gesteinskörnung für Beton darf 16 mm, 1/4 des Abstands der Längsbewehrung oder 1/6 des Innendurchmessers des Betonierrohrs nicht überschreiten, wobei der kleinste Wert maßgebend ist.

6.5.2 Andere Betone

6.5.2.1 Für Betonfertigpfähle müssen die Baustoffe und die Herstellung sowie die Verbindungen und Stöße EN 12794 entsprechen.

6.5.2.2 Beton, der nachträglich in eine Mikropfahl-Verrohrung eingebaut wird, ist in 6.5.1 beschrieben.

6.6 Abstandhalter, Zentrierer und andere Komponenten

6.6.1 Abstandhalter und Zentrierer sollten verwendet werden, um die Betondeckung nach 7.6 sicherzustellen.

6.6.2 Abstandhalter und Zentrierer sind mit dauerhaften Baustoffen herzustellen, die nicht:

- zur Korrosion der Bewehrung bzw. des Tragglieds;
- zum Abplatzen der Überdeckung aus Verpressmörtel, Zementmörtel/Feinkornbeton oder Beton führen.

6.6.3 Die für Abstandhalter, Zentrierer und andere Komponenten verwendeten Baustoffe müssen mit den Baustoffen des Mikropfahls verträglich sein und dürfen den Korrosionsschutz nicht beeinträchtigen.

**DIN EN 14199:2012-01
EN 14199:2005 (D)**

6.7 Beschichtungen und Korrosionsschutzmassen

6.7.1 Beschichtungen und Korrosionsschutzmassen müssen den Anforderungen des Entwurfs entsprechen, vor allem hinsichtlich eines lückenlosen Korrosionsschutzes an den Anschlüssen.

6.7.2 Die Bestandteile des Korrosionsschutzes, die zusammen mit hochfestem- Stahl und Spannstahl nach 7.7.2 eingesetzt werden, müssen mit EN 1537:1999, 6.10 übereinstimmen.

6.7.3 Beschichtungen zur Reduktion der Mantelreibung müssen der Projektspezifikation und dem Entwurf entsprechen.

7 Hinweise zu Entwurf und Bemessung

7.1 Allgemeines

7.1.1 Die zugrunde liegenden Normen für Entwurf und Bemessung von Mikropfählen sind:

- EN 1991-1 bezüglich der Grundlagen von Entwurf und Bemessung sowie der Einwirkungen auf Tragwerk und Bauwerk;
- EN 1992-3 für Entwurf und Bemessung von Betonpfählen;
- EN 1993 für Entwurf und Bemessung von Stahlbauteilen;
- EN 1994-1-1 für Entwurf und Bemessung von Verbundbauteilen;
- prEN 10138-4 für den Entwurf von vorgespannten Elementen;
- EN 1997-1 für die Ermittlung des Pfahlwiderstandes.

7.1.2 Das vorliegende Dokument enthält Entwurfsregeln für die Ausführung, die nicht durch die oben genannten Normen abgedeckt sind und die Entwurf, Bemessung oder Einzelheiten der Mikropfähle beeinflussen können.

7.1.3 Entwurf und Bemessung sollen Typ und Abmessung des Mikropfahls festlegen.

ANMERKUNG Mikropfähle können nur bei ausreichender Kenntnis des Bauprojekts, der aus dem Tragwerk resultierenden Anforderungen an die Mikropfahlkonstruktion und der Baugrundverhältnisse sicher und wirtschaftlich entworfen werden. Erfahrungen mit Mikropfählen in vergleichbaren Baugrundverhältnissen sollten berücksichtigt werden.

7.1.4 Liegen keine vergleichbaren Erfahrungen bezüglich der Ausführung der Mikropfähle vor, ist ein oder sind mehrere Vorversuchs- oder Herstellungsversuchs-Mikropfähle an repräsentativen Standorten herzustellen, bevor die eigentlichen Pfahlarbeiten beginnen.

ANMERKUNG Die Herstellung eines Vorversuchs-Mikropfahls bietet die Möglichkeit, Herstellungsverfahren und -geräte auf ihre Eignung zu untersuchen und die Auswirkung der Pfahlherstellung bzw. -einbringung auf das Verhalten des Baugrunds und die Umgebung zu beurteilen.

7.1.5 Im Rahmen des Entwurfs sind die vorgegebenen herstellungsspezifischen Beschränkungen zu berücksichtigen.

7.2 Herstellungsbedingte Maßabweichungen

7.2.1 Im Rahmen von Entwurf, Bemessung und Ausführung sind herstellungsbedingte Maßabweichungen zu berücksichtigen.

ANMERKUNG Richtwerte für die herstellungsbedingten Maßabweichungen sind in Anhang B gegeben.

7.2.2 Bei Überschreitung der Maßtoleranzen sind mögliche Überlastungen der Tragglieder zu berücksichtigen und erforderlichenfalls Gegenmaßnahmen zu ergreifen.

7.3 Herstellung und Einbau

7.3.1 Die für die Nachbarbebauung verträglichen Grenzwerte für z. B. Verschiebungen, Erschütterungen usw. sollten im Rahmen der Projektspezifikation festgelegt werden.

7.3.2 Wirken Mikropfähle als Spitzendruckpfähle, sind Durchmesser und Mindesteinbindetiefe in die Tragschicht oder den Fels im Rahmen der Projektspezifikation festzulegen.

7.3.3 Liegt der Bohransatzpunkt unterhalb des Wasserspiegels bzw. unterhalb eines artesisch gespannten Druckwasserspiegels, sind besondere Maßnahmen zu ergreifen, um unkontrollierten Wasseraustritt aus dem Bohrloch und Bodenauflockerung zu vermeiden.

7.3.4 Werden von den Annahmen des Entwurfs und der Bemessung abweichende Baugrundverhältnisse angetroffen, sind Entwurf und Bemessung anzupassen, um die erforderliche Tragfähigkeit des Mikropfahls und der Gründung sicherzustellen.

7.3.5 Treffen Mikropfähle auf undurchdringbare Hindernisse im Baugrund, bevor sie die erforderliche Gründungstiefe erreicht haben, ist der Entwurf und die Bemessung hinsichtlich des Einflusses des Hindernisses auf das Tragverhalten der Gründung erneut zu überprüfen.

7.3.6 Um frischen Mörtel oder Beton gegen Auswaschen infolge stark strömenden Grundwassers zu schützen, sollten im Boden verbleibende Verrohrungen oder andere Methoden in Betracht gezogen werden.

7.3.7 Eine im Boden verbleibende Verrohrung oder andere Auskleidung ist im Rahmen von Entwurf und Bemessung hinsichtlich der Länge der Kraftübertragungsstrecke in den Baugrund zu berücksichtigen.

7.3.8 Der Rammvorgang von Fertigpfählen ist nach EN 12699:2000, 7.7 zu entwerfen.

7.3.9 Bei Fertigpfählen aus Stahl sollte die durch das Rammsystem aufgebrachte Energie so gewählt werden, dass die berechnete maximale Spannung im Querschnitt des Mikropfahls während des Rammens den 0,9-fachen Wert der charakteristischen Streckgrenze des Stahls nicht überschreitet.

7.3.10 Werden die Spannungen während des Rammens gemessen, dürfen sie den in 7.3.9 genannten Wert um 20 % überschreiten.

7.4 Bewehrung

7.4.1 Der Bewehrungskorb für Ortbeton-Mikropfähle ist so zu bemessen, dass er nicht nur im Endzustand eine ausreichende Festigkeit besitzt, sondern bereits während der Handhabung bzw. des Einbaus ausreichend steif ist. Weiterhin darf das Fließen des Mörtels oder Betons nicht durch die Bewehrung behindert werden.

7.4.2 Soweit nicht anderweitig festgelegt, sind Ortbeton-Mikropfähle über ihre gesamte Länge zu bewehren.

7.4.3 Ein Ortbeton-Mikropfahl kann wie ein teilweise unbewehrtes Tragglied bemessen werden, falls:

- die Bemessungseinwirkungen und/oder die aus der Herstellung und dem Baugrund resultierenden Einwirkungen lediglich Druckbeanspruchungen im Mikropfahl hervorrufen;
- der Mikropfahl nicht in einem Erdbebengebiet eingesetzt wird.

7.4.4 Bewehrungsanschlüsse an die aufgehende Konstruktion müssen EN 1992-1-1 entsprechen.

7.4.5 Wenn allein das Stahltragglied die Last abträgt, muss Entwurf und Bemessung EN 1993-1-1 entsprechen.

DIN EN 14199:2012-01
EN 14199:2005 (D)

7.4.6 Wenn Bewehrung und Mörtel oder Beton gemeinsam die Last abtragen, muss Entwurf und Bemessung EN 1992-1-1 oder EN 1994-1-1 entsprechen.

7.4.7 Der Bemessungswert der Verbundfestigkeit zwischen Mörtel oder Beton und den Traggliedern aus Stahl oder Gusseisen ist vor Beginn der Arbeiten nach ENV 1994-1 (Stäbe, Rohre oder Walzprofile) festzulegen.

7.4.8 Die Mörtel- oder Betonüberdeckung nach 7.6 ist in der Projektspezifikation festzulegen.

7.5 Verbindungselemente

7.5.1 Die Verbindungselemente müssen für alle Einwirkungen, die während des Transports und des Einbaus auftreten können, bemessen werden.

7.5.2 Bei Muffen und Nippeln ist der durch das Gewinde reduzierte Querschnitt über den Nenndurchmesser (Mindestquerschnitt) zu ermitteln.

7.5.3 Die Verbindungen zwischen den Traggliedern müssen den Tragfähigkeitsanforderungen bezüglich Druck-, Zug- und Biegebeanspruchung genügen.

7.5.4 Werden Bewehrungsstäbe oder -körbe in eine im Boden verbleibende und anschließend mit Mörtel oder Beton verfüllte dauerhafte Verrohrung eingesetzt, darf die Übergreifungslänge nach EN 1992-1-1 verwendet werden.

7.6 Korrosionsschutz von Stahlteilen

7.6.1 Der Korrosionsschutz der in einen Mikropfahl eingebauten Stahlteile muss folgende Punkte berücksichtigen:

- Aggressivität der Umgebung (Grundwasser, Boden, elektrischer Streustrom usw.);
- Typ des Mikropfahls;
- Art der Beanspruchung (Druck oder Zug);
- Güte und Typ des Stahls und
- die im Rahmen des Entwurfs geforderte Lebensdauer.

7.6.2 Der Korrosionsschutz muss zumindest aus einer der folgenden Komponenten bestehen:

- eine wirksame Überdeckung aus geeignetem Mörtel oder Beton;

ANMERKUNG 1 Richtwerte zur Mindestüberdeckung mit Mörtel oder Beton sind in Anhang C gegeben.

- eine entsprechend der durch die Korrosion bedingten Materialschwächung dimensionierten Vergrößerung des Stahlquerschnitts;

ANMERKUNG 2 Hinweise zu zeitabhängigen Abrostungsbeträgen sind in Anhang D gegeben.

- besonderen Vorkehrungen.

ANMERKUNG 3 Besondere Vorkehrungen zum Schutze des Stahls gegen Korrosion bestehen aus:

- der Verwendung besonderer Zemente;
- dem Einsatz eines geeigneten Stahles;
- einem kathodischen Korrosionsschutz;
- der Verwendung dauerhafter Verrohrungen oder sonstiger Umhüllungen,
- Beschichtungen.

7.6.3 Bei der Wahl der Mörtel- bzw. Betonzusammensetzung sind die Expositionsklassen nach EN 206-1 zu berücksichtigen.

ANMERKUNG Hinweise zu Zusammensetzung und Eigenschaften von Beton sind in EN 206-1 gegeben

7.6.4 Die Expositionsklasse sollte mit Sorgfalt gewählt werden. Hierbei sollte auch die zeitabhängige Entwicklung der Aggressivität berücksichtigt werden.

7.6.5 Die besonderen Vorkehrungen nach 7.6.2 dürfen die anderen Eigenschaften nicht beeinträchtigen.

7.6.6 Bei Verwendung von Spannstählen ist der Korrosionsschutz nach EN 1537 auszuführen.

7.6.7 Für Verbindungselemente gelten dieselben Korrosionsschutzregeln wie für Stahltragglieder.

7.6.8 Der Korrosionsschutz ist auch an den Verbindungselementen lückenlos herzustellen.

7.7 Abstandhalter und Zentrierer

7.7.1 Abstandhalter und Zentrierer sind unter Berücksichtigung der Größe des Bohrlochs, des Gewichtes der Bewehrung, der Überdeckung durch Mörtel oder Beton sowie einer möglichen Störung des Bodengefüges während des Einbaus der Bewehrung zu entwerfen.

7.7.2 Abstandhalter und Zentrierer dürfen nicht den Fluss des Mörtels oder Betons behindern.

7.8 Pfahlaufweitungen

Wo Pfahlaufweitungen vorgesehen sind, muss das Aufweitungsverfahren für den in Entwurf und Bemessung angesetzten tragenden Querschnitt und Mantelumfang vor Beginn der Arbeiten vereinbart werden. Typische Pfahlaufweitungen sind in Bild 4 dargestellt.

7.9 Anschluss an das aufgehende Tragwerk

7.9.1 Soweit nicht anders festgelegt, ist der Anschluss des Mikropfahls an das aufgehende Tragwerk auf die Tragfähigkeit des Mikropfahls zu bemessen.

7.9.2 Der Anschluss von Ortbeton-Mikropfählen ist nach EN 1992-1-1 zu bemessen.

7.9.3 Bei Mikropfählen mit einem Tragglied ist die Lastübertragung zum aufgehenden Bauwerk detailliert zu entwerfen und zu bemessen und/oder durch Versuche zu belegen

7.9.4 Der Überstand der Bewehrung bzw. des Tragglieds muss in den Ausführungsplänen festgelegt werden (siehe Bild 5).

7.10 Abstände zwischen den Mikropfählen

7.10.1 Bei der Festlegung der Abstände zwischen den Mikropfählen sind Pfahltyp, Pfahldurchmesser, Pfahllänge, Baugrundverhältnisse und Gruppenwirkung zu berücksichtigen.

DIN EN 14199:2012-01
EN 14199:2005 (D)

7.10.2 Die mögliche gegenseitige Beeinflussung der Mikropfähle während der Herstellung sollte bei der Festlegung des Pfahlabstands, der Ausrichtung und der Einbaufolge berücksichtigt werden.

7.11 Besondere Anforderungen für Mikropfähle in sehr weichen Böden

7.11.1 In sehr weichen Böden kann es nötig sein, eine im Boden verbleibende Verrohrung oder sonstige Umhüllung vorzusehen, um eine unkontrollierte Ausbreitung des frischen Mörtels bzw. Betons zu verhindern.

7.11.2 Bei Mikropfählen, die in einem Boden mit einer charakteristischen undrained Scherfestigkeit von weniger als 10 kPa hergestellt bzw. eingebracht werden, ist der Nachweis gegen Knicken unter Berücksichtigung der herstellungsbedingten Maßabweichungen zu führen.

7.12 Pfahlschuhe

Pfahlschuhe sind nach EN 12699:2000, 7.8.3 auszubilden.

8 Ausführung

8.1 Allgemeines

8.1.1 Die Herstellung von Mikropfählen ist von ausgebildetem und erfahrenem Personal durchzuführen und zu überwachen.

8.1.2 Vor dem Beginn der Arbeiten sollte eine Verfahrensbeschreibung erstellt werden; diese sollte mindestens folgende Informationen beinhalten:

- Beschreibung, Zielsetzung und Anwendungsbereich der Mikropfähle;
- Baugrundbeschreibung (möglichst mit Hinweisen auf das Baugrundgutachten);
- Umweltaspekte;
- technische Anforderungen;
- benötigte Gerätschaften und Arbeitsabläufe zum:
 - Bohren und/oder Einbringen im Verdrängungsverfahren;
 - Einbau der Bewehrung bzw. des Tragglieds;
 - Verfüllen, Betonieren bzw. Verpressen;
- Maßnahmen zur Sicherstellung der Bohrgenauigkeit;
- Verpressparameter;
- Baustelleneinrichtung und Arbeitsflächen;
- Bohrgutentsorgung;
- Verfahren zur Qualitätssicherung.

8.1.3 Besondere Sorgfalt ist bei der Herstellung von Pfahlwänden mit tangierenden oder überschnittenen Mikropfählen notwendig (Pfahlabstände, Maßabweichung, Bohrreihenfolge, Baustoffe).

8.1.4 Soweit möglich, sollten die Vorversuchs-, Herstellungsversuchs-, oder Abnahmeversuchs-Mikropfähle in der Nähe von Baugrundaufschlüssen hergestellt werden.

8.1.5 Weichen die Baugrundverhältnisse von den Angaben des Entwurfs und der Bemessung ab bzw. werden unerwartete Hindernisse im Baugrund angetroffen, sind geeignete Maßnahmen zu ergreifen.

8.1.5.1 Die Mikropfähle sollten so hergestellt werden, dass maßgebliche Abweichungen von den Baugrundverhältnissen, die der Bemessung zu Grunde liegen, erkannt werden können.

ANMERKUNG Der Geräteführer kann z. B. Veränderungen des Bohrfortschritts feststellen, die Farbe der Rückflüsspülung oder Spülungsverluste beobachten und im Bohr- bzw. Rammprotokolls festhalten.

8.1.5.2 Abweichungen der Baugrundverhältnisse sind anzuzeigen und sofern maßgeblich im Rahmen des Entwurfs und der Bemessung von Mikropfählen nach 7.3.4 zu berücksichtigen.

8.2 Baustellenvorbereitung

8.2.1 Die für die Herstellung der Mikropfähle notwendige Arbeitsebene ist so einzurichten und zu unterhalten, dass alle Arbeiten fachgerecht und sicher ausgeführt werden können.

8.2.2 Versorgungsleitungen und unterirdische Einbauten sollten erfasst und, wenn notwendig, umgelegt werden.

8.3 Herstellungsablauf

8.3.1 Die Reihenfolge der Herstellung von Mikropfählen ist zu planen.

8.3.2 Diese Reihenfolge muss folgende Aspekte berücksichtigen:

- schädliche Auswirkungen von Setzungen auf zu unterfangende oder benachbarte Bauwerke;
- schädliche Auswirkungen auf die Tragfähigkeit von bereits hergestellten Mikropfählen.

8.4 Bohrarbeiten

8.4.1 Allgemeines

8.4.1.1 Mögliche Bohrverfahren sind in Anhang A.1 angegeben.

ANMERKUNG Gebohrte Mikropfähle werden meist im Drehbohrverfahren mit Außenspülung hergestellt.

8.4.1.2 Die Bohrlöcher von Mikropfählen sind soweit abzuteufen, bis sie

- die geforderte Einbindung in die tragende Schicht,
- das vorgegebene Gründungsniveau oder
- die vorgeschriebene Länge

erreichen.

8.4.1.3 Bohrlöcher sind hinsichtlich Länge und Lage zu überprüfen.

8.4.1.4 Bohrlöcher sind hinsichtlich Neigung und Ausrichtung zu überprüfen, soweit vereinbart.

8.4.1.5 Bei Spitzendruck-Mikropfählen ist lockeres und aufgeweichtes Bohrgut aus dem Bohrlochtiefsten zu entfernen.

DIN EN 14199:2012-01
EN 14199:2005 (D)

8.4.1.6 Bei Mantelreibungs-Mikropfählen darf das verwendete Bohr- und Spülverfahren die erforderliche Mantelreibung nicht herabsetzen.

8.4.1.7 Das Bohrverfahren ist so auszuwählen, dass die Anforderungen, die sich aus dem Baugrund und der Gründung ergeben, berücksichtigt sind, und dass ein stabiles Bohrloch mit der erforderlichen Länge und mit dem vorgegebenen Querschnitt hergestellt werden kann.

8.4.1.8 Wenn ein unkontrollierter Zustrom von Wasser und Boden in das Bohrloch möglich ist oder das Risiko eines Einsturzes der Bohrlochwandung besteht, sind besondere Maßnahmen zur Aufrechterhaltung der Standsicherheit und damit zur Verhinderung eines unkontrollierten Eintrags von Wasser und Boden einzuleiten.

ANMERKUNG 1 Ein Zustrom von Wasser und/oder Boden kann z. B. Folgendes verursachen:

- eine Störung oder Auflockerung des Traghizontes oder des umgebenden Baugrundes;
- einen Verlust der Standsicherheit unterfangener oder benachbarter Gründungen durch Bodenaustrag;
- Schäden am noch nicht abgeordneten Mörtel oder Beton im Mikropfahl bzw. an kurz vorher in der Nähe hergestellten Mikropfählen;
- Fehlstellen am Schaft;
- Auswaschen des Zements.

ANMERKUNG 2 Es besteht ein erhöhtes Risiko bei:

- lockeren nichtbindigen Böden;
- weichen bindigen Böden;
- stark wechselndem Baugrund;
- beim Einsatz von direkter Luftspülung unterhalb des Grundwasserspiegels.

8.4.2 Spülen

8.4.2.1 Beim Bohren können Wasser, Luft und andere Spülflüssigkeiten verwendet werden.

8.4.2.2 Wird bei Unterfangungsarbeiten mit Luft gespült, sollte vermieden werden, dass dadurch der Untergrund gestört bzw. aufgesprengt wird.

8.4.2.3 Die Spülflüssigkeit darf den Erfolg der nachfolgenden Arbeiten zum Verpressen oder Betonieren nicht beeinträchtigen.

8.4.2.4 Bei einem in Bezug zur Arbeitsebene (artesisch) gespannten Grundwasser ist besondere Vorsicht bei den Bohrarbeiten geboten.

8.4.2.5 Die besonderen technischen Maßnahmen zur sicheren Beherrschung des Wasserdrucks und zur Vermeidung eines unkontrollierten Wasseraustritts, eines Einsturzes der Bohrlochwandung und der Erosion während des Bohrens, Einbaus, Verfüllens oder Verpressens sind vor den Bohrarbeiten festzulegen und im Bedarfsfall einzusetzen.

ANMERKUNG Liegt der Grundwasserspiegel über dem Niveau der Arbeitsebene, kann diese höher gelegt oder es können Schwerspülungen verwendet werden .

8.4.3 Bohrlochstützung durch Verrohrung

Verrohrungen sollten verwendet werden, falls das Bohrloch nicht standsicher ist, ein deutlicher Verlust an Spülflüssigkeit auftritt oder die Verfüllung oder Verpressung durch die Verrohrung durchgeführt wird.

8.4.4 Bohren mit durchgehender Bohrschnecke

8.4.4.1 Bohren mit durchgehender Bohrschnecke muss nach EN 1536:1999, 8.1.5 erfolgen.

8.4.4.2 Bezüglich der Neigung existieren keine besonderen Beschränkungen, sofern die Bohrrichtung überwacht wird und die Bewehrung korrekt eingesetzt werden kann.

ANMERKUNG Bei der Herstellung von Mikropfählen mit Hilfe einer durchgehenden Bohrschnecke wird normalerweise Verpressmörtel oder Zementmörtel/Feinkornbeton verwendet.

8.5 Einbringen im Verdrängungsverfahren

8.5.1.1 Werden Mikropfähle im Verdrängungsverfahren eingebracht, ist EN 12699 zu beachten. Das Einbringverfahren ist unter Berücksichtigung aller aus Baugrund, Gründung und Umgebung resultierenden Anforderungen zu wählen.

8.5.1.2 Beim Einsatz von geramnten oder mit Hilfe eines Vibrationsverfahrens eingebrachten Mikropfählen für Unterfangungen, ist ihre Ausführbarkeit nachzuweisen (z. B. durch vergleichbare Erfahrungen unter Berücksichtigung der Baugrundverhältnisse und der Gegebenheiten der zu unterfangenden Bauwerke).

8.6 Aufweitungen

8.6.1 Aufweitungen von Mikropfählen können wie folgt hergestellt werden:

- durch Aushub;
- durch Einstampfen von Beton unter den Fuß der bleibenden Verrohrung oder des Vortreibrohrs;
- durch das Einbringen eines sich aufweitenden Pfahlkörpers.

8.6.2 Die richtige Ausführung einer Aufweitung, die durch Aushub realisiert wird, setzt eine standsichere Wandung und eine vollständige Verfüllung des Bohrlochs mit Mörtel oder Beton voraus.

8.6.3 Der Aushub für Aufweitungen sollte mit Hilfe von Werkzeugen durchgeführt werden, welche während des Einsatzes von der Oberfläche aus ständig kontrolliert werden können.

8.6.4 Die richtige Ausführung einer Fußaufweitung mit Hilfe von ausgestampftem Beton benötigt:

- besondere Maßnahmen zur Verhinderung der Entmischung oder der Auswaschung des Betons;
- die Herstellung der Fußaufweitung ohne größere Unterbrechungen;
- die Verwendung eines geeigneten Rammgeräts.

8.6.5 Während der Herstellung sind sowohl der Betonverbrauch als auch die eingesetzte Rammenergie zu erfassen und protokollieren.

8.6.6 Bei Zugpfählen ist darauf zu achten, dass der Bewehrungskorb im Bereich der Fußaufweitung ausreichend verankert ist.

8.7 Bewehrung und Tragglieder

8.7.1 Handhabung und Lagerung

8.7.1.1 Der Bewehrungskorb ist so herzustellen, dass er schadlos und ohne dauerhafte Verformung aufgenommen und in das Bohrloch bzw. die Verrohrung eingebaut werden kann.

DIN EN 14199:2012-01
EN 14199:2005 (D)

8.7.1.2 Stahlbewehrung ist unter kontrollierten Bedingungen zu lagern und soll zum Zeitpunkt des Einsetzens und Betonierens sauber sowie frei von losem Rost und Walzrückständen sein.

8.7.2 Verbindungen

8.7.2.1 Bewehrungsstöße sind so auszubilden, dass die Bewehrung während des Einsetzens sowie während des Ziehens der Verrohrung nicht verformt wird.

8.7.2.2 Die Bewehrungsstöße sind kraftschlüssig herzustellen und zu überprüfen, bevor die Bewehrung eingesetzt wird.

8.7.2.3 Schweiß- und Schneidearbeiten an Stahl erfolgen nach EN 12699:2000, 8.4.3.3.8.

8.7.2.4 Sofern Tragglieder auf der Baustelle zusammengeschweißt werden, sind die Schweißarbeiten in geeigneten Einrichtungen oder mit ausreichendem Schutz durchzuführen.

8.7.2.5 Galvanisierter oder beschichteter Bewehrungsstahl oder Tragglieder dürfen nur geschweißt werden, wenn Maßnahmen zur Wiederherstellung des Korrosionsschutzes vor Beginn der Arbeiten vereinbart wurden.

8.7.3 Abstandhalter und Zentrierer

8.7.3.1 Die mittige Ausrichtung der Bewehrung im Bohrloch und die nötige Überdeckung aus Mörtel oder Beton wird mit Hilfe von Abstandhaltern und Zentrierern erreicht, sofern die Positionierung und Überdeckung nicht anderweitig sichergestellt werden.

8.7.3.2 Abstandhalter und Zentrierer sind in Abständen von maximal 3 m, mindestens aber an jedem Teilstück anzubringen.

8.7.3.3 An geneigten Mikropfählen sind die Abstände so zu wählen, dass die erforderliche Überdeckung unter Berücksichtigung des Gewichts und der Steifigkeit der Bewehrung und der Tragglieder sichergestellt ist.

8.7.4 Einbau der Bewehrung oder Tragglieder

8.7.4.1 Bewehrungskörbe oder Tragglieder sind so aufzuhängen oder abzustützen, dass sie ihre korrekte Position und Höhenlage während des Verfüllens, Verpressens oder Betonierens behalten.

8.7.4.2 Für die Reihenfolge des Einbaus der Bewehrung bzw. der Tragglieder und die Verfüllung des Bohrlochs muss Folgendes berücksichtigt werden:

- das verwendete Herstellverfahren (Bohren, Einbringen im Verdrängungsverfahren);
- das zu verfüllende Material (Verpressmörtel, Zementmörtel/Feinkornbeton, Beton);
- die Art der Bewehrung (Korb, Rohr, Stab);
- die Randbedingungen beim Verfüllen (trocken oder unter Wasser).

8.7.4.3 Beim Einbau der Bewehrung oder des Tragglieds muss die parallele Ausrichtung zur Pfahlachse und die über die gesamte Länge des Pfahls vorhandene Überdeckung aus Verpressmörtel/Feinkornbeton, Zementmörtel oder Beton sichergestellt werden.

8.7.4.4 Werden Bewehrungen oder Tragglieder in geneigten Bohrungen eingebaut, sind geeignete Mittel zur Abstützung und zur Kontrolle der Ausrichtung anzuwenden.

8.7.4.5 Die Temperatur der Bewehrung bzw. des Traggliedes muss ausreichend hoch sein, um beim Einbau eine Eisbildung auf der Oberfläche zu verhindern.

8.8 Verfüllen und Verpressen

8.8.1 Allgemeines

8.8.1.1 Die folgenden Verfahren können zum Verfüllen und Verpressen des Bohrlochs eingesetzt werden (siehe Bild 6):

- Verfüllen des Bohrlochs mit Verpressmörtel;
- Verpressen:
 - Verpressen in einem Schritt durch eine temporäre Verrohrung;
 - Verpressen in einem Schritt durch das Tragglied;
 - Verpressen während des Einbringens bzw. Bohrens;
- Nachverpressen in einem einzelnen oder in mehreren Schritten durch Manschettenrohre, Rohre mit speziellen Ventilen oder durch Nachverpressrohre.

ANMERKUNG Verfüllen oder Verpressen dient einer oder mehreren der folgenden Funktionen:

- Schaffung bzw. Verbesserung des Verbunds zwischen dem Pfahlmantel und dem ihn umgebenden Baugrund zur Mobilisierung des Mantelwiderstands;
- Schutz der Bewehrung gegen Korrosion;
- Erhöhung der Tragfähigkeit des Mikropfahls;
- Verbesserung und Abdichtung des unmittelbar an den Mikropfahl anschließenden Bodens zur Erhöhung der Tragfähigkeit des Mikropfahls.

8.8.1.2 Das Verpressverfahren wird durch die Baugrundverhältnisse, den erforderlichen Mantel- und Fußwiderstand, den Typ des Verpressguts und die benutzte Ausrüstung bestimmt und ist im Rahmen der Projektspezifikation im Detail festzulegen

8.8.1.3 Für Mikropfähle die Kräfte durch Mantelreibung abtragen, können Nachverpressungen unter hohem Druck angewendet werden, um durch Einbringen von weiterem Verpressmörtel in den Baugrund den Reibungswiderstand und die Normalkräfte an der Grenzfläche Baugrund/Verpressgut zu erhöhen. Dies kann vor oder nach dem Einsetzen der Bewehrung ausgeführt werden.

8.8.2 Herstellung des Verpressmörtels

8.8.2.1 Der Verpressmörtel muss so hergestellt und verfüllt bzw. verpresst werden, dass die im Entwurf vorgegebene Festigkeit erreicht wird.

8.8.2.2 Eine Verschmutzung des Verpressmörtels und seiner Bestandteile ist während der Lagerung und Verarbeitung zu vermeiden.

8.8.2.3 Die Komponenten des Verpressmörtels sind mit kalibrierten Geräten innerhalb der vorgegebenen Toleranzen zu dosieren.

8.8.2.4 Der Mischungsvorgang ist nach 6.4.8.3 zu überprüfen.

8.8.2.5 Mit der Mischeinrichtung muss ein homogener Verpressmörtel herstellbar sein.

8.8.2.6 Die Mischung sollte in einem Rührwerksbehälter, angeordnet zwischen Mischer und Pumpe, aufbewahrt und in Bewegung gehalten werden, um Entmischung bzw. ein vorzeitiges Ansteifen zu verhindern.

DIN EN 14199:2012-01
EN 14199:2005 (D)

8.8.2.7 Pumpen und Verpresssysteme müssen auf das gewählte Verfüll- bzw. Verpressverfahren abgestimmt sein.

8.8.2.8 Der Verpressdruck sollte so nah wie möglich an der Verpressstelle gemessen werden.

8.8.3 Bohrlochprüfung und Vorverpressung

Bei Mikropfählen die in verwittertem bzw. stark geklüftetem Fels eingebaut werden, können Bohrlochprüfungen und eine Vorverpressung notwendig sein, um unkontrollierten Verlust an Verpressmörtel in den umgebenden Fels zu vermeiden und um die erforderliche Überdeckung der Bewehrung bzw. des Traggliedes sicherzustellen.

ANMERKUNG Allgemeine Angaben zu Bohrlochprüfungen und Vorverpressung sind in Anhang E gegeben.

8.8.4 Verfüllen des Bohrlochs mit Verpressmörtel

8.8.4.1 Das Zeitintervall zwischen der Vollendung des Bohrvorgangs und dem Verfüllen des Bohrlochs ist so kurz wie möglich zu halten.

8.8.4.2 Die vollständige Verfüllung des Bohrlochs mit Verpressmörtel muss durch geeignete Maßnahmen sichergestellt werden (Bild 6a).

8.8.4.3 Wird das Bohrloch durch ein Verfüllrohr, durch das Bohrgestänge oder durch das Tragglied verfüllt, muss die Austrittsöffnung im Verpressmörtel enden. Das Verfüllen muss fortgesetzt werden bis frischer Verpressmörtel austritt (Bild 6a).

8.8.4.4 Der Luft bzw. der Bohrspülung muss die Möglichkeit zum Entweichen gegeben werden, damit das Bohrloch vollständig verfüllt werden kann.

8.8.4.5 Das im Bohrloch verbliebene Bohrgut muss beim Verfüllen entweichen können.

8.8.5 Verpressung in einem Schritt durch eine temporäre Verrohrung

8.8.5.1 Die Bewehrung ist vor dem Ziehen der temporären Verrohrung einzubauen.

8.8.5.2 Während des Ziehens der temporären Verrohrung ist der Füllstand des Verpressmörtels innerhalb der Verrohrung bis auf das Niveau der Geländeoberfläche zu bringen, bevor das nächste Bohrgestängeteil gezogen wird (siehe Bild 6b).

8.8.5.3 Der Verpressdruck sollte mindestens alle 2 m während des Ziehens der Verrohrung aufgebracht werden.

8.8.6 Verpressung in einem Schritt durch ein Tragglied

8.8.6.1 Bei Verwendung von Rohren als Tragglieder kann durch die untere Öffnung des Traggliedes in einem Schritt verpresst werden (Bild 6c).

8.8.6.2 Wenn der erforderliche Verpressdruck nicht aufgebracht werden kann, ist eine wiederholte Verpressung nach einer bestimmten Wartezeit vorzunehmen, bis der erforderliche Verpressdruck aufgebracht wird.

8.8.7 Verpressen und Verfüllen während des Einbringens im Verdrängungsverfahren

Bei Verdrängungspfählen erfolgt das Verpressen und Verfüllen nach EN 12699.

8.8.8 Verpressen während des Bohrens

8.8.8.1 Bei einer Verpressung während des Bohrvorgangs sind die Tragglieder mit einer Bohrspitze auszustatten.

8.8.8.2 Bei einer Verpressung während des Bohrvorgangs sollte der Verpressdruck und die Verpressgeschwindigkeit an die Möglichkeit des Mörtels, in den durch den Bohrvorgang aufgelockerten Baugrund einzudringen, angepasst werden.

8.8.8.3 Bei einer Verpressung während des Bohrvorgangs sollte ein konstanter Durchsatz des Verpressguts aufrecht gehalten werden. Nach Aufsetzen eines neuen Traggliedsegmentes sollte die Spülung mit Verpressgut vor Fortsetzung des Bohrvorganges wieder aufgenommen werden.

8.8.9 Nachverpressen

8.8.9.1 Das Nachverpressen kann erfolgen durch:

- Verpressen in einem Schritt durch ein Manschettenrohr (Bild 6d);
- Verpressen in mehreren Schritten durch Manschettenrohre oder durch Rohre mit speziellen Ventilen (Bild 6e);
- Verpressen in einem Schritt durch mehrere über die Tiefe gestaffelte Nachverpressrohre (Bild 6f).

8.8.9.2 Das Nachverpressen ist nach dem Erhärten des Verpressmörtels, der nach 8.8.4, 8.8.5 oder 8.8.6 ins Bohrloch eingebracht wurde, durchzuführen.

8.8.9.3 Das Nachverpressen ist entweder in einem oder mehreren Schritten oder Stufen entsprechend der Projektspezifikation durchzuführen.

8.8.9.4 Falls der vorgegebene Verpressdruck nicht aufgebracht werden kann, sind zusätzliche Verpressschritte nach einer bestimmten Wartezeit durchzuführen, bis der vorgegebene Verpressdruck aufgebracht werden kann.

8.8.9.5 Sind weitere Verpressschritte vorgesehen, müssen die Verpressrohre nach jedem Verpressvorgang mit Wasser gespült werden

8.9 Betonieren

8.9.1 Betonieren unter Wasser muss nach EN 1536:1999, 8.3.3 erfolgen.

8.9.2 Betonieren durch eine durchgehende Bohrschnecke muss nach EN 1536:1999, 8.3.6 erfolgen.

8.9.3 Betonieren im Trockenen muss nach EN 12699:2000, 8.5.2.5 erfolgen.

8.10 Kappen der Pfahlköpfe

8.10.1 Das Kappen der Mikropfähle

- darf erst vorgenommen werden, wenn der Verpressmörtel oder Beton ausreichend erhärtet ist;
- muss den verunreinigten oder den qualitativ nicht ausreichenden Verpressmörtel oder Beton vollständig entfernen.

8.10.2 Die Bearbeitung des Pfahlkopfs ist vorsichtig durchzuführen, um Absplitterungen und Schäden am restlichen Mikropfahl zu vermeiden.

DIN EN 14199:2012-01
EN 14199:2005 (D)

9 Bauüberwachung, Prüfungen und Kontrollen

9.1 Bauüberwachung

9.1.1 Eine ausreichend qualifizierte und erfahrene Person ist mit der Überwachung der Arbeiten zu beauftragen.

9.1.2 Ein Prüfplan sollte auf der Baustelle vorliegen und zugänglich sein. Der Prüfplan muss wenigstens

- die Häufigkeit der verschiedenen Prüfungen und
- den Inhalt der verschiedenen Prüfungen enthalten.

9.1.3 Die Überwachung von Arbeiten im Zusammenhang mit der Herstellung von Mikropfählen soll EN 1997-1:2004, Abschnitt 4 entsprechen.

9.1.4 Die Überwachung muss mindestens beinhalten:

- die Übereinstimmung der Arbeiten mit diesem Dokument und jeder weiteren Spezifikation und Vereinbarung;
- die Kontrolle der Mikropfahlherstellung nach 9.2.

9.2 Kontrolle der Herstellung von Mikropfählen

9.2.1 Die projektspezifischen Vorgänge der Überprüfung, Kontrolle und Abnahme sind vor dem Beginn der Arbeiten festzulegen.

9.2.2 Die Herstellung der Mikropfähle ist zu überwachen und alle maßgebenden Daten entsprechend der Tabellen 1 bis 3 sind aufzuzeichnen.

9.2.3 Ebenso sollte die Dauer der unterschiedlichen Tätigkeiten festgehalten oder aufgezeichnet werden.

9.2.4 Jede Abweichung ist festzuhalten.

9.2.5 Während der Herstellung der Mikropfähle ist der Baugrund zu beobachten. Abweichende Eigenschaften, die für die Qualität der Mikropfähle von Bedeutung sein könnten, sind festzuhalten. Gegebenenfalls sind weitere geeignete Untersuchungen zu veranlassen.

9.2.6 Nach der Herstellung ist ein Bestandsplan anzufertigen, in dem die Mikropfähle bezüglich ihrer Position, Abmessung sowie Kopf- und Gründungshöhenlage dargestellt sind.

9.2.7 Der Bestandsplan, die Aufzeichnungen sowie etwaige weitere Herstellungsdokumente sind entsprechend den vertraglichen Vereinbarungen und/oder den gesetzlichen Bestimmungen aufzubewahren.

9.3 Mikropfahlversuche

9.3.1 Allgemeines

9.3.1.1 Versuche an Mikropfählen können an Vorversuchs-Mikropfählen und/oder Bauwerks-Mikropfählen durchgeführt werden.

9.3.1.2 Die grundsätzlichen Anforderungen an Mikropfahl-Probebelastungen sind in EN 1997-1 enthalten.

ANMERKUNG Es wird erwartet, dass in Zukunft eine separate EN die benötigten Vorgaben für Versuche und Probebelastungen enthalten wird.

9.3.2 Statische Probelastungen

9.3.2.1 Allgemeines

9.3.2.1.1 Statische Probelastungen an Mikropfählen können durchgeführt werden als:

- a) lastgesteuerte Versuche;
- b) weggesteuerte Versuche.

9.3.2.1.2 Ist die Belastung nicht nach 9.3.2.3 spezifiziert, ist sie nach EN 1997-1:2004, 7.5.2.1 durchzuführen.

ANMERKUNG 1 Mikropfähle mit Stahltraggliedern, die Drucklasten über Mantelreibung in den Baugrund ableiten, können in Absprache mit dem Technischen Bauherrenvertreter auch Zugversuchen unterworfen werden. Die Anzahl der Probelastungen ergibt sich nach 9.3.2.3.2.

ANMERKUNG 2 Mikropfähle mit Stahltraggliedern, die die Lasten über Mantelreibung in den Baugrund ableiten, dürfen nach EN 1537 getestet werden.

9.3.2.2 Statische Probelastungen an Vorversuchs-Mikropfählen

9.3.2.2.1 Statische Probelastungen an Vorversuchs-Mikropfählen sind durchzuführen, wenn:

- a) neue Techniken bei der Herstellung der Mikropfähle eingesetzt werden;
- b) Mikropfähle in Baugrundverhältnissen eingesetzt werden, für die keine Erfahrungen aus früheren Probelastungen vorliegen;
- c) höhere Belastungen als bereits in vergleichbaren Baugrundverhältnissen nachgewiesen, aufgebracht werden;
- d) die Ergebnisse der statischen Probelastung zur Bemessung herangezogen werden.

9.3.2.2.2 Wenn statische Probelastungen an Vorversuchs-Mikropfählen durchgeführt werden, sollten mindestens 2 Mikropfähle belastet werden.

9.3.2.2.3 Bei der Auswahl des Standorts der Vorversuchs-Mikropfähle sind die Baugrundverhältnisse zu beachten.

9.3.2.3 Statische Probelastungen an Bauwerks-Mikropfählen

9.3.2.3.1 In der Projektspezifikation ist festzulegen, ob statische Probelastungen an Bauwerks-Mikropfählen durchzuführen sind.

9.3.2.3.2 Soweit nicht anders festgelegt sollten für Mikropfähle, die Druckkräfte übertragen, für die ersten 100 Stück an mindestens zwei Mikropfählen Probelastungen durchgeführt werden. Für jeweils die nächsten 100 Stück ist mindestens eine weitere Probelastung vorzusehen.

9.3.2.3.3 Soweit nicht anders festgelegt sollten für Mikropfähle, die Zugkräfte übertragen, für die ersten 25 Stück an mindestens zwei Mikropfählen Probelastungen durchgeführt werden. Für jeweils die nächsten 25 Stück ist mindestens eine weitere Probelastung vorzusehen.

9.3.2.4 Belastungsvorgang

9.3.2.4.1 Der Belastungsvorgang sollte nach EN 1997-1:2004, 7.5.2.1 erfolgen.

**DIN EN 14199:2012-01
EN 14199:2005 (D)**

9.3.2.4.2 Bei statischen Probelastungen an Bauwerkspfählen darf die maximale Prüflast nicht die Gebrauchstauglichkeit beeinträchtigen.

9.3.2.4.3 Die seitlichen Verschiebungen des Mikropfahlkopfes sollten während der Probelastung ebenfalls gemessen werden.

9.3.3 Dynamische Probelastungen und Integritätsprüfungen

ANMERKUNG Die Anwendung von dynamischen Probelastungen und Integritätsprüfungen kann für Mikropfähle nicht verallgemeinert werden, da die Auswertung der Ergebnisse bezüglich der Tragfähigkeit und Integrität je nach Durchmesser und Formgebung sowie Vorhandensein eines Tragglieds problematisch sein kann. Deshalb ist die Anwendung dynamischer Probelastungen und Integritätsprüfungen auf solche Fälle zu begrenzen, in denen Erfahrungen oder Vergleiche mit statischen Probelastungen eine zuverlässige Auswertung und Interpretation erlauben.

9.3.3.1 Vor der Durchführung dynamischer Probelastungen muss der Mikropfahl eine ausreichende Festigkeit erreicht haben.

9.3.3.2 Dynamische Probelastungen und Integritätsprüfungen sind mit einer für diesen Zweck erprobten Ausrüstung durchzuführen. Ihre Auswertung und Interpretation muss durch auf diesem Gebiet ausreichend qualifizierte Personen, die weiterhin auch Kenntnisse in der Pfahlherstellung und Erfahrungen mit dem vorliegenden Baugrund besitzen, erfolgen.

9.3.3.3 Die Versuchseinrichtung ist entsprechend den Anleitungen des Herstellers zu benutzen. Der Mikropfahl ist für den Zweck der Probelastung entsprechend vorzubereiten.

10 Aufzeichnungen

10.1 Allgemeines

10.1.1 Die Einzelheiten der Aufzeichnungen sind vor Beginn der Mikropfahlarbeiten festzulegen.

10.1.2 Alle Aufzeichnungen sind durch den Vertreter des Ausführenden und den Technischen Bauherrenvertreter zu unterzeichnen, soweit nicht anders vereinbart.

10.2 Aufzeichnungen bei der Mikropfahlherstellung

10.2.1 Die Baustellenaufzeichnungen bestehen aus zwei Teilen:

Erster Teil mit allgemeinen Angaben zum Vertrag und zu den Baustellenverhältnissen einschließlich Angaben

- a) zum Mikropfahl (Typ, Abmessungen usw.);
- b) zur Bewehrung und zum Verpressmörtel, Zementmörtel/Feinkornbeton oder Beton;
- c) zum Herstellungsverfahren.

Zweiter Teil mit besonderen Angaben zur Herstellung jedes einzelnen Mikropfahls.

10.2.2 Der Teil mit den allgemeinen Angaben sollte für die verschiedenen Pfahltypen und Herstellungsverfahren ähnlich sein und die in den Tabellen 1 und 2 aufgeführten Daten enthalten.

10.2.3 Der Teil mit den besonderen Angaben sollte auf den Pfahltyp und das Herstellungsverfahren ausgerichtet sein und die in der Tabelle 3 aufgeführten Daten enthalten.

10.2.4 Wenn es zweckmäßig ist, dürfen die Angaben

- als einzelne Aufzeichnungen für jeden Pfahl oder
- als Sammelaufzeichnungen für mehrere Pfähle gleichen Typs und gleichen Herstellungsverfahrens vorgelegt werden.

Tabelle 1 — Allgemeine Angaben zur Baustelle

Nr.	Gegenstand	Erfordernis
1	Auftragnehmer der Mikropfahlarbeiten	X
2	Lage der Baustelle	X
3	Kunde/Auftraggeber	(X)
4	Bezeichnung des Auftrags	X
5	Hauptauftragnehmer	(X)
6	Plan Nr.	(X)
7	Anzahl der Mikropfähle	X
8	Höhenlage der Oberkante der Tragglieder	(X)
9	Bezugsniveau der Baustelle	X
10	Niveau der Arbeitsebene	X
11	Grundwasserspiegel	(X)
12	Technischer Bauherrenvertreter	X
X Erforderliche Angaben.		
(X) Angaben nur, falls zutreffend.		

Tabelle 2 — Allgemeine Angaben zur Herstellung der Mikropfähle

Nr.	Gegenstand	Erfordernis
1	Mikropfahltyp	X
2	Durchmesser des Mikropfahls	X
3	Bewehrungsdetails	X
4	Abstandhalter	(X)
5	Eigenschaften des Verpressmörtels, Zementmörtels/Feinkornbeton und Betons	X
6	Angaben zum Einbringen des Verpressmörtels, Zementmörtels/Feinkornbeton und Betons	X
7	Bohr- bzw. Einbringverfahren	X
8	Bohr- bzw. Einbringeinrichtung	X
9	Angaben zur Spülung	(X)
10	Grundwasser- und Bodenkontaminationen	(X)
X Erforderliche Angaben.		
(X) Angaben nur, falls zutreffend.		

DIN EN 14199:2012-01
EN 14199:2005 (D)

Tabelle 3 — Angaben zur Ausführung

Nr.	Gegenstand	Erfordernis
1	Mikropfahlnummer	X
2	Datum der Ausführung	X
3	Bohr- bzw. Einbringzeiten	X
4	Unterbrechung der Bohr- bzw. Einbringarbeiten	(X)
5	Beseitigung von Hindernissen	(X)
6	Tiefe des Mikropfahls	X
7	Tiefe der Verrohrung	(X)
8	Länge der Bewehrung	X
9	Niveau des oberen Endes der Bewehrung	X
10	Anzahl und Anordnung von Verbindungen und Schweißnähten	(X)
11	Anzahl und Anordnung der Abstandhalter	(X)
12	Angaben zur Bohrlochprüfung und Vorverpressung	(X)
13	Volumen des eingebrachten Mörtels oder Betons	X
14	Druck beim Einbringen des Mörtels oder Beton	X
15	Tests am Verpressmörtel, Zementmörtel/Feinkornbeton und Beton auf der Baustelle	(X)
16	Volumen oder Durchmesser der Fußaufweitung	(X)
17	Ablauf der Nachverpressung	(X)
18	Herstellungsabweichung: Lage	X
19	Herstellungsabweichung: Neigung	(X)

X Erforderliche Angaben.
(X) Angaben nur, falls zutreffend.

10.2.5 Beispiele für Pfahlherstellungsprotokolle sind in Anhang F für gebohrte Mikropfähle und in Anhang G für im Verdrängungsverfahren eingebrachte Mikropfähle gegeben.

10.3 Aufzeichnungen für Mikropfahlversuche

10.3.1 Die Anforderungen an die Aufzeichnung statischer Probelastungen ergeben sich aus EN 1997-1.

10.3.2 Die Aufzeichnungen dynamischer Probelastungen und Integritätstests müssen beinhalten:

- a) die Begründung für die Probelastung;
- b) die Versuchsaufzeichnungen und
- c) die sich aus den Probelastungen ergebenden Schlussfolgerungen.

11 Besondere Anforderungen

11.1 Hinsichtlich der

- a) Baustellensicherheit,
- b) Sicherheit der Bauverfahren und
- c) Arbeitssicherheit bei der Pfahlherstellung und der Handhabung von Hilfsgeräten und Werkzeugen

sind alle nationalen Normen, behördlichen Auflagen und Festlegungen für die Ausführung von Mikropfahlarbeiten einzuhalten, solange keine verbindliche Europäische Norm existiert.

Die Ausrüstung muss den Anforderungen nach EN 791 und EN 996 entsprechen.

11.2 Bezüglich Lärmbelästigung und Umweltschutz sind die nationalen Regelungen und die örtlichen Gegebenheiten zu beachten, solange keine verbindliche Europäische Norm existiert.

11.3 Für alle verwendeten Baustoffe ist die Umweltverträglichkeit durch den Auftragnehmer nachzuweisen. Der für den Einsatz der Baustoffe zuständige Technische Bauherrenvertreter muss der Verwendung zustimmen.

11.4 Auswirkungen auf angrenzende Bebauung und Böschungen

11.4.1 Der Zustand der Nachbarbebauung und angrenzender Böschungen ist sorgfältig vor und während der Mikropfahlarbeiten zu überwachen und zu dokumentieren, sofern dies in der Projektspezifikation gefordert ist.

11.4.2 Die Nachbarbebauung und angrenzende Böschungen sind durch wiederholtes Nivellieren zu überwachen und gegebenenfalls müssen Alarmsysteme installiert werden, sofern dies in der Projektspezifikation gefordert ist.

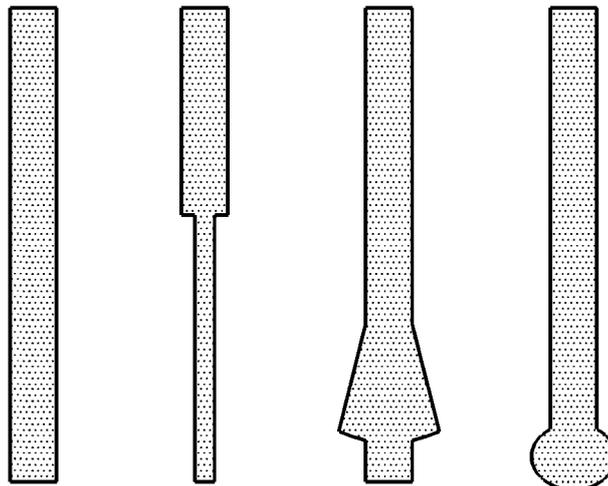


Bild 1 — Beispiele für Mikropfahlmantel- und Mikropfahlfußformen

DIN EN 14199:2012-01
EN 14199:2005 (D)

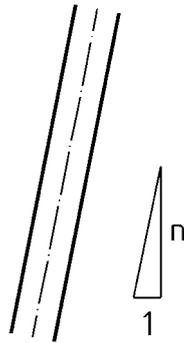
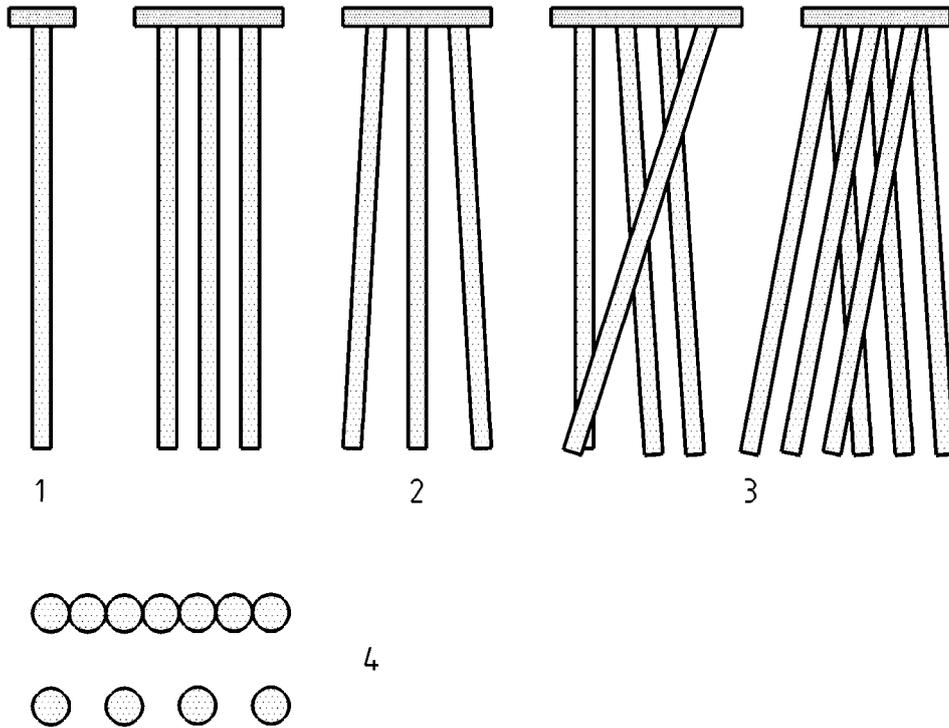


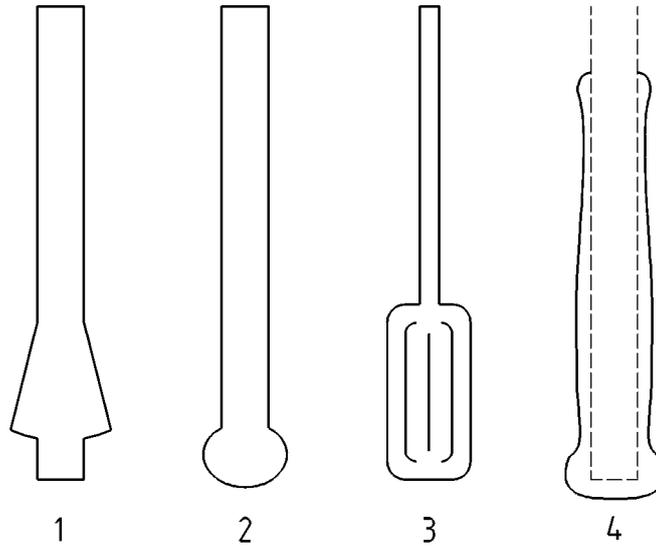
Bild 2 — Definition der Neigung von Mikropfählen



Legende

- 1 Einzelner Mikropfahl
- 2 Mikropfahlgruppe
- 3 Netzartig angelegte Mikropfähle
- 4 Mikropfahlwände

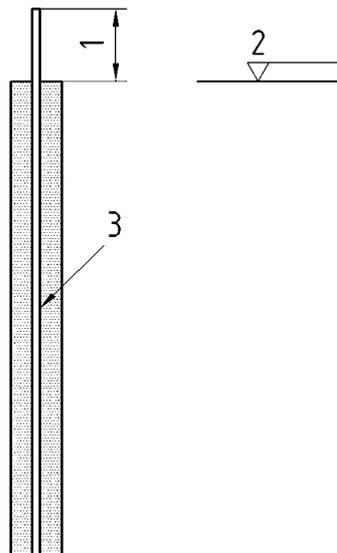
Bild 3 — Beispiele für Mikropfahltragwerke



Legende

- 1 Gebohrter Mikropfahl mit Fußaufweitung
- 2 Verrohrt hergestellter Ortbeton-Mikropfahl mit Fußaufweitung
- 3 Mikropfahl mit einer durch einen Expansionskörper hergestellten Fußaufweitung
- 4 Durch Verpressung aufgeweiteter Mikropfahl

Bild 4 — Beispiele für Fußaufweitungen



Legende

- 1 Überstand
- 2 Kapphöhe
- 3 Bewehrung

Bild 5 — Definition des Überstands

DIN EN 14199:2012-01
EN 14199:2005 (D)

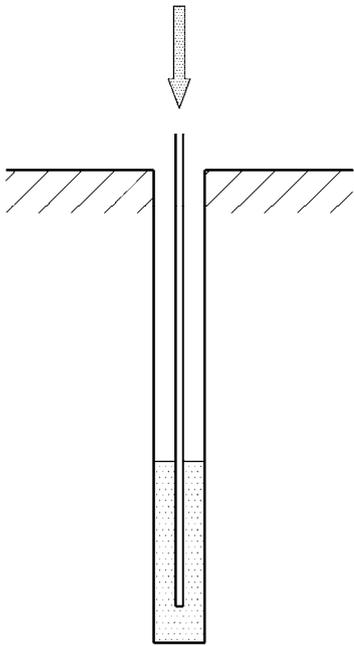


Bild 6a) — Verfüllen eines Bohrlochs mit Verpressmörtel

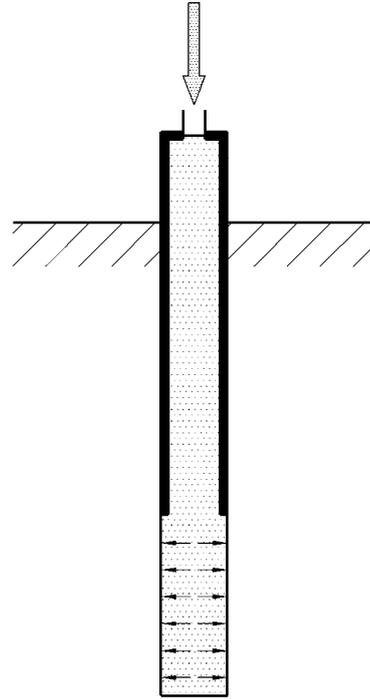


Bild 6b) — Verpressung durch eine temporäre Verrohrung

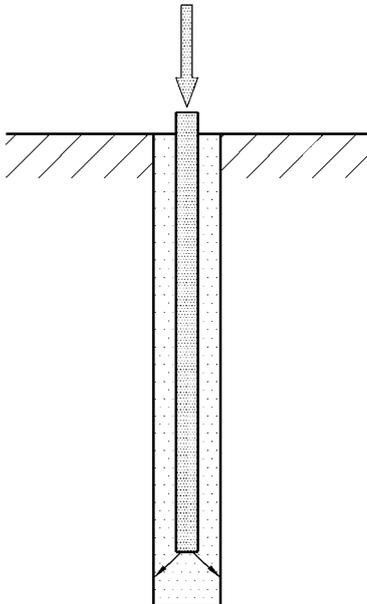
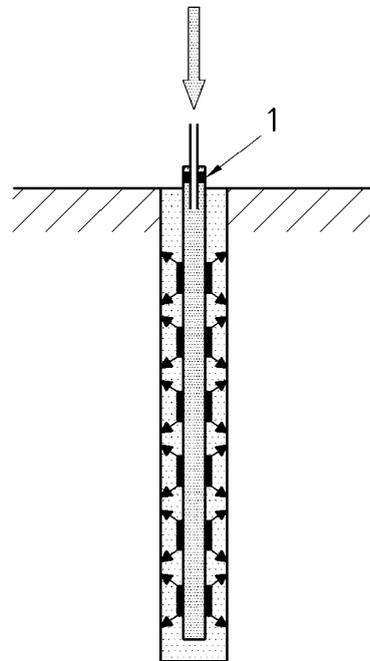
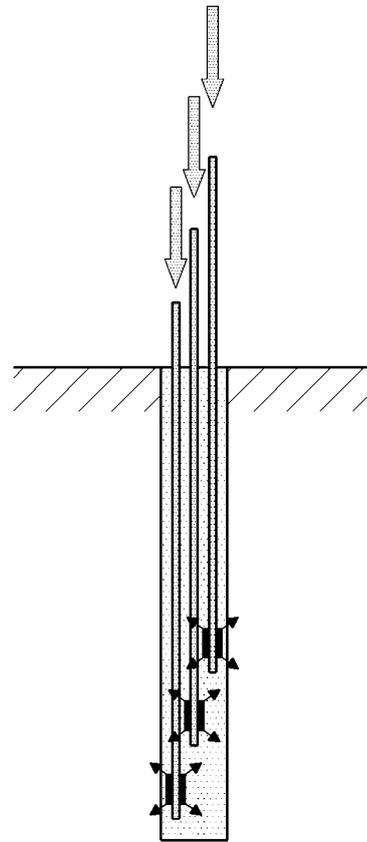
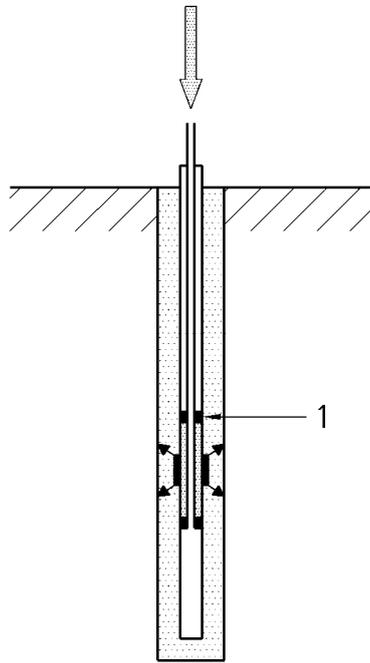


Bild 6c) — Verpressung durch ein Tragglied



Legende
1 Packer

Bild 6d) — Verpressung durch Manschettenröhrchen



Legende
1 Packer

**Bild 6e) — Nachverpressung durch
Manschettenröhrchen oder spezielle Ventile**

**Bild 6f) — Verpressung durch gestaffelt
angeordnete Verpressröhrchen**

Bild 6 — Beispiele für Verpressungen

Anhang A (informativ)

Herstellungsverfahren von Mikropfählen

A.1 Gebohrte Mikropfähle

Tabelle A.1 — Herstellungsverfahren für gebohrte Mikropfähle

Bohrverfahren	Bewehrungstyp	Verfüll-/Verpressverfahren	Verpressgut	Optionen
Spülbohrverfahren Schlagbohrverfahren Bohrverfahren mit Greifer oder Meißel	Bewehrungskorb	Verfüllen, Betonieren	Verpressmörtel, Zementmörtel/Feinkornbeton oder Beton	Verrohrung
		Verpressung durch die Verrohrung	Verpress- oder Zementmörtel/Feinkornbeton	
	Tragglied	Verfüllen, Betonieren	Verpressmörtel, Zementmörtel/Feinkornbeton oder Beton	Verrohrung
		Verpressung durch: — die Verrohrung; — das Tragglied; — die Manschettenröhrchen.	Verpressmörtel	
		Nachverpressung durch: — die Manschettenröhrchen — spezielle Ventile — Nachverpressröhrchen	Verpressmörtel	Fußverbreiterung
		Verpressen während des Bohrens	Verpressmörtel	Nachverpressung durch das Tragglied
Verbleibende Verrohrung (mit oder ohne Bewehrungskorb)	Verfüllen oder Betonieren	Verpressmörtel, Zementmörtel/Feinkornbeton oder Beton	Fußverbreiterung	
Bohren mit durchgehender Förderschnecke	Bewehrungskorb Tragglied	Verpressen oder Betonieren durch das Seelenrohr der Schnecke	Verpressmörtel, Zementmörtel/Feinkornbeton oder Beton	

A.2 Verdrängungsmikropfähle (Eingebrachte Mikropfähle)**Tabelle A.2 — Einbringungsverfahren für Verdrängungsmikropfähle**

	Baustoff (Verrohrung)	Querschnitt/Bewehrung	Optionen/Verpressung
A.2.1 Fertigpfahl	bewehrter Beton	Vollquerschnitt	Mantelverpressung
	Stahl oder Gusseisen	Offene Röhre	Mantelverpressung
		Röhre mit geschlossenem Ende	Verfüllung mit Verpressmörtel, Zementmörtel/Feinkornbeton oder Beton; mit oder ohne Mantelverpressung
		Profile	Mantelverpressung
A.2.2 Ortbetonpfahl	Temporäre Verrohrung	Bewehrungskorb	Verfüllen, Betonieren
			Verpressung durch die Verrohrung
		Tragglied	Verfüllen, Betonieren:
			Verpressen durch: — die Verrohrung; — das Tragglied; — Manschettenröhrchen;
		Nachverpressung durch: — Manschettenröhrchen; — besondere Ventile; — Nachverpressröhrchen;	
	Verbleibende Verrohrung	Bewehrungskorb	Betonieren, mit oder ohne Fußverbreiterung

Anhang B **(informativ)**

Richtwerte für die Maßabweichungen bei der Herstellung

Die folgenden Maßabweichungen sollten bei Entwurf, Bemessung und Ausführung berücksichtigt werden:

- Grundrissanordnung von vertikalen und geneigten Mikropfählen (gemessen an der Arbeitsebene):
 $\leq 0,05$ m;
- Abweichung von der Soll-Achse:
 - für vertikale Mikropfähle: max. 2 % der Pfahllänge;
 - für schwach geneigte Mikropfähle ($n > 4$): max. 4 % der Pfahllänge (siehe Bild 2);
 - für stark geneigte Mikropfähle ($n < 4$): max. 6 % der Pfahllänge (siehe Bild 2);
- Radius der Krümmung minimal 200 m;
- Maximale Winkelabweichung am Anschluss: 1/150 Bogenmaß.

Anhang C (informativ)

Mindestüberdeckung der Bewehrung und Tragglieder aus Stahl niedriger Festigkeit für Mikropfähle unter Berücksichtigung der Expositionsklasse nach EN 206-1

Maße in Millimeter

Expositions- klasse	Chemische Aggressivität	Tragglied mit Verpressmörtel- überdeckung		Mörtel		Bewehrter Beton
		Druck	Zug	Druck	Zug	Druck und Zug
XC1 – XC4	nicht vorhanden	20	30	35	40	50
XD1, XD2, XD3*	Chloride, ausgenommen Salzwasser	***	***	***	***	***
XS1 – XS3	Salzwasserchloride	***	***	***	***	***
XA1**	Schwach	***	***	***	***	***
XA2	Mittel	***	***	***	***	***
XA3	Stark	***	***	***	***	***
<p>* Für XD3 sind gegebenenfalls besondere Maßnahmen zum Korrosionsschutz vorzuhalten.</p> <p>** HS Zement ist in Umgebung mit der Gefahr des Sulfatangriffs zu verwenden.</p> <p>*** Die leeren Felder sind zu spezifizieren.</p>						

Anhang D

(informativ, ist zur Beurteilung des Korrosionsschutzes von Mikropfählen nicht anzuwenden)

Angaben zur Korrosionsgeschwindigkeit

Die Verringerung des Bewehrungsquerschnitts (in mm) durch Korrosion für Stahlpfähle und Stahlpundwände in Böden mit oder ohne Grundwasser (= Tabelle 4-1 von EN 1993-5)

Erforderliche Lebensdauer in Jahren [a]	5	25	50	75	100
Ungestörte natürliche Böden (Sand, Schluff, Ton, ...)	0,00	0,30	0,60	0,90	1,20
Verschmutzte natürliche Böden und Industriebaugrund	0,15	0,75	1,50	2,25	3,00
Aggressive natürliche Böden (Sumpf, Klei, Torf,)	0,20	1,00	1,75	2,50	3,25
Unverdichtete und nichtaggressive Auffüllungen (Ton, Sand, Schluff, ...)	0,18	0,70	1,20	1,70	2,20
Unverdichtete aggressive Auffüllungen (Asche, Schlacke,)	0,50	2,00	3,25	4,50	5,75

ANMERKUNG 1 Die angegebenen Werte sind nur Richtwerte. Die örtlichen Gegebenheiten sollten berücksichtigt und geeignete Werte unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten in den nationalen Anhängen angegeben werden.

ANMERKUNG 2 Die Korrosionsgeschwindigkeit in verdichteten Auffüllungen ist geringer als diejenige in unverdichteten Auffüllungen. Für verdichtete Auffüllungen sind die Tabellenwerte zu halbieren.

ANMERKUNG 3 Die Werte für 5 und 25 Jahre basieren auf Messungen, wogegen die anderen Werte extrapoliert sind.

Anhang E

(informativ)

Bohrlochprüfungen und Vorverpressung

Für in verwittertem und stark geklüftetem Fels installierte Mikropfähle kann eine Bohrlochprüfung und Vorverpressung notwendig sein, um einen unkontrollierten Verlust an Verpressmörtel zu verhindern und um die erforderliche Mörtelüberdeckung des Tragglieds zu gewährleisten.

Die Wahrscheinlichkeit eines Verlusts an Verpressmörtel kann nach Durchführung und Auswertung eines Wasserdurchlässigkeitsversuchs abgeschätzt werden. Üblicher Weise wird hierfür ein Test mit fallender Druckhöhe im Bohrloch entweder über die gesamte Länge oder bereichsweise mit Hilfe eines Packers durchgeführt. Eine Vorverpressung ist üblicherweise nicht erforderlich, wenn die entweichende Wassermenge weniger als 5 l/min bei einem Druck von 0,1 MPa über einen Zeitraum von 10 min beträgt.

Eine Vorverpressung wird durch ein Verfüllen des Bohrlochs mit einem Zementmörtel/Feinkornbeton durchgeführt. Aus Sand und Zement bestehender Verpressmörtel wird üblicherweise in geklüftetem Fels eingesetzt, um den Verbrauch an Verpressgut zu minimieren.

Bei Fertigstellung der Vorverpressung sollte das Bohrloch erneut geprüft und, falls erforderlich, die Verpressung nach dem Wiederausbohren wiederholt werden.

Anhang F (informativ)

Pfahlherstellungsprotokoll für gebohrte Mikropfähle

Mikropfahlhersteller verantwortlich auf der Baustelle	Blatt Datum Mikropfahl: Typ, Bohrlochdurchmesser Bewehrung: Typ, Bewehrungsgrad, Durchmesser, Abstandhalter
Baustelle, Ort Auftraggeber Vertrag	Mörtel: Zementgüte, Wasser-Zement-Wert Beton: Betonklasse, Größtkorn, Konsistenz Einbringungsart: verrohrt, verpresst, Betonierrohr Bohrmethode: Ausrüstung, Spülflüssigkeit
Plan-Nr. Gesamtanzahl an Mikropfählen Pfahllänge über/unter Arbeitsebene Niveau von: Baustelle Arbeitsebene Grundwasser	Besonderes:
Mikropfahl-Nr.:	
Herstellungsdatum	
Beginn der Bohrarbeiten (Uhrzeit)	
Unterbrechungen (h)	
Hindernisse mit Tiefenangabe (m)	
Tiefe des Mikropfahls (m)	
Tiefe der Verrohrung (m)	
Länge der Bewehrung (m)	
Länge über/unter Geländeoberfläche (m)	
Schweißnähte/Verbindungen (Anzahl, Pos.)	
Abstandhalter mit Abstand (m) und Anzahl	
Bohrlochprüfung (MPa) mit Tiefenangabe (m)	
Vorverpressung (l oder kg / bar)	
Mörtel-/Betonvolumen (l oder kg)	
Max. Druck (bar)	
Prüfung des Mörtels/Betons vor Ort (Typ)	
Fuß-/Mantelaufweitung (l/Durchmesser)	
Nachverpressung (l oder kg / bar)	
Abweichung bezüglich Position (mm): x,y	
Abweichung bezüglich Neigung (°)	

Anhang G (informativ)

Pfahlherstellungsprotokoll für Verdrängungsmikropfähle

Mikropfahlhersteller	Blatt	Datum			
verantwortlich auf der Baustelle	Mikropfahl:	Stahl	Beton	Verbundpfahl	
Baustelle, Ort	Durchmesser/max.	Querschnittsbreite (mm)			
Auftraggeber	Mantel:	Fuß:			
Vertrag	Profil, Material des Fußes:				
Plan-Nr.	Tragglied:	Typ, Bewehrungsgrad:			
Gesamtanzahl an Mikropfählen		Durchmesser/max. Breite (mm)			
Pfahllänge über/unter Arbeitsebene	Fertigbeton:	Klasse Abstandhalter (Typ):			
Niveau von:	Ortbeton:	Klasse, Größtkorn, Konsistenz			
Baustelle Arbeitsebene Grundwasser	Mörtel:	Zementgüte, Wasser-Zement-Wert			
Besonderes:	Einbringungsart: verrohrt, verpresst, Betonierrohr				
	Rammverfahren: Ausrüstung, Rammhilfe				
Mikropfahl-Nr:					
Herstellungsdatum					
Zeit der Rammarbeiten (Uhrzeit)					
Unterbrechungen (h)					
Hindernisse mit Tiefenangabe (m)					
Tiefe des Mikropfahls (m)					
Länge der Bewehrung (m)					
Länge über Geländeoberfläche (m)					
Schweißnähte/Verbindungen (Anzahl, Pos.)					
Abstandhalter mit Abstand (m) und Anzahl					
Mörtel-/Betonvolumen (l oder kg)					
Max. Druck (bar)					
Prüfung des Mörtels/Beton vor Ort (Typ)					
Volumen der Fußaufweitung (l)					
Nachverpressung (l oder kg / bar)					
Abweichung bezüglich Position (mm): x,y					
Abweichung bezüglich Neigung (°)					

Literaturhinweise

EN 196, *Prüfverfahren für Zement*

EN 10149, *Warmgewalzte Flacherzeugnisse aus Stählen mit hoher Streckgrenze zum Kaltumformen*

EN 287-1:2004, *Prüfung von Schweißern — Schmelzschweißen — Teil 1: Stähle*

EN ISO 15607:2003, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Allgemeine Regeln (ISO 15607-2003)*

EN 288-2:1992, *Anforderung und Anerkennung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Teil 2: Schweißanweisung für das Lichtbogenschweißen*

EN ISO 15614-1, *Anforderungen und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Schweißverfahrensprüfungen — Teil 1: Lichtbogen- und Gasschweißen von Stählen und Lichtbogenschweißen von Nickel und Nickellegierungen (ISO 15614-1:2004)*

EN 445:1996, *Grout for prestressing tendons — Test methods*

EN 447, *Einpressmörtel für Spannglieder — Anforderungen für üblichen Einpressmörtel*

EN 499:1994, *Schweißzusätze — Umhüllte Stabelektroden zum Lichtbogenhandschweißen von unlegierten Stählen und Feinkornstählen — Einteilung*

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

EN 10219-1:1997, *Kaltgefertigte geschweißte Hohlprofile für den Stahlbau aus unlegierten Baustählen und aus Feinkornbaustählen — Teil 1: Technische Lieferbedingungen*

EN 1997-3, *Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik — Teil 3: Felduntersuchungen für die geotechnische Bemessung*

EN 12716:2001, *Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) — Düsenstrahlverfahren (Hochdruckinjektion, Hochdruckbodenvermörtelung, Jetting)*

EN ISO 4063:2000, *Schweißen und verwandte Prozesse — Liste der Prozesse und Ordnungsnummern (ISO 4063:1998)*

EN ISO 5817:2003, *Schweißen — Schmelzschweißverbindungen an Stahl, Nickel, Titan und deren Legierungen (ohne Strahlschweißen) — Bewertungsgruppen von Unregelmäßigkeiten (ISO 5817:2003)*

EN ISO 9692-2:1998, *Schweißen und verwandte Verfahren — Schweißnahtvorbereitung — Teil 2: Unterpulverschweißen von Stahl (ISO 9692-2:1998)*

DIN SPEC 18537



ICS 93.020

Ergänzende Festlegungen zu DIN EN 1537:2001-01, Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) – Verpressanker

Supplementary provisions to DIN EN 1537:2001-01, Execution of special geotechnical works –

Ground anchors

Règles supplémentaires de la norme DIN EN 1537:2001-01, Exécution des travaux géotechniques spéciaux –

Tirant ancrage

Zur Erstellung einer DIN SPEC können verschiedene Verfahrensweisen herangezogen werden:
Das vorliegende Dokument wurde nach den Verfahrensregeln einer Vornorm erstellt.

Gesamtumfang 33 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

DIN SPEC 18537:2012-02

Inhalt

Seite

Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1537:2001-01	6
Zu Abschnitt 3 „Definitionen und Symbole“	6
Zu 3.1.7 „Charakteristischer innerer Ankerwiderstand“	6
Zu 3.1.8 technischer Bauherrenvertreter“	6
Zu 3.1.18 „Untersuchungsprüfung“	6
Zu 3.1.24 „Systemprüfung“	6
Zu 3.2 „Symbole“	6
Zu Abschnitt 6 „Baustoffe und Bauprodukte“	7
Zu 6.1 „Allgemeines“	7
Zu 6.2 „Zugglied“	7
Zu 6.3 „Ankerkopf“	7
Zu 6.4 „Koppelelemente“	7
Zu 6.5 „Verankerungslänge des Zuggliedes“	7
Zu 6.6 „Abstandhalter und andere Bauteile im Bohrloch“	7
Zu 6.7 „Zementmörtel und Zusatzmittel“	7
Zu 6.8 „Kunstharzmörtel“	8
Zu 6.9 „Korrosionsschutz des Stahlzuggliedes und gespannter Stahlteile“	8
Zu 6.9.1 „Allgemeines“	8
Zu 6.9.2 „Kurzzeitanker“	8
Zu 6.9.3 „Daueranker“	9
Zu 6.10 „Übliche Komponenten und Materialien für den Korrosionsschutz“	9
Zu 6.10.1 „Kunststoffhüllrohre“	9
Zu 6.10.2 „Schrumpfschläuche“	9
Zu 6.10.4 „Zementmörtel“	9
Zu 6.10.5 „Kunstharze“	9
Zu 6.10.6 „Korrosionsschutzmassen“	9
Zu 6.10.8 „Andere Beschichtungen auf Stahlteilen“	9
Zu 6.11 „Aufbringung des Korrosionsschutzes“	9
Zu 6.11.2 „Freie Stahllänge und Verankerungslänge des Zuggliedes“	10
Zu Abschnitt 7 „Hinweise zu Entwurf und Bemessung“	10
Zu Abschnitt 8 „Ausführung“	10
Zu 8.1.1 „Allgemeines“	10
Zu 8.2.1 „Herstellung“	10
Zu 8.3.6 „Ankerverpressung“	10
Zu 8.4.2 „Spanngeräte“	11
Zu 8.4.3 „Spannvorgang“	11
8.4.4 Festlegen des Ankers	11
Zu Abschnitt 9 „Bauüberwachung, Prüfungen und Kontrollen“	11
Zu 9.1 „Allgemeines“	11
Zu 9.2 „Messgenauigkeit“	12
Zu 9.3 „Vorbelastung“	12
Zu 9.4 „Prüfverfahren“	12
Zu 9.5 „Untersuchungsprüfung“	12
Zu 9.6 „Eignungsprüfung“	12
Zu 9.7 „Abnahmeprüfung“	13
Zu 9.8 „Maximale Festlegekraft“	13
Zu 9.9 „Ermittlung der rechnerischen freien Stahllänge“	13

	Seite
Zu 9.10 „Überwachung von Herstellung und Prüfung“	13
Zu 9.11 „Nachprüfung“	14
Zu Abschnitt 10 „ Aufzeichnungen“	14
Zu Abschnitt 11 „ Besondere Anforderungen“	14
Zu Anhang A (informativ) „Elektrische Prüfung des Korrosionsschutzes“	15
Zu Anhang B (informativ) „Untersuchungsprüfungen am Korrosionsschutz“	15
Zu Anhang C (informativ) „Hinweise für die Abnahmebedingungen für plastische Korrosionsschutzmassen und Beispiele für Prüfnormen zur Ermittlung der Materialeigenschaften“	15
Zu Anhang D (informativ) „Bemessung von Verpressankern“	15
Zu Anhang E (informativ) „Beispiele für Ankerprüfverfahren“	15
Zu Anhang F (informativ) „Beispiele für Protokollblätter“	15
G.1 Allgemeines	16
G.2 Untersuchungsprüfung.....	18
G.2.1 Umfang	18
G.2.2 Versuchsdurchführung.....	18
G.3 Eignungsprüfung.....	19
G.3.1 Umfang	19
G.3.2 Versuchsdurchführung.....	20
G.3.3 Anforderungen.....	21
G.3.3.1 Kriechmaß	21
G.3.3.2 Freie Stahllänge	22
G.3.4 Gruppenprüfung	25
G.3.5 Schwellbelastung	25
G.3.6 Zur Untersuchungsprüfung erweiterte Eignungsprüfung	25
G.4 Abnahmeprüfung.....	25
G.4.1 Umfang	25
G.4.2 Versuchsdurchführung.....	26
G.4.3 Anforderungen.....	27
G.4.3.1 Kriechmaß	27
G.4.3.2 Freie Stahllänge.....	27
G.5 Prüfbericht für Eignungs- und Untersuchungsprüfungen.....	27
H.1 Herstellungsprotokoll	30
H.2 Protokoll der Abnahmeprüfung	31
Literaturhinweise	33

DIN SPEC 18537:2012-02

Vorwort

Dieses Dokument wurde im Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. vom Normenausschuss NA 005-05-17 AA „Verpressanker“ als Ergänzung zu DIN EN 1537:2001-01, *Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau)* — *Verpressanker* erstellt.

Dieses Dokument enthält Festlegungen, die ergänzend zu DIN EN 1537:2001-01 und DIN EN 1537 Berichtigung 1:2011-12 gelten, wobei auf Regeln in weiterhin gültigen nationalen Normen (die nicht vollständig durch europäische Normen ersetzt wurden und weiterhin einschlägige Regelungen beinhalten) verwiesen wird und nicht vollständige Regelungen in DIN EN 1537:2001-01 nicht anzuwenden sind. Dieses Dokument ist nur in Verbindung mit Verbindung mit DIN EN 1537:2001-01 und DIN EN 1537 Berichtigung 1:2011-12 anwendbar.

DIN EN 1537:2001-01 regelt die Ausführung und Prüfung von Verpressankern; sie ersetzt die entsprechenden Ausführungsregeln von DIN 4125:1990-11.

Es ist beabsichtigt, die Festlegungen bei der nächsten Überarbeitung der DIN EN 1537 bei CEN Europäisches Komitee für Normung einzubringen.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. Das DIN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Eine DIN SPEC nach dem Vornorm-Verfahren ist das Ergebnis einer Normungsarbeit, das wegen bestimmter Vorbehalte zum Inhalt oder wegen des gegenüber einer Norm abweichenden Aufstellungsverfahrens vom DIN noch nicht als Norm herausgegeben wird.

Zur vorliegenden DIN SPEC wurde der Entwurf E DIN 18537:2010-05 veröffentlicht.

Erfahrungen mit dieser DIN SPEC sind erbeten

— vorzugsweise als Datei per E-Mail an nabau@din.de in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter <http://www.din.de/stellungnahme> abgerufen werden;

— oder in Papierform an den Normenausschuss Bauwesen (NABau).

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument hat den gleichen Anwendungsbereich wie in DIN EN 1537:2001-01 angegeben.

Dieses Dokument gilt nur in Verbindung mit DIN EN 1537:2001-01 und DIN EN 1537 Berichtigung 1:2011-12.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

DIN 488-1, *Betonstahl — Teil 1: Stahlsorten, Eigenschaften, Kennzeichnung*

DIN 1045-1:2008-08, *Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton — Teil 1: Bemessung und Konstruktion*

DIN 1045-2, *Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton — Teil 2: Beton -- Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität — Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1*

DIN 1054, *Baugrund — Sicherheitsnachweise im Erd und Grundbau — Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1*

DIN 30672, *Organische Umhüllungen für den Korrosionsschutz von in Böden und Wässern verlegten Rohrleitungen für Dauerbetriebstemperaturen bis 50 °C ohne kathodischen Korrosionsschutz — Bänder und schrumpfende Materialien*

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

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

DIN EN 447:1996-07, *Einpressmörtel für Spannglieder — Allgemeine Anforderungen; Deutsche Fassung EN 447:1996*

DIN EN 934-4, *Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel — Teil 4: Zusatzmittel für Einpressmörtel für Spannglieder — Definitionen, Anforderungen, Konformität, Kennzeichnung und Beschriftung*

DIN EN 1537:2001-01, *Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) — Verpressanker; Deutsche Fassung EN 1537:1999 + AC:2000*

DIN EN 1537 Berichtigung 1:2011-12, *Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) — Verpressanker; Deutsche Fassung EN 1537:1999 + AC:2000*

DIN EN 1992-1-1, *Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken — Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau*

DIN EN 1992-1-1/NA, *Nationaler Anhang — National festgelegte Parameter — Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken — Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau*

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

DIN EN 10025 (alle Teile), *Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen*

DIN SPEC 18537:2012-02

DIN EN ISO 1163-1, *Kunststoffe — Weichmacherfreie Polyvinylchlorid (PVC-U)-Formmassen — Teil 1: Bezeichnungssystem und Basis für Spezifikationen*

DIN EN ISO 1872-1, *Kunststoffe — Polyethylen (PE)-Formmassen — Teil 1: Bezeichnungssystem und Basis für Spezifikationen*

DIN EN ISO 1873-1, *Kunststoffe — Polypropylen (PP) Formmassen — Teil 1: Bezeichnungssystem und Basis für Spezifikationen*

3 Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1537:2001-01**Zu Abschnitt 3 „Definitionen und Symbole“****Zu 3.1.7 „Charakteristischer innerer Ankerwiderstand“**

Ersetze „Charakteristischer innerer Ankerwiderstand“ durch:

Charakteristischer Widerstand des Stahlzuggliedes“.

Zu 3.1.8 technischer Bauherrenvertreter“

Der technische Bauherrenvertreter ist die Zulassungsstelle¹⁾

Zu 3.1.18 „Untersuchungsprüfung“

ANMERKUNG Es handelt sich hierbei um eine erweiterte Eignungsprüfung, die in Sonderfällen durchgeführt wird, wenn keine Erfahrungen über das Tragverhalten der Anker bei vergleichbaren Baugrundbedingungen vorliegen und die Anker aus diesem Grund bis zum Erreichen des maximalen Herausziehwiiderstandes (Versagen im Boden) belastet werden.

Zu 3.1.24 „Systemprüfung“

ANMERKUNG Es handelt sich hierbei um eine Prüfung zur Erlangung einer Zulassung für den gesamten Anker.

Zu 3.2 „Symbole“

P_k	charakteristischer Wert der Beanspruchung des Ankers (nach DIN 1054)
$f_{t0,2k}$	charakteristische Spannung des Stahlzuggliedes bei 0,2 % bleibender Dehnung
L_D	Druckrohrlänge
$P_{t0,2k}$	Streckgrenze bzw. charakteristischer Wert der Spannung des Stahlzuggliedes bei 0,2 % bleibender Dehnung für Betonstahl
R_d	<i>Ergänzung:</i> entspricht $R_{a,d}$ (Bemessungswert des Herausziehwiiderstandes des Ankers) bzw. $R_{t,d}$ (Bemessungswert des materialbedingten Zugwiderstands des Ankers) nach DIN EN 1997-1
γ_F	Teilsicherheitsbeiwert für eine Einwirkung
γ_A	Teilsicherheitsbeiwert für den Herausziehwiiderstand des Verpresskörpers

1) Auskünfte erteilt das Deutsche Institut für Bautechnik, Kolonnenstr. 30 B, 10829 Berlin.

Zu Abschnitt 6 „Baustoffe und Bauprodukte“

Zu 6.1 „Allgemeines“

Absatz 2 ist zu ersetzen durch:

Für Daueranker ist für die gesamte Ankerkonstruktion eine Zulassung erforderlich. Für Kurzzeitanker ist nur für die Ankerkopfkonstruktion, die Koppelemente und das Zugglied, sofern von 6.2 abweichend, eine Zulassung erforderlich.

Zu 6.2 „Zugglied“

6.2 ist zu ersetzen durch:

Baustähle müssen DIN EN 10025-1 bis DIN EN 10025-6 entsprechen.

Betonstabstähle müssen DIN 488-1 entsprechen oder über eine Zulassung verfügen.

Spannstähle müssen über eine Zulassung für das Vorspannen von Spannbeton nach DIN 1045-1:2008-08 oder DIN EN 1992-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA verfügen.

Zu 6.3 „Ankerkopf“

Für die Ankerköpfe ist eine Zulassung erforderlich.

Absatz 2 ist nicht anzuwenden.

Zu 6.4 „Koppelemente“

Für die Koppelemente ist eine Zulassung erforderlich.

Zu 6.5 „Verankerungslänge des Zuggliedes“

Für die Stahlzugglieder ist eine Zulassung erforderlich.

Zu 6.6 „Abstandhalter und andere Bauteile im Bohrloch“

Die Festlegungen für Daueranker sind in einer Zulassung zu regeln.

Zu Absatz 1:

Stahlzugglieder ohne Korrosionsschutzumhüllung im Boden müssen mindestens 20 mm Zementmörtelüberdeckung aufweisen.

Zu 6.7 „Zementmörtel und Zusatzmittel“

Absatz 1, erster Satz, ist zu ersetzen durch:

Zementmörtel, die innerhalb der Korrosionsschutzumhüllung verwendet werden, müssen DIN EN 447:1996-07 entsprechen.

ANMERKUNG Die Normen DIN EN 445 und DIN EN 446 regeln die Prüfverfahren und die Einpressverfahren für Zementmörtel nach DIN EN 447.

DIN SPEC 18537:2012-02

Zu Absatz 3:

Es sind Portlandzemente CEM I nach DIN EN 197-1 oder Einpressmörtel (Zementmörtel), für die eine Zulassung vorliegt, zu verwenden.

Absatz 4, letzter Satz ist zu ersetzen durch:

Die Aggressivität des Umfeldes ist nach DIN EN 206-1 in Verbindung mit DIN 1045-2 zu definieren.

Zu Absatz 5:

Für die Herstellung von Verpressmörtel bzw. Einpressmörtel dürfen Zusatzmittel nach DIN EN 934-4 oder solche mit Zulassung verwendet werden.

Zu 6.8 „Kunstharzmörtel“

Für Kunstharzmörtel ist eine Zulassung erforderlich. Bei der Auswahl von Kunstharzmörtel sind die besonderen Belange des Umweltschutzes zu beachten.

Zu 6.9 „Korrosionsschutz des Stahlzugliedes und gespannter Stahlteile“

Zu 6.9.1 „Allgemeines“

Zu Tabelle 2, Zeile 1:

Stahlzugglieder ohne Korrosionsschutzumhüllung im Boden müssen mindestens 20 mm Zementmörtelüberdeckung aufweisen. Des Weiteren ist das Übergangrohr hinter der Ankerplatte gegen Korrosion zu schützen.

Zu Tabelle 2, Zeile 2:

Siehe Zu 6.9.2, Absatz 2.

Zu Tabelle 2, Zeile 3:

Eine der drei Varianten ist zu wählen.

Siehe Zu 6.9.2, Absatz 2.

Zu Tabelle 2, Zeile 4:

Siehe Zu 6.9.2, Absatz 2.

Zu 6.9.2 „Kurzzeitanker“

Zu Absatz 2 und zu Tabelle 2, Zeilen 2, 3 und 4:

Besteht die Möglichkeit, dass die Einsatzdauer eines Kurzzeitankers zeitlich begrenzt verlängert werden muss, sind Daueranker zu verwenden.

Wenn die Kurzzeitanker infolge unvorhergesehener Umstände länger als 2 Jahre im Einsatz bleiben, so ist die für die Bauaufsicht zuständige Stelle zu verständigen. Die erforderlichen Maßnahmen zur Vermeidung von Gefahren sind im Einzelfall gegebenenfalls unter Hinzuziehung von Sachverständigen festzulegen. Mindestens sind in geeigneten Zeitabständen folgende Maßnahmen zu ergreifen:

- Inaugenscheinnahme der Anker, soweit zugänglich;
- Feststellen, ob die Anker noch unter Kraft stehen.

Zu 6.9.3 „Daueranker“

Daueranker erfordern eine Zulassung.

Bei Dauerankern, deren Korrosionsschutz aus einem einzigen gerippten und mit Zementmörtel verpressten Kunststoffhüllrohr besteht, kann entgegen 6.10.1, letzter Absatz auf eine Überprüfung der Unversehrtheit an jedem eingebauten Anker verzichtet werden, da die Funktionsfähigkeit im Zuge einer Systemprüfung im Rahmen der Zulassung nachgewiesen wird.

Zu 6.10 „Übliche Komponenten und Materialien für den Korrosionsschutz“

Die Komponenten und Materialien von Dauerankern werden in der Zulassung geregelt.

Zu 6.10.1 „Kunststoffhüllrohre“

Für Kurzzeitanker sind nur die Absätze 1 bis 6 anzuwenden. Die Absätze 7 bis 10 beziehen sich auf Daueranker, für die eine Zulassung gefordert wird.

Formmassen für Kunststoffhüllrohre müssen DIN EN ISO 1163-1, DIN EN ISO 1872-1 und DIN EN ISO 1873-1 entsprechen.

Zu Tabelle 3:

Daueranker erfordern eine Zulassung.

Bei Dauerankern, deren Korrosionsschutz aus einem einzigen gerippten und mit Zementmörtel verpressten Kunststoffhüllrohr besteht, kann entgegen 6.10.1, letzter Absatz auf eine Überprüfung der Unversehrtheit an jedem eingebauten Anker verzichtet werden, da die Funktionsfähigkeit im Zuge einer Systemprüfung im Rahmen der Zulassung nachgewiesen wird.

Zu 6.10.2 „Schrumpfschläuche“

Schrumpfschläuche müssen DIN 30672 entsprechen.

Zu 6.10.4 „Zementmörtel“

Zu Absatz 1:

Stahlzugglieder ohne Korrosionsschutzumhüllung im Boden müssen mindestens 20 mm Zementmörtelüberdeckung aufweisen.

Zu 6.10.5 „Kunsthharze“

Für Kunstharmörtel ist eine Zulassung erforderlich.

Zu 6.10.6 „Korrosionsschutzmassen“

Falls Temporäranker eingesetzt werden, dürfen nur Korrosionsschutzmassen verwendet werden, deren Verwendbarkeit für Daueranker nachgewiesen ist.

Zu 6.10.8 „Andere Beschichtungen auf Stahlteilen“

Beschichtungen auf Zuggliedern bedürfen einer Zulassung.

Zu 6.11 „Aufbringung des Korrosionsschutzes“

Das Aufbringen des Korrosionsschutzes wird bei Dauerankern in der Zulassung geregelt.

DIN SPEC 18537:2012-02

Zu 6.11.2 „Freie Stahllänge und Verankerungslänge des Zuggliedes“

Zu Absatz 5:

Diese Verfahrensweise ist stichprobenartig durch eine für die Überwachung des Einbaus von Verpressankern derzeit anerkannte Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle [1] (PÜZ-Stelle) zu überwachen.

Zu Abschnitt 7 „Hinweise zu Entwurf und Bemessung“

Ankerneigungen zwischen +10° und –10° gegen die Waagerechte sollten vermieden werden. Ist dies nicht möglich, muss nachgewiesen werden, dass der Verankerungsbereich vollständig verpresst werden kann.

Zu Abschnitt 8 „Ausführung“

Für Ankerköpfe und Daueranker sind zusätzlich die Bestimmungen der Zulassung zu berücksichtigen.

Zu 8.1.1 „Allgemeines“

Zu Absatz 7:

Wenn andere Herstellungstoleranzen als die angegebenen aus

- konstruktiven Anforderungen oder
- den Baugrundverhältnissen

gelten sollen, sind sie vor Beginn der Bauarbeiten zu vereinbaren oder bei Bekanntwerden mit dem Planer abzustimmen.

Zu 8.2.1 „Herstellung“

Zu Absatz 1:

Flugrost ist unbedenklich.

ANMERKUNG Als Flugrost ist ein gleichmäßiger Rostansatz zu betrachten, der noch nicht zur Bildung von mit bloßem Auge erkennbaren Korrosionsnarben geführt hat und der durch Abwischen mit einem trockenen Lappen entfernt werden kann.

Zu 8.3.6 „Ankerverpressung“

Der Wasser-Zement-Wert muss zwischen 0,35 und 0,7 liegen und sollte besonders in bindigen Böden und in Fels möglichst niedrig gewählt werden.

Zu Absatz 6:

Der Verpresskörper darf sich nicht auf die zu verankernde Konstruktion abstützen.

Es ist sicherzustellen, dass die Ankerkraft im Bereich der vorgesehenen Krafteintragungslänge L_{fixed} in den Baugrund übertragen werden kann.

Die freie Ankerlänge sollte durch Ausspülen überschüssigen Verpressguts sichergestellt werden, wenn nicht rechnerisch nachgewiesen werden kann, dass die o. g. Bedingungen durch das Absinken des Verpressgutspegels beim Ziehen der Verrohrung erfüllt wird oder wenn ein Packer gesetzt wurde. Wenn gespült wird, ist ein Spülschlauch, der mit dem Anker fest verbunden ist, oder eine nach unten geschlossene Spüllanze zu verwenden. Als Spülmittel sind nichthärtende Medien, z. B. Wasser, Bentonitsuspension zu verwenden. Bei Bohrungen mit Außenspülung muss beim Freispülen auch außerhalb der Verrohrung Spülflüssigkeit austreten, anderenfalls ist nach dem Ziehen der Verrohrung eine zweite Spülung vorzunehmen. Es ist ein Verpresskörperüberstand zwischen 0,5 m und 1,0 m einzuhalten.

Auf eine Begrenzung der Krafteintragungslänge darf verzichtet werden, wenn aufgrund der Baugrundverhältnisse eine Kraftübertragung im Bereich der geplanten freien Ankerlänge ausgeschlossen ist und ein unmittelbarer Kraftschluss zwischen geplanter Krafteintragungslänge und verankerter Konstruktion vermieden wird. Festigkeit und Verformungsverhalten des Baugrunds im Bereich der geplanten Krafteintragungslänge und der freien Ankerlänge sowie die über den Zementsteinring übertragbaren Druckkräfte sind hierbei zu berücksichtigen.

Zu 8.4.2 „Spanngeräte“

Absatz 1, erster Satz, ist zu ersetzen durch:

Das Kalibrierzeugnis der Kraftmesseinrichtung darf nicht älter als 12 Monate sein.

Absatz 2, Sätze 2 und 3, sind zu ersetzen durch:

Die Prüfung ist grundsätzlich mit der Mehrlitzenpresse durchzuführen. Die Festlegelast darf auch mit der Einzellitzenspannpresse aufgebracht werden, wobei in mehreren Lastschritten vorzugehen ist, z. B.:

- a) Spannen des ersten Drittels der Litzen auf $0,4 P_0$;
- b) Spannen des zweiten Drittels auf $0,8 P_0$;
- c) Spannen des dritten Drittels auf $1,0 P_0$;
- d) Spannen aller Litzen auf $1,0 P_0$.

Zu 8.4.3 „Spannvorgang“

Zu Absatz 2:

Dieser Absatz ist als Anforderung zu verstehen.

Zu Absatz 7:

Dieser Absatz ist als Anforderung zu verstehen.

8.4.4 Festlegen des Ankers

Verpressanker werden nach dem Prüfen in der Regel vorgespannt und mit einer Kraft P_0 zwischen dem 0,8- und 1,0-fachen der charakteristischen Ankerbeanspruchung P_k festgelegt.

Bei Ankerkern die mit einer kleineren Kraft P_0 festgelegt werden sollen, ist zu prüfen, ob die Kraftübertragung im Ankerkopf nach 6.3 auch bei einer späteren Veränderung der Ankerkraft sichergestellt ist. Hierbei ist im Besonderen auf die ordnungsgemäße Funktion der Verankerungselemente, zum Beispiel der Keile und Verankerungsmuttern, zu achten.

Zur maximalen Festlegekraft siehe Zu 9.8.

Zu Abschnitt 9 „Bauüberwachung, Prüfungen und Kontrollen“

Zu 9.1 „Allgemeines“

Zum vorletzten Absatz:

DIN SPEC 18537:2012-02

Untersuchungsprüfungen bei Kurzzeit- und Dauerankern und Eignungsprüfungen bei Dauerankern dürfen nur durch eine für die Überwachung des Einbaus von Verpressankern derzeit anerkannte Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle [1] (PÜZ-Stelle) überwacht und beurteilt werden.

letzter Absatz wird ersetzt durch:

Werden bei Dauerankern Korrosionsschutzumhüllungen innerhalb des Bohrlochs aufgefüllt, ist entsprechend der Bestimmungen der Zulassung vorzugehen.

Zu 9.2 „Messgenauigkeit“

Absatz 1 und 2 wird ersetzt durch:

Tabelle 2.

Tabelle 1 — Messgenauigkeit, Mindestanforderungen

Messung	Untersuchungsprüfung / Eignungsprüfung	Abnahmeprüfung
Kraftmessung — Gerät (Kalibrierung nach 8.4.2) — Fehlergrenze bezogen auf Endwert	Kraftaufnehmer	Spannpresse mit Druckmessgerät
	1 %	5 %
Verschiebungsmessungen	Wegmessgeräte mit mindestens 0,01 mm Anzeigegenauigkeit	

Zu 9.3 „Vorbelastung“

Dieser Abschnitt ist nicht anzuwenden. Die Vorbelastung ist in Anhang G geregelt.

Zu 9.4 „Prüfverfahren“

Es ist das Prüfverfahren 1 nach Anhang G mit den dort genannten zugehörigen Anforderungen und Auswertverfahren anzuwenden.

Zu 9.5 „Untersuchungsprüfung“

Zu Absatz 6:

Die Ergebnisse von Untersuchungsprüfungen mit verkürzten Kraffteinleitungslängen dürfen nicht zur Feststellung der Gebrauchskräfte der Bauwerksanker verwendet werden.

Zu 9.6 „Eignungsprüfung“

Bei Baumaßnahmen mit Dauerankern sind die Eignungsprüfungen auf der jeweiligen Baustelle durchzuführen. Bei Kurzzeitankern darf auf eine Eignungsprüfung verzichtet werden, wenn Ergebnisse von

Eignungsprüfungen mit dem gleichen Ankersystem in vergleichbarem Baugrund und mit demselben Herstellungsverfahren vorliegen. Eine Eignungsprüfung ist jedoch dann durchzuführen, wenn ein höherer Herausziehwiderstand R_{ak} als an der anderen Stelle nachgewiesen werden soll. Versuchsdurchführung, Prüfkraft und die Anforderungen sind Anhang G zu entnehmen.

Zu a):

Werden bei der Untersuchungsprüfung die Kriterien nach Anhang G der Eignungsprüfung eingehalten, kann die Eignungsprüfung entfallen.

Zu 9.7 „Abnahmeprüfung“

Versuchsdurchführung, Prüfkraft und die Anforderungen sind Anhang G zu entnehmen

Zu 9.8 „Maximale Festlegekraft“

Dieser Abschnitt ist zu ersetzen durch:

Die Festlegekraft P_o darf den charakteristischen Wert der Ankerbelastung nicht überschreiten.

Zu 9.9 „Ermittlung der rechnerischen freien Stahllänge“

Zu ANMERKUNG 1:

- Δ_s ist die Differenz zwischen der am Verankerungspunkt der Spannresse (1) in Bild 1 gemessenen Gesamtverschiebung bei der Prüfkraft und der nach der Entlastung auf die Vorbelastung an Punkt (1) gemessenen bleibenden Verschiebung.
- Die Grenzlängen, zwischen denen L_{app} liegen darf, sind:
 - obere Grenzlänge bei Verbundankern: $L_{app} \leq L_{tf} + L_e + 0,5 \cdot L_{tb}$
 - obere Grenzlänge bei Druckrohrankern: $L_{app} \leq 1,1 \cdot L_{tf} + L_e$
 - untere Grenzlänge: $L_{app} \geq 0,80 \cdot L_{tf} + L_e$
- Der Nebensatz „wobei die größere Länge jeweils maßgebend ist“ entfällt.

Zu ANMERKUNG 2:

Diese Anmerkung ist nicht anzuwenden.

Zu Absatz 3:

Die Verwendung solcher Anker sollte bei Dauerankern in Abstimmung mit einer der anerkannten Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle [1] (PÜZ-Stelle) erfolgen.

Zu 9.10 „Überwachung von Herstellung und Prüfung“

Der Einbau und die Abnahmeprüfung von Dauerankern sind stichprobenartig von einer für die Überwachung des Einbaus von Verpressankern derzeit anerkannten Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle zu überwachen. Die Durchführung und Auswertung von Eignungs- und Untersuchungsprüfungen an Dauerankern ist immer von dieser PÜZ Stelle zu überwachen.

DIN SPEC 18537:2012-02

Zu 9.11 „Nachprüfung“

Sind im System Anker/Bauwerk/Baugrund Verformungen zu erwarten, die wesentliche Dehnungs- und Kraftänderungen im Daueranker hervorrufen können, die sich ungünstig auf das Bauwerk oder die Anker auswirken, sind Nachprüfungen erforderlich. Die Entscheidung darüber, sowie über den Umfang, die Anzahl der zu prüfenden Anker und die zeitlichen Abstände der Nachprüfungen sind nach Gesichtspunkten der Boden- oder Felsmechanik und der Art des Bauwerks unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Eignungs- und Abnahmeprüfungen zu treffen.

Auch bei Kurzzeitankern ist zu beurteilen, ob aus vorstehenden Gründen Nachprüfungen erforderlich sind.

Erforderliche Nachprüfungen sind durch Beobachtungen des Bauwerks und/oder Ankerkraftmessungen vorzunehmen.

Beobachtungen und Messergebnisse bei den Nachprüfungen sind in Protokollen festzuhalten.

Die Nachprüfung sollte von der Überwachungsstelle übernommen werden, die bereits mit den Eignungsprüfungen befasst war.

Zu Abschnitt 10 „Aufzeichnungen“

Zu Absatz 2, 2. Spiegelstrich:

Ersetze „Baugrunduntersuchung“ durch:

— festgestellte Schichtgrenzen, Hindernisse, Spülverluste und Besonderheiten des Baugrunds;

Zu Absatz 2, 10. Spiegelstrich:

Prüfberichte von Eignungs- und Untersuchungsprüfungen müssen G.5 entsprechen. Abnahmeprotokolle sind entsprechend dem Beispiel in Anhang H zu erstellen.

Zu Absatz 4:

Kopien der Protokolle sind dem Auftraggeber zu übergeben.

Absatz 5 ist zu ersetzen durch:

Beispiele für geeignete Vordrucke für Protokolle dieser Art sind in Anhang H angegeben

Zu Abschnitt 11 „Besondere Anforderungen“

Zu Absatz 4, erster Satz:

Die nationalen Vorschriften und Regelungen sowie örtliche Gegebenheiten sind zu beachten.

Die Baustoffe und Bauprodukte dürfen keine schädlichen Auswirkungen auf die Umwelt besitzen. Die nationalen Gesetze, Vorschriften und Regelungen sind zu beachten. Die Einhaltung ist vom Auftragnehmer, z. B. durch die Verwendung von Baustoffen und Bauprodukten nach nationalen bzw. harmonisierten europäischen Normen oder durch allgemein bauaufsichtlich zugelassene Bauprodukte, nachzuweisen.

Zu Anhang A (informativ) „Elektrische Prüfung des Korrosionsschutzes“

Daueranker erfordern eine Zulassung.

Anhang A ist nicht anzuwenden.

Zu Anhang B (informativ) „Untersuchungsprüfungen am Korrosionsschutz“

Es gelten die Bestimmungen der Zulassung.

Zu Anhang C (informativ) „Hinweise für die Abnahmebedingungen für plastische Korrosionsschutzmassen und Beispiele für Prüfnormen zur Ermittlung der Materialeigenschaften“

Es gelten die Bestimmungen der Zulassung.

Zu Anhang D (informativ) „Bemessung von Verpressankern“

Dieser Anhang ist nicht anzuwenden. Für die Bemessung von Verpressankern gilt DIN EN 1997-1.

Zu Anhang E (informativ) „Beispiele für Ankerprüfverfahren“

Dieser Anhang ist nicht anzuwenden. Es gilt Anhang G.

Zu Anhang F (informativ) „Beispiele für Protokollblätter“

Statt der Protokollblätter in DIN EN 1537:2001-01, Anhang F, werden die Protokollblätter in Anhang H empfohlen.

Anhang G (normativ)

Ankerprüfverfahren 1

G.1 Allgemeines

Nach DIN EN 1537:2001-01, 9.1, werden drei Klassen von Belastungsprüfungen auf der Baustelle durchgeführt. Dies sind:

- Untersuchungsprüfung;
- Eignungsprüfung;
- Abnahmeprüfung.

Für die Prüfungen ist das Prüfverfahren 1 nach DIN EN 1537:2001-01, 9.4 anzuwenden. Der Anker wird stufenweise in einem oder mehreren Zyklen von der Vorbelastung aus bis zur Prüfkraft belastet (siehe Bild G.1). Bei jeder Laststufe sind die Verschiebungen des luftseitigen Endes des Ankers über einen festgelegten Zeitraum zu messen.

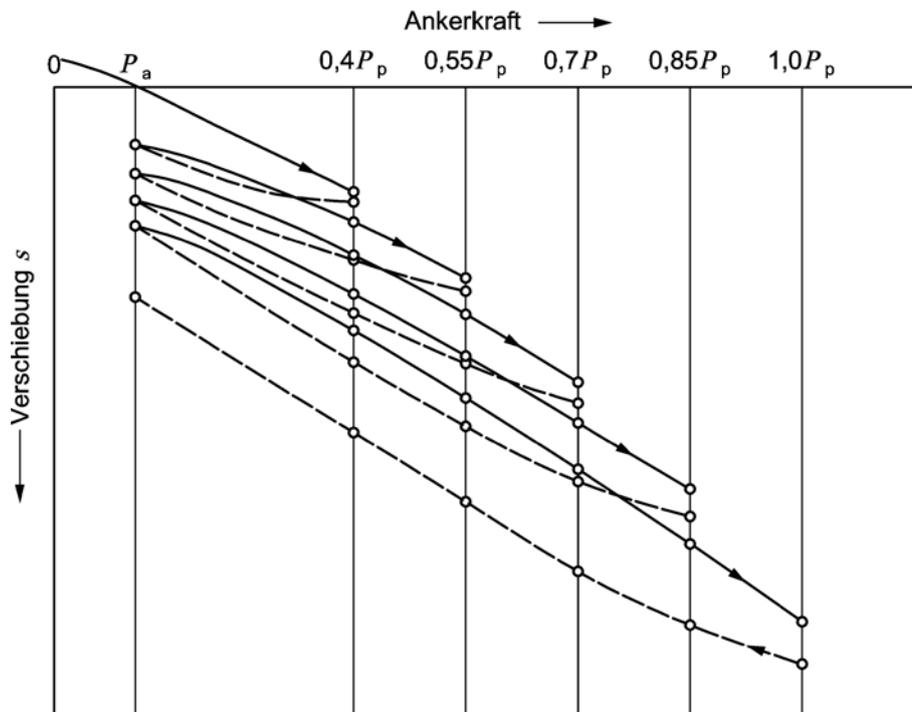


Bild G.1— Kraft-Verschiebungslinie am Beispiel der Eignungsprüfung eines Dauerankers in nichtbindigem Boden

Zur Beurteilung des Tragverhaltens eines Ankers dient das Kriechverhalten des Ankers unter Belastung und die Dehnung des Stahlzuggliedes.

Das Kriechverhalten wird charakterisiert durch das Kriechmaß k_s bei konstanter Ankerkraft (siehe Bild G.2):

$$k_s = (s_b - s_a) / \log(t_b/t_a)$$

Dabei ist

- s_a die Verschiebung am Ankerkopf zum Zeitpunkt t_a ;
- s_b die Verschiebung am Ankerkopf zum Zeitpunkt t_b ;
- t_a der Anfang des betrachteten Zeitraumes;
- t_b das Ende des betrachteten Zeitraumes.

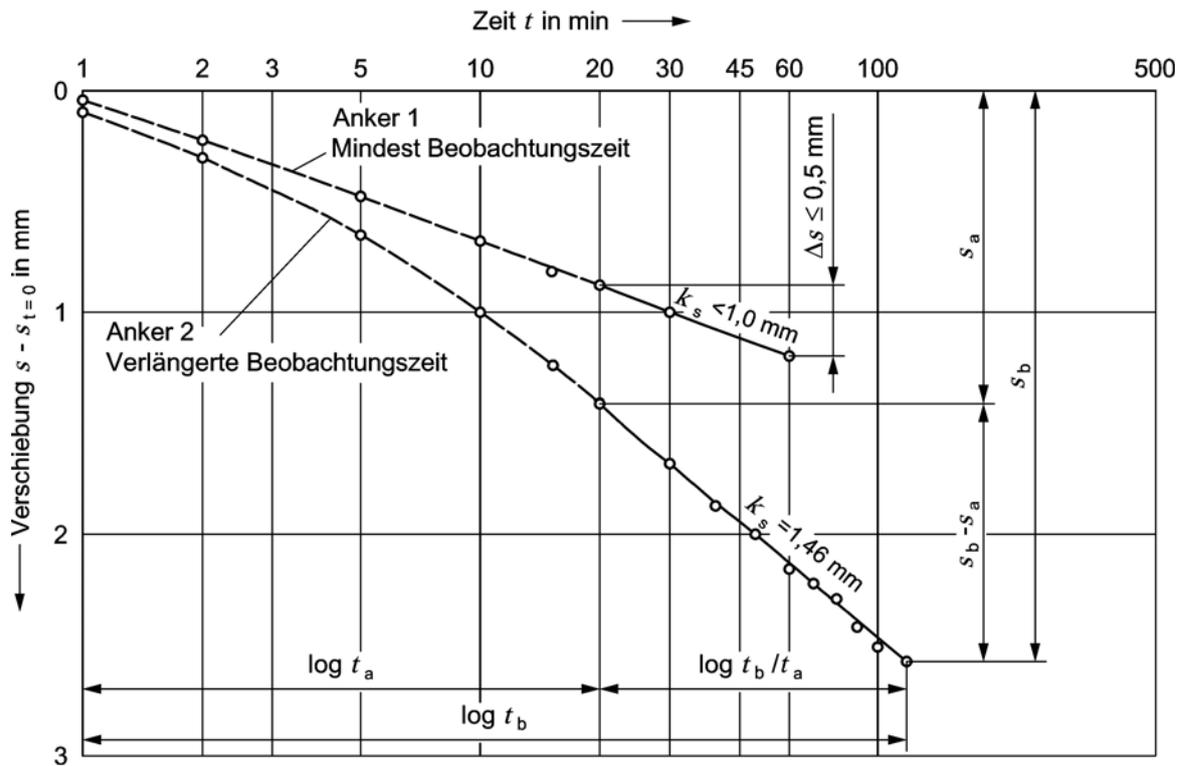


Bild G.2 — Zeit-Verschiebungslinien zur Ermittlung des Kriechmaßes k_s bei der Prüfkraft P_p am Beispiel der Eignungsprüfung eines Dauerankers in nichtbindigem Boden

Das Dehnverhalten des Stahlzugliedes wird ausgedrückt durch die rechnerische freie Stahllänge L_{app} :

$$L_{app} = (A_t \cdot E_t \cdot \Delta s) / \Delta P$$

Dabei ist

- A_t der Querschnitt des Stahlzugliedes;
- E_t der Elastizitätsmodul des Stahlzugliedes;
- ΔP die Prüfkraft abzüglich der Vorbelastung;
- Δs die am Verankerungspunkt (1) gemessene Verschiebung des Stahlzugliedes bei der Prüfkraft P_p abzüglich der Verschiebung nach Entlastung auf die Vorbelastung P_a .

DIN SPEC 18537:2012-02**G.2 Untersuchungsprüfung****G.2.1 Umfang**

Untersuchungsprüfungen können vor Beginn der Ausführung von Bauwerksankern erforderlich werden, um Grundlagen für die Planung und Ausführung einer Verankerung zu erarbeiten (Herausziehwiderstand, Kriechverhalten, Herstellungsverfahren). Bei der Untersuchungsprüfung handelt es sich um eine erweiterte Eignungsprüfung an mindestens drei Ankern. Die Konstruktion der Anker sollte so ausgelegt sein, dass der charakteristische Herausziehwiderstand R_{ak} bei der Belastung erreicht werden kann.

Die Prüfkraft beträgt:

$$P_p = R_{ak}$$

Für die Prüfkraft müssen folgende Grenzwerte eingehalten werden.

$$P_p \leq 0,80 \cdot P_{tk} = 0,80 \cdot f_{tk} \cdot A_t$$

$$P_p \leq 0,95 \cdot P_{t0,1k} = 0,95 \cdot f_{t0,1k} \cdot A_t \quad \text{bzw.} \quad 0,95 \cdot P_{t0,2k} = 0,95 \cdot f_{t0,2k} \cdot A_t$$

Der kleinere Wert ist maßgebend.

Je nach verwendeter Stahlgüte ist der Nachweis entweder mit $P_{t0,1k}$ bzw. $P_{t0,2k}$ zu führen. Die Werte $f_{t0,1k}$ bzw. $f_{t0,2k}$ und f_{tk} häufig verwendeter Stähle können der Tabelle G.1 entnommen werden.

ANMERKUNG Die Nachweise zur Einhaltung der Grenzwerte bei der Prüfkraft P_p erübrigen sich, sofern die Stahlglieder einen Verhältniswert $f_{t0,1k} / f_{tk}$ bzw. $f_{t0,2k} / f_{tk}$ kleiner 0,84 aufweisen.

Die Durchführung und Auswertung einer Untersuchungsprüfung ist von einer für die Überwachung des Einbaus von Verpressankern derzeit anerkannten Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle (PÜZ-Stelle) zu überwachen.

G.2.2 Versuchsdurchführung

Der Anker sollte mit mindestens sechs Spannzzyklen auf die Prüfkraft P_p gespannt werden (in Anlehnung an Bild G.1). Die maximalen Laststufen der Spannzzyklen sowie die dazugehörigen Mindestbeobachtungszeiten sind in Tabelle G.1 angegeben. Bei jeder Laststufe sind die Verschiebungen des luftseitigen Endes des Ankers zu messen. Nach dem erstmaligen Erreichen einer Laststufe ist die Last mindestens während der in Tabelle G.1 angegebenen Beobachtungszeiten konstant zu halten und danach mit Zwischenlaststufen auf die Vorbelastung zu reduzieren. Die Beobachtungszeit auf den Zwischenlaststufen beträgt 1 min. Die Beobachtungszeit auf den erstmals erreichten Laststufen ist zu verlängern, falls das Kriechmaß k_s nicht eindeutig bestimmt werden kann.

Tabelle G.1 — Laststufen und Beobachtungszeiten bei Untersuchungsprüfungen

Laststufen	Mindestbeobachtungszeiten	
	nichtbindiger Boden und Fels	bindiger Boden
0,10 P_p	1	1
0,40 P_p	15	15
0,55 P_p	15	15
0,70 P_p	30	60
0,80 P_p	30	60
0,90 P_p	30	60
1,00 P_p	60	180

Der charakteristische Herauszieh Widerstand R_{ak} wird erreicht, wenn das Kriechmaß k_s einen Wert von 2,0 mm überschreitet. Maßgebend ist der niedrigste Wert R_{ak} , der bei einem der geprüften Anker erreicht wird.

Wird bei einer Untersuchungsprüfung der charakteristische Herauszieh Widerstand R_{ak} nicht erreicht, so gilt die maximal erreichte Prüfkraft P_p als R_{ak} .

G.3 Eignungsprüfung

G.3.1 Umfang

Auf jeder Ankerbaustelle ist eine Eignungsprüfung an drei Ankern durchzuführen. Sie sollte auf der Baustelle dort durchgeführt werden, wo aufgrund der Baugrundverhältnisse die ungünstigsten Ergebnisse zu erwarten sind. Die Eignungsprüfung sollte vor Beginn der Ankerarbeiten ausgeführt werden. Zur Überprüfung der angenommenen Tragfähigkeit kann sie auch während der Ankerarbeiten durchgeführt werden, wenn Ergebnisse von Eignungsprüfungen mit dem gleichen Ankersystem in vergleichbarem Baugrund und mit demselben Herstellungsverfahren vorliegen.

Bei Kurzzeitankern darf auf eine Eignungsprüfung verzichtet werden, wenn Ergebnisse von Eignungsprüfungen mit dem gleichen Ankersystem in vergleichbarem Baugrund und mit demselben Herstellungsverfahren vorliegen. Eine Eignungsprüfung ist jedoch dann durchzuführen, wenn ein höherer Herauszieh Widerstand R_{ak} als an der anderen Stelle nachgewiesen werden soll.

Die Prüfkraft P_p ergibt sich nach DIN 1054 aus dem Bemessungswert P_d der Ankerbeanspruchung zu:

$$P_p = \gamma_a \cdot P_d$$

$$P_d = \gamma_F \cdot P_k$$

Für die Prüfkraft müssen folgende Grenzwerte eingehalten werden.

$$P_p \leq 0,80 \cdot P_{tk} = 0,80 \cdot f_{tk} \cdot A_t$$

$$P_p \leq 0,95 \cdot P_{t0,1k} = 0,95 \cdot f_{t0,1k} \cdot A_t \quad \text{bzw.} \quad 0,95 \cdot P_{t0,2k} = 0,95 \cdot f_{t0,2k} \cdot A_t$$

Der kleinere Wert ist maßgebend.

DIN SPEC 18537:2012-02

Je nach verwendeter Stahlgüte ist der Nachweis entweder mit $P_{10,1k}$ bzw. $P_{10,2k}$ zu führen. Die Werte $f_{t0,1k}$ bzw. $f_{t0,2k}$ und f_{tk} häufig verwendeter Stähle können der Tabelle I.1 entnommen werden.

ANMERKUNG 2 Die Nachweise zur Einhaltung der Grenzwerte bei der Prüfkraft P_p erübrigen sich, sofern die Stahlzugglieder einen Verhältniswert $f_{t0,1k} / f_{tk}$ bzw. $f_{t0,2k} / f_{tk}$ kleiner 0,84 aufweisen.

Bei Dauerankern ist die Durchführung und Auswertung der Eignungsprüfung von einer für die Überwachung des Einbaus von Verpressankern derzeit anerkannten Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle (PÜZ-Stelle) zu überwachen.

G.3.2 Versuchsdurchführung

Jeder Anker sollte mit mindestens fünf Spannzyklen auf die Prüfkraft gespannt werden (siehe Bild G.1). Die maximalen Laststufen der Spannzyklen sind in Tabelle G.2 angegeben.

Tabelle G.2 — Laststufen und Beobachtungszeiten für Eignungsprüfungen

Laststufe	Mindestbeobachtungszeiten			
	min			
	Kurzzeitanker		Daueranker	
	nichtbindiger Boden und Fels	bindiger Boden	nichtbindiger Boden und Fels	bindiger Boden
P_a^a	1	1	1	1
0,40 P_p	1	1	15	15
0,55 P_p	1	1	15	15
0,70 P_p	5	5	30	60
0,85 P_p	5	5	30	60
1,00 P_p	30	60	60	180

^a Die Vorlast P_a sollte zwischen 0,1 P_p und 50 kN liegen.

Bei jeder Laststufe sind die Verschiebungen des luftseitigen Endes des Ankers zu messen. Nach dem erstmaligen Erreichen einer Laststufe ist die Last mindestens während der in Tabelle G.2 angegebenen Beobachtungszeit konstant zu halten und dann mit Zwischenlaststufen auf die Vorbelastung P_a zu reduzieren. Danach wird mit Zwischenlaststufen die maximale Laststufe des nächsten Spannzklus aufgebracht. Die Beobachtungszeit auf den Zwischenlaststufen beträgt 1 min. Bei konstant gehaltener Prüfkraft sind die Verschiebungen während der Beobachtungszeit zu messen (z. B. 1 min, 2 min, 3 min, 5 min, 10 min, 15 min, 20 min, 30 min, 45 min und 60 min) und nach Bild G.2 im halblogarithmischen Maßstab darzustellen.

Die in Tabelle G.2 angegebenen Beobachtungszeiten sind zu verlängern, wenn

a) die Zunahme der Verschiebungen $\Delta_s \geq 0,5$ mm ist und zwar bei

Kurzzeitankern in nichtbindige Böden u. Fels:	zwischen der 10. Minute und 30. Minute
Kurzzeitankern in bindigen Böden:	zwischen der 20. Minute und 60. Minute
Dauerankern in nichtbindigen Böden u. Fels:	zwischen der 20. Minute und 60. Minute
Dauerankern in bindigen Böden:	zwischen der 60. Minute und 180. Minute

oder

20

- b) die Neigung der Zeit–Verschiebungslinie in der Darstellung nach Bild G.2 mit dem Logarithmus der Zeit zunimmt.

Für die Fälle a) oder b) müssen die Beobachtungszeiten solange verlängert werden, bis das Kriechmaß aus einem geradlinig verlaufenden Ast am Ende der Zeit-Verschiebungs-Kurve entsprechend Bild G.2 eindeutig bestimmt werden kann. Bei Dauerankern muss die Beobachtungszeit einschließlich der Verlängerung in nichtbindigem Boden /Fels mindestens 120 min und in bindigem Boden mindestens 720 min betragen.

G.3.3 Anforderungen

G.3.3.1 Kriechmaß

Es ist nachzuweisen, dass die in Tabelle G.3 angegebenen Verschiebungen bzw. Kriechmaße nicht überschritten werden.

Zur Ermittlung der Kriechmaße sind die Zeit-Verschiebungslinien der jeweiligen maximalen Laststufe der Spannyklen grafisch wie in Bild G.3 darzustellen.

Tabelle G.3 — Beobachtungszeiten und zulässige Verschiebungen bzw. Kriechmaße bei der Prüfkraft P_p von Eignungsprüfungen

	Kurzzeitanker		Daueranker	
	nichtbindiger Boden und Fels	bindiger Boden	nichtbindiger Boden und Fels	bindiger Boden
Prüfkraft DIN EN 1997-1	$\gamma_a \cdot P_d$	$\gamma_a \cdot P_d$	$\gamma_a \cdot P_d$	$\gamma_a \cdot P_d$
Versuch mit Mindestbeobachtungszeit in min Bei Erfüllung der Bedingung:				
t_a in min	10	20	20	60
t_b in min	30	60	60	180
Verschiebung $\Delta s = s_b - s_a$ in mm	$\leq 0,5$	$\leq 0,5$	$\leq 0,5$	$\leq 0,5$
Versuch mit verlängerter Beobachtungszeit:				
Beobachtungszeit: t_b in min	≥ 30	≥ 60	≥ 120	≥ 720
Kriechmaß ^a k_s in mm	$\leq 2,0$	$\leq 2,0$	$\leq 2,0$	$\leq 2,0$
a k_s aus dem linearen Endbereich der Zeit-Verschiebungslinien nach Bild G.2.				

Wird bei einem Anker einer Eignungsprüfung bereits bei einer Laststufe unterhalb der Prüfkraft P_p das Kriterium $k_s = 2,0$ mm überschritten, ist die zulässige Ankerkraft für alle Anker, für die die Eignungsprüfung gilt, auf der Grundlage des niedrigsten Versuchswertes neu festzulegen. Andernfalls sind weitere Eignungsprüfungen (z. B. an Ankern mit verbessertem Herstellungsverfahren) durchzuführen.

DIN SPEC 18537:2012-02

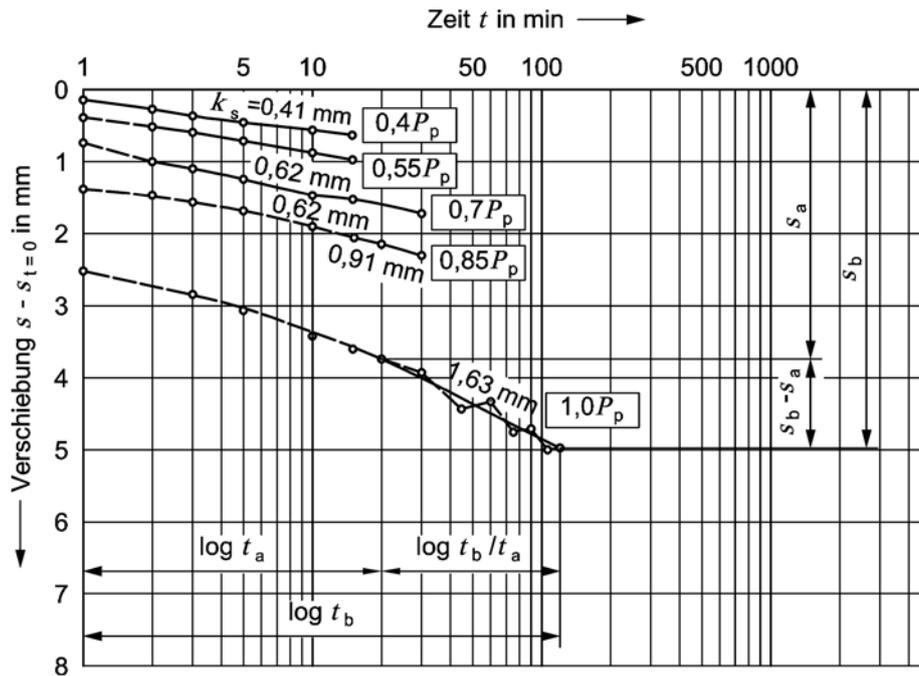


Bild G.3 — Zeit-Verschiebungslinien zur Ermittlung der Kriechmaße $k_s = (s_b - s_a) / \log(t_b/t_a)$ am Beispiel der Eignungsprüfung eines Dauerankers in nichtbindigem Boden

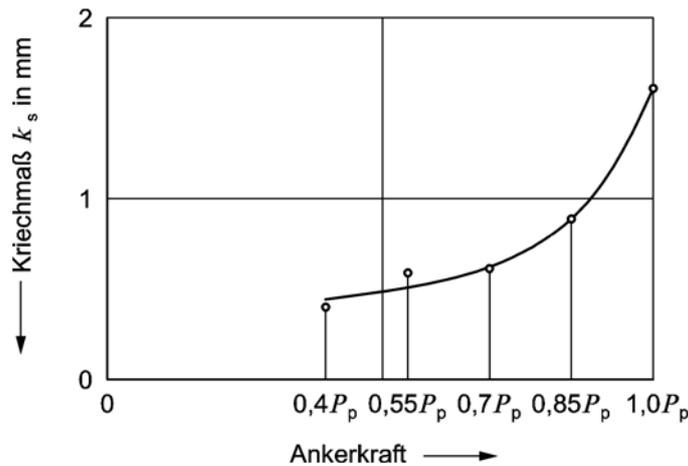


Bild G.4 — Darstellung des Kriechmaßes als Funktion der Ankerkraft für das Beispiel nach Bild G.3

G.3.3.2 Freie Stahllänge

Es ist nachzuweisen, dass die aus den Versuchsergebnissen ermittelte rechnerische freie Stahllänge L_{app} sich nicht wesentlich von der planmäßigen freien Stahllänge unterscheidet. Dies gilt als erfüllt, wenn oberhalb einer Kraft von $P = 0,70 \cdot P_p$ die unten genannten Bedingungen für die rechnerische freie Stahllänge L_{app} eingehalten werden:

- obere Grenze der rechnerischen freien Stahllänge bei Verbundankern: $L_{app} \leq L_{tf} + L_e + 0,5 \cdot L_{tb}$
- obere Grenze der rechnerischen freien Stahllänge bei Druckrohrankern: $L_{app} \leq 1,1 \cdot L_{tf} + L_e$
- untere Grenze der rechnerischen freien Stahllänge: $L_{app} \geq 0,8 \cdot L_{tf} + L_e$

Die angegebenen Grenzen der rechnerischen freien Stahllänge können direkt über die gemessene Verschiebung kontrolliert werden. Hierzu wird die Verschiebung am Ende jedes Lastzyklus in einen elastischen und einen bleibenden Verschiebungsanteil aufgeteilt und wie in Bild G.5 dargestellt aufgetragen. Die oben aufgeführten Grenzen der rechnerischen freien Stahllänge werden hierzu wie folgt in Grenzlinien der elastischen Verschiebung umgerechnet:

obere Grenzlinie *a* für Verbundanker:
$$s_{el} = \frac{P_p - P_a}{E_t \cdot A_t} \cdot (L_{tf} + L_e + 0,5 \cdot L_{tb})$$

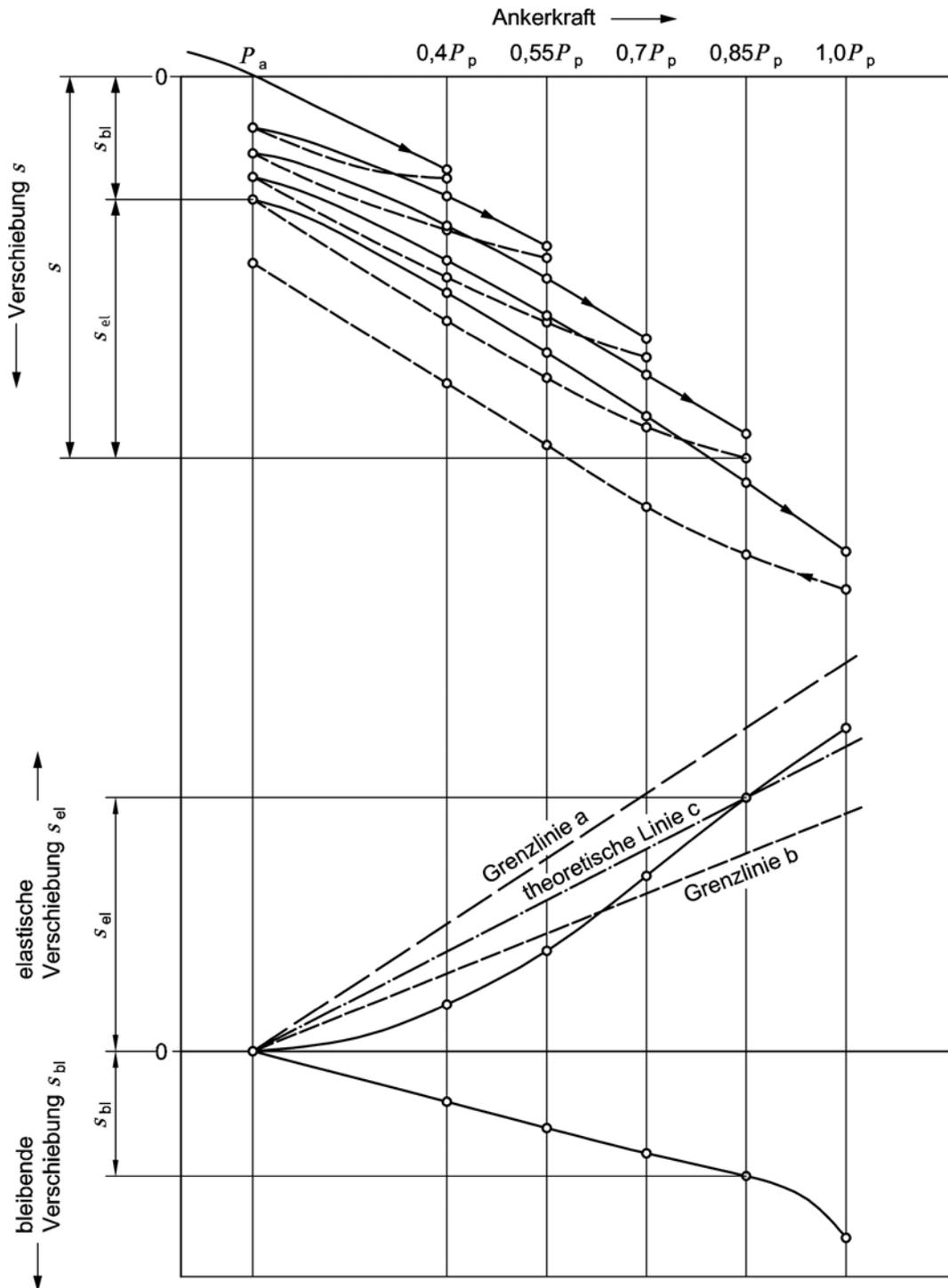
obere Grenzlinie *a* für Druckrohranker:
$$s_{el} = \frac{P_p - P_a}{E_t \cdot A_t} \cdot (1,1 \cdot L_{tf} + L_e)$$

Linie der elastischen Verschiebungen der planmäßigen freien Stahllänge

theoretische Linie *c*:
$$s_{el} = \frac{P_p - P_a}{E_t \cdot A_t} \cdot (L_{tf} + L_e)$$

untere Grenzlinie *b*:
$$s_{el} = \frac{P_p - P_a}{E_t \cdot A_t} \cdot (0,8 \cdot L_{tf} + L_e)$$

DIN SPEC 18537:2012-02



Legende

oben: Gesamtverschiebungen

unten: elastische und bleibende Verschiebungen und Grenzzlinien

Bild G.5 — Kraft-Verschiebungslinien einer Eignungsprüfung am Beispiel eines Dauerankers

G.3.4 Gruppenprüfung

Bei einer charakteristischen Ankerbeanspruchung P_k größer 700 kN und Achsabständen zwischen den Verpresskörpern kleiner als 1,5 m, ist eine Ankergruppenprüfung durchzuführen. Hierbei ist die Eignungsprüfung zeitgleich an drei benachbarten Anker auszuführen.

G.3.5 Schwellbelastung

Bei Dauerankern, die im Gebrauchszustand über die Festlegekraft hinaus schwellend beansprucht werden und die in für Schwellbelastungen kritischen Böden (z. B. wassergesättigte Feinsande) liegen, sollte anschließend an die Eignungsprüfung eine Schwellbelastung durchgeführt werden. Dabei ist der Anker 20-mal einer Schwellbelastung zu unterziehen. Die Oberlast beträgt P_k , die Unterlast $0,5 P_k$. Die Verschiebungen sind auf der Ober- und Unterlast mindestens nach jedem 5. Lastwechsel zu messen. Anschließend ist der Anker auf die Vorbelastung P_a zu entlasten und die bleibende Verschiebung festzustellen. Die Zunahme der Verschiebung je Lastwechsel sollte mit zunehmender Lastwechselanzahl bei der Ober- und Unterlast abnehmen. Die Beurteilung der Ergebnisse der Schwellbelastung muss durch eine für die Überwachung des Einbaus von Verpressankern derzeit anerkannte Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle (PÜZ-Stelle) erfolgen.

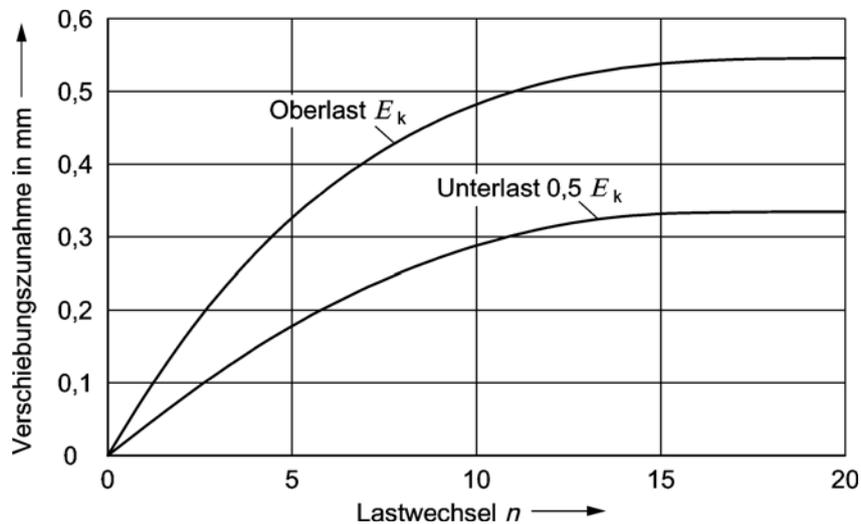


Bild G.6 — Verschiebungszunahme bei Schwellbelastung

G.3.6 Zur Untersuchungsprüfung erweiterte Eignungsprüfung

Wird bei einer Eignungsprüfung die Ankerkraft stufenweise bis zum Erreichen des Herauszieh Widerstandes gesteigert, so gilt dies als Untersuchungsprüfung.

G.4 Abnahmeprüfung

G.4.1 Umfang

Jeder Bauwerksanker ist einer Abnahmeprüfung zu unterziehen. Die Prüfkraft P_p ergibt sich nach DIN 1054:

— für Daueranker und Kurzzeitanker zu: $P_p = \gamma_a \cdot P_d$

DIN SPEC 18537:2012-02

mit

γ_a nach DIN 1054.

$$P_d = \gamma_F \cdot P_k$$

γ_F nach DIN 1054.

Für die Prüfkraft müssen folgende Grenzwerte eingehalten werden.

$$P_p \leq 0,80 \cdot P_{tk} = 0,80 \cdot f_{tk} \cdot A_t$$

$$P_p \leq 0,95 \cdot P_{t0,1k} = 0,95 \cdot f_{t0,1k} \cdot A_t \quad \text{bzw.} \quad 0,95 \cdot P_{t0,2k} = 0,95 \cdot f_{t0,2k} \cdot A_t$$

Der kleinere Wert ist maßgebend.

Je nach verwendeter Stahlgüte ist der Nachweis entweder mit $P_{t0,1k}$ bzw. $P_{t0,2k}$ zu führen. Die Werte $f_{t0,1k}$ bzw. $f_{t0,2k}$ und f_{tk} häufig verwendeter Stähle können der Tabelle I.1 entnommen werden.

ANMERKUNG 2 Die Nachweise zur Einhaltung der Grenzwerte bei der Prüfkraft P_p erübrigen sich, sofern die Stahzzuglieder einen Verhältniswert $f_{t0,1k} / f_{tk}$ bzw. $f_{t0,2k} / f_{tk}$ kleiner 0,84 aufweisen.

G.4.2 Versuchsdurchführung

Ausgehend von einer Vorbelastung P_a sind die Anker mit Zwischenstufen nach Tabelle G.4 bis zur Prüfkraft P_p zu belasten und anschließend wieder auf die Vorbelastung P_a zu entlasten. Die Wartezeiten auf den einzelnen Laststufen sind in Tabelle G.4 angegeben. Bei jeder Laststufe sind die Verschiebungen des luftseitigen Endes des Ankers zu messen. Die Prüfkraft ist bei nichtbindigen Böden und Fels mindestens 5 min, bei bindigen Böden mindestens 15 min konstant zu halten. Dabei sind die auftretenden Verschiebungen in Abhängigkeit von der Zeit zu messen (z. B. nach 1 min, 2 min, 3 min, 5 min, 10 min und 15 min).

Tabelle G.4 — Laststufen und Beobachtungszeiten bei Abnahmeprüfungen

Laststufen	Mindestbeobachtungszeiten	
	min	
	Kurzzeitanker und Daueranker	
	nichtbindiger Boden und Fels	bindiger Boden
P_a^a	1	1
$0,40 P_p$	1	1
$0,55 P_p$	1	1
$0,70 P_p$	1	1
$0,85 P_p$	1	1
$1,00 P_p$	5	15

^a Die Vorlast P_a sollte zwischen $0,1 P_p$ und 50 kN liegen.

Die in Tabelle G.4 angegebenen Mindestbeobachtungszeiten sind zu verlängern,

- a) wenn in nichtbindigen Böden und Fels die Zunahme der Verschiebungen zwischen der 2. Minute und der 5. Minute $\Delta_s > 0,20 \text{ mm}$ ist oder

- b) wenn in bindigen Böden die Zunahme der Verschiebungen zwischen der 5. Minute und der 15. Minute $\Delta s > 0,25$ mm ist.

In diesen Fällen ist die Beobachtung solange fortzusetzen, bis die Kriechmaße eindeutig ermittelt werden können.

G.4.3 Anforderungen

G.4.3.1 Kriechmaß

Es ist nachzuweisen, dass die in Tabelle G.5 angegebenen Verschiebungen bzw. Kriechmaße nicht überschritten werden.

Tabelle G.5 — Beobachtungszeiten und zulässige Verschiebungen bzw. Kriechmaße bei der Prüfkraft P_p von Abnahmeprüfungen

	Daueranker und Kurzzeitanker	
	nichtbindiger Boden und Fels	bindiger Boden
Prüfkraft nach DIN EN 1997-1	$\gamma_a \cdot P_d$	$\gamma_a \cdot P_d$
Beobachtungszeit: t_a in min	2	5
t_b in min	5	15
Verschiebung: $\Delta s = s_b - s_a$ in mm	$\leq 0,2$	$\leq 0,25$
verlängerte Beobachtungszeit:		
t_b in min	> 5	> 15
Kriechmaß ^a k_s in mm	$\leq 2,0$	$\leq 2,0$
^a k_s aus dem linearen Endbereich der Zeit-Verschiebungslinien nach Bild G.2.		

G.4.3.2 Freie Stahllänge

Es ist nachzuweisen, dass bei der Prüfkraft P_p für die rechnerische freie Stahllänge L_{app} folgende Bedingungen eingehalten werden:

obere Grenze der rechnerischen freien Stahllänge bei Verbundankern: $L_{app} \leq L_{tf} + L_e + 0,5 \cdot L_{tb}$

obere Grenze der rechnerischen freien Stahllänge bei Druckrohrankern: $L_{app} \leq 1,1 \cdot L_{tf} + L_e$

untere Grenze der rechnerischen freien Stahllänge: $L_{app} \geq 0,80 \cdot L_{tf} + L_e$

G.5 Prüfbericht für Eignungs- und Untersuchungsprüfungen

Die Ergebnisse von Eignungs- und Untersuchungsprüfungen müssen in einem Bericht dokumentiert werden. Der Bericht muss mindestens folgende Informationen enthalten:

— Name des Prüfinstitutes oder Prüfers;

DIN SPEC 18537:2012-02

- Name des Projektes;
- Auftraggeber;
- Datum der Prüfung;
- Die Herstellungsprotokolle der geprüften Anker;
- Angabe zur Lage der Anker;
- Bauart der Anker;
- Einsatzzeit der Anker (Daueranker oder Kurzzeitanker);
- Angaben zum Baugrund im Bereich der Verpressstrecke und im Bereich der freien Ankerlänge;
- Angaben zur Überwachung der Herstellung der Anker (wurde eine Überwachung durchgeführt, welche Auffälligkeiten gab es?);
- Die aus dem Bemessungswert der Ankerbeanspruchung ermittelte Prüfkraft P_p ;
- Angaben zur Versuchseinrichtung;
- Angaben zur Kraftmesseinrichtung, Kalibrierprotokolle;
- Angaben zur Verschiebungsmessung, Angaben zur Ablesegenauigkeit;
- Foto bzw. Fotos der aufgebauten Messeinrichtung. Die Fotos müssen die Versuchseinrichtung ausreichend dokumentieren;
- Beschreibung begleitender Messungen, falls durchgeführt;
- Kraft–Verschiebungslinien nach Bild G.1;
- Zeit–Verschiebungslinien für alle Laststufen nach Bild G.3;
- Kriechmaß–Ankerkraft–Diagramm nach Bild G.4;
- Nachweis der rechnerischen freien Stahllänge nach G 3.3.2;
- Grafische Darstellung der bleibenden und elastischen Verschiebungen zur Kontrolle der freien Stahllänge nach Bild G.5;
- Bei Schwellbelastung: Darstellung der Verschiebungszunahme auf der Ober- und Unterlast in Abhängigkeit von der Lastwechselanzahl nach Bild G.6.

Anhang H
(informativ)

Beispiele für Protokollblätter

DIN SPEC 18537:2012-02

H.1 Herstellungsprotokoll

Unternehmen		Herstellungsprotokoll Daueranker / Kurzzeitanker nach DIN EN 1537				
Name der Baumaßnahme						
Auftraggeber						
Ankerlage/Ankernummer						
Zugglied	Kurzzeitanker					
	Korrosionsschutzmaßnahmen L_{tr} / L_{tb}					
	Daueranker					
	Zulassungsnummer					
	Stahlgüte	Durchmesser	mm ²	Anzahl		
	Ankerlänge L	m	Überstand L_e	m		
	Verankerungslänge des Zuggliedes L_{tb}	m	Krafteintragungslänge L_{fixed}			
Ankerneigung gegen die Horizontale	°	freie Stahllänge L_{tr}	m			
Bohrtechnik	Bohrverfahren					
	Bohrwerkzeug					
	Spülung					
	Bohrgerät Typ					
	verrohrt	Anfänger $\varnothing a$ / $\varnothing i$	mm			
		Nippel $\varnothing i$	mm			
		Verrohrung $\varnothing a$ / $\varnothing i$	mm			
		Spitze / Krone $\varnothing a$	mm			
unverrohrt	Meißelkrone $\varnothing a$	mm				
Bohren	Datum des Bohrens				besondere Feststellung im Bereich der Krafteinleitungsstrecke L_{fixed}	
	Verrohrt bis	m				
	unverrohrt bis	m				
	Grundwasser	m				
	Spülflüssigkeitsverlust					
	beim Bohren festgestellte Schichtgrenzen					
	Bodenart	von	m	bis	m	
	Bodenart	von	m	bis	m	
	Bodenart	von	m	bis	m	
	Bodenart	von	m	bis	m	
Bodenart	von	m	bis	m		
Anmerkungen						
Verpressen	Primär-Verpressen				1 Nachverpressen	2 Nachverpressen
	Datum des Verpressens					
	Zementsorte					
	W/Z Wert					
	Zusatzmittel:					
	Art					
	Masseanteil %					
	Verbrauchte Menge Zement kg					
Aufsprengdruck bar						
Verpress(End)druck bar						
Verpresskörper	Begrenzung des Verpresskörpers		ja	nein		
	Verfahren zur Begrenzung des Verpresskörpers					
	Tiefe der Begrenzung		m		m	
	Spüldruck		bar		bar	
	Unterkante Verrohrung beim Spülen					
Bemerkungen						
Bohrmeister			Unterschrift			

H.2 Protokoll der Abnahmeprüfung

Unternehmen		Protokoll der Abnahmeprüfung von Dauerankern / Kurzzeitankern nach DIN EN 1537						
Datum		Blatt						
Baustelle		Gesamtlänge L			m		Presse Typ	
Ankertyp		Überstand L _o			m		Pressenfläche mm ²	
Anzahl x		fr. Stahllänge L _{fr}			m		Manometer Nr.	
Stahlsorte St.		Verankerungslänge L _{ib}			m		Kraftaufnehmer Typ Nr.	
Fläche A _t		Druckrohrlänge L _D			m		E _d kN	
E-Modul		Dehnsteifigkeit E _t · A _t			kN		Prüfkraft P _p) ¹ kN	
Bauteil		Anker Nr.						
Datum								
Last / Druck / Verschiebung		[kN]	[bar]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
Belastung	Vorbelastung	P _a						
		0,40 P _D						
		0,55 P _D						
		0,70 P _D						
		0,85 P _D						
		Prüfkraft P _D = 1,00 P _D						
konstante Prüfkraft P _p	Verschiebung s bei P _D							
	nach 1 min	s 1						
	nach 2 min	s 2						
	nach 3 min	s 3						
	nach 5 min	s 5						
		s 5 - s 2						
	in nicht bindigen Böden							
	s 5 - s 2	≤ 0,20 mm		ja / nein	ja / nein	ja / nein	ja / nein	ja / nein
	nach 10 Min	s 10						
	nach 15 Min	s 15						
	s 15 - s 5							
in bindigen Böden								
s 15 - s 5	≤ 0,25 mm		ja / nein	ja / nein	ja / nein	ja / nein	ja / nein	
nach	Min							
nach	Min							
nach	Min							
Belastung	Vorbelastung	P _a						
	Festlegekraft P ₀	[kN]						
	Vorspannkraft (inkl. Schlupf?)							
für Prüfkraft $\gamma_a \cdot E_d$		k _s < 2,0 mm		ja / nein	ja / nein	ja / nein	ja / nein	ja / nein
Grenzen der Verschiebung	S _{bl} < mm bei P _a		S _{el} = S _{max} - S _{0l}	ja / nein	ja / nein	ja / nein	ja / nein	ja / nein
	L _{app}		$L_{app} = \frac{E_t \cdot A_t \cdot s_{el}}{(P_p - P_a)}$					
	Grenzlängen: max L _{app} / min L _{app}							
	L _{app} zwischen max L _{app} / min L _{app}			ja / nein	ja / nein	ja / nein	ja / nein	ja / nein
1) P _p = γ _a · P _d		Unterschrift _____						
2) zu berücksichtigender Schlupf bei Litzen- und Mehrstabankern gemäß Zulassung								

Anhang I (informativ)

Dehngrenzen bzw. Zugfestigkeit für typische Ankerstähle

Tabelle I.1 — Dehngrenzen bzw. Zugfestigkeit für typische Ankerstähle

Stahlgüte	Bezeichnung nach	$f_{t0,1k}$	$f_{t0,2k}$	f_{tk}	
		N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	
BSt 500 S	B500B nach DIN 488-1	–	500	550	Betonstahl mit Gewinderippen
S 555 / 700	–	–	555	700	Stabstahl mit Gewinderippen
St 835 / 1030	Y1030 nach Normen der Reihe E DIN EN 10138	835	–	1 030	Stabspannstahl mit Gewinderippen
St 950 / 1050	Y1050 nach Normen der Reihe E DIN EN 10138	950	–	1 050	
St 1080 / 1230	Y1230 nach Normen der Reihe E DIN EN 10138	1 080	–	1 230	
St 1570 / 1770	Y1770 nach Normen der Reihe E DIN EN 10138	1 500 ^a	–	1 770	Spannstahl- Litzen
St 1660 / 1860	Y1860 nach Normen der Reihe E DIN EN 10138	1 600 ^a	–	1 860	

^a Für $f_{t0,1k}$ werden mindestens die angegebenen Werte erreicht, höhere Werte sind ggf. den jeweiligen für das Einzelprodukt erteilten Zulassungen zu entnehmen.

Die Werte der Tabelle können bis zur Einführung von DIN EN 10080 (Betonstahl) beziehungsweise DIN EN 10138 (Spannstahl) verwendet werden, nationale Anwendungsregeln sind ebenfalls zu berücksichtigen.

Literaturhinweise

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

E DIN EN 1038 (alle Teile), *Spannstähle*

- [1] Verzeichnis der Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstellen nach den Landesbauordnungen, Teil V, in der jeweils geltenden Fassung, zuletzt veröffentlicht: Stand Juni 2010 – DIBt-Mitteilungen, Deutsches Institut für Bautechnik 41 (2010), Sonderheft Nr. 40

DIN SPEC 18538



ICS 93.020

Ergänzende Festlegungen zu DIN EN 12699:2001-05, Ausführung spezieller geotechnischer Arbeiten (Spezialtiefbau) – Verdrängungspfähle

Supplementary provisions to DIN EN 12699:2001-05, Execution of special geotechnical work –

Displacement piles

Règles supplémentaires de la norme DIN EN 12699:2001-05, Exécution de travaux géotechniques spéciaux –

Pieux avec refoulement de sol

Zur Erstellung einer DIN SPEC können verschiedene Verfahrensweisen herangezogen werden:
Das vorliegende Dokument wurde nach den Verfahrensregeln einer Vornorm erstellt.

Gesamtumfang 19 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

DIN SPEC 18538:2012-02

Inhalt	Seite
Vorwort	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Ergänzende Regelungen zu DIN EN 12699:2001-05	5
3.1 Zu Abschnitt 1 „Anwendungsbereich“	5
3.2 Zu Abschnitt 3 „Begriffe“	5
3.3 Zu Abschnitt 4 „Notwendige Informationen“	6
3.4 Zu Abschnitt 5 „Baugrunduntersuchung“	6
3.5 Zu Abschnitt 6 „Baustoffe und Bauprodukte“	6
3.6 Zu Abschnitt 7 „Hinweise zu Entwurf und Bemessung“	8
3.7 Zu Abschnitt 8 „Ausführung“	13
3.8 Zu Abschnitt 9 „Aufsicht, Aufzeichnung und Versuche“	17
4 Hinzufügen des Abschnittes „Literaturhinweise“	19

Vorwort

Dieses Dokument wurde im Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. vom Normenausschuss NA 005-05-07 AA „Baugrund; Pfähle“ als Ergänzung zu DIN EN 12699:2001-05, *Ausführung spezieller geotechnischer Arbeiten (Spezialtiefbau) — Verdrängungspfähle* erstellt.

Dieses Dokument enthält Festlegungen, die ergänzend zu DIN EN 12699:2001-05 gelten, wobei auf Regeln in weiterhin gültigen nationalen Normen (die nicht vollständig durch europäische Normen ersetzt wurden und weiterhin einschlägige Regelungen beinhalten) verwiesen wird und nicht vollständige Regelungen in DIN EN 12699:2001-05 nicht anzuwenden sind. Dieses Dokument ist nur in Verbindung mit DIN EN 12699:2001-05 anwendbar.

Die Ergänzenden Festlegungen werden mit einem „A“ gekennzeichnet und beziehen sich auf den jeweiligen Absatz der Europäischen Ausführungsnorm.

DIN EN 12699:2001-05 regelt die Ausführung von Verdrängungspfählen; sie ersetzt die entsprechenden Ausführungsregeln von DIN 4026:1975-08.

Es ist beabsichtigt, die Festlegungen dieses Dokuments bei der nächsten Überarbeitung von EN 12699 im CEN Europäisches Komitee für Normung einzubringen.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. Das DIN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Eine DIN SPEC nach dem Vornorm-Verfahren ist das Ergebnis einer Normungsarbeit, das wegen bestimmter Vorbehalte zum Inhalt oder wegen des gegenüber einer Norm abweichenden Aufstellungsverfahrens vom DIN noch nicht als Norm herausgegeben wird.

Zur vorliegenden DIN SPEC wurde der Entwurf E DIN 18538:2010-09 veröffentlicht.

Erfahrungen mit dieser DIN SPEC sind erbeten

— vorzugsweise als Datei per E-Mail an nabau@din.de in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter <http://www.din.de/stellungnahme> abgerufen werden;

— oder in Papierform an den Normenausschuss Bauwesen (NABau).

DIN SPEC 18538:2012-02

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument hat den gleichen Anwendungsbereich wie in DIN EN 12699:2001-05 angegeben.

Dieses Dokument gilt nur in Verbindung mit DIN EN 12699:2001-05 und DIN EN 12699 Berichtigung 1:2010-11.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

DIN 488-1, *Betonstahl — Teil 1: Stahlsorten, Eigenschaften, Kennzeichnung*

DIN 488-2, *Betonstahl — Betonstabstahl*

DIN 488-4, *Betonstahl — Betonstahlmatten*

DIN 488-6, *Betonstahl — Teil 6: Übereinstimmungsnachweis*

DIN 1045-2:2008-08, *Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton — Teil 2: Beton — Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität — Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1*

DIN 1045-3:2008-08, *Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton — Teil 3: Bauausführung*

DIN 1045-4, *Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton — Teil 4: Ergänzende Regeln für die Herstellung und die Konformität von Fertigteilen*

DIN 1054:2010-12, *Baugrund — Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau*

DIN 1164-10:2004-08, *Zement mit besonderen Eigenschaften — Teil 10: Zusammensetzung, Anforderungen und Übereinstimmungsnachweis von Normalzement mit besonderen Eigenschaften*

DIN 4020, *Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke — Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2*

DIN 4030-1, *Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase — Teil 1: Grundlagen und Grenzwerte*

DIN 18800-7:2002-09, *Stahlbauten — Teil 7: Ausführung und Herstellerqualifikation*

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

DIN EN 206-1:2001-07, *Beton — Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität*

DIN EN 287-1, *Prüfung von Schweißern — Schmelzschweißen — Teil 1: Stähle*

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

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

DIN EN 1992-1-1, *Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken — Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau*

DIN EN 1994-1-1, *Eurocode 4: Bemessung und Konstruktion von Verbundtragwerken aus Stahl und Beton — Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Anwendungsregeln für den Hochbau*

DIN EN 1997-1:2009-09, *Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik — Teil 1: Allgemeine Regeln*

DIN EN 1997-1/NA, *Nationaler Anhang — National festgelegte Parameter — Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik — Teil 1: Allgemeine Regeln*

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

DIN EN 1997-2/NA, *Nationaler Anhang — National festgelegte Parameter — Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik — Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds*

DIN EN 10025 (alle Teile), *Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen*

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

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

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

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

DIN EN 12620, *Gesteinskörnungen für Beton*

DIN EN 12794, *Betonfertigteile — Gründungspfähle*

DIN ISO 4063, *Schweißen und verwandte Prozesse - Liste der Prozesse und Ordnungsnummern*

3 Ergänzende Regelungen zu DIN EN 12699:2001-05

3.1 Zu Abschnitt 1 „Anwendungsbereich“

A 1.3 Am Ende des ersten Satzes wird folgender Satz angefügt:

„Die Pfähle können ohne oder mit Verpressung hergestellt werden.“

A 1.7 Folgende Anmerkung wird ergänzt:

ANMERKUNG Die Europäische Norm für Mikropfähle ist DIN EN 14199.

3.2 Zu Abschnitt 3 „Begriffe“

A 3.10 Die Begriffsdefinition wird geändert und ergänzt:

DIN SPEC 18538:2012-02

„3.10

Vortreibrohr

Rohrprofil aus Stahl oder Beton zum Verdrängen des Bodens während der Herstellung eines Ortbeton-Verdrängungspfahls, das während des Betonierens gezogen wird oder auch im Boden verbleiben kann“

A 3.23 Die Begriffsdefinition wird ergänzt:

„3.23

Einbringen

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

3.3 Zu Abschnitt 4 „Notwendige Informationen“

A 4.2 Der 3. Spiegelstrich von 4.2 a) wird ergänzt:

- „Kontamination des Baugrundes oder Gefahren sowie Risiken durch die Verfrachtung von Schadstoffen bei den Pfahlarbeiten oder durch die Verbringung von eventuell erforderlichem Aushub;“

3.4 Zu Abschnitt 5 „Baugrunduntersuchung“

A 5.1 Der folgende Satz wird angefügt:

„Die allgemeinen Anforderungen an Baugrunduntersuchungen sind in DIN EN 1997-1 und DIN EN 1997-2 enthalten. DIN EN 1997-1/NA, DIN EN 1997-2/NA sowie DIN 1054 und DIN 4020 enthalten ergänzende Anforderungen.“

A 5.3 Der erste Satz von Absatz d) wird ergänzt:

„Mächtigkeit und Höhenlage der tragfähigen Schicht; Mächtigkeit und Höhenlage von weichen Schichten ... “

Der erste Satz von Absatz h) wird ergänzt:

„Aggressivität von Grundwasser oder Baugrund, die die Beständigkeit und das Abbinden des Pfahlbaustoffs beeinflussen können; zusätzlich ist der Einfluss der Aggressivität von Grundwasser auf die Mantelreibung zu berücksichtigen;“

3.5 Zu Abschnitt 6 „Baustoffe und Bauprodukte“

A 6.2.1.1 Der Absatz wird geändert:

„Die Baustoffe und die Herstellung von Betonfertigpfählen müssen DIN EN 12794 entsprechen.“

A 6.2.2.3 Der erste Satz wird geändert und ergänzt:

„Beton, der nachträglich in einen Stahlpfahl eingebracht wird, muss DIN EN 206-1 entsprechen, wenn er statisch erforderlich ist.“

A 6.2.3.2 Der Absatz wird ersetzt:

„Vorbereitung und Abmessungen von vorgefertigten Verdrängungspfählen aus Holz müssen den folgenden Festlegungen entsprechen:

- a) Holzpfähle müssen vor dem Rammen von der Borke befreit werden. Bast braucht nicht entfernt werden;

- b) zugerichtete Pfähle müssen gleichmäßig und konisch sein. Die Querschnittsmaße sollten sich höchstens um 0,015 m je m ändern;
- c) der mittlere Schaftdurchmesser D_m ist aus konstruktiven und rammtechnischen Gründen auf die Länge L des Pfahls unter der Ramme abzustimmen. Dabei sollte der mittlere Durchmesser D_m (gemessen auf halber Pfahlänge und unter Berücksichtigung aller Querschnitt-Verminderungen, z. B. durch Bohrung oder Einkerbung) mindestens betragen:
- $$L < 6 \text{ m} \rightarrow D_m = 25 \text{ cm} \quad L = 6 \text{ m} \rightarrow D_m = 20 + 6 = 26 \text{ cm} \quad L = 7 \text{ m} \rightarrow D_m = 20 + 7 = 27 \text{ cm}$$
- usw. bei zulässigen Abweichungen von ± 2 cm;
- d) der Kopfdurchmesser sollte mindestens 20 cm betragen;
- e) das Maß der Auslenkung aus der Längsachse des Pfahls darf höchstens 1 % seiner Länge betragen. Das Stichmaß der Längsseite des Pfahls darf höchstens 1 % der Länge betragen;
- f) Drehwuchs von mehr als 10° je lfm ist zu vermeiden.“

A 6.3.1 6.3.1 ist nicht anzuwenden. Es gilt:

„Sämtliche Baustoffe müssen DIN EN 206-1, DIN 1045-2, DIN 488-1, DIN 488-2, DIN 488-4 und DIN 488-6, entsprechen. Die Festigkeitsklassen des Betons liegen in der Regel im Bereich von C 20/25 bis C 45/55. Beton mit einer höheren Festigkeit darf verwendet werden. Betonzusammensetzung und Konsistenz müssen Tabelle A1 entsprechen:

Tabelle A1 — Betonzusammensetzung und Konsistenz

Zementgehalt	$\geq 325 \text{ kg/m}^3$
Wasserzementwert	$\leq 0,6$
Konsistenz	$\geq \text{F3}$
Feinkornanteil $d < 0,125 \text{ mm}$ (einschließlich Zement)	
- Größtkorn $d > 8 \text{ mm}$	$\geq 400 \text{ kg/m}^3$
- Größtkorn $d \leq 8 \text{ mm}$	$\geq 450 \text{ kg/m}^3$

Für Ortbeton-Verdrängungspfähle dürfen die Zementarten nach Tabelle A2 verwendet werden (Einschränkungen siehe DIN 1045-2:2008-08, Tabellen F.3.1 und F.3.2):

Tabelle A2 — Zemente für Beton und Verpressmörtel

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

DIN SPEC 18538:2012-02

Bei Verwendung von Flugaschen in Beton dürfen diese unter den Bedingungen nach DIN 1045-2:2008-08, 5.2.5.2.2, angerechnet werden. Abweichend davon gilt:

- der Gehalt an Zement und Flugasche ($z + f$) darf bei einem Größtkorn von 32 mm 350 kg/m³ und einem Größtkorn von 16 mm 400 kg/m³ nicht unterschreiten;
- der Mindestzementgehalt bei Anrechnung von Flugasche darf bei einem Größtkorn von 32 mm 270 kg/m³ und einem Größtkorn von 16 mm 300 kg/m³ nicht unterschreiten;
- der äquivalente Wasserzementwert $(w/z)_{eq}$ wird mit $k_f = 0,7$ berechnet.

Eine Anrechnung von Flugasche ist nicht zulässig bei Verwendung der Zemente CEM II/B-V, CEM III/C, CEM II/B-P, CEM III/B mit > 70 % (Massenanteil) Hüttensand.“

A 6.3.2 Als dritter Satz wird angefügt:

„Insbesondere ist durch sachgemäßes Stampfen des erdfeuchten Betons (z. B. Führung des Rammhärens zentral im Bewehrungskorb) eine ausreichende Verdichtung des Betons und Umhüllung der Bewehrungsstäbe sicherzustellen.“

A 6.4.1 6.4.1 ist nicht anzuwenden. Es gilt:

„Die Ausgangsstoffe für den Verpressmörtel sind Zemente mit besonderen Eigenschaften nach DIN 1164-10 und die in der Tabelle A3 aufgeführten Zemente nach DIN EN 197-1 – unter Berücksichtigung der vorliegenden Expositionsklasse nach DIN EN 206-1 in Verbindung mit DIN 1045-2:2008-08 (Tabellen 1, F.3.1 und F.3.2) –, Wasser nach DIN EN 1008 sowie gegebenenfalls Zusatzmittel nach DIN EN 934-2 und gegebenenfalls Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620.“

Zulässig sind Zemente mit der Festigkeitsklasse 32,5 R und höher. Der Zementgehalt muss mindestens 400 kg/m³ betragen. Zu verwenden sind saubere, gemischtkörnige Gesteinskörnungen bis 4 mm Korndurchmesser. Der Wasser-Zement-Wert sollte den tatsächlichen Baugrundverhältnissen angepasst werden. Er muss zwischen 0,35 und 0,7 liegen und soll besonders in bindigen Böden möglichst niedrig gewählt werden.

A ANMERKUNG zu A 6.4.1 Der Wasser-Zement-Wert liegt gewöhnlich zwischen $w/z = 0,4$ und $0,55$.

Verpressmörtel ist in Anlehnung an DIN EN 206-1 in Verbindung mit DIN 1045-2 und DIN 1045-3 herzustellen, vorzuhalten und zu kontrollieren.“

3.6 Zu Abschnitt 7 „Hinweise zu Entwurf und Bemessung“

A 7.6.2 Es wird eine Anmerkung hinzugefügt:

„A ANMERKUNG zu 7.6.2 Für die Abschätzung von dynamischen Belastungen und deren Auswirkungen (Schwingungen) auf benachbarte Bauwerke und Bauwerksteile ist bei besonderen Einbringhilfen (z. B. Meißeln, Sprengen) Sachkunde und Erfahrung erforderlich.“

A 7.7.1.2 Der erste Satz wird geändert und eine Anmerkung angefügt:

„...., sollte eine vorausgehende Simulationsberechnung nach der Wellengleichungsanalyse durchgeführt werden.“

A ANMERKUNG zu A 7.7.1.2 Zur Überprüfung der rechnerischen Prognosen sollte eine rambbegleitende Messung durchgeführt werden. Auf der Grundlage der vor Ort aufgenommenen Messwerte kann die tatsächliche Spannung mit einer verbesserten Wellengleichungsanalyse ermittelt werden.“

A 7.7.1.4 Der Abschnitt wird ersetzt:

„Die durch das Rammsystem aufgebrachte Energie muss so gewählt werden, dass durch den Rammvorgang keine Schäden am Pfahl verursacht werden.“

7.7.2, 7.7.3 und 7.7.4 sind nicht anzuwenden.

A 7.8.2.9 7.8.2.9 ist nicht anzuwenden. Die Bewehrung von Ortbeton-Verdrängungspfählen muss DIN EN 1992-1 und dem folgenden Abschnitt entsprechen:

„Ist eine Bewehrung erforderlich, muss:

- die Längsbewehrung mindestens 0,5 % des Pfahlquerschnitts betragen;
- die Längsbewehrung bei massiven Rechteckpfählen aus mindestens 4 Längsstäben \varnothing 12 mm und bei runden Pfählen aus mindestens 5 Längsstäben \varnothing 12 mm bestehen.

Die Längsbewehrung ist gleichmäßig zu verteilen und bei Rechteckpfählen in den Ecken des Pfahlquerschnitts anzuordnen.“

A 7.8.2.10 7.8.2.10 ist nicht anzuwenden. Die Bewehrung von Ortbeton-Verdrängungspfählen muss DIN EN 1992-1-1 und dem folgenden Abschnitt entsprechen:

„Der lichte Abstand zwischen den Längsstäben des Bewehrungskorbes muss mindestens dem 3-fachen Größtkorndurchmesser des Zuschlagsstoffes entsprechen.“

A 7.8.2.12 Der zweite Spiegelstrich wird ersetzt:

- „75 mm, wenn die Bewehrung nach dem Einbringen des Betons erfolgt;“

A 7.8.5.1 Ein dritter Absatz wird angefügt:

„Im Bereich von Fußaufweitungen aus unbewehrtem Beton darf eine Lastabtragung bis zu einer Neigung von 1:2 zur Lastrichtung in Rechnung gestellt werden.“

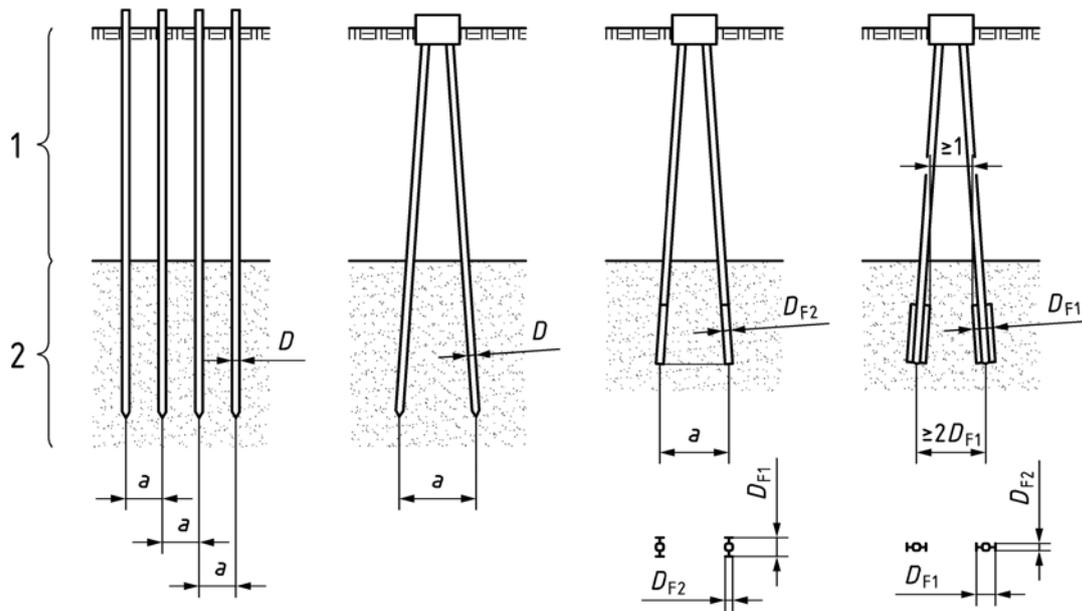
A 7.8.5.2 Eine Anmerkung wird angefügt:

„A ANMERKUNG zu 7.8.5.2 Wird die Fußaufweitung durch Ausrammen von erdfeuchtem Beton mittels Innenrohr-rammung hergestellt, kann anstelle der Aufstandsfläche bzw. des Fußumfanges das auszurammende Fußvolumen vereinbart werden.“

A 7.8.6.1 7.8.6.1 wird ergänzt:

„Die Pfahlabstände müssen bezogen auf Pfahlart, -länge, Baugrundverhältnisse und Pfahlgruppenverhalten festgelegt werden. Am Pfahlfuß ist ein Mindestabstand nach Bild A2 einzuhalten. Die Mindestabstände sind eine Qualitätsvorgabe, die sich aus der Verdrängungswirkung bei der Pfahlherstellung ergibt. Eine Gruppenwirkung im Tragverhalten mehrerer Pfähle ist auch bei der Einhaltung von Mindestabständen möglich.“

DIN SPEC 18538:2012-02

**Legende**

- 1 nicht tragfähiger Boden
2 tragfähiger Boden

a Pfahlabstand, mit $a \geq \max. \begin{cases} 3 \cdot D \\ 1 \text{ m} + D \end{cases}$

D Pfahldurchmesser (D_F mit angeschweißten Flügeln)

Bild A2 — Mindestabstände von gleichgerichteten oder gespreizten Verdrängungspfählen

Nach 7.8.7 werden folgende neue Abschnitte angefügt:

„A 7.8.8 Bewehrung von vorgefertigten Verdrängungspfählen (Fertigpfähle) aus Stahlbeton

A 7.8.8.1 Sämtliche Baustoffe, Bemessung und Ausführung müssen DIN EN 206-1, DIN 1045-2, DIN 488-1, DIN 488-2, DIN 488-4 und DIN 488-6 entsprechen. Produktions- und Konformitätskontrolle bei der Herstellung des Betons haben nach DIN EN 206-1, DIN 1045-2, DIN 1045-3 und DIN 1045-4 zu erfolgen. Die Bewehrung von vorgefertigten Verdrängungspfählen aus Stahlbeton muss DIN EN 1992-1-1 entsprechen.

A 7.8.8.2 Für vorgefertigte Verdrängungspfähle aus Stahlbeton ist in jedem Fall eine Bewehrung erforderlich:

- die Längsbewehrung muss mindestens 0,5 % des Pfahlquerschnitts betragen;
- die Längsbewehrung muss bei massiven Rechteckpfählen aus mindestens 4 Längsstäben $\varnothing 12$ mm und bei runden Pfählen aus mindestens 5 Längsstäben $\varnothing 12$ mm bestehen.

Die Längsbewehrung ist gleichmäßig zu verteilen und bei Rechteckpfählen in den Ecken des Pfahlquerschnitts anzuordnen.

A 7.8.8.3 Der lichte Abstand zwischen den Längsstäben des Bewehrungskorbes muss mindestens dem 3-fachen Größtkorndurchmesser des Zuschlagsstoffes entsprechen.

A 7.8.8.4 Der Abstand der Bügel oder die Ganghöhe der Wendel soll 12 cm nicht übersteigen. Am Kopf und Fuß des Pfahls muss auf 1 m Länge die Ganghöhe bzw. der Abstand der Querbewehrung auf höchstens 5 cm verringert werden.

A 7.8.8.5 Die Mindestdruckfestigkeit der vorgefertigten Verdrängungspfähle aus Stahlbeton muss vor dem Transport einem Beton der Festigkeitsklasse C 20/25 bzw. vor dem Rammen C 30/37 entsprechen.

A 7.8.9 Bewehrung von vorgefertigten Verdrängungspfählen (Fertigpfähle) aus Spannbeton

A 7.8.9.1 Sämtliche Baustoffe, Bemessung und Ausführung müssen DIN EN 206-1, DIN EN 1992-1-1, DIN 1045-2, DIN 1045-3 und DIN 1045-4 entsprechen. Produktions- und Konformitätskontrolle bei der Herstellung des Betons haben nach DIN EN 206-1, DIN 1045-2, DIN 1045-3 und DIN 1045-4 zu erfolgen.

A 7.8.9.2 Auflagen und Beschränkungen für die Handhabung und den Einbau müssen in der Typenstatik berücksichtigt und in den Ausführungsplan nach 8.1.3 aufgenommen werden. Vorgefertigte Verdrängungspfähle aus Spannbeton müssen so beschaffen sein, dass sie auch die beim Befördern und beim Hochnehmen des Pfahls auftretenden Zug- und Druckspannungen in jedem beliebigen Pfahlquerschnitt ohne bleibende Risse aufnehmen können.

A 7.8.9.3 Der Abstand der Bügel oder die Ganghöhe der Wendel darf 12 cm nicht übersteigen. Am Kopf und Fuß des Pfahls muss auf 1 m Länge die Ganghöhe bzw. der Abstand der Querbewehrung auf höchstens 5 cm verringert werden.

A 7.8.10 Verpresste Verdrängungspfähle aus Stahl

A 7.8.10.1 Verpresste Verdrängungspfähle aus Stahl müssen nachstehende Herstellungsmerkmale aufweisen:

- a) ein VM-Pfahl ist ein Stahlrammpfahl mit spezieller Fußausbildung, der unter gleichzeitiger Zugabe von Verpressmörtel in den Boden gerammt wird. Unter diesen Begriff fallen auch die früher auch als MV- oder RV-Pfähle bekannten Rammverpresspfähle;
- b) charakteristisch für diese Pfähle ist ein am Fuß aufgeschweißter rechteckiger, quadratischer oder kreisrunder Pfahlschuh. Durch das Einrammen dieses gegenüber dem Pfahlschaft vergrößerten Pfahlquerschnitts entsteht ein Hohlraum, der bereits während des Einbringens mit Verpressmörtel verfüllt wird;
- c) ein RI-Pfahl ist ein eingerüttelter Stahlpfahl mit spezieller Fußausbildung. Im Gegensatz zum VM-Pfahl, bei dem durch die über den gesamten Pfahlumriss ausgebildete Spitze eine sehr große Bodenmenge verdrängt werden muss, besitzt der RI-Pfahl am Fuß lediglich eine Aufdoppelung über die gesamte Abwicklung, durch die ein schmaler Spalt zwischen Pfahlschaft und Boden geschaffen wird. Somit hat der RI-Pfahl einen wesentlich geringeren Eindringwiderstand, der es ermöglicht, ihn im Rüttelverfahren einzubringen;
- d) die Verfüllung mit Verpressmörtel erfolgt in Höhe des Pfahlschuhs bzw. der Aufdoppelung. Zur Gewährleistung einer vollständigen Ummantelung sind alle Stege und Flansche von I-Profilen mit jeweils mindestens zwei Öffnungen im Durchmesser von 50 mm zu versehen. Für Kreisprofile ist eine Öffnung ausreichend.

A 7.8.10.2 Bei verpressten Verdrängungspfählen aus Stahl sind folgende Anforderungen einzuhalten:

- a) Pfahlgeometrien:
 - Pfahlfußüberstand und Zementsteinüberdeckung nach Tabelle A3;
 - Stahlprofil mit einer Breite ≤ 400 mm;
mit einer Höhe ≤ 600 mm;
mit einer Materialstärke ≥ 10 mm.
 - Stahlrohre mit einem Durchmesser ≤ 500 mm;

DIN SPEC 18538:2012-02

- die Pfahlneigung darf auf die Vertikale bezogen 60° betragen;
- die Pfahllänge ist auf 40 m begrenzt;
- es muss eine durchgehende Verpressung sichergestellt sein. Bei geneigten Pfählen sind hierzu vor Bauausführung Bedingungen bei der Qualitätssicherung zu definieren und Anforderungen an die Bauüberwachung festzulegen, z. B. Freilegen ausgewählter Pfähle im oberen Pfahlbereich;
- bei der Profilwahl muss besonders auch die Rammbarkeit beachtet werden.

Tabelle A3 — Mindestmaße der Zementsteinüberdeckung des Stahltragglieds

Betonangriff nach DIN 4030-1	Zementsteinüberdeckung c	Bemerkung
nicht angreifend (X0)	≥ 25 mm	-
schwach angreifend (XA1) nur infolge Sulfatgehalt	≥ 25 mm	Es ist HS-Zement CEM III/B nach DIN 1164-10:2004-08 zu verwenden.
schwach angreifend (XA1 allgemein)	≥ 25 mm	Sachverständigen einschalten ^a
mäßig angreifend (XA2)	≥ 30 mm	Sachverständigen einschalten ^a
stark angreifend (XA3)	≥ 30 mm	Nur für temporäre Maßnahmen. Sachverständigen einschalten ^a
^a Die Pfähle dürfen nur eingesetzt werden, wenn durch ein Gutachten eines Sachverständigen bestätigt wird, dass das Dauertragverhalten der Pfähle durch zeitabhängige Verminderung der Mantelreibung nicht beeinträchtigt wird. Das Maß der Überdeckung ist im Rahmen dieses Gutachtens festzulegen.		

b) Werkstoffe:

- maximale Streckgrenze von Traggliedern aus Stahl: $f_{y,k} = 355$ N/mm²;
- Verpressmörtel: siehe A 6.4.1.

c) Böden :

- für organische und organogene Böden nach DIN 1054 sind gesonderte Beurteilungen erforderlich, siehe A 8.6.4 d).

A 7.8.10.3 Die Verbundspannung zwischen Tragglied und Verpressmörtel muss bei der Bemessung von verpressten Verdrängungspfählen aus Stahl folgendermaßen ermittelt werden:

ANMERKUNG Die Anforderungen von DIN EN 1994-1-1 gelten nicht für verpresste Verdrängungspfähle.

Die Verbundspannung zwischen Tragglied und Verpressmörtel ist folgendermaßen zu ermitteln.

Als Bemessungswert der Verbundspannung T_{Rd1} bzw. T_{Rd2} ist anzusetzen:

a) $T_{Rd1} = 0,2$ N/mm²:

Für Verpressmörtel- (VM-), Rammverpress- (RV-) und Rüttelinjektions- (RI-) pfähle mit I-Profilen.

b) $T_{Rd2} = e_0 \times \mu / 1,1$ (für alle übrigen Profile)

12

Dabei ist

e_0 der Erdruchdruck in der jeweils betrachteten Tiefe;

μ der Reibungsbeiwert mit $\mu = 0,5$ für walzraue Stahlprofile.

Voraussetzungen für die angegebenen Verbundspannungen sind eine Würfeldruckfestigkeit von $f_{c,cube} \geq 25 \text{ N/mm}^2$ für den verwendeten Verpressmörtel und eine Mindestdicke des Verpressmörtels von 25 mm.

Die Werte T_{Rd1} bzw. T_{Rd2} gelten unter der Voraussetzung, dass die Oberflächen der Profile keine Beschichtungen aufweisen und frei von Schmierstoffen, artfremden Verunreinigungen, loser Walzhaut und losem Rost sind.

Diese Festlegungen gelten nicht bei erheblichen nicht ruhenden Einwirkungen nach DIN 1054:2010-12, A 2.4.2.1 A (8b).

A 7.8.10.4 An tragenden Stahlteilen muss die Makroelementkorrosion vernachlässigbar sein. Dies ist gegeben, wenn mindestens eine der folgenden Bedingungen eingehalten ist:

- a) der gesamte Verpresskörper liegt vollständig und dauerhaft unter dem Grundwasserspiegel. Es ist kein Sauerstoffzutritt gegeben;
- b) oberhalb des Grundwassers ist in bindigen Böden (Feinkornanteil $\geq 15 \%$), organischen und organogenen Böden nach DIN EN 1997-1 und DIN 1054 ebenfalls keine Korrosionsgefahr gegeben, wenn der Sättigungsgrad im Boden $S_r \geq 0,8$ beträgt;
- c) bei einer temporären Einsatzdauer der verpressten Verdrängungspfähle (≤ 2 Jahre);
- d) ein Sachverständiger bestätigt die Vernachlässigbarkeit der Makroelementkorrosion bei den anstehenden Boden- und Wasserverhältnissen für die genormte Bauausführung.

A ANMERKUNG 1: Makroelementkorrosion ist dadurch gekennzeichnet, dass kleine korrodierende Bereiche der Stahloberfläche unmittelbar neben großen passiven Flächen des Stahls liegen. Es entsteht ein kurzgeschlossenes galvanisches Element, welches als Makroelement bezeichnet wird. Die korrodierende Stelle ist die Anode mit einem stark negativen Ruhepotential und ist von einem wesentlich größeren, passiven und kathodisch wirkenden Oberflächenbereich umgeben, was den lokalen Angriff verstärkt.

A ANMERKUNG 2: Der Sättigungsgrad S_r ist definiert durch das Verhältnis des mit Wasser gefüllten Porenanteils zum Gesamtporenanteil des Bodens.

3.7 Zu Abschnitt 8 „Ausführung“

A 8.1.3 8.1.3 wird ergänzt und geändert:

„Vor Beginn der Pfahlarbeiten sollte ein Ausführungsplan vorliegen, der die Pfahlgeräte, das Einbringverfahren und generelle Angaben zur Herstellreihenfolge umfasst unter Berücksichtigung der Anforderungen nach 7.4.2, 8.5.1.4 und 8.5.1.5. Außerdem muss er die geplanten Werte für die Angaben nach Tabelle A7, Zeilen 3, 4, 6, 7, 11 und 23, enthalten.“

A 8.3.1 Der Abschnitt wird unterteilt und ergänzt:

A 8.3.1.1 Die Ausrüstung für die Pfahleinbringung sollte DIN EN 996 entsprechen.

A 8.3.1.2 Außerdem sollte Folgendes erfüllt sein:

- a) das Rammgerät sollte so beschaffen sein, dass die Pfähle mit der nötigen Sicherheit und Schonung gerammt und ausreichend geführt werden können;
- b) bei Verwendung von Fallbären sollte die Fallhöhe dem jeweiligen Untergrund und Pfahlbaustoff sowie dem Verhältnis Bärgewicht : Pfahlgewicht angepasst werden;

DIN SPEC 18538:2012-02

- c) zur Schonung des Pfahlkopfes sollten bei Rammpfählen aus Stahlbeton und Spannbeton schwere Rammhäute mit geringen Fallhöhen gewählt werden. Die Rammhaube ist dabei zwischen Pfahlkopf und Haube sachgemäß auszufuttern und muss den Pfahlkopf eng umschließen.

A 8.3.1.3 Abhängig von der Pfahlart und vom Einbringverfahren sind auf Grundlage von Einbringversuchen, vergleichbarer Erfahrung oder bei der Herstellung von Probepfählen zu ermitteln:

- a) Rammenergie (Schlaggeschwindigkeit, Fallgewicht, Fallhöhe, ...), Mindesteindringzeit (s/m) oder maximale Eindringtiefe (Meter je Zeit / Schlag / Hitzte d. h. 10 Schläge) für die Rammung;
- b) Fliehkraft, Frequenz, Amplitude und Stromaufnahme (Am) bei der Vibrationsrammung;
- c) Drehmoment und Druck beim Einschrauben und Einpressen eines Fertigpfahls oder Vortreibrohrs; Volumen von Beton beim Verfüllen von Ortbeton-Verdrängungspfählen. Während des Betonierens ist sicherzustellen, dass der Betonspiegel im Vortreibrohr mindestens in Höhe der Geländeoberfläche oder darüber liegt;
- d) Verpressrate: Volumen des Verpressmörtels (insgesamt und an den einzelnen Austrittsöffnungen), Verpressdauer, Verpressdrücke bei der Verpressung;
- e) Materialvolumen und Rammenergie bei Fußaufweitungen. (Siehe auch A ANMERKUNG zu A 8.8.4.3.).

A 8.3.5.2 Der Abschnitt wird ergänzt:

„Eine kalibrierte Kraftmessdose oder ein kalibriertes Manometer muss in das Einpresssystem integriert werden.“

A 8.4.1.1 Beim Vorbohren ist auf die Geradheit der Vorbohrung zu achten. Insbesondere Spannbetonpfähle sind empfindlich und wenig robust, wenn z. B. Schneckenbohrgeräte mit nicht ausreichendem Geradeauslauf eingesetzt werden. Ein gelenkiger Stoß der einzelnen Schneckenschüsse ist zu vermeiden.

A 8.4.1.2

Für die Beprobung (das Nachschlagen) von Pfählen zur Ermittlung der zeitabhängigen Einflüsse auf die Tragfähigkeit sind die folgenden Festlegungen zu beachten:

- a) Mit Beginn der Ausführung muss festgelegt werden, ob Pfähle beprobt (nachgeschlagen) werden sollen. Wenn das Verfahren zum Zuge kommt, müssen je Baustelle wenigstens 3 Pfähle nach maximal möglicher Standzeit beprobt (nachgeschlagen) werden.
- b) Um die zeitabhängigen Einflüsse auf die Pfähle nicht zu verfälschen, ist bei der Beprobung größte Sorgfalt geboten. Es sollten 1, 2, 5 bis maximal 10 Rammschläge (bei großem Eindringwiderstand) ausgeführt werden, die jeweilige Fallhöhe des Rammhäuten (in cm) und die Eindringung des Pfahles sind zu messen und zu vermerken.

Für die Auswahl der zu beprobenden Pfähle und die Beprobung selbst ist Sachkunde und Erfahrung erforderlich. Die Vorgehensweise ist im großen Herstellbericht zu dokumentieren (siehe Abschnitt 9.2.2).

A 8.4.1.3

Die Verweisung wird gestrichen.

A 8.4.3.3.3 Satz 1 wird geändert:

„Für Baustähle nach DIN EN 10025-1 bis DIN EN 10025-6, Stahl-Hohlprofile nach DIN EN 10210-1 bzw. DIN EN 10219-1 und Spundwandbohlen nach DIN EN 10248-1 bzw. DIN EN 10249-1 müssen die Vorbereitungen für die Verbindung, die Schweißprozesse und der Schweißablauf den Angaben aus Tabelle A4 entsprechen.“

Tabelle A4 — Schweiß- und Prüfkriterien für Pfähle und Pfahlelemente aus Baustählen

Schweißen						Prüfung und Kontrolle von Schweißverbindungen		
Nahtart	Art der Verschweißung	Art der Vorbereitung	Art der Elektroden	Schweißprozess nach DIN ISO 4063	Schweißanweisung	Zulässige Fehlerklasse DIN EN ISO 5817	Art der Prüfung	Umfang der Prüfung
Stumpf/überlappt ^a	DIN EN ISO 9692-1, -2	DIN EN ISO 9692-1, -2	DIN EN ISO 2560	111	DIN EN ISO 15609-1	D	visuell	100 %
			DIN EN ISO 14341	135				
Stumpf/überlappt ^b	DIN EN ISO 9692-1, -2	DIN EN ISO 9692-1, -2	DIN EN ISO 17632	114 136	-	D	visuell	100 %
^a für tragende Schweißverbindungen ^b für nicht tragende Schweißverbindungen								

A 8.4.3.3.5 Satz 1 wird ergänzt:

„... entsprechen (siehe DIN EN ISO 2560, DIN EN ISO 14341 und DIN EN ISO 17632).“

A 8.4.3.3.6 Der Abschnitt wird ergänzt:

„... gering gehalten werden (siehe DIN EN ISO 15609-1).“

A 8.4.3.3.7

Schweißerarbeiten müssen durch Betriebe ausgeführt werden, die über die Herstellerqualifikation Klasse D oder E nach DIN 18800-7:2002-09 verfügen. Die eingesetzten Schweißer müssen über eine Prüfung nach DIN EN 287-1 verfügen.

A 8.4.3.3.8 Satz 1 wird geändert und der folgende Satzteil wird gestrichen: „~~wenn nicht anders festgelegt~~“:

„Prüfung und Kontrolle der Schweißnähte müssen mit Tabelle A5 übereinstimmen.“

„Tabelle 1 ist nicht anzuwenden.“

A 8.5.1.7 Eine Nachrammung ist ausschließlich bei Fertigpfählen und bei den genannten bleibenden Vortreibrohren zulässig.

A 8.5.2.4.2

Querschnitt, Qualität und Ausführung der Schweißverbindungen von Bewehrungskörben müssen DIN 1045-3:2008-08, 6.3, entsprechen.

A 8.5.2.4.9

Zum Biegen der Anschlussbewehrung ist DIN 1045-3:2008-08, 6.2, zu berücksichtigen.

A 8.5.2.5.2 Der Abschnitt wird durch die folgenden Regelungen ersetzt:

„Wenn Wasser oder Boden in das Vortreibrohr eingedrungen ist, muss die Pfahlherstellung abgebrochen werden. Das Vortreibrohr ist (ggf. Zug um Zug) zu verfüllen und zu ziehen. Dabei ist sicherzustellen, dass keine Auflockerungen im Baugrund entstehen. Das Vortreibrohr darf anschließend an gleicher Stelle noch einmal eingebracht werden, jedoch mindestens bis zu der vorherigen Tiefe. Danach muss im Trockenen betoniert werden (siehe 8.5.2.5.1).“

DIN SPEC 18538:2012-02

A 8.5.2.5.5 Der Abschnitt wird durch die folgenden Regelungen ergänzt:

„Fließfähiger Beton der Konsistenzklassen $\geq F_4$, $\geq S_4$ und V_4 darf abweichend von DIN 1045-2:2008-08, 5.2.6, letzter Absatz, in der Regel ohne Fließmittel hergestellt werden. Beton in diesen Konsistenzklassen ist nicht zusätzlich zu verdichten.“

A 8.5.2.5.12

„Für die Prüfungen der maßgebenden Frisch- und Festbetoneigenschaften gelten die Bestimmungen der DIN 1045-3, wobei abweichend auch für Beton der Überwachungsklasse 1 eine Probenahme und Druckfestigkeitsprüfung als werkseigene Produktionskontrolle durchzuführen ist: Mindestens 3 Proben für höchstens 300 m³ oder 3 Betoniertage.“

ANMERKUNG Die Überwachung durch eine anerkannte Überwachungsstelle ist jedoch nur für Betone der Überwachungsklassen 2 und 3 durchzuführen.

A 8.5.3.1 8.5.3.1 wird ergänzt und der folgende Satzteil wird gestrichen „...und EN 1536“:

„Handhabung und Einbringen der Bewehrung sowie das Betonieren müssen 8.5.2.4 und 8.5.2.5 entsprechen. Hülsen sind in ihrer Lage zu sichern, z. B. mittels Schweißverbindung am Bewehrungskorb.“

A 8.6.2 Nach der Überschrift wird ein Satz eingefügt:

„Verpresste Verdrängungspfähle nach A 7.8.10 dürfen nicht nach dem Einbringen verpresst werden.“

A 8.6.3 Verpressen allgemein

A 8.6.3.1 Die Zusammensetzung des Verpressmörtels, die Verpresstechnik und das Verpressen sind entsprechend dem Zweck (z. B. äußere Verpressung von Fertigpfählen, Ortbetonpfählen, Fuß- oder Schaftverpressung) und den Baugrundverhältnissen zu planen und durchzuführen.

A 8.6.3.2 Der Verpressmörtel muss maschinell gemischt werden. Bis zum Verpressen dürfen keine Entmischungen und Klumpenbildungen auftreten. Durch geeignete Maßnahmen (z. B. Mindestverpresdruck) ist sicherzustellen, dass der Verpresskörper einwandfrei d. h. ohne Luft- und Wassereinschlüsse hergestellt werden kann.

A 8.7.3 Das Abstemmen darf nicht zum Aufspalten des Pfahles führen. Es darf auch nicht den Verlust des Verbundes zwischen Bewehrung und Beton über die Kapplänge hinaus bewirken.

A 8.7.4 Die maximale Kapplänge ist auf die Mindestlänge der zu erhaltenden Verankerungsbewehrung (z. B. bei Spannbetonpfählen) abzustimmen. Es muss mindestens die in der Bemessung vorgesehene Verankerungsbewehrung erhalten bleiben.

A ANMERKUNG zu A 8.7.4 Toleranzen beziehen sich z. B. auf das Vorhaltemaß der Spannstahlverankerung im Pfahl nach dem Kapfen.

A 8.8.4.3 Satz 1 wird geändert und der folgende Satzteil „entsprechend den Anforderungen“ wird gestrichen:

„Der Betonverbrauch und die Rammenergie für die Fußaufweitung müssen gemessen und im kleinen Herstellbericht dokumentiert werden (siehe 9.2.2).“

A ANMERKUNG zu A 8.8.4.3 Bei dem Verfahren der Fußaufweitung mittels Ausrammen von erdfeuchtem Beton (siehe 7.8.5.2) ist die Ausrammenergie nicht relevant und muss bei der Pfahlfußherstellung nicht protokolliert werden. Messung und Aufzeichnung des Materialvolumens sind ausreichend.

A 8.8.4.4 Satz 1 wird ergänzt:

„... muss besonders darauf geachtet werden, dass eine ausreichende Verankerung des Bewehrungskorbes im aufgeweiteten Fuß erzielt und rechnerisch nachgewiesen wird.“

3.8 Zu Abschnitt 9 „Aufsicht, Aufzeichnung und Versuche“

A 9.2.2 9.2.2, 9.2.4, 9.2.8, 10.2, 10.3, 10.4, 10.5, 10.6 und 10.7 sind nicht anzuwenden und werden durch folgende Regelungen ersetzt:

„Für jeden Pfahl ist der Herstellvorgang nach Tabelle A5 `Inhalt kleiner Herstellbericht` aufzuzeichnen.

Für 5 % der Pfähle bzw. mindestens 3 Pfähle, möglichst gleichmäßig über das Baufeld verteilt, ist ein großer Herstellbericht anzufertigen. Für den großen Herstellbericht sind - zusätzlich zu allen Angaben des kleinen Herstellberichtes - die Angaben nach Tabelle A5, Zeile 15 für die komplette Einbringtiefe aufzuzeichnen.

Zusätzlich zu dem o.g. Umfang ist für die ersten 5 Pfähle und für alle Pfähle, die für eine Probelastung in Betracht kommen, ein großer Herstellbericht aufzustellen. Bei unterschiedlichen Beobachtungen, wechselndem Baugrund oder hoch belasteten Einzelpfählen muss die Anzahl der Pfähle, für die ein großer Herstellbericht angefertigt werden soll, erhöht und den besonderen Bedingungen angepasst werden. Bei Verwendung verschiedener Pfahlarten ist diese Festlegung auf jede Pfahlart getrennt anzuwenden.“

Tabelle A5 — Inhalt kleiner Herstellbericht

Zeile	Angaben	Vorgefertigte Verdrängungspfähle	Ortbeton-Verdrängungspfähle
1	Bezeichnung und Lage der Baustelle	X	X
2	Ausführende Firma	X	X
3	Pfahlart	X	X
4	Pfahlnummer	X	X
5	Datum des Einbringens / der Herstellung	X	X
6	Querschnitt oder Nennabmessungen	X	X
7	Pfahlneigung	X	X
8	Länge und Gewicht des Fertigpfahls	X	-
9	Höhenlage der Arbeitsebene (z. B. müNN)	X	X
10	Pfahlfußebene (z. B. müNN)	X	X
11	Pfahlkopfebene / UK Fundament (z. B. müNN)	X	X
12	Art, Gewicht, Fallhöhe des Rammjärs, Rammenergie je Hitzte, Rammenergie je Minute bei Schnellschlaghämmern	(X)	(X)
13	Technische Daten des Rüttlers bei eingerüttelten Pfählen (z. B. Fliehkraft, Frequenz, Amplitude)	(X)	(X)
14	Drehmoment und Druck beim Einschrauben und Einpressen eines Fertigpfahls oder Vortreibrohrs	(X)	(X)

DIN SPEC 18538:2012-02

Tabelle A5 (fortgesetzt)

Zeile	Angaben	Vorgefertigte Verdrängungspfähle	Ortbeton-Verdrängungspfähle
15	Endeindringung des Pfahls oder Vortreibrohres in cm je 10 Schläge (Hitze) für die letzten 3 Hitzten, Schlagzahl oder Druck je Meter Eindringtiefe oder eines Teils davon	X	X
16	Anzahl und Art der verwendeten Futter sowie Art und Zustand der verwendeten Rammjungfer während des Einbringens	(X)	-
17	Betongüte oder Stahlgüte oder Holzgüte	X	X
18	Eingebrachtes Betonvolumen	-	X
19	Länge, Anzahl und Durchmesser der Längsbewehrung	X	X
20	Angaben zur Verpressung: Volumen, Dauer, Drücke	(X)	(X)
21	Angaben über Hindernisse / Verzögerungen und weitere Unterbrechungen des Arbeitsablaufs	X	X
22	Lageabweichung, bei Überschreitung der nach 7.3.1 festgelegten Werte	X	X
23	Anzahl und Lage von Kupplungen	X	-
24	Länge und Lage einer bleibenden Verrohrung oder Hülse	-	(X)
25	Durchmesser und Tiefe der Vorbohrung	(X)	(X)
26	Tiefe und Art anderer Einbringhilfe	(X)	(X)
27	Art der Oberflächenbeschichtung	(X)	-
28	Zusammenstellung der Übereinstimmungsnachweise nach Landesbauordnung für Bauprodukte	X	X
X erforderliche Angaben (X) erforderliche Angaben, abhängig von der Pfahlart			

A 9.2.3 Der Abschnitt 9.2.3 wird wie folgt geändert:

Im ersten Satz wird „sollten“ durch „müssen“ ersetzt.

Der dritten Satz wird ersetzt durch:

„Die Messungen sind mit den geforderten Ausführungskriterien zu vergleichen.“

A 9.2.4 9.2.4 ist nicht anzuwenden. Siehe A 9.2.2.

A 9.2.8 9.2.8 ist nicht anzuwenden. Siehe A 9.2.2.

A 9.2.10 Der Abschnitt 9.2.10 wird wie folgt geändert:

„Sollten“ wird gestrichen und durch „müssen“ ersetzt.

A 9.3.1 Das Wort „~~oder~~“ wird gestrichen und durch „und“ ersetzt.

A 9.3.4 Die Durchführung von Pfahlversuchen zur Ermittlung der Tragfähigkeit (Pfahlprobelastungen) oder zur Qualitätskontrolle (Integritätsprüfung) muss nach DIN EN 1997-1:2009-09, Abschnitt 7 in Verbindung mit DIN 1054:2010-12 erfolgen. 9.3.2 bis 9.3.4 sind nicht anzuwenden.

A ANMERKUNG Zur Durchführung von Pfahlversuchen siehe [1].

A 10.2 10.2 ist nicht anzuwenden. Siehe A 9.2.2.

A 10.3 10.3 ist nicht anzuwenden. Siehe A 9.2.2.

A 10.4 10.4 ist nicht anzuwenden. Siehe A 9.2.2.

A 10.5 10.5 ist nicht anzuwenden. Siehe A 9.2.2.

A 10.6 10.6 ist nicht anzuwenden. Siehe A 9.2.2.

A 10.7 10.7 ist nicht anzuwenden. Siehe A 9.2.2.

4 Hinzufügen des Abschnittes „Literaturhinweise“

Der folgende Abschnitt ist auf einer neuen Seite hinzuzufügen.

Literaturhinweise

- [1] EA-Pfähle: Empfehlungen des Arbeitskreises „Pfähle“, herausgegeben von der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V. (DGGT). Verlag Ernst & Sohn

DIN SPEC 18539



ICS 93.020

**Ergänzende Festlegungen zu DIN EN 14199:2012-01,
Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) –
Pfähle mit kleinen Durchmessern (Mikropfähle)**

Supplementary provisions to DIN EN 14199:2012-01,
Execution of special geotechnical works –
Micropiles

Règles supplémentaires de la norme DIN EN 14199:2012-01,
Exécution de travaux géotechniques spéciaux –
Micropieux

Zur Erstellung einer DIN SPEC können verschiedene Verfahrensweisen herangezogen werden:
Das vorliegende Dokument wurde nach den Verfahrensregeln einer Vornorm erstellt.

Gesamtumfang 17 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

DIN SPEC 18539:2012-02**Inhalt**

	Seite
Vorwort	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Ergänzende Regelungen zu DIN EN 14199:2012-01	5
3.1 Zu Abschnitt 1 „Anwendungsbereich“	5
3.2 Zu Abschnitt 3 „Begriffe“	5
3.3 Zu Abschnitt 5 „Baugrunduntersuchungen“	6
3.4 Zu Abschnitt 6 „Baustoffe und Bauprodukte“	7
3.5 Zu Abschnitt 7 „Hinweise zu Entwurf und Bemessung“	9
3.6 Zu Abschnitt 8 „Ausführung“	11
3.7 Zu Abschnitt 9 „Bauüberwachung, Prüfungen und Kontrollen“	13
3.8 Zu Abschnitt 10 „Aufzeichnungen“	14
3.9 Zu Abschnitt 11 „Besondere Anforderungen“	15
3.10 Zu Anhang A „Herstellungsverfahren von Mikropfählen“	15
A Anhang A (normativ) Mikropfahltypen	16
3.11 Zu Anhang B „Richtwerte für die Maßabweichungen bei der Herstellung“	16
3.12 Zu Anhang C „Mindestüberdeckung der Bewehrung und Tragglieder aus Stahl niedriger Festigkeit für Mikropfähle unter Berücksichtigung der Expositionsklasse nach EN 206-1“	17
„A Anhang C (normativ) Mindestüberdeckung der Bewehrung und Tragglieder aus nicht- hochfestem Stahl nach DIN EN 1993-5 für Mikropfähle unter Berücksichtigung der Betonaggressivität gemäß der Expositionsklassen nach EN 206-1	17
3.13 Zu Anhang D „Angaben zur Korrosionsgeschwindigkeit“	17
3.14 Zu den Literaturhinweisen	17

Vorwort

Dieses Dokument wurde im Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. vom Normenausschuss NA 005-05-07 AA „Baugrund; Pfähle“ als Ergänzung zu DIN EN 14199:2012-01, *Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) — Pfähle mit kleinen Durchmessern (Mikropfähle)*, erstellt.

Dieses Dokument enthält die Festlegungen, die ergänzend zu DIN EN 14199:2012-01 gelten, wobei auf Regeln in weiterhin gültigen nationalen Normen (die nicht vollständig durch europäische Normen ersetzt wurden und weiterhin einschlägige Regelungen beinhalten) verwiesen wird und nicht vollständige Regelungen in DIN EN 14199:2012-01 nicht anzuwenden sind. Dieses Dokument ist nur in Verbindung mit DIN EN 14199:2012-01 anwendbar.

Die Ergänzenden Festlegungen werden mit einem „A“ gekennzeichnet und beziehen sich auf den jeweiligen Absatz der Europäischen Ausführungsnorm.

DIN EN 14199:2012-01 regelt die Ausführung von Mikropfählen; sie bzw. DIN EN 14199:2005-05 ersetzte die entsprechenden Ausführungsregeln von DIN 4128:1983-04.

Es ist beabsichtigt die Festlegungen bei der nächsten Überarbeitung der DIN EN 14199 im CEN Europäisches Komitee für Normung einzubringen.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. Das DIN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Eine DIN SPEC nach dem Vornorm-Verfahren ist das Ergebnis einer Normungsarbeit, das wegen bestimmter Vorbehalte zum Inhalt oder wegen des gegenüber einer Norm abweichenden Aufstellungsverfahrens vom DIN noch nicht als Norm herausgegeben wird.

Zur vorliegenden DIN SPEC wurde der Entwurf E DIN 18539:2011-02 veröffentlicht.

Erfahrungen mit dieser DIN SPEC sind erbeten

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an nabau@din.de in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter <http://www.din.de/stellungnahme> abgerufen werden;
- oder in Papierform an den Normenausschuss Bauwesen (NABau).

DIN SPEC 18539:2012-02

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument hat den gleichen Anwendungsbereich wie in DIN EN 14199:2012-01 angegeben.

Dieses Dokument gilt nur in Verbindung mit DIN EN 14199:2012-01.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

DIN 488-1, *Betonstahl — Teil 1: Stahlsorten, Eigenschaften, Kennzeichnung*

DIN 488-2, *Betonstahl — Betonstabstahl*

DIN 1045-2:2008-08, *Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton — Teil 2: Beton — Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität — Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1*

DIN 1164-10, *Zement mit besonderen Eigenschaften — Teil 10: Zusammensetzung, Anforderungen und Übereinstimmungsnachweis von Normalzement mit besonderen Eigenschaften*

DIN 4030-1, *Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase — Teil 1: Grundlagen und Grenzwerte*

DIN 50929-1, *Korrosion der Metalle — Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe bei äußerer Korrosionsbelastung — Allgemeines*

DIN 50929-3:1985-09, *Korrosion der Metalle — Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe bei äußerer Korrosionsbelastung — Rohrleitungen und Bauteile in Böden und Wässern*

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

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

DIN EN 445:1996-07, *Einpressmörtel für Spannglieder — Prüfverfahren; Deutsche Fassung EN 445:1996*

DIN EN 447:1996-07, *Einpressmörtel für Spannglieder — Anforderungen für üblichen Einpreßmörtel; Deutsche Fassung EN 447:1996*

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

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

DIN EN 1536:2010-12, *Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau — Bohrpfähle; Deutsche Fassung EN 1536:2010*

DIN EN 1992-1-1, *Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken — Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau*

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

DIN EN 1997-1:2009-09, *Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik — Teil 1: Allgemeine Regeln; Deutsche Fassung EN 1997-1:2004 + AC:2009*

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

DIN EN 12390-3, *Prüfung von Festbeton — Teil 3: Druckfestigkeit von Probekörpern*

DIN EN 12620, *Gesteinskörnungen für Beton*

DIN EN 12699:2001-05, *Ausführung spezieller geotechnischer Arbeiten (Spezialtiefbau) — Verdrängungspfähle; Deutsche Fassung EN 12699:2000*

DIN EN 14199:2012-01, *Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) — Pfähle mit kleinen Durchmessern (Mikropfähle); Deutsche Fassung EN 14199:2005*

DIN EN ISO 17660-1, *Schweißen — Schweißen von Betonstahl — Teil 1: Tragende Schweißverbindungen*

3 Ergänzende Regelungen zu DIN EN 14199:2012-01

3.1 Zu Abschnitt 1 „Anwendungsbereich“

A 1.1 Der Abschnitt wird ergänzt:

ANMERKUNG „Die in diesem Dokument geregelten Mikropfähle sind in A Anhang A aufgeführt.“

A 1.1 Erster Spiegelstrich wird ersetzt:

„von gebohrten Mikropfählen mit einem Schaftdurchmesser kleiner als 300 mm und einem minimalen Schaftdurchmesser von 100 mm bei Verbundpfählen und von 150 mm bei Ortbetonpfählen.“

A 1.1 Zweiter Spiegelstrich wird ersetzt:

„von Verdrängungspfählen mit einer maximalen Querschnittsabmessung von 150 mm und einer minimalen Querschnittsabmessung von 100 mm bei Verbundpfählen.“

A 1.2 Der Abschnitt wird ergänzt:

ANMERKUNG „Mikropfähle werden im Kurzzeiteinsatz, d. h. nicht länger als 2 Jahre, und im Dauereinsatz verwendet.“

3.2 Zu Abschnitt 3 „Begriffe“

A 3.3 Die Begriffsdefinition wird ergänzt:

„d) Bei Herstellung mit Aussenspülung darf der Pfahldurchmesser mindestens gleich dem maximalen Durchmesser des Bohrkopfes bzw. der Einbringvorrichtung zuzüglich 20 mm angenommen werden.“

A 3.6 Die Begriffsdefinition wird ersetzt:

„Mikropfahl, an dem eine statische Probelastung durchgeführt wird und der bei Ausbildung als Bauwerksfahl als Abnahmeversuchs-Mikropfahl bezeichnet wird“

DIN SPEC 18539:2012-02

A 3.13 Die Begriffsdefinition wird ersetzt:

„hydraulisch erhärtendes Material, im allgemeinen Zement und Wasser, das nach seinem hauptsächlichen Verwendungszweck des Verpressens bezeichnet wird und Zusatzstoffe oder Sand mit einer maximalen Korngröße von 2 mm enthalten kann, deren Gehalt im Mörtel den Gehalt des Zements nicht überschreitet, wobei der Verpressmörtel die Last vom Tragglied oder vom Schaft des Pfahles auf den Baugrund überträgt und/oder zum Korrosionsschutz beiträgt“

A 3.14 Die Begriffsdefinition wird ersetzt:

„hydraulisch erhärtendes Material, im allgemeinen Zement und Wasser, gegebenenfalls mit Gesteinskörnungen (mit $D \leq 4$ mm bzw. 8 mm), Zusatzstoffen und Zusatzmitteln, das die Last vom Tragglied oder vom Schaft des Pfahles auf den Baugrund überträgt und/oder zum Korrosionsschutz beiträgt“

A 3.29 Die Begriffsdefinition wird ergänzt:

ANMERKUNG „Der technische Bauherrenvertreter wird in den einzelnen Abschnitten der Norm definiert.“

A 3.33 Die Begriffsdefinition wird hinzugefügt:

„Verbundpfahl

Pfahl mit durchgehendem Tragglied, wobei das Verfüll-/Verpressgut das Tragglied auf ganzer Länge im Baugrund umschließt und die Kraft durch Verbund vom Tragglied über das Verfüll-/Verpressgut auf den Baugrund übertragen wird.“

A 3.34 Die Begriffsdefinition wird hinzugefügt:

„Ortbeton-Mikropfahl

Pfahl mit durchgehender Längsbewehrung, wobei das Verfüll-/Verpressgut diese auf ganzer Länge im Baugrund umschließt und das so vor Ort hergestellte Stahlbetonelement die Kraft auf den Baugrund überträgt.“

A 3.35 Die Begriffsdefinition wird hinzugefügt:

„Verdrängungspfahl

Pfahl, der ohne Aushub oder Entfernen von Material aus dem Boden eingebracht wird, wobei er durch Rammen, Einrütteln, Einpressen, Eindrehen oder eine Kombination dieser Verfahren in den Baugrund eingetrieben wird.“

A 3.36 Die Begriffsdefinition wird hinzugefügt:

„Fertigpfahl

Verdrängungspfahl, welcher ohne Verpressen, jedoch gegebenenfalls mit Nachverpressen, eingebracht wird und dessen vorgefertigtes Tragglied aus Stahlbeton, Stahl oder Gusseisen besteht und die Kraft direkt auf den Baugrund überträgt.“

3.3 Zu Abschnitt 5 „Baugrunduntersuchungen“

A 5.1.1 Der Abschnitt wird ersetzt:

„die Baugrunduntersuchungen müssen den Anforderungen nach DIN EN 1997-2 entsprechen.“

A 5.2.4.f) Der Abschnitt wird ergänzt:

„Die Beurteilung hinsichtlich der Betonaggressivität muss nach DIN 4030-1 erfolgen. Die Expositionsklassen sind nach DIN EN 206-1 anzugeben. Zur Beurteilung der Stahlaggressivität sind DIN 50929-1 und DIN 50929-3 zu berücksichtigen.“

3.4 Zu Abschnitt 6 „Baustoffe und Bauprodukte“**A 6.1.3 Der Abschnitt wird ergänzt:**

„Bei Verbundpfählen ist für das gesamte Pfahlsystem eine Zulassung erforderlich.“

A 6.2.1.1 Der Abschnitt wird ersetzt:

„Betonstähle zur Bewehrung von Mikropfählen aus Beton müssen DIN 488-1 und DIN 488-2 entsprechen.“

A 6.2.2.1 Der erste Spiegelstrich wird ersetzt:

— DIN 488-1 und DIN 488-2 für Betonstahl

A 6.2.3.1 Der Abschnitt wird ergänzt:

„Bei Verwendung von Gusseisen ist eine Zulassung erforderlich.“

A 6.2.3.2 Der Abschnitt wird ergänzt:

„Für den Einsatz weiterer Baustoffe ist eine Zulassung erforderlich.“

„Der Technische Bauherrnvertreter ist die Zulassungsstelle.“

A 6.3.1.1 Der Abschnitt wird ergänzt:

„Es dürfen nur folgende Zementarten verwendet werden (vgl. DIN 1045-2:2008-08, Tabellen F 3.1 bis F 3.3):

Portlandzement	CEM I
Portlandhüttenzement	CEM II/A-S CEM II/B-S
Portlandsilicatstaubzement	CEM II/A-D
Portlandflugaschezement	CEM II/A-V CEM II/B-V
Hochofenzement	CEM III/A CEM III/B CEM III/C
Portlandpuzzolanzement	CEM II/A-P CEM II/B-P
Portlandschieferzement	CEM II/A-T CEM II/B-T
Portlandkalksteinzement	CEM II/A-LL
Portlandkompositzement	CEM II/A-M (S-V) CEM II/B-M (S-V)

Bei Verwendung anderer Zementarten ist eine Zulassung erforderlich.“

DIN SPEC 18539:2012-02

A 6.3.1.2 Der Abschnitt wird ergänzt:

„Bei Sulfatangriff muss HS Zement nach DIN 1164-10 verwendet werden..“

A 6.3.1.3 Der Abschnitt wird ergänzt:

„Bei Kontakt mit Spannstahl ist nach DIN EN 447:1996-07, 4.2 CEM I zu verwenden.“

A 6.3.2.1 Der Abschnitt wird ersetzt:

„Die Gesteinskörnungen müssen DIN EN 12620 entsprechen.“

A 6.3.3.1 Der Abschnitt wird ersetzt:

„Das Zugabewasser muss DIN EN 1008 entsprechen.“

A 6.3.3.2 Der Abschnitt ist nicht anzuwenden.

A 6.3.3.3 Der Abschnitt ist nicht anzuwenden.

A 6.3.4.1 Der Abschnitt wird ersetzt:

„Zusatzmittel und Zusatzstoffe dürfen entsprechend den Festlegungen von DIN EN 206-1 in Verbindung mit DIN 1045-2 verwendet werden.“

A 6.4.2 Die Anmerkung wird ersetzt:

„ANMERKUNG: Verpressgut, dem Zusatzstoffe oder Sand (mit einer Korngrösse $\leq 2\text{mm}$) in einer Menge, die die Zementmasse nicht übersteigt, beigemischt sind, wird als Verpressmörtel bezeichnet.“

A 6.4.3 Der Abschnitt wird ergänzt:

„In bindigen Böden und im Fels sollte der w/z -Wert möglichst gering gewählt werden.“

A 6.4.4 Der Abschnitt wird ergänzt:

„Die Prüfungen sind nach DIN EN 12390-3 durchzuführen.“

A 6.4.5 Der Abschnitt wird ergänzt:

„Die Versuche sind nach DIN EN 445:1996-07 durchzuführen.“

A 6.4.6 Der Abschnitt wird ersetzt:

„Wenn das überschüssige Wasser des Verpressmörtels beim Verpressen unter Druck ausgefiltert werden kann, ist die Obergrenze von 3 % nicht maßgebend.“

A 6.4.7 Der Abschnitt wird ersetzt:

„Wird der Verpressmörtel zur Überdeckung des Traggliedes innerhalb einer dauerhaften Verrohrung verwendet, muss die Wasserabsonderung und die Volumenänderung die Bedingungen der DIN EN 447 erfüllen.“

A 6.4.8.2 Der Abschnitt wird ergänzt:

„ANMERKUNG Die Messung der Viskosität und der Wasserabsonderung ist im Regelfall nicht erforderlich.“

A 6.5.1.1 Der Abschnitt wird ersetzt:

„Für Ortbeton gilt DIN EN 206-1/DIN 1045-2, für Zementmörtel mit Größtkorn ≤ 4 mm gilt DIN 1045-2:2008-08, 5.3.8.“

A 6.5.1.2 Der Abschnitt wird ergänzt:

„ANMERKUNG Für die unter a) bis e) aufgeführten Eigenschaften gibt es keine objektiven Prüfverfahren.“

A 6.5.1.2.f Der Abschnitt wird ergänzt:

„Die Prüfungen sind nach DIN EN 12390-3 durchzuführen.“

A 6.5.1.3 Der Abschnitt wird ersetzt:

„Soweit nicht anders spezifiziert, muss der Zementgehalt für Zementmörtel/Feinkornbeton, der unterhalb des Grundwasserspiegels eingebracht wird, mindestens 500 kg/m^3 betragen.“

A 6.7.2 Der Abschnitt wird ersetzt:

„Die Bestandteile des Korrosionsschutzes, die zusammen mit hochfestem Stahl und Spannstahl eingesetzt werden, sind in der Zulassung geregelt.“

3.5 Zu Abschnitt 7 „Hinweise zu Entwurf und Bemessung“

A 7.1.1 Der 4. Spiegelstrich wird ersetzt:

„Für Verbundpfähle ist eine Zulassung erforderlich.“

A 7.1.1 Der 5. Spiegelstrich ist nicht anzuwenden

A 7.1.3 Der Abschnitt wird ergänzt:

„Die Kraffteintragungslänge der Mikropfähle muss mindestens 3 m betragen. Bei Spitzendruck-Mikropfählen in Fels kann die Kraffteintragungslänge angemessen herabgesetzt werden. Sie darf jedoch 0,5 m nicht unterschreiten.“

A 7.1.4 Die Anmerkung wird ergänzt:

„Beim Herstellungsversuchs-Mikropfahl wird nur das Herstellungsverfahren geprüft, beim Vorversuchs-Mikropfahl werden das Herstellungsverfahren und die Tragfähigkeit des Pfahles geprüft.“

A 7.1.5 Der Abschnitt wird ergänzt

„Neigungen im Bereich von -10° bis $+10^\circ$ gegen die Waagrechte sollten vermieden werden. Ist dies nicht möglich, muss nachgewiesen werden, dass der Pfahlschaft vollständig verfüllt werden kann.“

A 7.1.6 Der Abschnitt wird ergänzt:

„Betonkorrosion kann das Dauertragverhalten durch zeitabhängige Verminderung der Mantelreibung beeinträchtigen.“

A 7.2.1 Der Abschnitt wird ergänzt:

„Die Ausführungstoleranz am Bohransatzpunkt ist:
Lage: $\pm 7,5 \text{ cm}$; Neigung: $\pm 3^\circ$ “

Die Anmerkung und der Anhang B sind nicht anzuwenden.

DIN SPEC 18539:2012-02

A 7.3.8 Der Abschnitt wird ersetzt:

„Für das Rammen von Fertigpfählen gilt DIN EN 12699:2001-05, 7.7.1.4, mit zugehörigen ergänzenden Festlegungen.“

A 7.3.9 Der Abschnitt wird ersetzt:

„Für das Rammen von Fertigpfählen gilt DIN EN 12699:2001-05, 7.7.1.4, mit zugehörigen ergänzenden Festlegungen.“

A 7.3.10 Der Abschnitt wird ersetzt:

„Für das Rammen von Fertigpfählen gilt DIN EN 12699:2001-05, 7.7.1.4, mit zugehörigen ergänzenden Festlegungen.“

A 7.4.2 Der Abschnitt wird ersetzt:

„Ortbeton-Mikropfähle sind über ihre gesamte Länge zu bewehren.“

A 7.4.3 Der Abschnitt ist nicht anzuwenden.

A 7.4.5 Der Abschnitt wird ergänzt:

„Die Bemessung von Verbundpfählen ist in der Zulassung geregelt.“

A 7.4.6 Der Abschnitt wird ersetzt:

„Wenn Bewehrung und Mörtel oder Beton gemeinsam die Last abtragen, muss Entwurf und Bemessung DIN EN 1992-1-1 entsprechen.“

A 7.4.7 Der Abschnitt wird ersetzt:

„Der Nachweis des Verbundes zwischen Mörtel und Beton und den Traggliedern aus Stahl oder Gusseisen (Verbundpfähle) ist mit der Zulassung erbracht.“

A 7.4.8 Der Abschnitt wird ergänzt:

„Die Mindestüberdeckung ist in A Anhang C geregelt.“

A 7.5 Der Abschnitt wird ergänzt:

„Für Verbindungselemente (7.5.1 bis 7.5.3) ist eine Zulassung erforderlich.“

A 7.6.1 Der Abschnitt wird ergänzt:

„Der Begriff „Stahlteile“ umfasst alle Teile die zur Lastabtragung beitragen: Stahl für Bewehrungskörbe, Stahl oder Gusseisen für Tragglieder sowie für Verbindungselemente und den Anschluss an das aufgehende Tragwerk.

Bei Verwendung von Traggliedern ist der Korrosionsschutz in der Zulassung geregelt.“

A 7.6.1 Der letzte Spiegelstrich wird ersetzt:

„Es wird unterschieden in Kurzzeiteinsatz (bis zu 2 Jahre) und Dauereinsatz (mehr als 2 Jahre).“

A 7.6.2 Der 1. Spiegelstrich wird ergänzt:

„A Anhang C, Tabelle C.1, ist anzuwenden.“

A 7.6.2 Der 2. Spiegelstrich wird ergänzt:

„Diese Vorgehensweise ist nur bei reinen Stahlpfählen aus nicht – hochfestem Stahl zulässig. Angaben zum Dickenverlust infolge Korrosion können DIN EN ISO 12944 entnommen werden.“

A 7.6.2 Anmerkung 1 wird ergänzt:

„A Anhang C, Tabelle C.1, ist anzuwenden.“

A 7.6.2 Der 1. Spiegelstrich der Anmerkung 3 wird ergänzt:

„siehe 6.3.1.“

A 7.6.2 Der 4. Spiegelstrich der Anmerkung 3 wird ergänzt:

„z. B. ein Kunststoff-Ripprohr , Verzinkung“

A 7.6.6 Der Abschnitt wird ersetzt:

„Der Korrosionsschutz von Spannstählen ist in der Zulassung geregelt.“

A 7.8 Der Abschnitt wird ergänzt:

„Liegen keine vergleichbaren Erfahrungen bezüglich der Herstellung von Pfahlaufweitungen vor, ist das Verfahren mittels Vorversuchs- oder Herstellungs-Mikropfählen an repräsentativen Standorten nachzuweisen.“

A 7.10.2 Der Abschnitt wird ergänzt:

„Die Achsabstände der Pfähle im Bereich der Kräfteintragungslängen sollen mindestens 0,80 m betragen. Diese Mindestabstände dürfen unterschritten werden, wenn eine Schädigung der Nachbarpfähle bei der Herstellung ausgeschlossen werden kann.“

A 7.11.2 Der Abschnitt wird ersetzt:

„Der Nachweis gegen Knicken ist nach DIN EN 1997-1 zu führen.“

3.6 Zu Abschnitt 8 „Ausführung“

A 8.4.1.1 Der Abschnitt wird ersetzt:

„Mögliche Bohrverfahren sind Dreh-, Spül-, Schlagbohrverfahren, oder Kombinationen davon, Bohrverfahren mit Greifer oder Meißel und Bohren mit durchgehender Bohrschnecke Das Lösen des Bodens allein mit Spülverfahren ohne Bohrkronen ist nicht zulässig. Über die gesamte Länge muss ein standfester Hohlraum von planmäßigem Mindestquerschnitt hergestellt werden.“

DIN SPEC 18539:2012-02

A 8.4.1.5 Der Abschnitt wird ersetzt:

„Das Bohrloch ist auf seiner gesamten Länge von lockerem und aufgeweichtem Bohrgut zu säubern, dies gilt auch für Mantelreibungs-Mikropfähle.“

A 8.4.1.6 Der Abschnitt wird ersetzt:

„Bei Mantelreibungs-Mikropfählen ist das Bohr- und Spülverfahren unter Berücksichtigung der Baugrundverhältnisse so zu wählen, dass die Veränderungen im umgebenden Baugrund möglichst gering gehalten werden.“

A 8.4.1.7 Der Abschnitt wird ergänzt

„Das Bohrverfahren der Bauausführung zu Grunde liegenden Vor- oder Herstellungsversuche ist anzuwenden.“

A 8.4.1.8 Der Abschnitt wird ersetzt:

„Beim Bohren unter dem Grundwasserspiegel muss durch Überdruck der Spül- oder Stützflüssigkeit verhindert werden, dass Boden in den Hohlraum eindringt.“

A 8.4.4.1 Der Abschnitt wird ersetzt:

„Bohren mit durchgehender Bohrschnecke muss nach DIN EN 1536:2010-12, 8.2.5, erfolgen.“

A 8.6.5 Der Abschnitt wird ersetzt:

„Während der Herstellung von Aufweitungen mit Hilfe von ausgestampften Beton sind sowohl der Betonverbrauch als auch die eingesetzte Rammenergie zu erfassen und zu protokollieren. Bei Herstellung mit sich aufweitenden Pfahlkörpern sind sowohl die eingebrachte Beton- oder Mörtelmenge als auch der Verpressdruck zu protokollieren.“

A 8.6.6 Der Abschnitt wird ergänzt:

„Diese Anforderung gilt für alle Traglieder.“

A 8.7.2.3 Der Abschnitt wird ersetzt:

„Schweiß- und Schneidarbeiten an Baustahl müssen nach DIN EN 12699:2001-05, 8.4.3.3.8, und Schweißarbeiten an Betonstahl nach DIN EN ISO 17660-1 erfolgen.“

A 8.8.1.1 Der 1. Spiegelstrich wird ergänzt:

„mit Zementmörtel/Feinkornbeton oder Beton,“

A 8.8.1.1 Der 2. Spiegelstrich wird ersetzt:

„Verpressen durch eine temporäre Verrohrung, durch das Tragglied oder während des Einbringens bzw. Bohrens. Beim Verpressen ist im Bereich der Krafteintragungslänge ein Druck von mindestens 5 bar aufzubringen.“

A 8.8.1.3 Der Abschnitt wird ergänzt:

„Für das Nachverpressen vor Einsetzen der Bewehrung muss ein Stahl-Manschettenrohr verwendet werden (siehe Bild 6d und 6e).“

A 8.8.2 Der Abschnitt wird ergänzt:

„Dieser Abschnitt gilt auch bei Verwendung von Zementmörtel/Feinkornbeton.“

A 8.8.2.4 Der Abschnitt wird ersetzt

„Der Mischungsvorgang ist nach 6.4.8 zu überprüfen.“

A 8.8.4 Der Abschnitt wird ergänzt:

„Dieser Abschnitt gilt auch bei Verwendung von Zementmörtel/Feinkornbeton.“

A 8.8.5 Die Überschrift wird ersetzt:

A 8.8.5 Verpressung durch eine temporäre Verrohrung

A 8.8.6 Die Überschrift wird ersetzt:

A 8.8.6 Verpressung durch ein Tragglied

A 8.8.9.1 Der 1. Spiegelstrich wird ergänzt:

„Nachverpressen in mehreren Schritten und Stufen ist bei Verwendung eines Doppelpackers und eines Manschettenrohres möglich. Der „Schritt“ beschreibt hierbei die zeitliche Abfolge der Verpressvorgänge, die „Stufe“ beschreibt die geometrische Anordnung der Verpressstellen.“

A 8.8.9.1 Der 3. Spiegelstrich wird ersetzt:

„Nachverpressen in einem oder mehreren Schritten/Stufen durch über die Tiefe gestaffelte Nachverpressrohre (Bild 6f).“

A 8.9.1 Der Abschnitt wird ersetzt:

„Bei Ortbetonmikropfählen muss der Beton immer mit einer Betonpumpe eingebracht werden. Der Betonierschlauch muss dabei bis zur Bohrlochsohle geführt werden. Die Austrittsöffnung muss dabei immer unter dem Betonspiegel liegen.“

A 8.9.2 Der Abschnitt wird ersetzt:

„Betonieren durch eine durchgehende Bohrschnecke muss nach DIN EN 1536:2010-12, 8.4.6, erfolgen.“

A 8.9.3 Der Abschnitt ist nicht anzuwenden, es gilt A.8.9.1.**3.7 Zu Abschnitt 9 „Bauüberwachung, Prüfungen und Kontrollen“****A 9.1.1 Der Abschnitt wird ergänzt:**

„Unter „erfahrene Person“ ist der Bauleiter oder Fachbauleiter zu verstehen.“

A 9.3.1.2 Der Abschnitt wird ergänzt:

„Bei der Durchführung der Probelastung ist die Mantelreibung in Bereichen, welche im Gebrauchszustand der Pfahlgründung abgegraben sind, durch konstruktive Maßnahmen so weit wie möglich zu reduzieren. In den Fällen, in denen es erforderlich ist die Pfahllasten auf eine begrenzte Schaftlänge einzuleiten, sind bei der Probelastung konstruktive Maßnahmen zu ergreifen, die die Kräfteinleitung in anderen Bereichen weitestgehend vermeiden. Dies gilt z. B. bei der Verwendung von Mikropfählen zur Rückverankerung von

DIN SPEC 18539:2012-02

Stützwänden. Zusätzliche Erläuterungen können den Empfehlungen des Arbeitskreises Pfähle (EA-Pfähle) entnommen werden.“

A 9.3.2.1.2 Der Abschnitt wird ergänzt:

„Die Höhe der Prüflast ergibt sich aus DIN EN 1997-1. Hinweise für die Durchführung der Prüfung können der EA-Pfähle entnommen werden.“

A 9.3.2.1.2 Die Anmerkung 1 wird ersetzt:

„ANMERKUNG 1 Die Ergebnisse von Zugversuchen dürfen bei Mantelreibungsmikropfählen verwendet werden. Sofern zwingend Druckversuche für Mantelreibungsmikropfähle auszuführen sind, ist dies in den Projektspezifikationen anzugeben.“

A 9.3.2.1.2 Die Anmerkung 2 wird ersetzt:

„ANMERKUNG 2 Für die Prüfkräfte und Teilsicherheitsbeiwerte gelten die Angaben für Mikropfähle in DIN EN 1997-1.“

A 9.3.2.2.3 Der Abschnitt wird ersetzt:

„Die Versuche sind dort auszuführen, wo aufgrund von Bodenaufschlüssen das für die Pfahltragfähigkeit ungünstigste Bodenprofil zu erwarten ist, es sei denn, es werden für jedes charakteristische Profil die entsprechenden Probelastungen vorgenommen.“

A 9.3.2.3 Der Abschnitt wird ergänzt:

„Bauwerks-Mikropfähle, an denen statische Probelastungen durchgeführt werden, sind Abnahmeversuchs-Mikropfähle.“

A 9.3.2.3.1 Der Abschnitt wird ersetzt:

„Statische Probelastungen sind auf jeden Fall durchzuführen. Ob hierfür Bauwerkspfähle oder speziell herzustellende Versuchspfähle verwendet werden, ist in der Projektspezifikation festzulegen.“

A 9.3.2.3.2 Der Abschnitt wird ersetzt:

„Die Anzahl der Probelastungen ist in DIN EN 1997-1:2009-09, 7.6.2.2, festgelegt.“

A 9.3.2.3.3 Der Abschnitt wird ersetzt:

„Die Anzahl der Probelastungen ist in DIN EN 1997-1:2009-09, 7.6.3.2, festgelegt.“

A 9.3.2.4.1 Der Abschnitt wird ersetzt:

„Der Belastungsvorgang sollte nach DIN EN 1997-1:2009-09, 7.5.2.1, erfolgen.“

A 9.3.3 Der Abschnitt wird ergänzt:

„Dynamische Pfahlprobelastungen dürfen für die Ermittlung der Pfahltragfähigkeit nicht herangezogen werden.“

3.8 Zu Abschnitt 10 „Aufzeichnungen“

A 10.1.2 Der Abschnitt wird ergänzt:

„Der Technische Bauherrenvertreter ist hier die Bauleitung des Auftraggebers.“

A 10.2.3 Die Tabelle 3 wird ergänzt:

6a	Neigung des Mikropfahls	X
----	-------------------------	---

3.9 Zu Abschnitt 11 „Besondere Anforderungen“

A 11.3 Der Abschnitt wird ergänzt:

„Der Technische Bauherrenvertreter ist hier die Bauleitung des Auftraggebers.“

3.10 Zu Anhang A „Herstellungsverfahren von Mikropfählen“

A Anhang A Der Anhang A wird ersetzt:

A Anhang A (normativ)

Mikropfahltypen

Tabelle A.1 — Mikropfahltypen

Pfahltyp	Herstellungsverfahren	Bewehrungstyp oder Baustoff	Verfüll-/Verpressverfahren	Verfüll-/Verpressgut
Ortbeton-Mikropfahl	Bohren (< 300 mm) oder Verdrängen (≤ 150 mm)	Bewehrungskorb	Verfüllen	Verpressmörtel, Zementmörtel/ Feinkornbeton oder Beton
			Verpressung durch die Verrohrung	Verpressmörtel oder Zementmörtel/ Feinkornbeton
			Nachverpressung möglich: - durch Manschettenrohre; - über spezielle Ventile; - durch Nachverpressrohre.	Verpressmörtel
Verbundpfahl	Bohren (< 300 mm) oder Verdrängen (≤ 150 mm)	durchgehendes Tragglied aus Stahlbeton, Stahl oder Gusseisen	Verfüllen / Verpressung durch: - die Verrohrung; - das Tragglied; - die Manschettenrohre.	Verpressmörtel oder Zementmörtel/ Feinkornbeton
			Nachverpressung möglich: - durch Manschettenrohre; - über spezielle Ventile; - durch Nachverpressrohre.	Verpressmörtel
		Verbleibende Verrohrung als Tragglied (mit oder ohne Bewehrungskorb)	Verfüllen /Verpressen durch: - die Verrohrung; - die Manschettenrohre.	Verpressmörtel oder Zementmörtel/ Feinkornbeton
Fertigpfahl	Verdrängen (≤ 150 mm)	Stahlbeton, Stahl oder Gusseisen	ohne Verpressen oder Verfüllen während des Einbringens	—
			Nachverpressung möglich: - durch Manschettenrohre; - über spezielle Ventile; - durch Nachverpressrohre.	Verpressmörtel

3.11 Zu Anhang B „Richtwerte für die Maßabweichungen bei der Herstellung“

A Anhang B Der Anhang B ist nicht anzuwenden, siehe A 7.2.1

3.12 Zu Anhang C „Mindestüberdeckung der Bewehrung und Tragglieder aus Stahl niedriger Festigkeit für Mikropfähle unter Berücksichtigung der Expositionsklasse nach EN 206-1“

A Anhang C Der Anhang C wird ersetzt:

„A Anhang C (normativ)“

Mindestüberdeckung der Bewehrung und Tragglieder aus nicht-hochfestem Stahl nach DIN EN 1993-5 für Mikropfähle unter Berücksichtigung der Betonaggressivität gemäß der Expositionsklassen nach EN 206-1

Tabelle C.1 — Mindestmaße der Überdeckung d für nicht-hochfesten Stahl

Expositionsklasse für Beton	Chemischer Angriff gegenüber Beton	Mindestmaß d bei Verpressmörtel		Mindestmaß d bei Zementmörtel/Feinkornbeton und Beton
		bei Druck in mm	bei Zug in mm	bei Druck und Zug in mm
XC1 – XC4	nicht vorhanden	20	30	30
XD1, XD2, XD3 ^{a c}	Chloride, ausgenommen Meerwasser	30	40	40
XS1 – XS3 ^c	Chloride aus Meerwasser	30	40	40
XA1 ^{b c}	schwach	30	35	35
XA2 ^{b c}	mäßig	35	45	45

^a Für XD3 sind gegebenenfalls besondere Maßnahmen zum Korrosionsschutz erforderlich

^b Bei Sulfatangriff muss HS Zement nach DIN 1164-10 verwendet werden

^c Die Pfähle dürfen nur dann eingesetzt werden, wenn durch ein Gutachten eines Sachverständigen in Fragen der Stahl- und Betonkorrosion bestätigt wird, dass das Dauertragverhalten durch zeitabhängige Verminderung der Mantelreibung nicht beeinträchtigt wird

Bei Mikropfählen für den Kurzeiteinsatz dürfen die Werte um 10 mm verringert werden.

3.13 Zu Anhang D „Angaben zur Korrosionsgeschwindigkeit“

Der Anhang D ist nicht anzuwenden.

3.14 Zu den Literaturhinweisen

Die Literaturhinweise werden ergänzt:

Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e. V.; Empfehlungen des Arbeitskreises „Pfähle“ — EA-Pfähle, Ernst & Sohn; 2011

