

Verpreßanker
Kurzzeitanker und Daueranker
 Bemessung, Ausführung und Prüfung

DIN
4125

Ground anchorages; temporary and permanent anchorages; design, construction and testing

Ersatz für DIN 4125 T 1/03.88
 und DIN 4125 T 2/02.76

Triants d'ancrage; ancrages temporaires et permanents; conception, exécution et contrôle

Für Bemessung, Ausführung und Prüfung von Verpreßankern sind gründliche Kenntnisse der Bauart und große Erfahrung erforderlich. Deshalb dürfen damit nur solche Unternehmen und Ingenieure betraut werden, die diese Voraussetzungen erfüllen und eine fachgerechte Ausführung sicherstellen. Als verantwortlicher Bauleiter des Unternehmens darf nur bestimmt werden, wer die Bauart und ihre Ausführung gründlich kennt. Die Arbeiten dürfen nur durch geschulte Bohrmeister, Poliere oder Vorarbeiter, die Verpreßanker bereits mit Erfolg hergestellt haben, beaufsichtigt werden. Für die Herstellung der Verpreßanker ist genügend Bauzeit einzuplanen.

Inhalt

	Seite		Seite
1 Anwendungsbereich	1	11 Abnahmeprüfung	13
2 Begriffe	2	12 Auswertung und Darstellung der Zugversuche bei Eignungsprüfungen	14
3 Bezeichnung	4	13 Nachprüfung	14
4 Bautechnische Unterlagen	4	14 Überwachung	16
5 Anforderungen	4	Anhang A Muster für das Protokoll über die Herstellung von Verpreßankern	17
6 Konstruktive Ausbildung	5	Anhang B Muster für das Protokoll der Abnahmeprüfung von Dauerankern	18
7 Herstellen der Verpreßanker	7	Zitierte Normen und andere Unterlagen	20
8 Bemessung und Nachweise	8	Erläuterungen	20
9 Grundsatzprüfung	9		
10 Eignungsprüfung	9		

1 Anwendungsbereich

Die Norm gilt für die Bemessung, Ausführung und Prüfung von vorspannbaren Verpreßankern, die als Kurzzeitanker (Temporäranker, Kurzzeichen T) bzw. als Daueranker (Permanentanker, Kurzzeichen P) für die Verankerung von Bauteilen oder Gebirgsteilen in Böden (Erdanker, Kurzzeichen B) oder Fels (Felsanker, Kurzzeichen F) verwendet werden. Bei Kurzzeitankern ist der Anwendungsbereich der Norm begrenzt auf Anker, bei denen die zulässigen Ankerkräfte

- bei Mehrstabankern (Kurzzeichen M) 1300 kN,
- bei Einstabankern (Kurzzeichen E) 700 kN

nicht überschreiten.

Die zulässigen Ankerkräfte werden nach Abschnitt 8.3 mit dem Sicherheitsbeiwert nach Tabelle 1, Spalte 4, Zeile 1 berechnet.

Für Gebirgsanker, die im Berg- und Tunnelbau verwendet werden, gilt DIN 21521 Teil 1.

Für Verpreßpfähle gilt DIN 4128.

Anmerkung: Für diejenigen Bauarten bzw. Bauteile von Kurzzeitankern, die nicht nach dieser Norm beurteilt werden können, ist nach den bauaufsichtlichen Vorschriften der Nachweis der Brauchbarkeit für den Verwendungszweck, z.B. durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung¹⁾ zu führen.

Für Daueranker ist stets der Nachweis der Brauchbarkeit zu führen.

¹⁾ Auskünfte hierzu erteilt das Institut für Bautechnik in Berlin, Reichpietschufer 74-76, 1000 Berlin 30

Fortsetzung Seite 2 bis 25

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

2 Begriffe

2.1 Ankerarten

2.1.1 Verpreßanker

Verpreßanker sind Bauteile, bei denen durch Einpressen von Verpreßmörtel um den hinteren Teil eines in den Baugrund eingebrachten Stahlzugglieds ein Verpreßkörper hergestellt wird, der über Stahlzugglied und Ankerkopf mit dem zu verankernden Bauteil oder Gebirgstiel verbunden wird. Eine vom Verpreßanker aufzunehmende Last wird nicht – wie bei verschiedenen anderen Typen von Gebirgsankern oder Verpreßpfählen – über die gesamte Länge, sondern nur im Bereich des Verpreßkörpers in den Baugrund eingeleitet. Verpreßanker werden nur auf Zug beansprucht. Ihre Tragfähigkeit wird durch Spannen überprüft.

2.1.2 Verpreßanker im Boden

Verpreßanker im Boden sind Verpreßanker, deren Krafteintragungslänge in nichtbindigen oder bindigen Böden liegt.

2.1.3 Verpreßanker im Fels

Verpreßanker im Fels sind Verpreßanker, deren Krafteintragungslänge im Fels liegt.

2.1.4 Kurzzeitanker

Kurzzeitanker sind Verpreßanker, die nur für vorübergehenden Gebrauch, in der Regel nicht länger als 2 Jahre, bestimmt sind.

2.1.5 Daueranker

Daueranker sind Verpreßanker für dauernden Gebrauch.

2.1.6 Verbundanker

Verbundanker (siehe Bild 1) sind Verpreßanker, bei denen die Ankerkraft über das Stahlzugglied vom luftseitigen Ende der Verankerungslänge aus unmittelbar auf den Verpreßkörper übertragen wird.

2.1.7 Druckrohranker

Druckrohranker (siehe Bild 2) sind Verpreßanker, bei denen die Ankerkraft vom Stahlzugglied über ein Stahlrohr, das am Ankerfluß mit dem Stahlzugglied verbunden ist, vom Ankerfuß aus auf den Verpreßkörper übertragen wird.

2.1.8 Freispielanker

Freispielanker sind Anker, deren Längsbeweglichkeit in der freien Stahllänge über die vorgesehene Nutzungsdauer erhalten bleibt.

2.1.9 Blockierte Anker

Blockierte Anker sind Anker, die im Bereich der freien Stahllänge nach dem Vorspannen und Prüfen mit einem erhärtenden Material so verfüllt werden, daß sich die Stahlzugglieder nicht mehr unbehindert dehnen können.

2.2 Längen

2.2.1 Ankerlänge l_A

Die Ankerlänge l_A ist der Abstand zwischen dem Ankerkopf und dem Ankerfuß.

2.2.2 Freie Ankerlänge l_{fA}

Die freie Ankerlänge l_{fA} ist der Abstand zwischen Ankerkopf und Verpreßkörper.

2.2.3 Krafteintragungslänge l_0

Die Krafteintragungslänge l_0 ist der Anteil der Ankerlänge, über den die Ankerkraft in den Baugrund übertragen wird.

2.2.4 Freie Stahllänge l_{fS}

Die freie Stahllänge l_{fS} ist der Anteil der Stahllänge, der sich unter der Ankerkraft unbehindert dehnen kann. Die aus den Verschiebungen rechnerisch ermittelte freie Stahllänge l_{fS} (kurz: rechnerische freie Stahllänge) kann größer oder kleiner sein als die vorgesehene freie Stahllänge l_{fS} (siehe Abschnitt 12.4).

2.2.5 Verankerungslänge des Stahlzugglieds l_v

Beim Verbundanker ist die Verankerungslänge des Stahlzugglieds l_v der Anteil der Stahllänge, über den die Ankerkraft vom Stahlzugglied auf den Verpreßkörper übertragen wird.

2.2.6 Druckrohrlänge l_D

Beim Druckrohranker ist die Druckrohrlänge l_D die Länge des Stahlrohrdruckrohrs, über das die Ankerkraft vom Stahlzugglied auf den Verpreßkörper übertragen wird.

2.2.7 Verpreßkörperlänge beim Druckrohranker l_{Dv}

Beim Druckrohranker ist die Verpreßkörperlänge l_{Dv} die Länge des Verpreßkörpers, über die die planmäßige Krafteintragung in den Baugrund erfolgt.

2.2.8 Verpreßkörperüberstand $l_{üv}$

Der Verpreßkörperüberstand $l_{üv}$ ergibt sich aus der Differenz zwischen der tatsächlich vorhandenen Krafteintragungslänge des Verpreßkörpers l_0 und der Verankerungslänge l_v beim Verbundanker, bzw. der planmäßigen Verpreßkörperlänge l_{Dv} beim Druckrohranker.

2.3 Ankerkräfte

2.3.1 Grenzkraft des Verpreßkörpers F_K

Die Grenzkraft des Verpreßkörpers F_K ist diejenige Kraft, die im Zugversuch ein Kriechmaß $k_s = 2,0$ mm erzeugt (siehe Abschnitt 2.4).

2.3.2 Grenzkraft des Stahlzugglieds F_S

Die Grenzkraft des Stahlzugglieds F_S ist diejenige Kraft, die sich aus der Nennstreckgrenze β_S des für das Zugglied verwendeten Stahls und dem Querschnitt A_S des Zugglieds errechnet:

$$F_S = A_S \cdot \beta_S \quad (1)$$

2.3.3 Zulässige Ankerkraft F

Die zulässige Ankerkraft F ist diejenige Kraft, die sich unter Einhaltung der erforderlichen Sicherheiten (siehe Abschnitte 8.3 und 8.4) aus den Grenzkraften für den Verpreßkörper und für das Stahlzugglied ergibt.

2.3.4 Gebrauchskraft F_W

Die Gebrauchskraft F_W ist diejenige Kraft, die beim Ansatz der Lastfälle nach DIN 1054 (siehe auch Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“) unter Berücksichtigung der Vorspannung ermittelt wird.

2.3.5 Prüfkraft F_P

Die Prüfkraft F_P ist diejenige Kraft, die bei der Prüfung auf den Verpreßanker in vorgeschriebenen Laststufen aufgebracht wird.

2.3.6 Festlegekraft F_0

Die Festlegekraft F_0 ist diejenige Kraft, auf die der Anker nach dem Prüfen angespannt wird. Es ist:

$$F_0 \leq F_W \quad (2)$$

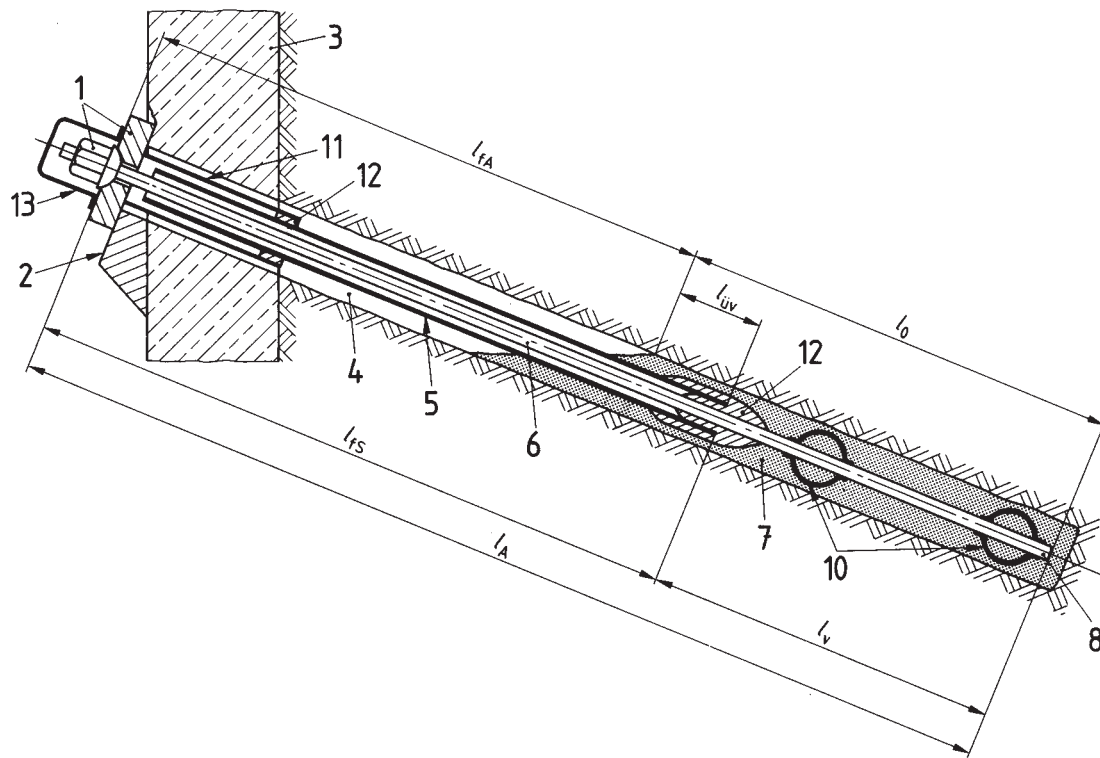


Bild 1. Verbundanker mit schematischer Darstellung des Korrosionsschutzsystems für einen Kurzzeitanker

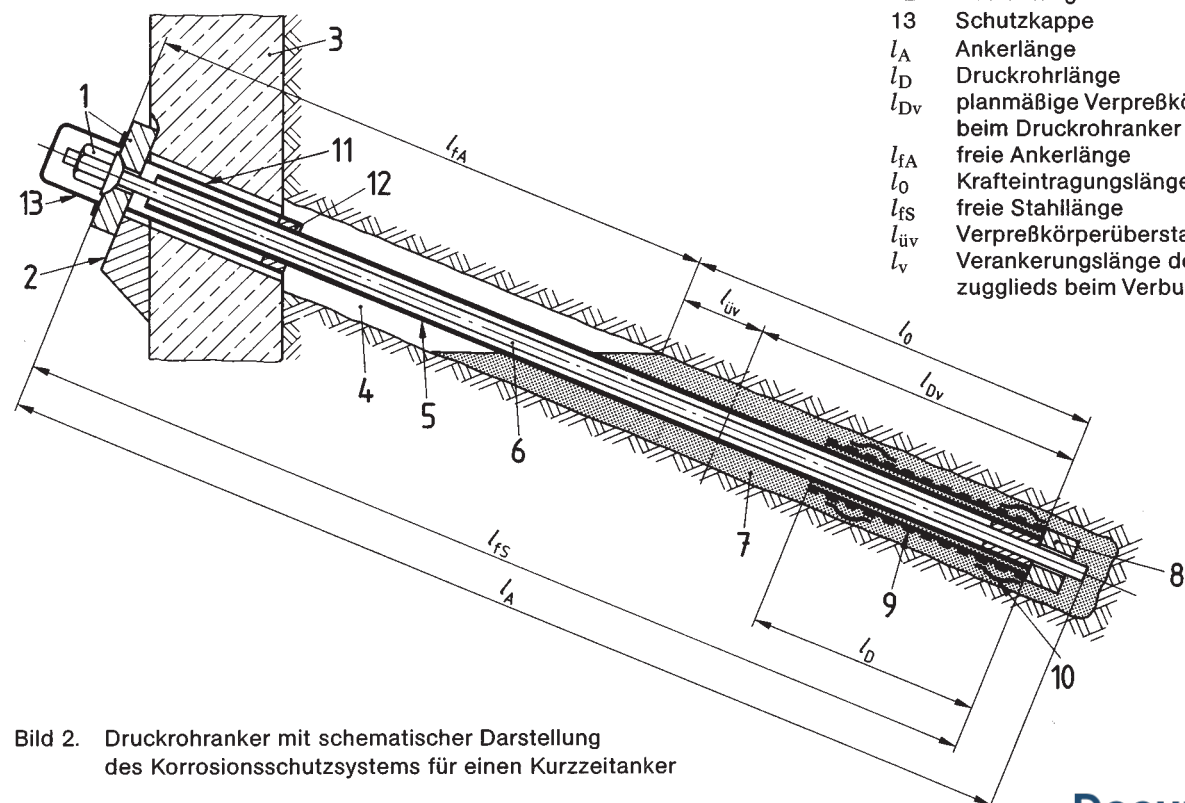


Bild 2. Druckrohranker mit schematischer Darstellung des Korrosionsschutzsystems für einen Kurzzeitanker

Legende zu den Bildern 1 und 2:

- | | |
|----------|--|
| 1 | Ankerkopf |
| 2 | Auflagerkonstruktion |
| 3 | Verbauwand |
| 4 | Bohrloch |
| 5 | Hüllrohr |
| 6 | Stahlzugglied |
| 7 | Verpreßkörper |
| 8 | Ankerfuß |
| 9 | Stahldruckrohr |
| 10 | Abstandhalter |
| 11 | Übergangsrohr |
| 12 | Abdichtung |
| 13 | Schutzkappe |
| l_A | Ankerlänge |
| l_D | Druckrohrlänge |
| l_{Dv} | planmäßige Verpreßkörperlänge
beim Druckrohranker |
| l_{fA} | freie Ankerlänge |
| l_0 | Krafteintragungslänge |
| l_S | freie Stahllänge |
| $l_{üv}$ | Verpreßkörperüberstand |
| l_v | Ankerungslänge des Stahl-
zugglieds beim Verbundanker |

2.4 Kriechmaß

Das Kriechmaß k_s als Maß für die zeitabhängige Zunahme der Verschiebung des Stahlzugglieds am Ankerkopf unter konstanter Ankerkraft ist definiert durch (siehe Bild 4):

$$k_s = (s_2 - s_1) / l_g (t_2 / t_1) \quad (3)$$

Hierin bedeuten:

$s_2 - s_1$ Differenz der Verschiebungen

$l_g (t_2 / t_1)$ Logarithmus der Beobachtungszeit
 $l_g t_2 - l_g t_1$

Anmerkung: k_s ist eine von dem Ankertyp, den Baugrundverhältnissen, der Herstellung und der Ankerkraft abhängige Größe.

2.5 Ankerprüfungen

2.5.1 Grundsatzprüfung

Durch die Grundsatzprüfung wird bei Dauerankern die grundsätzliche Eignung einer Verpreßankerbauart für bestimmte Baugrundarten (bindiger oder nichtbindiger Boden oder Fels) festgestellt (siehe Abschnitt 9).

2.5.2 Eignungsprüfung

Durch die Eignungsprüfung wird auf der Baustelle geprüft, ob mit der gewählten Verpreßankerbauart bei den örtlich gegebenen Baugrundeigenschaften die vorgesehenen Gebrauchs- und Prüfkraften in den Baugrund eingeleitet werden können (siehe Abschnitt 10). Festgestellt werden die Tragfähigkeit des Verpreßkörpers und die dazugehörigen Verschiebungen sowie die rechnerische freie Stahllänge $cal l_{fs}$.

2.5.3 Abnahmeprüfung²⁾

Durch die Abnahmeprüfung werden Tragfähigkeit und Verhalten jedes eingebauten Verpreßankers überprüft (siehe Abschnitt 11).

2.5.4 Nachprüfung

Durch die Nachprüfung wird das Verhalten des verankerten Bauteils bzw. das Tragverhalten des eingebauten Verpreßankers nach der Abnahmeprüfung des Ankers kontrolliert (siehe Abschnitt 13).

3 Bezeichnung

Bezeichnung z. B. eines Kurzzeitankers (T), für einen Einstabanker (E) mit einer im Regelfall für das Stahlzugglied bei Lastfall 1 zulässigen Ankerkraft von $zul F = F_s / 1,75 = 600 \text{ kN}$ im Boden (B):

Anker DIN 4125 – T E 600 – B

Benennung	_____
Norm-Hauptnummer	_____
Art: Kurzzeit- (T) Dauer- (P)	_____
Anker	_____
Einstab- (E) Mehrstab- (M)	_____
Anker	_____
Zulässige Ankerkraft in kN	_____
Baugrund: Boden (B), Fels (F)	_____

4 Bautechnische Unterlagen

Es sind folgende Unterlagen erforderlich:

- Baugrundaufschlüsse nach DIN 4020 sowie Nachweis der boden- und felsmechanischen Eigenschaften des Baugrunds und der Grundwasserverhältnisse im Einflußbereich des Verpreßankers mit Angaben über die Beton- und Stahlaggressivität des Wassers und des Baugrunds,

- Beschreibung und Darstellung des gesamten Bauablaufs und der dabei vorgesehenen Maßnahmen,
- Beschreibung und zeichnerische Darstellungen der Ankerkonstruktion mit Angaben zu Werkstoffgütern und Abmessungen, Nachweis der Brauchbarkeit für die Ankerkopfkonstruktion und für Stöße im Stahlzugglied so weit erforderlich (z. B. durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung¹⁾),
- Ergebnisse der Eignungsprüfung,
- Standsicherheitsnachweise und Konstruktionszeichnungen.

Zu Aufzählung b) ist bei Dauerankern der Bauablauf zu beschreiben sowie eine Arbeitsanweisung über Transport, Lagerung und Einbau der Daueranker unter besonderer Berücksichtigung des Korrosionsschutzes aufzustellen. Die Erfahrungen der Eignungsprüfung sind zu berücksichtigen. Die Arbeitsanweisung muß auf der Baustelle vorliegen.

Bestehen Zweifel über die Einstufung des Baugrunds als Boden oder Fels, in dem verankert werden soll (im Sinne der Ankertechnik einschließlich des erforderlichen Korrosionsschutzes), ist ein Baugrundsachverständiger hinzuzuziehen.

5 Anforderungen

5.1 Anforderungen an den Baugrund

5.1.1 Festigkeitseigenschaften des Baugrunds

Die speziell auf die Ankertechnik ausgerichteten boden- und felsmechanischen Untersuchungen des Baugrunds müssen neben dem Nachweis der grundsätzlichen Eignung des Baugrunds zur Aufnahme von Ankerkräften auch Aussagen zum Kriech- und Quellverhalten bei sich ändernden Wasserverhältnissen im Baugrund enthalten. Dabei sind die zu erwartenden Beanspruchungen im Bereich des zu sichernden Bauwerks und im Bereich der Krafteintragungslänge zu berücksichtigen.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind hinsichtlich der Funktionsfähigkeit des Ankers im Bereich der Krafteintragungslänge, der freien Ankerlänge und des Ankerkopfes auszuwerten.

5.1.2 Klüftigkeit und Durchlässigkeit bei Fels

Die Klüftigkeit und Durchlässigkeit bei Fels sind durch besondere Untersuchungen (z. B. optische Bohrlochsondierung, Beobachtung des Mörtelspiegels, Wasserabpreßversuch) im erforderlichen Umfang zu überprüfen. Das Festgestein muß so dicht sein, wie dies zur einwandfreien Herstellung des Verpreßkörpers nötig ist. Die Felseigenschaften müssen gegebenenfalls durch entsprechende Zusatzmaßnahmen (z. B. Einpressungen nach DIN 4093) verbessert werden. Als Bezugsgröße für die Notwendigkeit solcher Zusatzmaßnahmen können eine Kluftweite von 0,5 mm oder größer oder ein Wasserabpreßversuch herangezogen werden, der einen Wasserabfluß von mehr als 5 l/(min · bar) über die gesamte geplante Krafteintragungslänge ergibt.

Die Krafteintragungslänge des Verpreßankers muß in Felsbereichen liegen, in denen Kluftverschiebungen nicht zu erwarten sind. Im Bereich der freien Ankerlänge ist sicherzustellen, daß mögliche Kluftverschiebungen senkrecht zur Bohrlochachse kleiner sind, als die Querbeweglichkeit des Ankers.

¹⁾ Siehe Seite 1

²⁾ Die Abnahmeprüfung ist keine Abnahme im Sinne der Verdingungsordnung für Bauleistungen (VOB), siehe DIN 1961, sondern eine technische Abnahmeprüfung.

5.1.3 Aggressiver Baugrund

Daueranker, bei denen tragende Stahlteile nur durch Zementstein gegen Korrosion geschützt sind, und Kurzzeitanker dürfen nicht eingebaut werden, wenn der Baugrund Grundwasser oder Sickerwasser aus Halden und/oder Aufschüttungen enthält, das eine hohe Korrosionswahrscheinlichkeit für Mulden- und Lochkorrosion von Stahl nach DIN 50 929 Teil 3/ 09.85, Tabelle 7, mit $w_0 < -8$ erwarten läßt.

Kurzzeit- und Daueranker dürfen in der Regel auch dann nicht eingebaut werden, wenn der Baugrund und/oder das Wasser im Bereich der Krafteintragungslänge nach DIN 4030 stark angreifend gegenüber Beton sind. Bei schwachem Angriffsgrad dürfen Daueranker im Boden in der Regel ebenfalls nicht eingebaut werden. Ist für die Einstufung des Angriffsgrads nur der Sulfatgehalt ausschlaggebend, so dürfen Kurzzeitanker, bei schwachem Angriffsgrad auch Daueranker, jedoch dann eingebaut werden, wenn für die Herstellung des Verpreßkörpers ein Zement mit hohem Sulfatwiderstand verwendet wird.

Kurzzeitanker im Fels dürfen auch bei starkem Angriffsgrad verwendet werden. Ist für die Einstufung als stark angreifend der Sulfatgehalt ausschlaggebend, so ist zur Herstellung des Verpreßkörpers ein Zement mit hohem Sulfatwiderstand zu verwenden.

Daueranker im Fels dürfen nur dann bei starkem Angriffsgrad eingebaut werden, wenn durch geeignete Sondermaßnahmen die Tragfähigkeit der Anker auf Dauer sichergestellt ist, z. B. Bohrlochvergütung durch Einpressen nach DIN 4093, um aggressives Wasser vom Verpreßkörper fernzuhalten.

5.2 Streuströme

Beim Auftreten von Streuströmen im Baugrund (siehe DIN 50900 Teil 2) sind die Stahlzugglieder dagegen zu schützen.

5.3 Dynamische Einwirkungen

Mit Rücksicht auf eine mögliche Beeinträchtigung der Tragfähigkeit von Verpreßankern infolge dynamischer Einwirkungen aus Straßen- oder Eisenbahnverkehr, muß der Mindestabstand zwischen den Verpreßkörpern und diesen Verkehrsflächen 4 m betragen. Treten andere dynamische Einwirkungen auf, so sind Untersuchungen durchzuführen.

5.4 Anordnung von Zusatzankern

Da die zu erwartende Grenzkraft des Verpreßkörpers im allgemeinen nur abgeschätzt werden kann, sind die Anker so anzuordnen, daß der Einbau von Zusatzankern möglich ist, wenn nicht durch andere Sicherungsmaßnahmen das gleiche Ziel erreicht wird.

6 Konstruktive Ausbildung

6.1 Erhaltung der Festlegekraft

Soll sich die Ankerkraft nach dem Festlegen des Verpreßankers möglichst wenig ändern (z. B. Reduzierung der Beanspruchung aus schwellender Belastung, Gebirgsverformungen), ist ein Verpreßanker mit großen Dehnwegen zu wählen und/oder eine Nachstellmöglichkeit im Ankerkopf vorzusehen.

6.2 Querbeweglichkeit im Fels im Bereich der freien Ankerlänge

Sind im Bereich der freien Ankerlänge Querbewegungen im Fels zu erwarten, ist der erforderliche Ringraum zwischen Hüllrohr und Bohrlochwandung von Verpreßgut freizuhalten bzw. nach dem Verpreßvorgang zu säubern oder die Querbeweglichkeit des Ankers ist durch andere konstruktive Maßnahmen sicherzustellen.

6.3 Ankerkopf

Der Ankerkopf ist so auszubilden, daß Nebenspannungen im Stahlzugglied vermieden werden. Es sollten zwischen

Ankerkopf und Unterkonstruktion Keilscheiben angeordnet werden, sofern nicht der Ankerkopf einen Ausgleich von Winkelabweichungen ermöglicht.

Es ist zu prüfen, ob neben dem Korrosionsschutz ein zusätzlicher mechanischer Schutz der Ankerköpfe erforderlich ist.

Für die Ankerkopfkonstruktion ist ein Nachweis der Brauchbarkeit zu erbringen (z. B. durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung¹⁾).

Die Ausbildung der Ankerköpfe für Daueranker muß die nachträgliche Kontrolle der Ankerkraft ermöglichen, solange dies erforderlich ist (siehe Abschnitt 13).

6.4 Stahlzugglied

Der Gesamtquerschnitt des Stahlzugglieds muß mindestens 180 mm² betragen. Der Durchmesser eines Einzelstabs in Bündelzuggliedern darf nicht größer als 20 mm sein.

Für Stahlzugglieder sind allgemein bauaufsichtlich zugelassene Spann- bzw. Betonstähle¹⁾, Betonstähle nach DIN 488 Teil 1 oder Baustähle nach DIN 17 100 zu verwenden.

Im Bereich der Verankerungslänge müssen die Stahlzugglieder Verbundeigenschaften wie gerippte Spann- oder Betonstähle aufweisen. Spanndrahtlitzen mit Nennquerschnitten bis 140 mm² dürfen jedoch verwendet werden. Druckrohre für Druckrohranker müssen entsprechende Verbundeigenschaften aufweisen.

6.5 Stoß im Stahlzugglied

Die Stahlzugglieder dürfen außerhalb der Krafteintragungslänge gestoßen werden. Für die Koppelemente ist ein Nachweis der Brauchbarkeit zu erbringen (z. B. durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung¹⁾).

Das Koppeln darf nur außerhalb des Bohrlochs vorgenommen werden.

6.6 Korrosionsschutz

6.6.1 Allgemeines

6.6.1.1 Stahlzugglied

Das Stahlzugglied ist auf der gesamten Länge des Verpreßankers gegen Korrosionsschäden während der vorgesehenen Verwendungsdauer zu schützen. Die Wirksamkeit des Korrosionsschutzes darf auch bei der Lagerung, beim Transport, beim Einbau und beim Spannen nicht beeinträchtigt werden. Beim Abtrennen von Kunststoffhüllen auf dem Stahlzugglied darf der Stahl nicht mechanisch verletzt werden.

Im Bereich der freien Stahllänge darf der Korrosionsschutz die freie Dehnbarkeit des Stahlzugglieds nicht behindern. Die Oberfläche des Stahlzugglieds muß vor Aufbringen des Korrosionsschutzes frei von Stoffen sein, die die Funktionsfähigkeit (z. B. Verbund, Korrosionsbeständigkeit) beeinträchtigen. Dies sind insbesondere Schmutz, Fett, Eis und loser Rost.

Zugglieder aus Spannstahl dürfen bis zum Einbau des Verpreßankers nicht mehr als leichten Flugrost aufweisen. Spannstähle und vormontierte Anker sind trocken zu lagern.

Anmerkung: Als leichter Flugrost ist nach DIN 4227 Teil 1/ 07.88, Abschnitt 6.5, 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.

6.6.1.2 Koppelstelle

Das Korrosionsschutzsystem der Koppelstelle muß dem der freien Stahllänge mindestens gleichwertig sein. Die Verformungen des Stahlzugglieds dürfen durch dieses Korrosionsschutzsystem nicht behindert werden.

¹⁾ Siehe Seite 1

6.6.1.3 Ankerkopfbereich

Der Ankerkopfbereich ist gegen Korrosion zu schützen. Die Korrosionsschutzmaßnahmen zwischen Ankerkopf und dem luftseitigen Ende der Kunststoffumhüllungen im Bereich der freien Stahllänge müssen die Abdichtung des luftseitigen Endes der Kunststoffumhüllung einschließen. Müssen Verpreßanker nachgespannt oder nachgeprüft werden, ist sicherzustellen, daß das Verpreßmittel am Ankerkopf wieder nachgepreßt werden kann.

6.6.2 Korrosionsschutz für Kurzzeitanker

6.6.2.1 Verankerungslänge

Im Bereich der Verankerungslänge muß das Stahlzugglied von einer mindestens 20 mm dicken Zementsteinschicht umhüllt sein. Die Zementsteinüberdeckung bei Stahl-druckrohren muß mindestens 10 mm betragen. Diese Anforderung ist durch Abstandhalter sicherzustellen und in jedem Falle zu überprüfen (siehe auch Erläuterungen). Die Abstandhalter sind mindestens alle 1,0 m anzuordnen. Ein größerer Abstand als 1,0 m ist nur zulässig, wenn die Eignung dafür nachgewiesen wird. Die Abstandhalter sind mit dem Stahlzugglied unverschieblich zu verbinden. Ihre Wirksamkeit darf beim Durchschieben durch die Verrohrung nicht beeinträchtigt werden. Werden die Stahlzugglieder in Bohrlöcher eingeführt, die nicht durch Rohre gestützt sind (siehe Abschnitt 7.1), müssen die Abstandhalter so ausgebildet sein, daß beim Einschieben des Ankers keine Bodeneinschlüsse im Verpreßkörper entstehen können.

Im nichtbindigen Boden darf auf Abstandhalter verzichtet werden, wenn die Wanddicke des Anfängerrohrs oder die Werkstoffdicke der Nippeldurchgänge am Anfängerrohr ≥ 20 mm beträgt und mit einem Mindestdruck von 5 bar verpreßt wird.

Extrudierte oder aufgeschrumpfte Kunststoffhüllen sind im Bereich der Verankerungslänge zu entfernen. Dabei darf der Stahl mechanisch nicht verletzt werden. Das Stahlzugglied ist von gegebenenfalls anhaftenden Innenbeschichtungen in diesem Bereich zu säubern.

Bei Felsankern darf die Überdeckung des Stahlzugglieds im Bereich der Verankerungslänge durch die Zementsteinschicht auf 10 mm reduziert werden, wenn in der Verankerungslänge auf Dauer kein Wasser zu erwarten ist und starre Abstandhalter verwendet werden.

6.6.2.2 Freie Stahllänge

Der Schutz in diesem Bereich ist durch eine der folgenden Maßnahmen sicherzustellen:

- durch Hüllrohre aus Kunststoff mit einer Wanddicke von mindestens 2,0 mm. Als Kunststoffe sind PVC-U nach DIN 7748 Teil 1, PE nach DIN 16 776 Teil 1 oder PP nach DIN 16 774 Teil 1 zu verwenden. Der innere Ringraum der Hüllrohre muß so abgedichtet sein, daß kein Wasser aus der Umgebung an das Stahlzugglied gelangen kann. Das Hüllrohr muß unverschieblich mit dem Stahlzugglied verbunden sein.
Wird für die Abdichtung ein Pfropfen verwendet, muß dieser wasserbeständig und wasserdicht sein. Wenn er nicht korrosionsschützend wirkt, muß der direkte Kontakt zwischen Pfropfen und Stahlzugglied, z. B. durch einen Korrosionsschutzanstrich, unterbrochen werden.
- durch Schrumpfschläuche nach DIN 30 672. Sie müssen eine korrosionsschützende Innenbeschichtung haben und werkmäßig ohne Verwendung von offener Flamme aufgeschrumpft werden. Die Wanddicke muß nach dem Schrumpfen mindestens 1,0 mm betragen. Schrumpfschläuche ohne Innenbeschichtung dürfen verwendet werden, wenn ihre Wanddicke nach dem Schrumpfen mehr als 1,5 mm beträgt. Jeder Stab bzw. jede Litze ist einzeln zu schützen.

- durch werkmäßig extrudierte Kunststoffumhüllungen, wenn jeder Draht bzw. jede Litze einzeln geschützt ist. Die Wanddicke muß mindestens 1,5 mm betragen.
- durch Berücksichtigung eines Abrostungszuschlags von mindestens 1,0 mm zur statisch erforderlichen Querschnittsdicke. Diese Maßnahme genügt jedoch nur dann als Korrosionsschutz, wenn die Nennstreckgrenze nicht mehr als 500 N/mm² beträgt und der Querschnitt von Vollstäben mindestens 600 mm² bzw. die Wanddicke von Hohlprofilen mindestens 8 mm beträgt.

6.6.2.3 Ankerkopfbereich

Wird die freie Stahllänge durch Kunststoffumhüllungen nach Abschnitt 6.6.2.2, Aufzählung a) bis c) geschützt, ist der Übergangsbereich zwischen diesen und der Auflagerkonstruktion so zu überbrücken, daß kein Wasser an das Stahlzugglied gelangen kann.

6.6.2.4 Übergangsbereich von der freien Stahllänge zur Verankerungslänge

Bei Einstabankern mit Gebrauchskräften $F_W \geq 600$ kN und bei Mehrstabankern mit Gebrauchskräften $F_W \geq 750$ kN ist am Beginn der Verankerungslänge auf 1,0 m Länge ein zusätzlicher Korrosionsschutz (z. B. ein mit Verpreßmörtel zu verpressendes gewelltes Hüllrohr) einzubauen, der verhindern soll, daß sich die durch die Kraftübertragung entstehenden Längsrisse bis zum Stahlzugglied öffnen.

Bei Felsankern darf auf diese Maßnahme verzichtet werden, wenn im Bereich der Verankerungslänge ein auf Dauer tropfwasserfreies Bohrloch vorliegt.

6.6.3 Korrosionsschutz für Daueranker

Für das Korrosionsschutzsystem eines Dauerankers ist der Nachweis der Brauchbarkeit zu führen, z. B. durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung¹⁾.

Dabei ist für die Korrosionsschutzmittel unter anderem nachzuweisen, daß sie:

- miteinander verträglich sind;
- auf Dauer einen gleichwertigen Schutz wie bewährte Korrosionsschutzmittel sicherstellen;
- die Werkstoffeigenschaften des Stahls während des An- bzw. Aufbringens des Korrosionsschutzmittels und während des Gebrauchszustands des Ankers nicht beeinträchtigen;
- das zu schützende Stahlzugglied auch in den Übergangsbereichen lückenlos umschließen;
- die freie Dehnbarkeit des Stahlzugglieds im Bereich der freien Stahllänge nicht behindern.

Zementstein gilt als Korrosionsschutz für das Stahlzugglied, wenn unmittelbarer Kontakt mit diesem besteht und wenn er ausreichend dicht und durch ein Hüllrohr umgeben ist, das unter den auftretenden mechanischen Beanspruchungen ausreichend diffusionsdicht und korrosionsbeständig bleibt. Die Dicke der Zementsteinüberdeckung des Stahlzugglieds im Hüllrohr muß dabei mindestens 5,0 mm betragen; in Abhängigkeit von der Konstruktion und der Umhüllung des Verpreßankers kann eine größere Dicke erforderlich werden.

Der Korrosionsschutz des Stahlzugglieds und aller Einzelteile ist unter werkmäßigen Bedingungen aufzubringen.

Die Mindestzementsteinüberdeckung eines gewellten Hüllrohrs in der Krafteintragungslänge oder eines Stahl-druckrohrs muß mindestens 10 mm betragen.

Erfolgt der Korrosionsschutz durch Beschichtungen, so sind diese nach DIN 55 928 Teil 4 (z. Z. Entwurf), DIN 55 928 Teil 5 (z. Z. Entwurf) und DIN 55 928 Teil 6 (z. Z. Entwurf) auszuführen. Werden Zementstein, Korrosionsschutzmassen oder dergleichen als Korrosionsschutz eingesetzt, braucht Flugrost nicht entfernt zu werden.

¹⁾ Siehe Seite 1

Bei Korrosionsschutzmaßnahmen, die erst nach dem Einbau vorgenommen werden, z. B. Montage- und Korrosionsschutzmaßnahmen im Ankerkopfbereich, ist die Güte der sorgfältigen Ausführung durch Überwachung sicherzustellen. Der Beginn dieser Arbeiten ist der zuständigen Bauaufsicht rechtzeitig anzuzeigen.

Werden plastisch verformbare Korrosionsschutzmittel verwendet, muß mit Hilfe von Abstandhaltern an jeder Stelle eine ausreichende Schichtdicke zwischen Stahlzugglied und mechanischem Schutz sichergestellt werden. Bei Korrosionsschutz durch Beschichtung soll der Hohlraum zwischen dem Korrosionsschutz und dem mechanischen Schutz raumbeständig und raumabschließend verfüllt werden, es sei denn, daß nachgewiesen wird, daß eine erd- und luftseitig angeordnete Abdichtung zwischen Hüllrohr und korrosionsgeschütztem Stahlzugglied auch nach dem Spannen gegen das angrenzende Medium dicht ist. Bei Korrosionsschutz durch Zementstein darf der umhüllende Mantel aus diffusionsdichtem Werkstoff als mechanischer Schutz herangezogen werden.

7 Herstellen der Verpreßanker

7.1 Anordnung und Herstellung der Bohrlöcher

Ansatzpunkt, Richtung, Länge und Durchmesser der Bohrlöcher sowie eventuell erforderliche Einschränkungen üblicher Maßabweichungen sind in jedem Einzelfall festzulegen.

Ankerneigungen zwischen $+10^\circ$ und -10° gegen die Waagerechte sollen vermieden werden. Ist dies nicht möglich, muß nachgewiesen werden, daß der Verankerungsbereich vollständig verpreßt werden kann.

Das Herstellungsverfahren ist auf die vorhandenen Baugrundverhältnisse und auf die Bausubstanz einer Nachbarbebauung abzustellen.

Die Bohrlöcher sind stets von Bohrgut zu reinigen (z. B. mit Luft- oder Wasserspülung). Nach unten geneigte Bohrlöcher sind um die Länge eines eventuell erforderlichen Bohrlochsumpfs über die Ankerlänge hinaus zu verlängern. Der Minstdurchmesser des Bohrlochs muß 5 mm größer als der planmäßige Durchmesser des Verpreßkörpers sein. Dabei sind die Zementsteinüberdeckungen nach Abschnitt 6.6 zu beachten.

Einzelheiten zur Herstellung von Verpreßankern sind nach den Ergebnissen der geotechnischen Untersuchungen sowie den Erkenntnissen aus der Bohrlochherstellung festzulegen.

7.2 Einbau der vorbereiteten Ankerkonstruktion

Beim Einbau der vorbereiteten Ankerkonstruktion dürfen keine mechanischen Beschädigungen oder sonstigen Mängel, die zu einer Verringerung der Tragfähigkeit oder zur Beeinträchtigung des Korrosionsschutzes führen, vorhanden sein oder auftreten.

Die vorbereitete Ankerkonstruktion ist im Schutze eines Rohrs einzubauen, es sei denn, es steht standfester bindiger Boden oder Fels an und es wurde zur Herstellung des Bohrlochs ein ausreichend starres Bohrgestänge verwendet, um eine gerade Bohrung sicherzustellen.

Werden der Ankerkopf und sein Korrosionsschutz nicht unmittelbar nach dem Einbau des Verpreßankers aufgebracht, muß verhindert werden, daß Wasser in das Hüllrohr eindringt.

³⁾ Prüfbescheide erteilt das Institut für Bautechnik in Berlin, Reichpietschufer 74–76, 1000 Berlin 30

7.3 Herstellen des Verpreßkörpers

7.3.1 Zusammensetzung

Ausgangsstoffe für den Verpreßmörtel sind:

- Zement nach DIN 1164 Teil 1
- Anmachwasser nach DIN 4227 Teil 5.

Außerdem dürfen Betonzusatzmittel mit gültigem Prüfbescheid³⁾ zugegeben werden. Bei Verwendung von Spannstählen ist DIN 4227 Teil 5 zu beachten.

Der Wasser-Zement-Wert muß zwischen 0,35 und 0,7 liegen und soll besonders in bindigen Böden und in Fels möglichst niedrig gewählt werden.

7.3.2 Mischen

Der Verpreßmörtel muß maschinell gemischt werden. Bis zum Verpressen dürfen weder Entmischung noch Klumpenbildung auftreten.

7.3.3 Verpressen

Verpreßdruck und Verpreßtechnik sind den örtlichen Baugrund- und Grundwasserverhältnissen anzupassen.

In einem Baugrund, der ein unverrohrtes Bohren zuläßt, und im Fels darf eine Verfüllung unter hydrostatischem Druck ausgeführt werden. In diesen Fällen muß die Verfüllung vom Ankerfuß her vorgenommen werden. Gegebenenfalls ist eine Nachverpressung erforderlich. Die vorbereitete Ankerkonstruktion kann vor oder nach der Verfüllung des Bohrlochs eingebaut werden. Wenn bei injizierbarem Baugrund die Gefahr besteht, daß das Verpreßgut unter hydrostatischem Druck in den umgebenden Baugrund abfließt, ist durch geeignete Maßnahmen (z. B. Nachverpressen, Mindestverpreßdruck) sicherzustellen, daß der Verpreßkörper auf der vorgegebenen Länge einwandfrei, d. h. ohne Luft- und Wassereinschlüsse hergestellt wird.

Bei aufwärts geneigten Verpreßankern sind die Verpreßkörper in der Regel durch Packer zu begrenzen und Verpreß- und Entlüftungsleitungen anzuordnen.

7.4 Nachverpressen

Nach dem Erhärten des Verpreßguts darf mit Verpreßmörtel nachverpreßt werden, wobei der Verpreßkörper aufgesprengt wird. Wird der Verpreßkörper mit Wasser aufgesprengt, ist bei bindigen Böden darauf zu achten, daß nur geringe Wassermengen in den Baugrund verpreßt werden. Die Nachverpreßeinrichtungen (z. B. Verpreßlanzen mit Ventilen, Manschettenrohren) sollen vor dem Einbau mit der vorbereiteten Ankerkonstruktion verbunden werden.

7.5 Einhaltung der freien Ankerlänge

Der Verpreßkörper darf sich nicht auf die zu verankernde Konstruktion abstützen.

Es ist sicherzustellen, daß die Ankerkraft im Bereich der vorgesehenen Krafteintragungslänge l_0 in den Baugrund übertragen werden kann. Bei Verbundankern sind für den Verpreßkörperüberstand nach Bild 1 die Grenzen $0,5 \text{ m} \leq l_{\text{üv}} \leq 0,25 l_{\text{fs}}$ einzuhalten. Bei Druckrohrankern darf der Verpreßkörperüberstand nach Bild 2 höchstens $0,25 (l_{\text{fs}} - l_{\text{dv}})$ betragen.

Die freie Ankerlänge soll durch Ausspülen überschüssigen Verpreßguts sichergestellt werden, wenn nicht rechnerisch nachgewiesen werden kann, daß die in den ersten beiden Absätzen stehenden Bedingungen durch das Absinken des Verpreßgutspiegels 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.

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.

7.6 Bauausführung

7.6.1 Allgemeines

Die Verpreßanker sollen im gleichen Verfahren und mit gleichen Abmessungen wie die Verpreßanker der Eignungsprüfung (siehe Abschnitt 10) ausgeführt werden.

7.6.2 Mehrstabanker

Die einzelnen Stäbe oder Litzen eines Mehrstabankers sind im Bereich der Verankerungslänge in einem solchen Abstand zu führen, daß eine vollständige Umhüllung des Einzelstabs bzw. der Litze mit Verpreßgut sichergestellt wird. Gleichzeitig ist das Stahlzugglied zu bündeln, damit es beim Einbau nicht aufgefächert wird.

7.6.3 Bohrlochverfüllung im Bereich der freien Ankerlänge

Wenn Setzungsschäden zu erwarten sind, weil das Bohrloch im Bereich der freien Ankerlänge einfallen kann, müssen die Bohrlöcher z. B. mit Bentonit-Zementsuspension verfüllt werden. Eine Umlagerung der Krafteintragung in den Bereich der freien Ankerlänge darf hierdurch nicht stattfinden.

7.6.4 Ankerherstellung bei drückendem Grundwasser

Wird gegen drückendes Grundwasser gebohrt, sind konstruktive Maßnahmen gegen Ausspülen von Boden oder Verpreßmörtel zu treffen.

7.6.5 Anordnung der Verpreßkörper

Der Mindeststabsabstand der Verpreßkörper bei Gebrauchskräften bis 700 kN muß 1,0 m und bei Gebrauchskräften von 1300 kN muß 1,5 m betragen (dazwischen darf interpoliert werden). Gegebenenfalls sind die Verpreßanker zu fächern und zu staffeln oder Ankergruppenprüfungen nach Abschnitt 10.6 durchzuführen.

Die Krafteintragungslänge eines Verpreßankers soll nicht in Baugrundarten mit unterschiedlichem Verformungsverhalten liegen.

7.6.6 Protokollierung der Herstellungsdaten

Die Herstellungsdaten sind entsprechend Anhang A (Muster für das Protokoll) zu protokollieren. Dies sind Angaben zum Bohrverfahren, zur Bohrlochrichtung, zur Bohrlochtiefe und zum Bohrlochdurchmesser.

Außerdem sind die beim Bohren der Verpreßanker feststellbaren Schichtgrenzen des Baugrunds, die Zusammensetzung des Verpreßguts, die Verpreßmenge, der Verpreßdruck, die rechnerische Krafteintragungslänge und Besonderheiten der Herstellung zu protokollieren.

7.7 Spannen der Verpreßanker

Nach ausreichender Erhärtung des Verpreßguts, in der Regel eine Woche nach dem Verpressen, sind Eignungsprüfungen nach Abschnitt 10 bzw. Abnahmeprüfungen nach Abschnitt 11 durchzuführen und die Verpreßanker auf die Festlegekraft anzuspinnen.

8 Bemessung und Nachweise

8.1 Gebrauchskraft

Die Gebrauchskraft F_W der Verpreßanker ergibt sich aus dem Standsicherheitsnachweis für die verankerten Bauwerke, Bauteile oder Felskörper. Im Regelfall handelt es sich um

- Lasten infolge von aktivem Erddruck,
- Lasten, die aufgrund felsmechanischer Untersuchungen festgelegt worden sind,
- Lasten infolge von Wasserdruck,
- Lasten infolge von Seilkräften,
- am Ankerkopf angreifende Lasten,

oder um die Summe verschiedener Anteile dieser Lasten. Bei Baugrubenkonstruktionen in Böden darf die Gebrauchskraft F_W außerdem ganz oder teilweise auf der Grundlage des Erdruhedrucks oder eines erhöhten aktiven Erddrucks nach DIN 4085 ermittelt werden. Siehe hierzu auch die Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“.

8.2 Lastfälle

Bei der Bemessung von Verpreßankern sind die unterschiedlichen Lastfälle nach DIN 1054/11.76, Abschnitt 2.2, zu beachten.

Ergänzend hierzu gilt:

- Als Lastfall 1 gilt der Zustand der fertigen Konstruktion, bei Baugrubenkonstruktionen der Vollaushubzustand.
- Als Lastfall 2 dürfen bei Baugrubenkonstruktionen alle Vorbauzustände bis zum Erreichen des Vollaushubzustands und alle Rückbauzustände bis zur Wiederverfüllung der Baugrube behandelt werden.
- Als Lastfall 3 dürfen bei Felsankern auch Bauzustände behandelt werden, sofern eine regelmäßige Ankerkraftkontrolle an einer repräsentativen Stichprobe durchgeführt wird.

8.3 Zulässige Ankerkraft

Die zulässige Ankerkraft F ist zu ermitteln:

- für den Verpreßkörper aus dem Ansatz:

$$\text{zul } F \leq \frac{F_K}{\eta_K} \quad (4)$$

- für das Stahlzugglied aus dem Ansatz:

$$\text{zul } F \leq \frac{F_S}{\eta_S} \quad (5)$$

Der jeweils kleinere Wert ist maßgebend. Die Sicherheitsbeiwerte η_K und η_S richten sich nach Abschnitt 8.4.

Tabelle 1. Sicherheitsbeiwerte η_K und η_S

1	2	3	4	5
Lastfall nach DIN 1054	Verpreßkörper: η_K		Stahlzugglied: η_S	
	Regelfall	Erdruhedruck	Regelfall	Erdruhedruck
1	1,50	1,33	1,75	1,33
2	1,33	1,25	1,50	1,25
3	1,25	1,20	1,33	1,20