

**Verpreßpfähle (Ortbeton- und Verbundpfähle)
mit kleinem Durchmesser**
Herstellung, Bemessung und zulässige Belastung

DIN
4128

Injection piles (in-situ concrete piles and composite piles) with small diameter; construction procedure, design and permissible loads

Pieux d'injection (Pieux en béton de chantier et pieux composites) de petit diamètre: production, dimensionnement et charges admissibles

Diese Norm entstand in mehrjährigen Beratungen eines gemeinsamen Ausschusses des Fachbereiches Baugrund des Normenausschusses Bauwesen im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. und der Deutschen Gesellschaft für Erd- und Grundbau e. V. Sie ist den obersten Bauaufsichtsbehörden vom Institut für Bautechnik, Berlin, zur bauaufsichtlichen Einführung empfohlen worden.

Die Benennung „Last“ wird für Kräfte verwendet, die von außen auf ein System einwirken; das gilt auch für zusammengesetzte Wörter mit der Silbe . . . „Last“ (siehe DIN 1080 Teil 1).

Da Entwurf, Berechnung und Ausführung von Verpreßpfählen gründliche Kenntnis der Bauart und große Erfahrung erfordern, 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 Verpreßpfähle bereits mit Erfolg hergestellt haben, beaufsichtigt werden. Für die Herstellung der Pfähle ist genügend Bauzeit einzuplanen.

Für Bohrpfähle herkömmlicher Art siehe DIN 4014 Teil 1.

Inhalt

	Seite
1 Anwendungsbereich und Zweck	2
2 Bezeichnung	2
3 Begriffe	2
4 Erkundung des Baugrunds	2
5 Erkundung bestehender baulicher Anlagen	2
6 Konstruktion des Einzelpfahls	2
7 Herstellung	3
8 Güteprüfung	4
9 Entwurf und Nachweise	4
Anhang A. Inhaltsangabe für das Protokoll zum Herstellen von Verpreßpfählen nach DIN 4128 . . .	6
Zitierte Normen und andere Unterlagen	7

Fortsetzung Seite 2 bis 7

1 Anwendungsbereich und Zweck

Diese Norm gilt als Grundlage für die Planung und Herstellung und zur Beurteilung der Tragfähigkeit von nicht vorgespannten Verpreßpfählen (Ortbeton- und Verbundpfähle) mit Schaftdurchmessern kleiner als 300 mm bei kreisförmigen Schaftquerschnitten oder vergleichbaren ähnlichen Querschnittsformen. Die erforderlichen Mindestschaftdurchmesser sind bei Ortbetonpfählen 150 mm, bei Verbundpfählen 100 mm. Die Pfähle werden vertikal oder geneigt hergestellt und in der Regel axial beansprucht. Die Pfähle übertragen ihre Lasten überwiegend über Mantelreibung in den Untergrund, sofern der Pfahl nicht auf Fels aufsteht.

Verpreßpfähle werden für vorübergehende Zwecke, in der Regel nicht länger als 2 Jahre, und für dauernde Zwecke angewendet.

Es gelten die allgemeinen Grundsätze für Pfahlgründungen in DIN 1054, Ausgabe November 1976, Abschnitt 5.

2 Bezeichnung

Die Bezeichnung eines Verpreßpfahls (V) lautet:

Verpreßpfahl DIN 4128 – V

3 Begriffe

3.1 Verpreßpfahl

Der **Verpreßpfahl** ist ein Ortbeton- oder Verbundpfahl, bei dem die Kraftübertragung zum umgebenden Baugrund durch Verpressen mit Beton oder Zementmörtel erreicht wird.

Der **Ortbetonpfahl** hat eine durchgehende Längsbewehrung aus Betonstahl. Er kann mit Beton nach DIN 1045 oder mit Zementmörtel hergestellt werden.

Der **Verbundpfahl** hat ein durchgehendes vorgefertigtes Tragglied aus Stahlbeton oder Stahl. Das Tragglied wird entweder in einen Hohlraum im Baugrund eingestellt oder mit Hilfe eines gegenüber dem Tragglied vergrößerten Fußes, z. B. als Rammverpreßpfahl, in den Boden eingebracht. Der Hohlraum kann dabei bereits vor dem Einbringen des Traggliedes gefüllt sein. Das Verpreßgut umschließt dabei das Tragglied auf ganzer Länge im Baugrund. Die Kraft wird durch Verbund vom Tragglied in das Verpreßgut längs der gesamten oder eines Teils der Pfahllänge übertragen.

3.2 Innere und äußere Tragfähigkeit

Die **innere Tragfähigkeit** eines Verpreßpfahls wird durch Versagen der Pfahlbaustoffe bestimmt.

Die **äußere Tragfähigkeit** eines Verpreßpfahls wird durch Versagen des den Pfahl stützenden Baugrunds bestimmt.

3.3 Krafteintragungslänge

Die **Krafteintragungslänge** ist die Teillänge des Pfahlschaftes über die die Pfahlkraft in den Baugrund übertragen wird.

3.4 Pfahlschaftdurchmesser

Der **Pfahlschaftdurchmesser** ist der größte Außendurchmesser des Bohrwerkzeugs, des Bohrrohrs, der Verrohrung oder des Rammshuhs. Bei Herstellung mit Außen-

spülung darf der Pfahlschaftdurchmesser gleich Bohrrohr-Außendurchmesser zuzüglich 20 mm angenommen werden.

3.5 Verpressen, Nachverpressen

Verpressen ist der Vorgang, bei dem das Verpreßgut unter einem höheren als dem hydrostatischen Druck eingebracht wird. Der Druck kann durch Luftdruck oder Flüssigkeitsdruck auf das Verpreßgut aufgebracht werden.

Nachverpressen ist der Vorgang, bei dem eine ein- oder mehrmalige Verpressung nach dem Abbinden oder dem Aushärten der ersten Verpressung durchgeführt wird.

4 Erkundung des Baugrunds

Vor Beginn der Pfahlherstellung sind die Schichtenfolge und Beschaffenheit des Baugrunds und die Grundwasserhältnisse nach DIN 1054, Ausgabe November 1976, Abschnitt 3 bis in ausreichende Tiefe unter der Pfahlsohle zu erkunden.

In nichtbindigen Böden sollen die Festigkeitseigenschaften durch Sondierungen (Druck-, Standard-, Ramm- oder Seitendrucksondierungen) und die Korngrößenverteilung der einzelnen Bodenschichten ermittelt werden.

In bindigen Böden sollen die Korngrößenverteilung, die Konsistenzzahl, die einaxiale Druckfestigkeit und die Scherfestigkeit der einzelnen Bodenschichten ermittelt werden.

In Fels und felsartigen Böden sind Aufschluß- und Untersuchungsmethoden zu wählen, die neben der Feststellung der Schichtenfolge, der Gesteinsarten und der Gesteinsfestigkeit auch Rückschlüsse auf die Gebirgsfestigkeit, Wasserdurchlässigkeit und Wasserempfindlichkeit zulassen.

Grundwasser und Baugrund sind auf beton- und andere baustoffschädliche Eigenschaften zu untersuchen, auch gegebenenfalls auf solche, welche die mechanischen Eigenschaften einer stützenden Flüssigkeit beeinträchtigen können.

5 Erkundung bestehender baulicher Anlagen

Bereits bei der Planung ist bei Arbeiten an oder in der Nähe von bestehenden baulichen Anlagen deren Tiefenlage, die Breite und die Höhe der Gründungskörper sowie die Art der Konstruktion der verwendeten Baustoffe und deren Festigkeit zu erkunden. Soweit keine Standsicherheitsberechnungen zur Verfügung stehen, sind die Lasten zu ermitteln. Horizontallasten sind dabei besonders zu beachten.

Der bauliche Zustand, insbesondere hinsichtlich Verformungs- und Erschütterungsempfindlichkeit, ist bei der Wahl des Herstellungsverfahrens der Verpreßpfähle zu beachten.

6 Konstruktion des Einzelfahls

6.1 Ortbetonpfahl

Ortbetonpfähle sind nach DIN 1045 zu bewehren. Für die Betondeckung der Bewehrung gilt Tabelle 1. Sofern diese Mindestmaße nicht durch das Herstellungsverfahren sichergestellt werden, sind zur zentrischen Führung der Bewehrung Abstandhalter anzuordnen, die auch nach dem Ziehen der Verrohrung bzw. des Bohrrohrs noch eine ausreichende Überdeckung sicherstellen, z. B.

Federkorbbastandhalter. Besonders bei Pfählen, die flacher als 15° gegen die Vertikale geneigt sind, sind die Abstandhalter so auszuführen, daß keine Gefahr des Absinkens des Bewehrungskorbes im Frischbeton besteht.

6.2 Verbundpfahl

Das Tragglied des Verbundpfahls ist zentrisch anzuordnen, gegebenenfalls mit Hilfe von geeigneten Abstandhaltern (siehe Abschnitt 6.1) und ist über die gesamte Pfahllänge durchzuführen.

Für die Ausbildung von Traggliedern aus Stahlbeton ist DIN 1045 zu beachten.

Bei Traggliedern aus Stahl kann der Querschnitt als runder Vollstab, Rohr oder Profilstahl, ausgebildet sein. Die Ausbildung soll nach DIN 1050 erfolgen. Außer den dort aufgeführten Stählen dürfen auch andere bauaufsichtlich zugelassene Stähle mit einer Nenn-Streckgrenze bis zu 500 N/mm² eingebaut werden. Tragglieder aus Stahl sind auf ganzer Länge gegen Korrosion zu schützen. Für die Betondeckung des Traggliedes gilt Tabelle 1.

6.3 Maßnahmen bei aggressivem Baugrund oder Grundwasser

Sind der Baugrund oder das Grundwasser betonangreifend im Sinne von DIN 4030 oder aggressiv im Sinne des DVGW-Arbeitsblattes GW 9, so sind die Angaben der Tabelle 1 zu beachten.

7 Herstellung

7.1 Herstellung des Hohlraums

Zur Herstellung des Hohlraums für den Verpreßpfahl eignen sich Bohr-, Ramm- und Rüttelverfahren. Zur Förderung des Bohrguts darf mit Innen- und Außenspülung

gearbeitet werden. Das Lösen des Bodens allein mit Spülverfahren ohne Verrohrung ist nicht zulässig. Über die gesamte Länge muß ein standfester Hohlraum von planmäßigem geometrischen Querschnitt hergestellt werden. Das Herstellungsverfahren muß dem anstehenden Baugrund angepaßt sein.

Die Achsabstände der Pfähle im Bereich der Kräfteintragungslängen sollen mindestens 0,80 m betragen. Diese Mindestachsabstände dürfen unterschritten werden, wenn eine Schädigung der Nachbarpfähle bei der Herstellung ausgeschlossen werden kann.

Flacher als 15° zur Vertikalen geneigte Hohlräume dürfen nur mit Hilfe von ausreichend steifen Bohrrohren oder Verrohrungen hergestellt werden.

Die Pfähle dürfen nicht flacher als 80° zur Vertikalen geneigt sein.

Die Hohlräume sind bezüglich der Lage, Länge und Neigung zu kontrollieren.

Bei ausreichend steifen Bohrrohren bzw. Verrohrungen kann die Neigung in der Regel am obersten Bohrrohr oder der Verrohrung gemessen werden.

Bei Pfahlgruppen ist die Kontrolle der Neigung besonders wichtig.

Abweichend von DIN 4014 Teil 1 dürfen die Stöße der Verrohrung über Innennippel (Innenmuffen) erfolgen, wenn beim Ziehen der Verrohrung Schäden an der Bewehrung oder am Tragglied ausgeschlossen werden können.

Beim Bohren unter dem Grundwasserspiegel muß durch Überdruck der Spül- oder Stützflüssigkeiten verhindert werden, daß Boden in den Hohlraum eintreibt.

Das Bohrloch muß von Bohrrückständen gesäubert werden.

Tabelle 1. Mindestmaße der Betondeckung der Bewehrung bzw. des Stahltraggliedes

Zeile	Aggressivitätsgrad		Betondeckung ^{1), 5)} in mm
	Betonangriff nach DIN 4030	Zulässige Stahlaggressivität nach DVGW-Arbeitsblatt GW 9	
1	nicht angreifend	aggressiv, schwach aggressiv oder praktisch nicht aggressiv ⁴⁾	30
2	nicht angreifend, jedoch mit einem Sulfatgehalt, der nach DIN 4030 als schwach angreifend klassifiziert ist		30 ²⁾
3	schwach angreifend		35 ³⁾
4	stark angreifend		45 ³⁾

1) Die Werte gelten für Beton; bei Verwendung von Zementmörtel dürfen die Werte um 10 mm vermindert werden.

2) Zur Herstellung des Pfahlschaftes ist ein HS-Zement zu verwenden.

3) 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. Anstelle der Erhöhung der Betondeckung dürfen im Bereich außerhalb der Kräfteintragungslänge andere Schutzmaßnahmen getroffen werden (siehe DIN 1045, Ausgabe Dezember 1978, Abschnitt 13.3), die Betondeckung muß jedoch mindestens Tabelle 1, Zeile 1 entsprechen.

4) Bei Verpreßpfählen für vorübergehende Zwecke dürfen die Pfähle auch in gegenüber Stahl stark aggressiven Böden eingebaut werden, wenn von einem Sachverständigen nachgewiesen wird, daß das Tragverhalten nicht beeinträchtigt wird.

5) Bei Pfählen für vorübergehende Zwecke dürfen die Werte um 10 mm verringert werden.

7.2 Verpressen

Als Verpreßgut wird Beton oder Zementmörtel verwendet. Beim Herstellen des Schaftes ist ein Verpreßdruck aufzubringen, der im Bereich der Krafteintragungslänge mindestens 5 bar betragen soll.

Der Beton ist nach DIN 1045, Ausgabe Dezember 1978, Abschnitt 6.5.2 herzustellen. Abweichend davon muß der Mindestzementgehalt des Betons 500 kg/m^3 betragen. Der Beton muß mindestens der Festigkeitsklasse B 25 entsprechen. Abweichend von DIN 1045, Ausgabe Dezember 1978, Abschnitt 6.5.7.1 darf der im Kontraktorverfahren, siehe DIN 4126 Teil 1 (z. Z. Entwurf), eingebrachte Beton unter den Bedingungen für Beton B I hergestellt werden. Wenn Pfähle in injizierbarem oder klüftigem Baugrund verpreßt werden, ist der Zementanteil entsprechend zu erhöhen.

Das Größtkorn der Zuschlagstoffe darf nicht größer als die Hälfte der Betondeckung oder der lichte Abstand der Bewehrungsstäbe sein. Bei Pfählen mit kleinerem Schaftdurchmesser als 200 mm darf der Durchmesser des Größtkorns 8 mm nicht überschreiten.

Bei Verwendung von Zementmörtel sind Stoffe nach DIN 1045, Ausgabe Dezember 1978, Abschnitt 6, zu verwenden. In Abweichung von DIN 1045, Ausgabe Dezember 1978, Abschnitt 2.1.3.1, darf auf die Zugabe von Betonzuschlag verzichtet werden. Die Druckfestigkeit des Zementmörtels muß mindestens der Festigkeitsklasse B 25 des Betons entsprechen.

Die Verpreßarbeiten in der Krafteintragungslänge müssen unmittelbar nach dem Fertigstellen des Hohlraums erfolgen. Die Einbringung des Verpreßguts ist von der Sohle beginnend nach oben fortschreitend durchzuführen.

Das Verpreßgut muß durch Pumpen über Rohre, Schläuche oder das Bohrgestänge eingebracht werden. Ihre Austrittsöffnung muß beim Ziehen mindestens 3,0 m im Verpreßgut enden.

7.3 Nachverpressen

Nachverpressen ist immer dann erforderlich, wenn der Hohlraum nicht nach Abschnitt 7.2, Absatz 1 verpreßt worden ist.

Die Verpreßeinrichtung sollte symmetrisch im Pfahlquerschnitt angeordnet werden. Nachverpreßgut, -drücke und -mengen sind dem Baugrund und den örtlichen Verhältnissen anzupassen. Das Nachverpreßgut ist so zusammenzusetzen, daß Aufsprengungen wieder ausgefüllt werden. Unter Last stehende Pfähle dürfen nicht nachverpreßt werden.

7.4 Herstellungsprotokoll

Für alle Verpreßpfähle müssen während des Herstellens Protokolle geführt werden. Die dem verwendeten Pfahltyp entsprechenden Daten sind dabei dem Anhang A zu entnehmen.

8 Güteprüfung

Für den Nachweis der Güte der Baustoffe gilt DIN 1045, Ausgabe Dezember 1978, Abschnitt 7. Bei Verwendung von Zementmörtel ist abweichend von DIN 1045 der Nachweis der Druckfestigkeit nach DIN 4227 Teil 5 zu führen. Für die Güteprüfungen sind jedoch an je 7 Arbeitstagen, bzw. je Baustelle 2 Serien von 3 Zylindern herzustellen und zu prüfen.

9 Entwurf und Nachweise

9.1 Nachweis der äußeren Tragfähigkeit

Die Krafteintragungslänge der Verpreßpfähle muß in ausreichend tragfähigem Baugrund nach DIN 4014 Teil 1, Ausgabe August 1975, Abschnitt 13.1 liegen und soll mindestens 3,0 m betragen. In Fels oder felsähnlichen Böden darf die Krafteintragungslänge angemessen herabgesetzt werden. Sie soll jedoch 0,5 m nicht unterschreiten.

Bei Druckpfählen ist die Mächtigkeit der Bodenschicht darauf zu überprüfen, daß tieferliegende Schichten keine schädlichen Setzungen infolge der Pfahlbelastungen verursachen können.

Bei Verstärkungen bestehender Gründungen dürfen in Abweichung von DIN 1054, Ausgabe November 1976, Abschnitt 5.2.1 die Verpreßpfähle auch zur Übertragung von Teillasten herangezogen werden, wenn die Verträglichkeit des Verformungsverhaltens der beteiligten Gründungselemente berücksichtigt wird.

Die zulässige Pfahlbelastung ist aufgrund von Probebelastungen, welche nach DIN 1054, Ausgabe November 1976, Abschnitt 5.8 und Anhang durchzuführen sind, festzulegen. Die Probebelastungen sollen mindestens an 2 Pfählen, jedoch wenigstens an 3% aller Pfähle durchgeführt werden. 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 Probebelastungen vorgenommen.

Bei der Durchführung der Probebelastung ist die Mantelreibung in Bereichen, welche im Gebrauchszustand der Pfahlgründung abgegraben sind, durch konstruktive Maßnahmen auszuschalten. In den Fällen, in denen es erforderlich ist, die Pfahllasten auf eine begrenzte Schaftlänge einzuleiten, sind bei der Probebelastung konstruktive Maßnahmen zu ergreifen, die die Krafteinleitung in anderen Bereichen ausschließen. In Ausnahmefällen darf dieser Mantelreibungsanteil rechnerisch abgeschätzt werden.

Werden Bauwerkspfähle als Probepfähle verwendet, so ist nachzuweisen, daß sie unter der Prüflast keine Einbuße ihrer Tragfähigkeit erleiden.

Die Sicherheit muß mindestens die in Tabelle 2 angegebenen Werte haben. Für die Bestimmung der zulässigen Pfahlbelastung muß vom niedrigsten Versuchswert ausgegangen werden.

Tabelle 2. Sicherheitsbeiwerte η für Verpreßpfähle

Verpreßpfähle als	η bei Lastfall nach DIN 1054			
	1	2	3	
Druckpfähle	2,0	1,75	1,5	
Zugpfähle mit	0 bis 45° Abweichung zur Vertikalen	2,0	1,75	1,5
	80° Abweichung zur Vertikalen	3,0	2,5	2,0
Bei Zugpfählen sind die Werte zwischen 45 und 80° zu interpolieren				

Anmerkung: Nach DIN 1054, Ausgabe November 1976, Tabelle 8 und „Empfehlungen des Arbeitsausschusses Ufereinfassungen“ EAU 1980 – E 26 werden aus statischen und geometrischen Gründen bei Zugpfählen die Sicherheitsbeiwerte γ desto niedriger angesetzt, je größer die Abweichung des Zugpfahls zur Vertikalen ist. Demgegenüber werden in dieser Norm die Sicherheitsbeiwerte für als Zugpfähle verwendete Verpreßpfähle wegen der hier in der Regel höheren Ausnutzung der Mantelreibung mit größer werdender Abweichung zur Vertikalen erhöht. Damit soll im Vergleich zu Verpreßankern nach DIN 4125 Teil 1 und Teil 2 wegen des Verzichts auf den Grundsatz der Abnahmeprüfung ein vergleichbares Sicherheitsniveau erhalten werden.

Die Ergebnisse von Zugversuchen an Verpreßpfählen dürfen zur Beurteilung der Tragfähigkeit von Druckpfählen herangezogen werden, wenn die Pfahlkräfte im wesentlichen über die gesamte Länge durch Mantelreibung in den Boden übertragen werden.

Auf die Durchführung von Probelastungen darf verzichtet werden, wenn Ergebnisse von Probelastungen unter vergleichbaren Verhältnissen vorliegen.

Falls im Ausnahmefall keine Probelastungen ausgeführt werden, dürfen die Grenzmantelreibungswerte der Tabelle 3 verwendet werden. Spitzendruck darf zusätzlich nicht in Ansatz gebracht werden.

Tabelle 3. Grenzmantelreibungswerte für Verpreßpfähle

Bodenart	Druckpfähle MN/m ²	Zugpfähle MN/m ²
Mittel- und Grobkies	0,20	0,10
Sand und Kiessand	0,15	0,08
Bindiger Boden	0,10	0,05

Die zulässigen Mantelreibungswerte ergeben sich nach Teilung der Grenzmantelreibungswerte nach Tabelle 3 durch den Sicherheitsbeiwert γ nach Tabelle 2.

Für Einzelpfähle mit Gesamtlängen bis zu 10 m ohne freistehende Teile sind axiale Pfahlkopfverschiebungen in einer Größenordnung bis 10 mm unter zulässiger Belastung zu erwarten. In diesen Werten sind die elastischen und bleibenden Verschiebungen enthalten.

9.2 Innere Tragfähigkeit

Mit Beton hergestellte Ortbetonpfähle sind nach DIN 1045 zu bemessen. Für die Bemessung von Verbundpfählen und nicht DIN 1045 entsprechenden Ortbetonpfählen (z. B. mit Zementmörtel hergestellte Verpreßpfähle) ist der Nachweis der Brauchbarkeit zu führen.

Bei Ortbetonpfählen ist der Nachweis der Beschränkung der Rißbreite nach DIN 1045, Ausgabe Dezember 1978, Abschnitt 17.6.2 für eine zu erwartende Rißbreite „sehr gering“ zu führen.

Wenn bei Verbundpfählen Beton oder Zementmörtel als Korrosionsschutz verwendet wird, ist sinngemäß zu verfahren.

Andere Maßnahmen gelten nur dann als Korrosionsschutz, wenn nachgewiesen ist, daß sie bei den gegebenen Beanspruchungen auf Dauer einen dem Beton oder Zementmörtel gleichwertigen Schutz darstellen.

9.3 Knicksicherheitsnachweis

Wenn die Scherfestigkeit des undränierten bindigen Bodens nach DIN 18 137 Teil 1 oder DIN 4096 kleiner als 10 kN/m² ist, ist in Ergänzung zu DIN 1054, Ausgabe November 1976, Abschnitt 5.2.10 ein Knicksicherheitsnachweis für einen seitlich nicht gestützten Stab zu führen.

9.4 Biegebeanspruchung

Ergänzend zu DIN 1054, Ausgabe November 1976, Abschnitt 5.3.3 ist die Biegebeanspruchung infolge Seitendruck entsprechend den Empfehlungen der DGEG „Seitendruck auf Pfähle durch Bewegung von weichen bindigen Böden“ zu berücksichtigen.

Um Biegebeanspruchungen einzelner Pfähle aus ungewollter ausmittiger Belastung zu vermeiden, sind die Pfähle so anzuordnen, daß solche Ausmittigkeiten als unschädlich für den Einzelpfahl angesehen werden können.

Anmerkung: Das bedeutet z. B. die Anordnung von mindestens drei Pfählen unter einer Einzellast oder von zwei Pfahlreihen unter einer Linienlast, es sei denn, andere konstruktive Maßnahmen werden ergriffen.

9.5 Standsicherheit und Verformungsverhalten des Gesamtsystems

Die Standsicherheit und das Verformungsverhalten des Gesamtsystems ist nachzuweisen. Es ist dabei sinngemäß nach DIN 1054, Ausgabe November 1976, Abschnitt 5.2.3 und Abschnitt 5.3 zu verfahren.

Bei Verwendung von Verpreßpfählen für Verankerungen ist DIN 4125 Teil 1, Ausgabe Juni 1972, Abschnitte 5.6 bis 5.8 sinngemäß zu berücksichtigen.

Bei Schwell- und Wechselbeanspruchungen ist neben der üblichen Probelastung zur Ermittlung der Grenzlast die Schwell- und Wechselbelastung des Gebrauchszustandes zu simulieren. Die Anzahl der Lastwechsel im Versuch muß ausreichen, um auf das Abklingen der Verformungszunahme auf Null schließen zu können. Bei Schwellbelastungen darf auf diesen Versuch verzichtet werden, wenn der Schwelllastanteil kleiner als 50% der Gebrauchslast ist.

Anhang A

Inhaltsangabe für das Protokoll zum Herstellen von Verpreßpfählen nach DIN 4128

1 Allgemeine Angaben für das Bauvorhaben

- 1.1 Firma
- 1.2 Baustelle
- 1.3 Pfahlplan Nr
- 1.4 Bewehrungsplan Nr
- 1.5 Einbauplan Nr
- 1.6 Beschreibung des Pfahlsystems
- 1.7 Zulassung Nr
- 1.8 Bohrgerät / Ramme
- 1.9 Bohrrohr ϕ_a / ϕ_i
- 1.10 Krone ϕ_a / Pfahlschuhabmessung
- 1.11 Innennippel
- 1.12 Spülung: Luft / Wasser / Suspension / außen / innen
- 1.13 Einbringung des Verpreßguts mit Schlauch / Rohr / Bohrgestänge
- 1.14 Gerät für Verpressen
- 1.15 Verpressen durch Luft / Flüssigkeit
- 1.16 Festigkeitsklasse des Betons / Zementmörtels
- 1.17 Mischungszusammensetzung
 - 1.17.1 Zement: Art, Festigkeitsklasse, Gewichtsanteil je Volumeneinheit
 - 1.17.2 Zuschlag: Größtkorn, Gewichtsanteil je Volumeneinheit
 - 1.17.3 Zusatzmittel: Art, Gewichtsanteil bezogen auf Zementgewicht
 - 1.17.4 Zusatzstoff: Art, Gewichtsanteil je Volumeneinheit
 - 1.17.5 Wasserzementwert
 - 1.17.6 Ergebnis der Eignungsprüfung
- 1.18 Bewehrungsstoß: Überdeckung / Schweißung / oder Stoß des Traggliedes: Muffe / Spannstift

2 Pfahldaten für jeden einzelnen Pfahl

- 2.1 Allgemeines
 - 2.1.1 Pfahlnummer
 - 2.1.2 Pfahldurchmesser
 - 2.1.3 Neigung gegen die Vertikale
 - 2.1.4 Pfahlkopflage zur Bohrebene und Bauwerksnull oder absolut
 - 2.1.5 Pfahllänge
 - 2.1.6 Leerstrecke
 - 2.1.7 Krafteintragungslänge
- 2.2 Schichtenfolge entsprechend DIN 4014 Teil 1, Ausgabe August 1975, Anhang oder Rammberichte entsprechend DIN 4026, Ausgabe August 1975, Anhang
- 2.3 Pfahlbewehrung / Tragglied
 - 2.3.1 Länge des Bewehrungskorbes / Traggliedes
 - 2.3.2 OK des Bewehrungskorbes / Traggliedes bezogen auf Bohrebene und Bauwerksnull oder absolut
 - 2.3.3 Anzahl der Stöße
- 2.4 Verpressen, Nachverpressen
 - 2.4.1 Verpreßdruck in der Krafteintragungslänge (Enddruck an Pumpe)
 - 2.4.2 Verbrauchtes Volumen je Ventil des Verpreßguts
 - 2.4.3 Verbrauchtes Gesamtvolumen des Verpreßguts
- 2.5 Ausführungszeiten
 - 2.5.1 Bohren / Rammen
 - 2.5.2 Bewehren / Einbau Tragglied
 - 2.5.3 Verpressen
 - 2.5.4 Nachverpressen
- 2.6 Bemerkungen / Besonderheiten
- 2.7 Unterschriften
 - 2.7.1 Bohrmeister / Polier / Vorarbeiter
 - 2.7.2 Bauleiter des Unternehmers
 - 2.7.3 Vertreter des Bauherrn
- 2.8 Datum

Zitierte Normen und andere Unterlagen

- DIN 1045 Beton- und Stahlbeton; Bemessung und Ausführung
- DIN 1050 Stahl im Hochbau; Berechnung und bauliche Durchbildung
- DIN 1054 Baugrund; zulässige Belastung des Baugrunds
- DIN 1080 Teil 1 Begriffe, Formelzeichen und Einheiten im Bauingenieurwesen; Grundlagen
- DIN 4014 Teil 1 Bohrpfähle herkömmlicher Bauart; Herstellung, Bemessung und zulässige Belastung
- DIN 4026 Rammpfähle; Herstellung, Bemessung und zulässige Belastung
- DIN 4030 Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase
- DIN 4096 Baugrund; Flügelsondierung, Maße des Gerätes, Arbeitsweise, Auswertung
- DIN 4125 Teil 1 Erd- und Felsanker; Verpreßanker für vorübergehende Zwecke im Lockergestein; Bemessung, Ausführung und Prüfung
- DIN 4125 Teil 2 Erd- und Felsanker; Verpreßanker für dauernde Verankerungen (Daueranker) im Lockergestein; Bemessung, Ausführung und Prüfung
- DIN 4126 Teil 1 (z. Z. Entwurf) Schlitzwände; Ortbeton-Schlitzwände; Konstruktion und Ausführung
- DIN 4227 Teil 5 Spannbeton; Einpressen von Zementmörtel in Spannkanäle
- DIN 18 137 Teil 1 (Vornorm) Baugrund; Untersuchung von Bodenproben, Bestimmung der Scherfestigkeit, Begriffe und grundsätzliche Versuchsbedingungen
- EAU (1980) Empfehlungen des Arbeitsausschusses „Ufereinfassungen“ der Hafenbautechnischen Gesellschaft und der Deutschen Gesellschaft für Erd- und Grundbau (1981), 6. Auflage, Verlag Ernst & Sohn
- DVGW-Arbeitsblatt GW 9 Merkblatt für die Beurteilung der Korrosionsgefährdung von Eisen und Stahl im Erdboden; ZfGW-Verlag, Frankfurt am Main
- Empfehlungen des AK 5 der Deutschen Gesellschaft für Erd- und Grundbau (DGEG) „Seitendruck auf Pfähle durch Bewegung von weichen bindigen Böden“, Geotechnik 1978, S. 100 ff.
- Zu beziehen bei der DGEG Kronprinzenstraße 35 a, 4300 Essen.

Internationale Patentklassifikation

E 02 D 5/34