

Verdrängungspfähle		Vornorm
Teil 500: Herstellung		DIN V
		4026-500
ICS 93.020		
Deskriptoren: Bauwesen, Pfahl, Verdrängungspfahl, Herstellung		
Displacement piles – Part 500: Production		
Pieux de déplacement – Partie 500: Fabrication		
Eine Vornorm 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.		
Inhalt		
	Seite	Seite
Vorwort	2	7.5.1 Allgemeines 6
1 Anwendungsbereich	2	7.5.2 Baustoffe 6
2 Normative Verweisungen	2	7.6 Ortbetonpfähle 6
3 Definitionen	3	7.6.1 Maße 6
3.1 Verdrängungspfähle	3	7.6.2 Baustoffe 6
3.1.1 Fertigpfähle	3	7.6.3 Bauteilbemessung 7
3.1.2 Ortbetonverdrängungspfähle	3	7.6.4 Bewehrung 7
3.1.3 Verpreßte Verdrängungspfähle	3	8 Herstellung 7
3.2 Nenndurchmesser des Pfahlschaftes von Ortbetonpfählen	3	8.1 Bauleitung 7
4 Bezeichnung	3	8.2 Einbringen von Fertigpfählen 7
5 Geotechnische Erkundung	4	8.2.1 Rammen 7
6 Bautechnische Unterlagen	4	8.2.2 Zusätzliche Maßnahmen 8
7 Baustoffe und Konstruktion	4	8.3 Herstellung von verpreßten Verdrängungspfählen 8
7.1 Allgemeines	4	8.4 Herstellung von Ortbetonpfählen 8
7.2 Holzpfähle	4	8.4.1 Ortbetonrammpfähle 8
7.2.1 Holzgüte	4	8.4.1.1 Allgemeines 8
7.2.2 Maße	4	8.4.1.2 Rammen 8
7.2.3 Zurichten der Holzpfähle	5	8.4.1.3 Bewehren und Betonieren 9
7.2.4 Lebensdauer	5	8.4.2 Schraubpfähle 9
7.3 Stahlpfähle	5	8.4.2.1 Allgemeines 9
7.3.1 Allgemeines	5	8.4.2.2 Eindrücken und -drehen 9
7.3.2 Stahlsorten	5	8.4.2.3 Bewehren und Betonieren 9
7.3.3 Schweißverbindungen	5	Anhang A (informativ) Kleiner Rammbericht (Mustervordruck 1) 10
7.3.4 Verstärkungen	5	Anhang B (informativ) Großer Rammbericht (Mustervordruck 2) 11
7.3.5 Korrosionsschutz	6	Anhang C (informativ) Grunddaten für das Herstellen von Ortbetonverdrängungspfählen (Mustervordruck 3) 12
7.4 Fertigpfähle aus Stahlbeton oder Spannbeton	6	Anhang D (informativ) Variable Daten für das Herstellen von Schraubpfählen (Mustervordruck 4) 13
7.4.1 Stahlbetonfertigpfähle	6	Anhang E (informativ) Grunddaten für das Herstellen von Schraubpfählen (Mustervordruck 5) 14
7.4.1.1 Baustoffe	6	Anhang F (informativ) Literaturhinweise 15
7.4.1.2 Bemessung der inneren Tragfähigkeit	6	
7.4.1.3 Bewehrung	6	
7.4.1.4 Betondeckung	6	
7.4.1.5 Kupplungen	6	
7.4.2 Spannbetonfertigpfähle	6	
7.5 Verpreßte Verdrängungspfähle	6	

Fortsetzung Seite 2 bis 15

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

Document

Fortsetzung Seite 2 bis 15

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

Vorwort

Diese Vornorm ist das Beratungsergebnis eines gemeinsamen Ausschusses des Fachbereichs "Grundbau, Geotechnik" des Normenausschusses Bauwesen im DIN Deutsches Institut für Normung e.V. und der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V. Er dient als Beitrag zur Europäischen Normung auf diesem Gebiet. Mit dieser Vornorm wird der Öffentlichkeit das Ergebnis der Beratungen der Einsprüche zu E DIN 4026 : 1994-10 vorgestellt.

Der Zusatz "Teil 500" weist darauf hin, daß es sich um eine "Herstellungsvornorm" handelt. Sie berücksichtigt bezüglich der Herstellung die neueren Entwicklungen und stellt in diesem Sinne eine Fortschreibung der DIN 4026 dar, ohne diese schon zum jetzigen Zeitpunkt zu ersetzen.

Da die Ausführung von Verdrängungspfählen eine gründliche Kenntnis der Bauart und große Erfahrung erfordert, 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 Bohr- oder Rammeister, die Verdrängungspfähle bereits mit Erfolg hergestellt haben, beaufsichtigt werden. Die Unfallverhütungsvorschriften (UVV) der gewerblichen Berufsgenossenschaften sind zu beachten.

1 Anwendungsbereich

Diese Vornorm gilt für alle Verdrängungspfähle, die durch Rammen, Rütteln, Eindrücken oder Drehen eingebracht werden, und bei denen der Boden vollständig verdrängt wird. Dabei können die Pfahlschäfte vorgefertigt sein oder in Vortreibrohren vor Ort hergestellt oder verpreßt werden. Sie gilt auch für Spundwandprofile und Rohre, wenn diese vertikale Lasten übertragen sollen. Sie gilt für Pfähle, deren Länge im Baugrund mindestens 5,0 m beträgt oder deren Länge mindestens dem 5fachen Pfahldurchmesser entspricht, wobei der größere Wert von beiden maßgebend ist. Wird diese Länge unterschritten, wird von Fundamenten gesprochen, und es gelten nur die Anforderungen der Abschnitte 5 bis 8. Für Pfähle, bei deren Herstellung der Boden vollständig verdrängt wird, das Pfahlsystem aber von dem bisher beschriebenen abweicht, sind die Regelungen dieser Vornorm für die Herstellung und Bemessung sinngemäß anzuwenden bzw. im Rahmen einer Zustimmung im Einzelfall oder einer bauaufsichtlichen Zulassung zu regeln.

Die Vornorm gilt nicht für Verpreßpfähle nach DIN 4128 (Verpreßpfähle mit kleinem Durchmesser), Betonrüttelsäulen und Injektionskörper. Es werden die Anforderungen und Bedingungen behandelt, die mit der Herstellung verbunden sind. Die Tragfähigkeit ist nicht Inhalt dieser Norm.

2 Normative Verweisungen

Diese Vornorm 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 Vornorm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

- DIN 488-1
Betonstahl – Sorten, Eigenschaften, Kennzeichen
- DIN 488-2
Betonstahl – Betonstabstahl, Maße und Gewichte
- DIN 488-3
Betonstahl – Betonstabstahl, Prüfungen
- DIN 488-4
Betonstahl – Betonstahlmatten und Bewehrungsdraht, Aufbau, Maße und Gewichte
- DIN 488-5
Betonstahl – Betonstahlmatten und Bewehrungsdraht, Prüfungen

- DIN 488-6
Betonstahl – Überwachung (Güteüberwachung)
- DIN 488-7
Betonstahl – Nachweis der Schweißeignung von Betonstabstahl, Durchführung und Bewertung der Prüfungen
- DIN 1045
Beton und Stahlbeton – Bemessung und Ausführung
- DIN 1048-1
Prüfverfahren für Beton – Frischbeton
- DIN 1048-2
Prüfverfahren für Beton – Festbeton in Bauwerken und Bauteilen
- DIN 1052-1
Holzbauwerke – Berechnung und Ausführung
- DIN 1054
Baugrund – Zulässige Belastung des Baugrunds
- DIN 1164-1
Zement – Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen
- DIN 1629
Nahtlose kreisförmige Rohre aus unlegierten Stählen für besondere Anforderungen – Technische Lieferbedingungen
- DIN 2448
Nahtlose Stahlrohre – Maße, längenbezogene Massen
- DIN 2458
Geschweißte Stahlrohre – Maße, längenbezogene Massen
- DIN 4020
Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke
- DIN 4021
Baugrund – Aufschluß durch Schürfe und Bohrungen sowie Entnahme von Proben
- DIN 4030-1
Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase – Grundlagen und Grenzwerte
- DIN 4030-2
Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase – Entnahme und Analyse von Wasser- und Bodenproben
- DIN 4074-2
Bauholz für Holzbauteile – Gütebedingungen für Bau- und Rundholz (Nadelholz)
- DIN 4094
Baugrund – Erkundung durch Sondierungen
- DIN 4096
Baugrund – Flügelsondierung – Maße des Gerätes, Arbeitsweise, Auswertung

- DIN 4128
Verpreßpfähle (Ortbeton- und Verbundpfähle) mit kleinem Durchmesser – Herstellung, Bemessung und zulässige Belastung
- DIN 4227-1
Spannbeton – Bauteile aus Normalbeton mit beschränkter oder voller Vorspannung
- DIN 4227-5
Spannbeton – Einpressen von Zementmörtel in Spannkäule
- DIN 17120
Geschweißte kreisförmige Rohre aus allgemeinen Baustählen für den Stahlbau – Technische Lieferbedingungen
- DIN 18136
Baugrund, Versuche und Versuchsgeräte – Bestimmung der einaxialen Druckfestigkeit – Einaxialversuch
- DIN 18137-1
Baugrund, Versuche und Versuchsgeräte – Bestimmung der Scherfestigkeit – Begriffe und grundsätzliche Versuchsbedingungen
- DIN 18137-2
Baugrund, Versuche und Versuchsgeräte – Bestimmung der Scherfestigkeit – Triaxialversuch
- DIN 18304
VOB Verdingungsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV), Rammarbeiten
- DIN 18800-1
Stahlbauten – Bemessung und Konstruktion
- DIN 18800-7
Stahlbauten – Herstellen, Eignungsnachweise zum Schweißen
- DIN 50929-3
Korrosion der Metalle – Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe bei äußerer Korrosionsbelastung – Rohrleitungen und Bauteile in Böden und Wässern
- DIN 68367
Bestimmung der Güteermkmale von Laubschnittholz
- DIN EN 719
Schweißaufsicht – Aufgaben und Verantwortung; Deutsche Fassung EN 719 : 1994
- DIN EN 729-1
Schweißtechnische Qualitätsanforderungen – Schmelzschweißen metallischer Werkstoffe – Teil 1: Richtlinien zur Auswahl und Verwendung; Deutsche Fassung EN 729-1 : 1994
- DIN EN 729-3
Schweißtechnische Qualitätsanforderungen – Schmelzschweißen metallischer Werkstoffe – Teil 3: Standard-Qualitätsanforderungen; Deutsche Fassung EN 729-3 : 1994
- DIN EN 729-4
Schweißtechnische Qualitätsanforderungen – Schmelzschweißen metallischer Werkstoffe – Teil 4: Elementar-Qualitätsanforderungen; Deutsche Fassung EN 729-4 : 1994
- DIN EN 10025
Warmgewalzte Erzeugnisse aus unlegierten Baustählen – Technische Lieferbedingungen (enthält Änderung A1 : 1993); Deutsche Fassung EN 10025 : 1990
- DIN EN 25817
Lichtbogenschweißverbindungen an Stahl – Richtlinie für die Bewertungsgruppen von Unregelmäßigkeiten (ISO 5817 : 1992); Deutsche Fassung EN 25817 : 1992
- EAU E 16 Empfehlungen des Arbeitsausschusses "Ufereinfassungen" ¹⁾

- EAU E 22 Empfehlungen des Arbeitsausschusses "Ufereinfassungen" ¹⁾
- EAU E 35 Empfehlungen des Arbeitsausschusses "Ufereinfassungen" ¹⁾
- EAU E 67 Empfehlungen des Arbeitsausschusses "Ufereinfassungen" ¹⁾
- EAU E 99 Empfehlungen des Arbeitsausschusses "Ufereinfassungen" ¹⁾
- EAU E 163 Empfehlungen des Arbeitsausschusses "Ufereinfassungen" ¹⁾

3 Definitionen

Für die Anwendung dieser Vornorm gelten die folgenden Definitionen:

3.1 Verdrängungspfähle

Verdrängungspfähle sind Ortbeton- und Fertigpfähle, bei deren Einbringen in den Baugrund der Boden vollständig verdrängt wird.

3.1.1 Fertigpfähle

Fertigpfähle sind Pfähle aus Stahl, Stahlbeton oder Holz, die in ihrer gesamten Länge oder in gekuppelten Teillängen durch Rammen, Rütteln, Drücken oder Drehen in den Baugrund eingebracht werden.

3.1.2 Ortbetonverdrängungspfähle

Ortbetonverdrängungspfähle sind Pfähle, die in einem im Baugrund durch Bodenverdrängung hergestellten Hohlraum durch anschließendes Einbringen von Beton, gegebenenfalls mit Bewehrung, hergestellt werden. Der Hohlraum wird durch Rammen, Rütteln, Drücken oder Drücken und Drehen (Schrauben) eines Vortreibrohres hergestellt.

3.1.3 Verpreßte Verdrängungspfähle

Verpreßte Verdrängungspfähle sind Fertigpfähle mit einem am Fuß gegenüber dem Schaft vergrößerten Querschnitt. Der entstehende Hohlraum wird während des Einbringens verfüllt oder unter geringem Druck verpreßt.

3.2 Nenndurchmesser des Pfahlschaftes von Ortbetonpfählen

Der Nenndurchmesser D des Pfahlschaftes von Ortbetonpfählen ist der Außendurchmesser des Vortreibrohres bzw. der mit der Drehspitze über die gesamte Pfahllänge sicher herzustellende Pfahlschaftdurchmesser.

4 Bezeichnung

Die Bezeichnung eines Verdrängungspfahles besteht aus folgenden Angaben:

- Benennung
- DIN-Hauptnummer
- Pfahlart

– Fertigpfahl	T
– Ortbetonpfahl	O

gegebenenfalls

- | | |
|-----------------------------|---|
| – mit Verpressung | P |
| – mit Pfahlfußverbreiterung | F |

d) Einbringverfahren

- | | |
|-----------|---|
| – Drücken | G |
| – Rammen | R |
| – Rütteln | Ü |
| – Drehen | C |

e) Querschnittsangabe

- | |
|---|
| – Nenndurchmesser, größtes Querschnittsmaß oder Angabe des Stahlprofils, bei Pfahlfußver- |
|---|

¹⁾ Zu beziehen durch Verlag Ernst & Sohn, Berlin

breiterung Angabe von: Pfahlschaftdurchmesser
und Pfahlfußdurchmesser

- Profilform: kreisförmig K
 quadratisch Q
 Profilbezeichnung nach DIN

Bezeichnung eines Verdrängungspfahles, der als Fertigpfahl (T) durch Rammen (R) eingebracht wird und einen quadratischen Querschnitt mit 0,4 m (0,4 Q) Seitenlänge aufweist:

PFAHL DIN 4026 – TR – 0,4 Q

Bezeichnung eines Verdrängungspfahles, der als Ortbetonpfahl (O) durch Drehen (C) und Drücken (G) mit einem Pfahlschaftdurchmesser von 0,6 m (0,6 K) hergestellt wird:

PFAHL DIN 4026 – OCG – 0,6 K

Bezeichnung eines Verdrängungspfahles, der als Ortbetonpfahl (O) mit Pfahlfußverbreiterung (F) durch Rammen (R) mit einem Pfahlschaftdurchmesser von 0,5 m und einem Pfahlfußdurchmesser von 0,7 m (0,7 K) hergestellt wird:

PFAHL DIN 4026 – OFR – 0,5/0,7 K

5 Geotechnische Erkundung

Für die Anforderungen an die geotechnischen Untersuchungen gilt DIN 4020. Die Erkundung selbst muß nach DIN 4021 erfolgen und muß Aufschluß geben über:

- Folge, Dicke und Lage der Boden- und Felsschichten;
- boden- und felsmechanische Eigenschaften;
- Grundwasserstände und ihre Wechsel, gespanntes Grundwasser;
- die Dicke der tragenden Schicht.

Die boden- und felsmechanischen Eigenschaften sind durch Labor- und Feldversuche zu ermitteln. Insbesondere sind zu ermitteln:

- a) bei grobkörnigen Böden
- der Sondierspitzenwiderstand, gemessen mit der Drucksonde CPT nach DIN 4094 oder
 - die Schlagzahlen N_{10} , gemessen mit der schweren Rammsonde nach DIN 4094 oder
 - die Schlagzahlen N_{30} , gemessen mit der Standardsonde SPT nach DIN 4094;
- b) bei feinkörnigen Böden
- die Scherfestigkeit des undrained Bodens nach DIN 18136 oder DIN 18137-1 und DIN 18137-2 oder mit Flügelsonden nach DIN 4096;
 - die c_u -Werte und die Sensitivität von Schichten mit geringer Konsistenz ($I_c < 0,5$).
- c) im Fels und in felsartigen Böden
- sind Aufschluß- und Untersuchungsverfahren zu wählen, die neben dem Schichtenaufbau, dem Trennflächengefüge, der Gesteinsart und der Gesteinsfestigkeit auch Angaben zur Gebirgsfestigkeit liefern.
 - Grundwasser und Boden sind nach DIN 4030-1 und DIN 4030-2 auf betonangreifende und nach DIN 50929-3 auf korrosionsfördernde Stoffe hin zu untersuchen. Das geotechnische Gutachten muß auch Aufschluß über mögliche Hindernisse geben (siehe DIN 18304). Diese Angaben müssen eine Beurteilung der Herstellung nach Abschnitt 8 ermöglichen. Es ist zu beurteilen, ob durch den Herstellvorgang die Eigenschaften der Böden so verändert werden, daß die Herstellung des Pfahlsystems beeinträchtigt und die bestehende Bebauung sowie deren Nutzung gefährdet wird. Bei schwierigen Baugrundverhältnissen, langen Pfählen oder schwerer Rammung sollten Probepfähle zur Be-

urteilung der Herstellungsmöglichkeit von Verdrängungspfählen durchgeführt werden.

6 Bautechnische Unterlagen

Folgende Unterlagen müssen vor Baubeginn vorliegen:

- a) Geotechnischer Bericht nach DIN 4020 mit Angaben für die Herstellungsmöglichkeiten der Pfähle;
- b) Beschreibung und Darstellung des Pfahlsystems und der Pfahlherstellung;
- c) Rammplan/Pfahlplan mit Beschreibung des Bauablaufs für den Anwendungsfall;
- d) Angaben über geplante Meßprogramme;
- e) Tragfähigkeits- bzw. Standsicherheitsnachweise und Konstruktionszeichnungen;
- f) Verfahrens- und Arbeitsanweisungen wie z.B. Rammvorschrift.

7 Baustoffe und Konstruktion

7.1 Allgemeines

Die Aufnahme der Schnittgrößen ist nachzuweisen. Für die Wahl des Rammgutes (Baustoff, Querschnitt bzw. Profil) sind neben statischen Erfordernissen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten insbesondere auch die Beanspruchungen aus dem Einbringen in den Baugrund zu beachten. Fertigpfähle sind auch für die Beanspruchungen beim Transport und Einbringen zu bemessen. Baustoffe dürfen nicht durch Boden und Wasser beeinträchtigt werden, gegebenenfalls sind besondere Maßnahmen oder geeignete Baustoffe zu verwenden. Bei der Bemessung von Verdrängungspfählen sind als herstellungstechnisch bedingte geometrische Imperfektionen eine Exzentrizität (e in cm)

$$e = 0,05 \times D; e_{\min} = 5 \text{ cm}$$

und eine Pfahlneigung

$$\Delta \tan \varphi = 0,015$$

gegenüber dem Sollwert zu berücksichtigen, soweit nicht das angewandte Herstellungsverfahren oder die örtlichen Verhältnisse den Ansatz größerer Werte von e oder $\Delta \tan \varphi$ erfordern. Auf die Berücksichtigung dieser Imperfektionen darf verzichtet werden, wenn eine ungewollte Biegebeanspruchung durch die lastverteilende Wirkung von Pfahlrostplatten und Pfahljochen ausgeschlossen wird. Bei der Pfahlanordnung und Reihenfolge der Pfahlherstellung sind die Art des Herstellungsverfahrens, die Bodenart und deren Eigenschaften zu berücksichtigen.

7.2 Holzpfähle

7.2.1 Holzgüte

Rammpfähle aus Holz müssen gerade (Pfeilhöhe $\leq 1/300$ der Pfahllänge) und frei von schädlichem Drehwuchs (siehe "Faserneigung" in DIN 68367) sein und eine möglichst gleichmäßige Verjüngung vom Stamm- zum Zopfende haben, wobei der Durchmesser höchstens 1,5 cm je Meter kleiner werden darf. Im übrigen muß das für Rammpfähle verwendete Baurundholz mindestens der Güteklasse II nach DIN 4074-2 entsprechen. Für Laubhölzer und Harthölzer gelten diese Festlegungen sinngemäß. Die Tragfähigkeit darf über die zulässige Beanspruchung nach DIN 1052-1 ermittelt werden.

7.2.2 Maße

Der mittlere Durchmesser (gemessen auf halber Pfahllänge) muß aus konstruktiven und rammtechnischen Gründen auf die Pfahllänge l abgestimmt werden. Dabei sollten die Maße nach Tabelle 1 eingehalten werden.

Tabelle 1: Maße des mittleren Durchmessers

Pfahllänge l m	mittlerer Durchmesser ¹⁾ cm
< 6	25
≥ 6	$20 + l^2$
1) Grenzabmaße ± 2 cm	
2) Pfahllänge ist in m einzusetzen	

7.2.3 Zurichten der Holzpfähle

Die Pfähle müssen vor dem Rammen von Borke befreit werden. Bast braucht nicht entfernt zu werden. Die Pfahlspitze, die in der Regel am Zopfende angeordnet ist, muß axial-symmetrisch angeschnitten werden. Die Pfahlspitze ist mit der Neigung 2 : 1 bei weichen Böden und bis 4 : 1 bei festen Böden anzuschragen. Der Pfahlkopf muß gegen Aufspalten beim Rammen durch Rammhauben oder Rammringe gesichert werden. Gegebenenfalls ist auch die Pfahlspitze durch Bandeisen zu schützen.

7.2.4 Lebensdauer

Pfähle im Wasserwechselbereich und darüber haben im allgemeinen eine geringe Lebensdauer. Diese wird erhöht, wenn die Pfähle besonders geschützt werden. Bezüglich der Fäulnisgrenze, dem Schutz gegen Fäulnis, dem Angriff durch die Bohrmuschel, dem chemischen Angriff und der Gebrauchsdauer von Harthölzern siehe EAU E 22 und EAU E 163.

7.3 Stahlpfähle

7.3.1 Allgemeines

Stahlpfähle sind entweder in ihrer ursprünglichen Profilform gelieferte Walzwerkezeugnisse oder aus solchen zusammengesetzt. Es werden Trägerpfähle sowie Kasten- und Rohrpfähle ohne oder mit geschlossenem Pfahlfuß sowie Pfähle mit Verstärkungen am Schaft oder am Fuß unterschieden.

7.3.2 Stahlsorten

Für Ramm- und Rüttelpfähle aus Stahl dürfen im allgemeinen S 235 JR nach DIN EN 10025 bzw. StSp37 nach EAU E 67 verwendet werden. In besonderen Fällen, vor allem bei Rammpfählen für schwere Rammung oder bei Rammpfählen, die auf Biegung beansprucht werden, ist Stahl mit höherer Streckgrenze nach DIN EN 10025 bzw. EAU E 67 zu wählen. Für die Maße von nahtlosen Rohren gilt DIN 2448 und für die Festigkeit DIN 1629. Für die Maße von geschweißten Rohren (spiral- oder längsnahtgeschweißt) gilt DIN 2458 und für die Festigkeit DIN 17120.

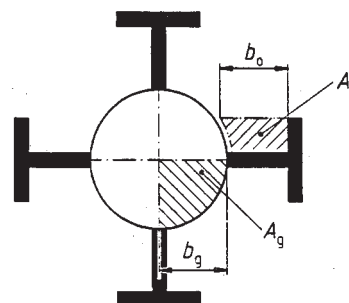
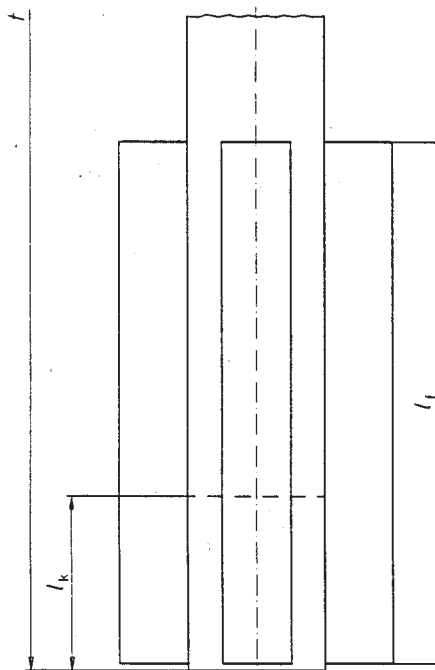
7.3.3 Schweißverbindungen

Für Schweißverbindungen gelten DIN 18800-1 und DIN 18800-7, DIN EN 719, DIN EN 729-1, DIN EN 729-3 und DIN EN 729-4 sowie DIN EN 25817. Alle zum Einsatz kommenden Stähle müssen schweißbar sein. Hinsichtlich der Schweißbeignung der Spundwandstähle siehe EAU E 67. Für die Ausführung von Schweißverbindungen gilt EAU E 99.

7.3.4 Verstärkungen

Werden Stahlpfähle zur Verbesserung der Lastabtragung am Fuß oder am Schaft mit Verstärkungen ausgerüstet, so sind diese axialsymmetrisch anzuordnen. Solche Verstärkungen werden angeschweißt, wobei die Schweißnaht so kräftig auszubilden ist, daß die absprengende Wirkung des Bodenpropfens auch bei schwerer Rammung aufgenommen werden kann. Am oberen und unteren Ende von Flügeln sind hierzu mindestens 8 mm dicke Schweißnähte (Quernähte, siehe EAU E 16) zwischen anzuordnen.

Die Pfropfenbildung bei Fußverstärkungen muß durch eine entsprechende konstruktive Ausbildung sichergestellt werden (siehe Bild 1).



- t Rammtiefe
- l_k Länge der Auskreuzung
- l_f Flügellänge
- A_o Grundflächen der offenen Zellen
- b_o Weite der offenen Zellen
- A_g Grundflächen der geschlossenen Zellen
- b_g Weite der geschlossenen Zellen

Bild 1: Beispiel einer Fußausbildung zur Pfropfenbildung

Folgende Werte haben sich bewährt:

- Grundfläche der offenen Zellen:
 $A_o = 0,05$ bis $0,1 \text{ m}^2$
- Weite der offenen Zellen:
 $b_o = 0,3$ bis $0,4 \text{ m}$
- Grundfläche der geschlossenen Zellen:
 $A_g = 0,1$ bis $0,2 \text{ m}^2$
- Weite der geschlossenen Zellen:
 $b_g = 0,2$ bis $0,4 \text{ m}$
- Länge der Auskreuzung:
 $l_k = 0,5$ bis $2,5 \text{ m}$
- Länge der Flügel:
 $l_f = \text{i.M. } 10 \times b_o$