

**Allgemeine
bauaufsichtliche
Zulassung/
Allgemeine
Bauartgenehmigung**

Zulassungsstelle für Bauprodukte und Bauarten

Bautechnisches Prüfamnt

Eine vom Bund und den Ländern
gemeinsam getragene Anstalt des öffentlichen Rechts

Mitglied der EOTA, der UEAtc und der WFTAO

Datum:

24.06.2020

Geschäftszeichen:

I 64-1.34.25-1/18

Nummer:

Z-34.25-248

Geltungsdauer

vom: **24. Juni 2020**

bis: **24. Juni 2025**

Antragsteller:

vR production (DUKTUS) gmbh

Sophienstraße 52-54

35576 Wetzlar

Gegenstand dieses Bescheides:

vR DUKTUS duktiler Rammpfahl

Der oben genannte Regelungsgegenstand wird hiermit allgemein bauaufsichtlich
zugelassen/genehmigt.

Dieser Bescheid umfasst 14 Seiten und fünf Anlagen.

DIBt

I ALLGEMEINE BESTIMMUNGEN

- 1 Mit diesem Bescheid ist die Verwendbarkeit bzw. Anwendbarkeit des Regelungsgegenstandes im Sinne der Landesbauordnungen nachgewiesen.
- 2 Dieser Bescheid ersetzt nicht die für die Durchführung von Bauvorhaben gesetzlich vorgeschriebenen Genehmigungen, Zustimmungen und Bescheinigungen.
- 3 Dieser Bescheid wird unbeschadet der Rechte Dritter, insbesondere privater Schutzrechte, erteilt.
- 4 Dem Verwender bzw. Anwender des Regelungsgegenstandes sind, unbeschadet weiter gehender Regelungen in den "Besonderen Bestimmungen", Kopien dieses Bescheides zur Verfügung zu stellen. Zudem ist der Verwender bzw. Anwender des Regelungsgegenstandes darauf hinzuweisen, dass dieser Bescheid an der Verwendungs- bzw. Anwendungsstelle vorliegen muss. Auf Anforderung sind den beteiligten Behörden ebenfalls Kopien zur Verfügung zu stellen.
- 5 Dieser Bescheid darf nur vollständig vervielfältigt werden. Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der Zustimmung des Deutschen Instituts für Bautechnik. Texte und Zeichnungen von Werbeschriften dürfen diesem Bescheid nicht widersprechen, Übersetzungen müssen den Hinweis "Vom Deutschen Institut für Bautechnik nicht geprüfte Übersetzung der deutschen Originalfassung" enthalten.
- 6 Dieser Bescheid wird widerruflich erteilt. Die Bestimmungen können nachträglich ergänzt und geändert werden, insbesondere, wenn neue technische Erkenntnisse dies erfordern.
- 7 Dieser Bescheid bezieht sich auf die von dem Antragsteller gemachten Angaben und vorgelegten Dokumente. Eine Änderung dieser Grundlagen wird von diesem Bescheid nicht erfasst und ist dem Deutschen Institut für Bautechnik unverzüglich offenzulegen.
- 8 Die von diesem Bescheid umfasste allgemeine Bauartgenehmigung gilt zugleich als allgemeine bauaufsichtliche Zulassung für die Bauart.

II BESONDERE BESTIMMUNGEN

1 Regelungsgegenstand und Verwendungs- bzw. Anwendungsbereich

1.1 Zulassungsgegenstand und Verwendungsbereich

(1) Zulassungsgegenstand ist der vR DUKTUS duktiler Rammpfahl der Firma vR production (DUKTUS) gmbh bestehend aus:

- Teillängen duktiler Gusseisenrohre,
- Komponenten des Pfahlkopfes und des Pfahlfußes,
- ggf. Koppellemente (Muffenkupplungen).

(2) Der vR DUKTUS duktiler Rammpfahl darf für Verdrängungspfähle (Rammpfähle) nach DIN EN 12699¹ in Verbindung mit DIN EN 12699 Berichtigung 1² und DIN SPEC 18538³ verwendet werden.

1.2 Genehmigungsgegenstand und Anwendungsbereich

(1) Genehmigungsgegenstand sind die Planung, Bemessung und Ausführung von Verdrängungspfählen (Rammpfähle), für die die Festlegungen der DIN EN 12699 in Verbindung mit DIN EN 12699 Berichtigung 1 und DIN SPEC 18538 zu beachten sind, soweit im Folgenden nichts anderes bestimmt ist.

(2) Die Verdrängungspfähle (Rammpfähle) sind entsprechend den Anlagen 1 bis 5 mittels dem vR DUKTUS duktiler Rammpfahl und Zementmörtel herzustellen. Hierbei werden die Teillängen über eine dem duktilen Gusseisenrohr eigene Muffe oder mit speziellen Koppellementen (Muffenkupplungen) miteinander zu einem Rammpfahl verbunden. Die Rammpfähle sind mit innerer Zementmörtelverfüllung herzustellen und können mit oder ohne Mantelverpressung über die gesamte Pfahlänge ausgeführt werden.

(3) Die Rammpfähle dürfen nur durch vorwiegend ruhende Einwirkungen entsprechend DIN EN 1992-1-1/NA⁴, NCI Zu 1.5.2, NA 1.5.2.6 und NA 1.5.2.7, beansprucht werden. Die Pfähle dürfen planmäßig nur durch axiale Druckkräfte beansprucht werden. Ihre Neigung gegenüber der Senkrechten darf nicht mehr als 45° bzw. bei mantelverpressten Pfählen nicht mehr als 5° betragen.

2 Bestimmungen für das Bauprodukt

2.1 Eigenschaften und Zusammensetzung des Rammpfahles

Die Rammpfähle sind aus gemufften Gusseisenrohren (Anlage 2), ggf. unter Verwendung von Muffenkupplungen (Anlage 3), herzustellen. Am Pfahlkopf ist eine Pfahlkopfplatte (Anlage 5), am Pfahlfuß ein Pfahlschuh/Pfahlspitze (Anlage 4) anzuordnen.

1	DIN EN 12699:2001-05	Ausführung spezieller geotechnischer Arbeiten (Spezialtiefbau) – Verdrängungspfähle – Deutsche Fassung EN 12699:2000
2	DIN EN 12699 Ber. 1:2010-11	Ausführung spezieller geotechnischer Arbeiten (Spezialtiefbau) – Verdrängungspfähle – Deutsche Fassung EN 12699:2000, Berichtigung zu DIN EN 12699:2001-05
3	DIN SPEC 18538:2012-02	Ergänzende Festlegungen zu DIN EN 12699:2001-05, Ausführung spezieller geotechnischer Arbeiten (Spezialtiefbau) - Verdrängungspfähle
4	DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04	Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau

2.1.1 Gusseisenrohre und Muffenkupplungen

(1) Für die Materialeigenschaften, Form und Abmessungen der Gusseisenrohre und Muffenkupplungen gelten die Anlagen 1, 2 und 3. Für weitere geometrische Toleranzen ist DIN EN 545⁵ zu beachten.

(2) Für den Werkstoff der Gusseisenrohre gilt die Richtanalyse gemäß Anlage 1, Tabelle 1.1. Die Gusseisenrohre dürfen entsprechend Tabelle 1 in zwei Größen (Außendurchmesser) mit den angegebenen Wandstärken verwendet werden.

Tabelle 1: Rohrabmessungen Gusseisenrohre

Außendurchmesser [mm]	Wandstärke [mm]					
	6,0	7,5	9,0	10,6	12,5	13,0
118	x	x	x	x	x	
170		x	x	x	x	x

2.1.2 Ausbildung von Pfahlkopf und Pfahlfuß

(1) Am Pfahlkopf ist zur Kraffteinleitung vom Fundamentkörper in den Pfahl eine Pfahlkopfplatte Typ A oder Typ B entsprechend den Angaben der Anlage 5 hinsichtlich Material, Form und Abmessungen anzuordnen.

(2) Am Pfahlfuß ist ein Rammschuh oder eine Rammspitze entsprechend den Angaben auf Anlage 4 hinsichtlich Material, Form und Abmessungen anzuordnen.

(3) Soll der Pfahl mit Mantelverpressung ausgeführt werden, so sind Verpressschuhe/ Verpressspitzen gemäß Anlage 4 hinsichtlich Material, Form und Abmessungen zu verwenden.

(4) Für die weiteren geometrischen Abmessungen und Toleranzen der Rammschuhe/ Rammspitzen bzw. Verpressschuhe/ Verpressspitzen sowie der ggf. erforderlichen Einzelkomponenten gelten die beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegten Werkzeichnungen.

2.2 Verpackung, Transport, Lagerung und Kennzeichnung

2.2.1 Verpackung, Transport und Lagerung

Die Komponenten des Rammpfahles vR DUKTUS duktiler Rammpfahl nach Abschnitt 2.1 sind so zu lagern bzw. zu transportieren, dass eine Beschädigung ausgeschlossen werden kann.

2.2.2 Kennzeichnung

(1) Jeder Rammpfahl vR DUKTUS duktiler Rammpfahl muss vom Hersteller mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) nach den Übereinstimmungszeichen-Verordnungen der Länder gekennzeichnet werden. Die Kennzeichnung mit dem Übereinstimmungszeichen darf nur erfolgen, wenn die Voraussetzungen nach Abschnitt 2.3 erfüllt sind.

(2) Der Lieferschein des Rammpfahles vR DUKTUS duktiler Rammpfahl muss die nachstehenden Angaben enthalten:

- Zulassungsgegenstand mit Querschnittsabmessungen des Pfahltyps (Außendurchmesser, Wandstärke des duktilen Gusseisenrohres)
- Zulassungs-Nr.: Z-34.25-248
- Angaben zur Mantelverpressung
- dem Fertigungsdatum der duktilen Gusseisenrohre, ggf. der Muffenkupplungen, Verpressschuhe (Monat + Jahr oder Gießtag + Jahr)

⁵ DIN EN 545:2011-09

Rohre, Formstücke, Zubehörteile aus duktilem Gusseisen und ihre Verbindungen für Wasserleitungen - Anforderungen und Prüfverfahren; Deutsche Fassung EN 545:2010

- Herstellwerk
- überwacht durch:

2.3 Übereinstimmungsbestätigung

2.3.1 Allgemeines

(1) Die Bestätigung der Übereinstimmung des Ramppfahles vR DUKTUS duktiler Ramppfahl mit den Bestimmungen der von dem Bescheid erfassten allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung muss für jedes Herstellwerk mit einer Übereinstimmungserklärung des Herstellers auf der Grundlage einer werkseigenen Produktionskontrolle und eines Übereinstimmungszertifikates einer hierfür anerkannten Zertifizierungsstelle sowie einer regelmäßigen Fremdüberwachung durch eine anerkannte Überwachungsstelle nach Maßgabe der folgenden Bestimmungen erfolgen: Für die Erteilung des Übereinstimmungszertifikats und die Fremdüberwachung einschließlich der dabei durchzuführenden Produktprüfungen hat der Hersteller des Ramppfahles vR DUKTUS duktiler Ramppfahl eine hierfür anerkannte Zertifizierungsstelle sowie eine hierfür anerkannte Überwachungsstelle einzuschalten.

(2) Die Übereinstimmungserklärung hat der Hersteller durch Kennzeichnung des Bauprodukts mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) unter Hinweis auf den Verwendungszweck abzugeben.

(3) Dem Deutschen Institut für Bautechnik ist von der Zertifizierungsstelle eine Kopie des von ihr erteilten Übereinstimmungszertifikats zur Kenntnis zu geben.

(4) Dem Deutschen Institut für Bautechnik ist zusätzlich eine Kopie des Erstprüfberichts zur Kenntnis zu geben.

2.3.2 Werkseigene Produktionskontrolle

(1) In jedem Herstellwerk ist eine werkseigene Produktionskontrolle einzurichten und durchzuführen. Unter werkseigener Produktionskontrolle wird die vom Hersteller vorzunehmende kontinuierliche Überwachung der Produktion verstanden, mit der dieser sicherstellt, dass die von ihm hergestellten Bauprodukte den Bestimmungen der von diesem Bescheid erfassten allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung entsprechen.

(2) Die werkseigene Produktionskontrolle soll mindestens die im Folgenden aufgeführten Maßnahmen einschließen:

- Es gelten die Anforderungen des Abschnittes 2.1 der von diesem Bescheid erfassten allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung.
- Für den Werkstoff der Gusseisenrohre ist die Richtanalyse gemäß Anlage 1, Tabelle 1.1 einzuhalten.
- Für Form, Abmessungen und Festigkeitseigenschaften gelten die Anlagen 1 bis 5 dieses Bescheides und die beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegten Werkszeichnungen.
- Für weitere geometrische Toleranzen ist DIN EN 545 zu beachten.
- Der Nachweis der o. g. Eigenschaften kann durch ein Abnahmeprüfzeugnis "3.1" nach DIN EN 10204⁶ für jede Lieferung erbracht werden.

(3) Die Ergebnisse der werkseigenen Produktionskontrolle sind aufzuzeichnen und auszuwerten. Die Aufzeichnungen müssen mindestens die folgenden Angaben enthalten:

- Bezeichnung des Bauprodukts bzw. des Ausgangsmaterials und der Bestandteile,
- Art der Kontrolle oder Prüfung,
- Datum der Herstellung und der Prüfung des Bauprodukts bzw. des Ausgangsmaterials oder der Bestandteile,

⁶ DIN EN 10204:2005-01 Metallische Erzeugnisse; Arten von Prüfbescheinigungen; Deutsche Fassung EN 10204:2004

- Ergebnis der Kontrollen und Prüfungen und, soweit zutreffend, Vergleich mit den Anforderungen,
- Unterschrift des für die werkseigene Produktionskontrolle Verantwortlichen.

(4) Die Aufzeichnungen sind mindestens fünf Jahre aufzubewahren und der für die Fremdüberwachung eingeschalteten Überwachungsstelle vorzulegen. Sie sind dem Deutschen Institut für Bautechnik und der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörde auf Verlangen vorzulegen.

(5) Bei ungenügendem Prüfergebnis sind vom Hersteller unverzüglich die erforderlichen Maßnahmen zur Abstellung des Mangels zu treffen. Bauprodukte, die den Anforderungen nicht entsprechen, sind so zu handhaben, dass Verwechslungen mit übereinstimmenden ausgeschlossen werden. Nach Abstellung des Mangels ist - soweit technisch möglich und zum Nachweis der Mängelbeseitigung erforderlich - die betreffende Prüfung unverzüglich zu wiederholen.

2.3.3 Fremdüberwachung

(1) In jedem Herstellwerk ist das Werk und die werkseigene Produktionskontrolle durch eine Fremdüberwachung regelmäßig zu überprüfen, mindestens jedoch zweimal jährlich.

(2) Im Rahmen der Fremdüberwachung ist eine Erstprüfung durchzuführen. Es sind auch Proben für Stichprobenprüfungen zu entnehmen und die Prüfwerkzeuge zu kontrollieren. Die Probenahmen und die Prüfungen obliegen jeweils der anerkannten Überwachungsstelle.

(3) Die Ergebnisse der Zertifizierung und Fremdüberwachung sind mindestens fünf Jahre aufzubewahren. Sie sind von der Zertifizierungsstelle bzw. der Überwachungsstelle dem Deutschen Institut für Bautechnik und der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörde auf Verlangen vorzulegen.

3 Bestimmungen für Planung, Bemessung und Ausführung

3.1 Planung

3.1.1 Allgemeines

(1) Es gelten die Technischen Baubestimmungen, insbesondere DIN EN 1997-1⁷ in Verbindung mit DIN EN 1997-1/NA⁸ und DIN 1054⁹ in Verbindung mit DIN 1054/A1 und A2¹⁰, soweit im Folgenden nichts anderes bestimmt.

(2) Die Pfähle dürfen nicht eingebaut werden, wenn der Baugrund Grundwasser oder Sickerwasser aus Halden und/oder Aufschüttungen enthält, dass eine hohe Korrosionswahrscheinlichkeit für Mulden- und Lochkorrosion von Stahl nach DIN 50929-3¹¹, Tabelle 8, mit $W_0 < -8$ erwarten lässt. Bei nicht mantelverpressten Pfählen ist außerdem der Nachweis zu führen, dass die Bewertungszahl B_0 für den Untergrund nach DIN 50929-3, Tabelle 3, nicht kleiner als -10 ist.

7	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
8	DIN EN 1997-1/NA:2010-12	Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter – Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln
9	DIN 1054:2010-12	Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1
10	DIN 1054/A1:2012-08 DIN 1054/A2:2015-11	Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1:2010; Änderung A1:2012 Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1; Änderung 2
11	DIN 50929-3:2018-03	Korrosion der Metalle; Korrosionswahrscheinlichkeit metallener Werkstoffe bei äußerer Korrosionsbelastung – Teil 3: Rohrleitungen und Bauteile in Böden und Wässern

(3) Die Mindestachsabstände der Pfähle im Bereich ihrer Krafteintragungslängen betragen 0,5 m für Gussrohre Ø 118 mm und 0,7 m für Gussrohre Ø 170 mm. Ihre Einbindelängen in den tragfähigen Baugrund (Kraftertragungen) müssen > 2,50 m sein. Können die erforderlichen Mindesteinbindelängen in situ nicht erreicht werden, ist die äußere Tragfähigkeit durch zusätzliche Probelastungen nachzuweisen. Bei reinen Aufstandspfählen ist dieser Nachweis nicht erforderlich.

(4) 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 (z. B. mindestens 3 Pfähle unter einer Einzellast oder zwei Pfahlreihen unter einer Linienlast oder andere konstruktive Maßnahmen mit denen sichergestellt werden kann, dass Biegebeanspruchungen vermieden werden).

(5) Für Pfähle mit Mantelverpressung ist ein Verpressschuh / eine Verpressspitze gemäß Anlage 4 anzuwenden. Der seitliche Überstand des Verpressschuhes/ der Verpressspitze muss auch im Bereich der Muffen bzw. Muffenkupplungen eine Zementsteinüberdeckung von mindestens 20 mm sicherstellen.

3.1.2 Zementmörtel

Für das Innere der Gusseisenrohre und für die Mantelverpressung ist Zementmörtel mit einer Druckfestigkeit entsprechend der Festigkeitsklasse C20/25, C25/30 oder höher nach DIN EN 206-1¹² in Verbindung mit DIN 1045-2¹³, Abschnitte 5.3.8, 5.1.3 und 5.1.4 zu verwenden. Abweichend hiervon dürfen nur natürliche Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620¹⁴ verwendet werden.

3.2 Bemessung, Nachweis der Tragfähigkeit

3.2.1 Nachweis der äußeren Tragfähigkeit

(1) Der Nachweis der äußeren Tragfähigkeit ist durch Probelastungen zu erbringen oder auf der Grundlage von Erfahrungswerten zu ermitteln.

(2) Aufgrund ihrer inneren Tragfähigkeit dürfen bei der Probelastung an Bauwerkspfählen keine höheren Prüfkraften als nach Gleichung 3.1 aufgebracht werden.

$$\max P_P = 0,9 \cdot f_{t0,2k} \cdot A_t \tag{3.1}$$

Dabei ist:

$$f_{t0,2k} = \text{Spannung bei 0,2 \% Dehnung} = 320 \text{ N/mm}^2$$

$$A_t = \text{Querschnitt des duktilen Gusseisenrohres}$$

In Tabelle 2 sind die Lasten für die hier zugelassenen Querschnitte zusammengestellt:

Tabelle 2: Maximal zulässige Lasten bei der Probelastung an Bauwerkspfählen

Gusseisenrohr [mm]	max. zulässige Last
Ø 118 x 6,0	608 kN
Ø 118 x 7,5	750 kN
Ø 118 x 9,0	888 kN
Ø 118 x 10,6	1.030 kN
Ø 118 x 12,5	1.193 kN
Ø 170 x 7,5	1.103 kN

12 DIN EN 206-1:2001-07 Beton – Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität
DIN EN 206-1/A1:2004-10 Beton – Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität; Deutsche Fassung EN 206-1/A1:2004
DIN EN 206-1/A2:2005-09 Beton – Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität; Deutsche Fassung EN 206-1:2000/A2:2005
13 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
14 DIN EN 12620:2008-07 Gesteinskörnungen für Beton; Deutsche Fassung EN 12620:2002+A1:2008

Gusseisenrohr [mm]	max. zulässige Last
Ø 170 x 9,0	1.311 kN
Ø 170 x 10,6	1.529 kN
Ø 170 x 12,5	1.781 kN
Ø 170 x 13,0	1.847 kN

(3) Bei mantelverpressten Pfählen kann die Prüfkraft um den Anteil des inneren Pfahlzementmörtels erhöht werden.

$$\max P_P = 0,9 \cdot f_{t0,2k} \cdot A_t + 0,9 \cdot f_{ck}(t) \cdot A_B \quad (3.2)$$

Dabei ist:

$f_{ck}(t)$ = Charakteristischer Wert der Druckfestigkeit des Zementmörtels in Abhängigkeit von der Zeit (Alter) t

A_B = Querschnitt des inneren Pfahlzementmörtels

Zusätzlich ist bei mantelverpressten Pfählen zu überprüfen, dass unter der Probelastung eine ausreichende Längsschubtragfähigkeit nach Abschnitt 3.2.2.4 vorhanden ist. Wenn für den Pfahl ein Stabilitätsnachweis zu führen ist, ist die maximal zulässige Last für die Probelastung nach Abschnitt 3.2.2.3 zu ermitteln.

3.2.2 Nachweis der inneren Tragfähigkeit

3.2.2.1 Allgemeines

(1) Der Nachweis der inneren Tragfähigkeit umfasst

- den Nachweis der Querschnittstragfähigkeit nach Abschnitt 3.2.2.2,
- den Stabilitätsnachweis bei Pfählen ohne seitliche Stützung durch den Boden nach Abschnitt 3.2.2.3 und
- den Nachweis der Tragfähigkeit der Verbundfuge zwischen Mantelverpressung und Gusseisenrohr bei Pfählen mit Mantelverpressung nach Abschnitt 3.2.2.4.

(2) Die Rohrquerschnitte von nicht mantelverpressten Pfählen sind für einen geplanten Nutzungszeitraum von rund 50 Jahren, unter Berücksichtigung des Anwendungsbereiches nach Abschnitt 3.1.1 (2) und einer Abrostung des Außendurchmessers von 3 mm, zu ermitteln. Für geplante Nutzungszeiträume von mehr als 50 Jahren sind Sachverständige für Korrosionsschutzfragen hinzuzuziehen, der Dickenverlust des Rohrquerschnittes neu zu bewerten und die in Tabelle 3 angegebenen Bemessungswerte ggf. anzupassen.

3.2.2.2 Nachweis der Querschnittstragfähigkeit

(1) Sofern kein Stabilitätsnachweis nach Abschnitt 3.2.2.3 erforderlich ist, ist der Nachweis zu führen, dass der Bemessungswert der Beanspruchung des Einzelpfahls E_d den Bemessungswert der Querschnittstragfähigkeit $R_{i,d}$ des Pfahls nicht überschreitet.

$$E_d \leq R_{i,d} \quad (3.3)$$

(2) Der Bemessungswert der Querschnittstragfähigkeit des Pfahls $R_{i,d}$ setzt sich aus der Summe der Bemessungswerte der Bauteilwiderstände des duktilen Gusseisenrohres und des Zementmörtels innerhalb des Rohres zusammen, wobei auch bei mantelverpressten Pfählen nur der vom Gusseisenrohr umschlossene Zementmörtel berücksichtigt werden darf.

$$R_{i,d} = \frac{R_{sk}}{\gamma_{Ma}} + \frac{R_{ck}}{\gamma_c} \quad (3.4)$$

Dabei ist:

$$R_{sk} = A_t \cdot f_{t0,2k}$$

γ_{Ma} = Teilsicherheitsbeiwert für das Gusseisenrohr = 1,10 für alle Bemessungssituationen

$$R_{ck} = A_B \cdot f_{ck}$$

mit f_{ck} = charakteristische Zylinderdruckfestigkeit des Zementmörtels nach 28 Tagen

γ_c = Teilsicherheitsbeiwert für den Zementmörtel

= 1,50 für die Bemessungssituationen BS-P und BS-T

= 1,30 für die Bemessungssituation BS-A

Die Bemessungswerte $R_{i,d}$ für die einzelnen Pfahltypen können für die Bemessungssituationen BS-P und BS-T der Tabelle 3 entnommen werden.

Tabelle 3: Bemessungswerte $R_{i,d}$ der Querschnittstragfähigkeit von Pfählen mit innerer Zementmörtelverfüllung entsprechend der Druckfestigkeitsklasse C20/25 und C25/30 (Bemessungssituationen BS-P und BS-T)

Gussrohr [mm]	ohne Mantelverpressung, mit nachträglicher Zementmörtelfüllung*		mit Mantelverpressung	
	C20/25	C25/30	C20/25	C25/30
Ø 118 x 6,0	572 kN	602 kN	732 kN	761 kN
Ø 118 x 7,5	709 kN	737 kN	869 kN	896 kN
Ø 118 x 9,0	842 kN	868 kN	1.001 kN	1.027 kN
Ø 118 x 10,6	979 kN	1.003 kN	1.139 kN	1.163 kN
Ø 118 x 12,5	1.136 kN	1.159 kN	1.296 kN	1.318 kN
Ø 170 x 7,5	1.134 kN	1.197 kN	1.365 kN	1.428 kN
Ø 170 x 9,0	1.335 kN	1.396 kN	1.566 kN	1.627 kN
Ø 170 x 10,6	1.545 kN	1.603 kN	1.776 kN	1.834 kN
Ø 170 x 12,5	1.788 kN	1.843 kN	2.019 kN	2.074 kN
Ø 170 x 13,0	1.851 kN	1.906 kN	2.082 kN	2.137 kN

*unter Berücksichtigung einer Abrostung des Außendurchmessers von 3 mm

3.2.2.3 Stabilitätsnachweis

(1) Es ist ein Stabilitätsnachweis nach Theorie II. Ordnung nach DIN EN 1994-1-1¹⁵ in Verbindung mit DIN EN 1994-1-1/NA¹⁶ ohne Ansatz einer seitlichen Stützung durch den Boden zu führen, wenn ein Pfahl teilweise frei, in organischen oder in bindigen Böden (vgl. DIN EN 1997-1 in Verbindung mit DIN EN 1997-1/NA und DIN 1054 in Verbindung mit DIN 1054/A1 und A2, Abschnitt 3.1) mit einer charakteristischen undrännierten Scherfestigkeit

- ¹⁵ DIN EN 1994-1-1:2010-12 Eurocode 4: Bemessung und Konstruktion von Verbundtragwerken aus Stahl und Beton – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Anwendungsregeln für den Hochbau; Deutsche Fassung EN 1994-1-1:2004 + AC:2009
- ¹⁶ DIN EN 1994-1-1/NA:2010-12 Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 4: Bemessung und Konstruktion von Verbundtragwerken aus Stahl und Beton – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Anwendungsregeln für den Hochbau

von $c_{uk} \leq 15 \text{ kN/m}^2$ (nach DIN 18137-1¹⁷) steht. Bei diesem Nachweis ist stets eine ungewollte Ausmitte $e_v = L/150$ zu berücksichtigen, wobei L die freie, nicht gestützte Länge des Pfahles ist.

(2) Der vom duktilen Gusseisenrohr umschlossene Zementmörtel darf berücksichtigt werden.

3.2.2.4 Nachweis der Längsschubtragfähigkeit der Verbundfuge zwischen Mantelverpressung und Gussrohr

(1) Im Grenzzustand der Tragfähigkeit ist nachzuweisen, dass der über Mantelreibung zu übertragende Anteil des Bemessungswertes der Beanspruchung $E_{v,d}$ den Bemessungswert der Beanspruchbarkeit der Verbundfuge zwischen Gusseisenrohr und Mantelverpressung $R_{v,d}$ nicht überschreitet.

$$E_{v,d} \leq R_{v,d} \quad (3.5)$$

$$E_{v,d} = \frac{E_d}{R_d} \cdot R_{s,d} \quad (3.6)$$

Dabei ist E_d der Bemessungswert der Beanspruchung des Einzelpfahls, R_d der aus der äußeren Tragfähigkeit resultierende Bemessungswert der Beanspruchbarkeit des Pfahls nach Abschnitt 3.2.1 und $R_{s,d}$ der Anteil des Bemessungswertes R_d , der über Mantelreibung übertragen wird. Wenn bei kombinierter Lastabtragung über Spitzendruck und Mantelreibung der Traganteil $R_{s,d}$ der Mantelreibung nicht angegeben werden kann, gilt $E_{v,d} = E_d$.

(2) Der Bemessungswert der Längsschubtragfähigkeit $R_{v,d}$ der inneren Fuge zwischen Mantelverpressung und Gusseisenrohr darf nach Gleichung (3.7) ermittelt werden.

$$R_{v,d} = \tau_{R,d} \cdot \pi \cdot d \cdot L_{\text{eff}} \quad (3.7)$$

Dabei ist:

d = Nenndurchmesser des Gusseisenrohres

L_{eff} = Effektive Länge des Pfahls ohne Berücksichtigung der Muffenbereiche

Der Bemessungswert der Verbundfestigkeit $\tau_{R,d}$ der Fuge zwischen Gusseisenrohr und Mantelverpressung darf nach Gleichung (3.8) bestimmt werden:

$$\tau_{R,d} = \frac{\tau_{R,k}}{\gamma_{M,v}} + \mu_k \cdot \sigma_h \quad (3.8)$$

Dabei ist:

$\tau_{R,k}$ = Grundwert der Verbundfestigkeit mit $\tau_{R,k} = 0,32$ in N/mm^2

$\gamma_{M,v}$ = Teilsicherheitsbeiwert

= 2,1 für die Bemessungssituationen BS-P und BS-T

= 1,8 für die Bemessungssituation BS-A

μ_k = Reibungsbeiwert zwischen Gusseisenrohr und Mantelverpressung mit $\mu_k = 0,5$

σ_h = unterer charakteristischer Wert für den auf den über den Pfahlumfang horizontal wirkenden Anpressdruck aus Erddruck und Verspannungswirkung in N/mm^2

17 DIN 18137-1:1990-08 Baugrund, Versuche und Versuchsgeräte; Bestimmung der Scherfestigkeit; Begriffe und grundsätzliche Versuchsbedingungen

Wenn keine genaueren Werte angegeben werden, darf für σ_h ein Wert von

$$\sigma_h = \frac{\tau_M}{\tan \varphi'} \quad (3.9)$$

mit

φ' = Reibungswinkels des dränierten Bodens (effektiver Reibungswinkel)

τ_M = Mantelreibung im Gebrauchszustand in der Fuge Zementmörtel/Boden:

$$\tau_M = \frac{\tau_{M,k}}{\gamma_t} \quad (3.10)$$

mit

$\tau_{M,k}$ = charakteristischer Wert der Pfahlmantelreibung ermittelt aus Probebelastungen oder Erfahrungswerten entsprechend DIN 1054, Zu 7.6.2.3.

γ_t = Teilsicherheitsbeiwert für den Gesamtpfahlwiderstand (Druck) aus Probebelastungen gemäß DIN 1054, Tabelle A 2.3 oder auf der Grundlage von Erfahrungswerten

angenommen werden.

3.2.2.5 Anschlüsse im Pfahlkopf

(1) Die Pfahlkopfplatte, Typ A oder Typ B mit mittigen Dorn gemäß Anlage 5, ist konstruktiv mit den Gussrohren zu verbinden, wobei der Abschluss plan und zentriert sein muss. Zur Gewährleistung einer kraftschlüssigen Kräfteinleitung, ist ein ggf. vorhandener Hohlraum zwischen Zementmörtel im Pfahlrohr und Pfahlkopfplatte durch Zementmörtel zu verfüllen.

(2) Die Beanspruchungen im Pfahlkopf sind entsprechend DIN EN 1992-1-1¹⁸ in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA nachzuweisen.

3.3 Ausführung

3.3.1 Ausführende Firma

(1) Die Ausführung von Rammpfählen mit dem vR DUKTUS duktiler Rammpfahl und Zementmörtel darf nur unter verantwortlicher technischer Leitung der Firma vR production (DUKTUS) gmbh erfolgen.

(2) Die Ausführung von Rammpfählen mit dem vR DUKTUS duktiler Rammpfahl und Zementmörtel darf auch von Unternehmen durchgeführt werden, die eine aktuelle Bescheinigung der Firma vR production (DUKTUS) gmbh vorlegen können, dass sie von ihr umfassend in der Ausführung von Rammpfählen mit dem vR DUKTUS duktiler Rammpfahl und Zementmörtel geschult worden sind.

3.3.2 Rammarbeiten und Anordnung der Pfähle

(1) Für das Rammen der Pfähle gilt DIN EN 12699 in Verbindung mit DIN EN 12699 Berichtigung 1 und DIN SPEC 18538, soweit im Folgenden nichts anderes bestimmt ist. Jeder Pfahl muss am Pfahlfuß mit einem Schuh/ einer Spitze gemäß Abschnitt 2.1.2 und Anlage 4 versehen sein. Die Pfähle sind auf Geradlinigkeit zu kontrollieren.

(2) Das Innere der Rohre ist während oder nach dem Einbringen in den Boden mit Zementmörtel nach Abschnitt 3.1.2 zu füllen (siehe auch Abschnitt 3.3.3). Um ein eventuelles Absetzmaß des Zementmörtels im Pfahlrohr auszugleichen, wird beim Setzen der Pfahlkopfplatte der entstandene Hohlraum unter der Platte mit Zementmörtel verfüllt.

¹⁸ DIN EN 1992-1-1:2011-01 Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Deutsche Fassung EN 1992-1-1:2004+AC:2010

(3) Bei der Pfahlherstellung ist am Ansatzpunkt mit folgenden Imperfektionen zu rechnen:

- Lageabweichung des Pfahlkopfes: +/- 8 cm
- Abweichung von der Soll-Neigung: +/- 3°

Diese o. g. Imperfektionen müssen bei der Bemessung der aufgehenden Konstruktion berücksichtigt werden.

(4) Damit die Pfähle beim Einrammen nicht beschädigt werden, kann es erforderlich sein, die Rammarbeiten vor dem Erreichen der Mindesteinbindelängen abubrechen. Für diese Pfähle ist die äußere Tragfähigkeit durch zusätzliche Probelastungen nachzuweisen, bei reinen Aufstandspfählen ist dieser Nachweis nicht erforderlich.

3.3.3 Mantelverpressung

(1) Der Zementmörtel nach Abschnitt 3.1.2 ist während des Rammens kontinuierlich über ein Schlagstück mit Verpresseinheit am oberen Ende des Gusseisenrohres in den vom Pfahlschuh/ Pfahlspitze verdrängten Ringraum einzufüllen. Für die Mantelverpressung sind Verpressschuhe/ Verpressspitzen gemäß Abschnitt 2.1.2 und Anlage 4 zu verwenden.

(2) Die Dicke der Mantelverpressung kann entsprechend dem Überstand des verwendeten Verpressschuhes/ Verpressspitze variieren, muss aber mindestens 20 mm, auch über den Muffen bzw. Muffenkupplungen, betragen. Der Zementmörtel wird innerhalb der Gusseisenrohre zum Pfahlfuß und dort über mindestens eine Austrittsöffnung gleichmäßig in den verdrängten Ringraum geleitet. Als Austrittsöffnung können folgende Varianten angeordnet werden:

- a) Dreiecksförmige Fläche mit Seitenlängen von rund 8 – 15 cm, angeordnet dicht oberhalb der Verpressspitze/ des Verpressschuhes
- b) V-förmiger Schnitt am in die Verpressspitze / den Verpressschuh einzustellenden Gusseisenrohrende mit einer Breite von rund 7 cm am Rohrende und einer Länge in Rohrachse von mindestens 17 cm.

Es können jeweils zwei Austrittsöffnungen der o. g. Varianten angeordnet werden, welche vorzugsweise um 180° versetzt (gegenüberliegend) und bei Variante a) zusätzlich in der Rohrachse versetzt anzuordnen sind. Die entsprechende Lage ist auf den beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegten Werkszeichnungen angegeben. Eine Kombination der Varianten a) und b) ist zu vermeiden.

(3) Der Suspensionsspiegel im Ringraum darf nicht tiefer als 0,5 m unter Gelände absinken. Bei der Herstellung ist darauf zu achten, dass während des Rammens immer Zementmörtel an der Planungsoberfläche austritt. Während des Rammens wird die Rammzeit pro Längeneinheit protokolliert und damit der Rammwiderstand festgehalten.

(4) Aufgrund herstellbedingter Zementmörtelverluste muss der tatsächliche Verbrauch an Zementmörtel größer als der theoretisch erforderliche sein. Die erforderliche Zementmörtelmenge muss durch eine ausreichende Pumpenleistung in Abhängigkeit von der Rammzeit pro Pfahllänge sichergestellt sein. Die Verluste an Zementmörtel sind zu protokollieren und zahlenmäßig abzuschätzen.

3.3.4 Kontrollen während der Ausführung

(1) Es sind mindestens die in Tabelle 4 genannten Kontrollen durchzuführen. Die Ergebnisse der Kontrollen sind vom Bauleiter oder seinem Vertreter aufzuzeichnen und auszuwerten.

Tabelle 4: Maßnahmen zur Kontrolle der Ausführung / Bauüberwachung

Prüfgegenstand	Überprüfung / Prüfung	Mindesthäufigkeit
Zementsorte	Bei Sackware Kontrolle des Lieferscheines und der Aufdrucke auf den Säcken. Bei Siloware Kontrolle des Lieferscheines.	jede Lieferung
Zementmörtel	nach DIN EN 206-1 in Verbindung mit DIN 1045-2	je 100 m ³ 1 Serie mit 3 Probekörpern
Pfahlsystem (Gusseisenrohre, Muffenkupplungen, Pfahlkopfplatten, Pfahlfußvarianten)	Kontrolle des Lieferscheines des Pfahlsystems	jede Lieferung
Mantelverpressung	Ermittlung Zementmörtelverbrauch nach Abschnitt 3.3.3 (4)	jeder Pfahl

(2) Bei ungenügendem Prüfergebnis sind vom Hersteller unverzüglich die erforderlichen Maßnahmen zur Abstellung des Mangels zu treffen. Nach Abstellung des Mangels ist - soweit technisch möglich und zum Nachweis der Mängelbeseitigung erforderlich - die betreffende Prüfung unverzüglich zu wiederholen.

(3) Die Aufzeichnungen müssen während der Bauzeit auf der Baustelle bereitliegen. Sie sind nach Abschluss der Arbeiten mindestens fünf Jahre vom Unternehmen aufzubewahren.

(4) Kopien der Aufzeichnungen sind dem Bauherrn zur Aufnahme in die Bauakten auszuhandigen und dem Deutschen Institut für Bautechnik und der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörde auf Verlangen vorzulegen.

3.3.5 Übereinstimmungserklärung der Ausführung

(1) Die Bestätigung der Übereinstimmung der Rammpfähle mit den Bestimmungen der von dem Bescheid erfassten allgemeinen Bauartgenehmigung muss für jede Ausführung mit einer Übereinstimmungserklärung gemäß § 16a Abs. 5, § 21 Abs.2 MBO¹⁹ der ausführenden Firma auf der Grundlage der Kontrollen der Ausführung (Tabelle 4) erfolgen.

(2) Die Übereinstimmungserklärung des Bauausführenden muss mindestens die folgenden Angaben enthalten:

- Bescheidnummer
- Bezeichnung des Bauvorhabens
- Datum der Ausführung
- Name und Sitz der ausführenden Firma
- Bestätigung über die Ausführung entsprechend den Planungsunterlagen
- Dokumentation der Ausgangsstoffe und Lieferscheine
- Art der Kontrollen oder Prüfungen
- Datum der Kontrolle bzw. Prüfung
- Ergebnis der Kontrollen und Prüfungen und, soweit zutreffend, Vergleich mit den Anforderungen
- Besonderheiten
- Name, Firma und Unterschrift des für die Kontrollen und Prüfungen Verantwortlichen

¹⁹ Musterbauordnung (MBO) Fassung November 2002, zuletzt geändert durch Beschluss der Bauministerkonferenz vom 13.05.2016

**Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung/
Allgemeine Bauartgenehmigung
Nr. Z-34.25-248**

Seite 14 von 14 | 24. Juni 2020

(3) Die Übereinstimmungserklärung ist dem Bauherrn zur Aufnahme in die Bauakte auszu-
händigen und dem Deutschen Institut für Bautechnik und der zuständigen obersten Bauauf-
sichtsbehörde auf Verlangen vorzuzeigen.

Bettina Hemme
Referatsleiterin

Beglaubigt
Jendryschik

Tabelle 1.1 Werkstoffkennwerte des duktilen Gusseisens

Werkstoffkennwerte	Nachweis	Wert
Zugfestigkeit [R_m]	DIN EN 545:2011-09; Abschnitt 4.4	≥ 420 MPa
0,2 %-Dehngrenze [$R_{p\ 0,2}$]	DIN EN 545:2011-09; Abschnitt 4.4	≥ 320 MPa
Bruchdehnung [A]	DIN EN 545:2011-09; Abschnitt 4.4	≥ 10 %
Härte [HB]	DIN EN 545:2011-09; Abschnitt 4.4	≤ 230 HB
Chemische Zusammensetzung	Richtanalyse	
Kohlenstoff [C]		3,2 – 3,7 %
Silizium [Si]		2,0 – 3,0 %
Mangan [Mn]		< 0,5 %
Phosphor [P]		< 0,09 %
Schwefel [S]		< 0,01 %
Magnesium [Mg] (Mg-Gehalt im erstarrten Werkstoff)		0,02 – 0,05 %

Tabelle 1.2

Werkstoffkennwerte	Wert
Elastizitätsmodul	160.000 – 170.000 MPa
Dichte	7,05 g/cm ³

vR DUKTUS duktiler Ramppfahl

Ramppfahl aus duktilem Gusseisen - Werkstoffkennwerte

Anlage 1

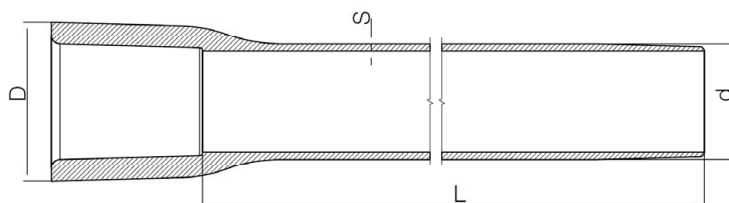


Tabelle 1: Abmessungen der Rammpfähle Typ 118

	Abmessung [mm]				
Durchmesser D	162	162	162	162	162
Durchmesser d (+ 1,5/- 1)	118	118	118	118	118
Wanddicke S (- 0,8)	6,0	7,5	9,0	10,6	12,5
Baulänge L	3000 - 6000				

Tabelle 2: Abmessungen der Rammpfähle Typ 170

	Abmessung [mm]				
Durchmesser D	220	220	220	220	220
Durchmesser d (+ 2,5/- 1,5)	170	170	170	170	170
Wanddicke S (- 0,8)	7,5	9,0	10,6	12,5	13,0
Baulänge L	3000 - 6000				

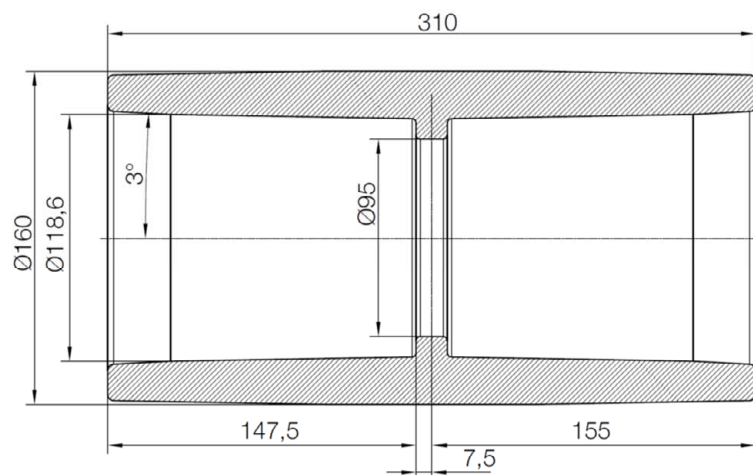
Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-34.25-248

vR DUKTUS duktiler Rammpfahl

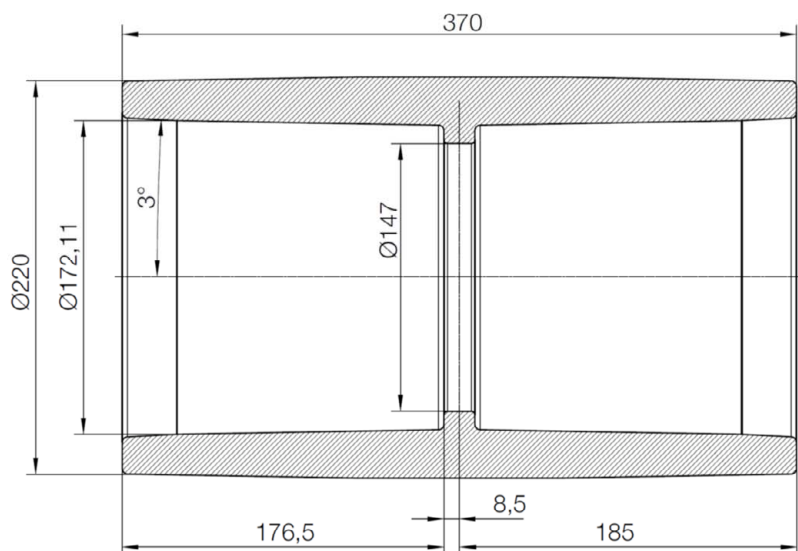
Rammpfahl aus duktilem Gusseisen - Abmessungen

Anlage 2

Muffenkupplung für Pfähle Ø 118; Werkstoff: GJS 500-7



Muffenkupplung für Pfähle Ø 170; Werkstoff: GJS 500-7



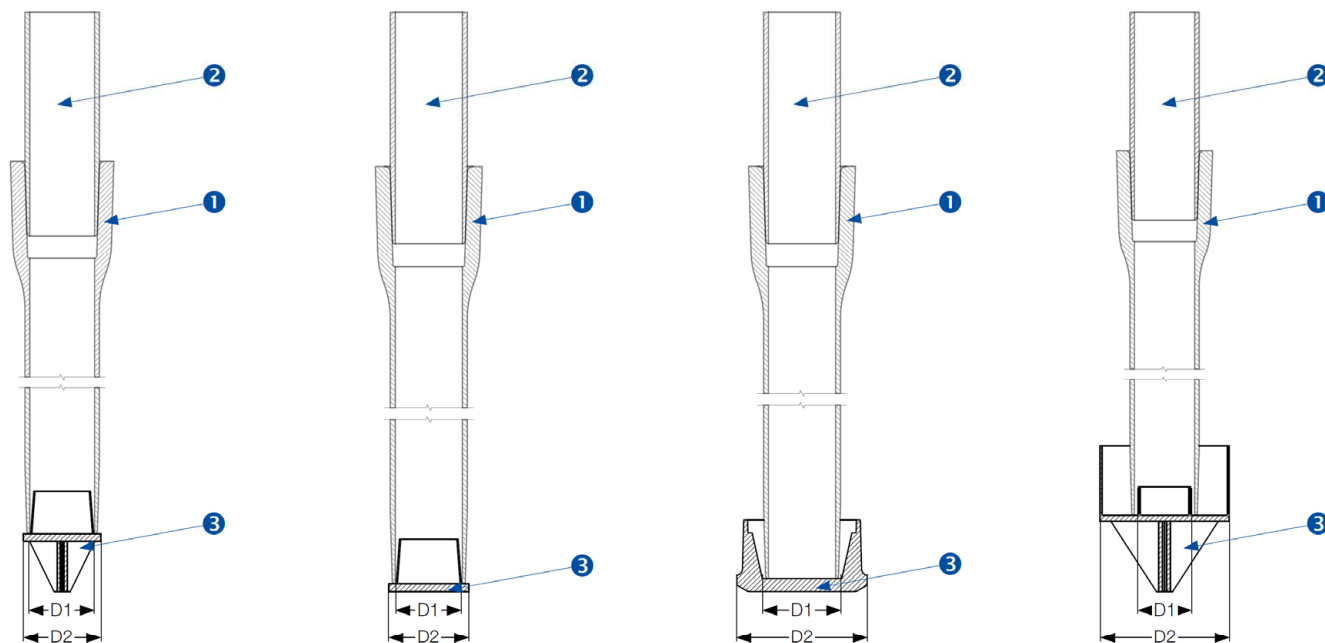
Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-34.25-248

vR DUKTUS duktiler Rammpfahl

Rammpfahl aus duktilem Gusseisen - Muffenkupplung

Anlage 3

- 1 Ramppfahl
- 2 Zementmörtelfüllung (C 20/25 alternativ C 25/30)



3
Rammspitze
(unverpresst)

3
Rammschuh
(unverpresst)

3
Verpressschuh
(mantelverpresst)

3
Verpressspitze
(mantelverpresst)

unverpresst

Typ	Material	D1/D2 [mm]	Ramppfahl Ø [mm]	Wandstärke s [mm]					
				6,0	7,5	9,0	10,6	12,5	13,0
Rammschuh Ø 118	S355	93/123	118	x	x	x	x	x	
Rammschuh Ø 170	S355	143/176	170		x	x	x	x	x
Rammspitze Ø 118	S355	93/123	118	x	x	x	x	x	
Rammspitze Ø 170	S355	143/176	170		x	x	x	x	x

mantelverpresst

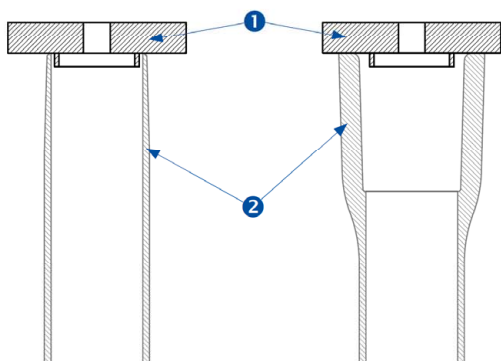
Typ	Material	D1/D2 [mm]	Ramppfahl Ø [mm]	Wandstärke s [mm]					
				6,0	7,5	9,0	10,6	12,5	13,0
Verpressschuh Ø 118-220	GJS 500-7	122/220	118	x	x	x	x	x	
Verpressschuh Ø 170-270	GJS 500-7	175/270	170		x	x	x	x	x
Verpressspitze Ø 118-220	S355	89/221	118	x	x	x	x	x	
Verpressspitze Ø 170-270	S355	140/275	170		x	x	x	x	x

vR DUKTUS duktiler Ramppfahl

Ramppfahl aus duktilem Gusseisen - Pfahlfußvarianten

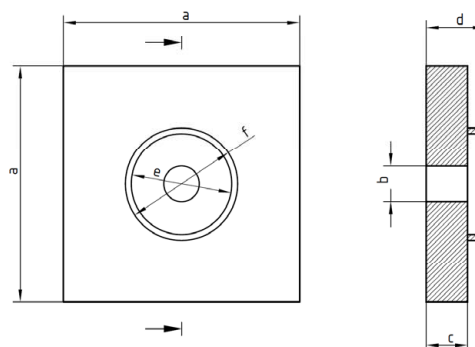
Anlage 4

Pfahlkopfplatten Typ A; Werkstoff S355

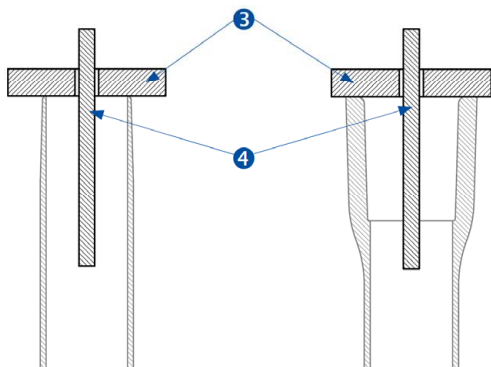


- ① Druckverteilungsplatte Typ A
- ② Gussrohr

Pfahltyp	a	b	c*	d	e	f
Ø 118	200	30	35	50	83	93
Ø 170	250	30	40	50	134	144

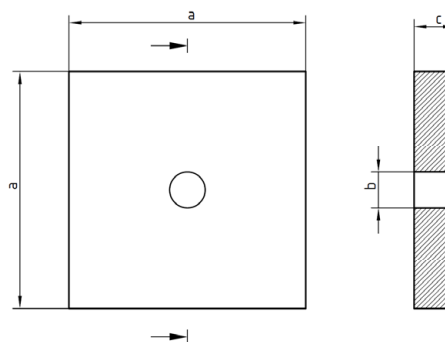


Pfahlkopfplatten Typ B; Werkstoff S355



- ③ Druckverteilungsplatte Typ B
- ④ Dorn: B500A
Durchmesser: 20 mm
Länge: 300 mm

Pfahltyp	a	b	c*
Ø 118	200	30	35
Ø 170	250	30	40



*Bei den Pfahltypen 118 x 6,0; 118 x 7,5; 170 x 7,5 und 170 x 9,0 darf die Plattendicke C um je 5 mm abgemindert werden.