TRM Pfahlsysteme

Einfach. Sicher. Schnell.

www.trm.at

TRM Pfahlsysteme

Das TRM Pfahlsystem setzt sich in der Regel aus einem oder mehreren Pfahlrohren (je nach erforderlicher Länge), einem Pfahlschuh (unverpresst/verpresst) und einer Pfahlkopfplatte zusammen. Der Werkstoff des duktilen Gusseisens verleiht dem Pfahlsystem hierbei seine hohe Duktilität und Festigkeit. So wird es möglich, die Pfahlrohre mittels leistungsfähiger Hydraulikhämmer in den Boden einzurammen, bis die jeweilige Endtiefe erreicht ist.

Pfahlrohr in 5,0 m Länge

Die Pfahlrohre aus duktilem Gusseisen werden in einer Länge von 5 m mit Außendurchmessern von 98 mm, 118 mm und 170 mm in unterschiedlichen Wanddicken zwischen 6,0 und 13,0 mm gefertigt. Das konische Spitzende und die passgenaue Steckmuffe ermöglichen das rasche und sichere Zusammenfügen der Pfahlrohre zu einem durchgehenden Pfahl beliebiger Länge (Plug&Drive®). Der Pfahlüberstand wird auf die planliche Höhe abgetrennt und als Anfangsstück für den nächsten Pfahl verwendet (kein Verschnitt).

Kraftschlüssige Steckmuffenverbindung „Plug&Drive®“:
Durch den Rammvorgang mit hoher Schlagenergie entsteht eine starre, biegesteife Verbindung zwischen den Pfahlrohren (Plug&Drive®) mit folgenden Vorteilen:

+ Rasche Verbindung der einzelnen Elemente durch einfaches Ineinanderstecken
+ Kein Spezialwerkzeug notwendig
+ Keine Schweißarbeit erforderlich
+ Flexible Anpassung an den Baugrund

Zugelassenes und geprüftes System:
Das TRM Pfahlsystem verfügt über folgende Zulassungen:

+ Europäische Technische Bewertung ETA-07/0169 (CE-Kennzeichnung)
+ Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Z-34.25-230/DIBt
+ BMK-Zulassung GZ:2020-0.094.414

Entsprechend dieser Zulassungen und gemäß ÖNORM B2567 werden Qualität und Eignung produktionsbegleitend und kontinuierlich überprüft (Eigen- und Fremdüberwachung)

Pfahlrohrtypen

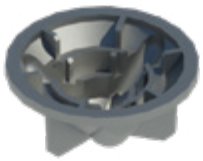
Typ	Wanddicke [mm]	Masse [kg/m]	Widerstands-moment [cm³]	Biegemoment M_{Rd} [kNm]
TRM 98	6,0	14,4	38	-
	7,5	17,2	45	-
TRM 118	7,5	21,0	68	21,7
	9,0	24,4	78	25,0
	10,6	28,0	88	28,2
TRM 170	7,5	33,8	149	47,7
	9,0	37,1	174	55,7
	10,6	42,5	199	63,7
	13,0	50,4	234	74,9

TRM Pfahlzubehör

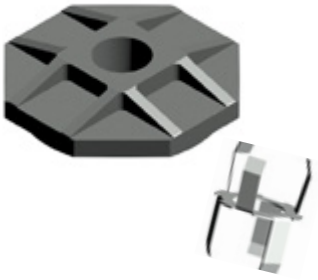
Entwickelt & patentiert

TRM Pfahlschuh unverpresst flach: Geeignet für Spitzendruckpfähle auf Fels oder sehr dicht gelagerten Böden. Querstege sorgen für erhöhte Steifigkeit des flachen Pfahlschuhs.

TRM Pfahlschuh unverpresst mit Spitze: Geeignet für Spitzendruckpfähle auf Fels und sehr dicht gelagerten Böden. Insbesondere bei leicht geneigten Felslinien. Pfahlspitze: 15 cm lang / 60° geneigt.



TRM Pfahlschuh verpresst konisch oder flach: Geeignet für mantelverpresste Duktilrammpfähle. Der vergrößerte Pfahlschuh ermöglicht die Herstellung eines „Verpressmörtelkörpers“, welcher das Pfahlrohr ummantelt und eine Pfahlmantelreibung aktivieren kann.



TRM Pfahlkopfplatte Oktagon: Eine universelle Kopfplatte für alle Pfahltypen TRM 118 und TRM 170, zur Kraftübertragung vom Fundamentkörper in den Pfahl. Geeignete Aussparung für das Einbringen von Stahltraggliedern (Zugpfahl).

Kippschutz ist beim Einsatz von TRM 118 Pfählen mit den TRM Pfahlkopfplatten Oktagon 275 und 330 als Zentrierhilfe erforderlich.

TRM Kupplungshülse: Verbindungsstück bei Baustellen mit beschränkter Arbeitshöhe. Die Kupplungshülse fungiert als Doppelmuffe, die die geschnittenen Pfahlrohre wieder zusammenfügt.

TRM Aufsatzring: In sehr weichem Boden kann zusätzlich zum TRM Pfahlschuh verpresst ein Aufsatzring verwendet werden, um den Betonfluss zu verbessern.

MEHR INFORMATIONEN zu den Zubehörteilen finden Sie in unserer Broschüre „Produktübersicht Pfähle und Pfahlzubehör“.

Pfahlgründung

Das TRM Pfahlsystem als universelles Tiefgründungselement

Seit 1986 hat sich der Duktilrammpfahl auf dem Feld der Tiefgründungssysteme etabliert und wurde seitdem kontinuierlich weiterentwickelt. Mehr als 13 Mio. Meter an eingebauten Pfählen in 35 Jahren zeugen von der großen Erfahrung mit dem TRM Pfahlsystem in den unterschiedlichsten Bodenverhältnissen.

Der Einsatz von leichten, handelsüblichen Gerätschaften (Bagger mit hydraulischem Schnellschlaghammer und speziellem TRM Pfahlschlagstück) ermöglicht wirtschaftliche, effiziente und sichere Gründungen.

TRM Pfahlschlagstück verpresst / unverpresst:
Spezielle Pfahlschlagstücke zum Rammen der Pfähle. Verfügbar für verschiedenste Hydraulikhämmer.

Durch das **Plug&Drive®**-Verbindungssystem ist ein schnelles Koppeln von Pfahlrohren problemlos möglich.

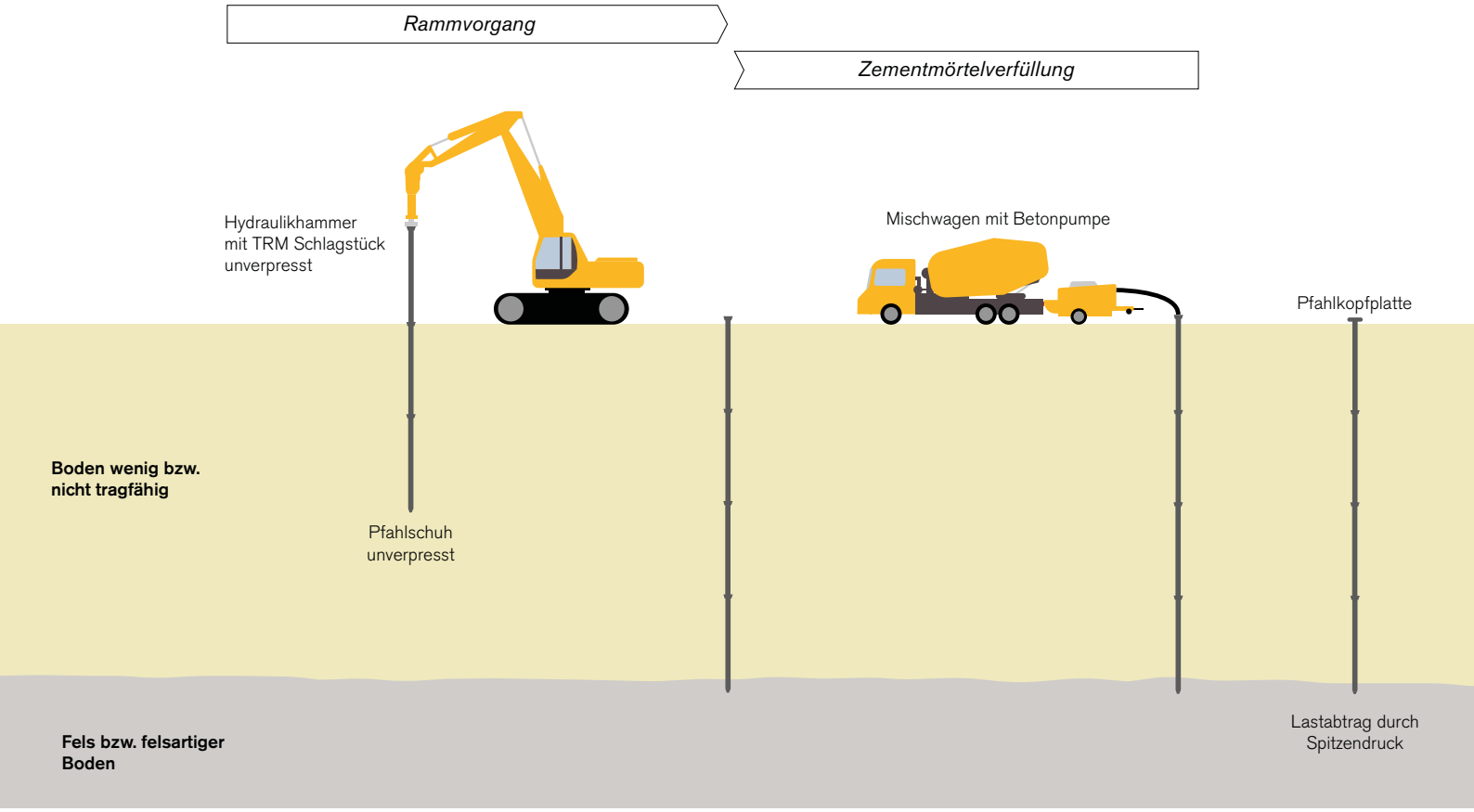
Die Pfahllängen können somit ohne große Aufwände an veränderliche Baugrundverhältnisse angepasst werden.

Wir unterscheiden zwischen:
+ **Druckpfahl ohne Mantelverpressung**
+ **Druckpfahl mit Mantelverpressung**
+ **Zug- oder Wechsellastpfahl**

Mit Bemessungswerten bis zu 2.400 kN ist das TRM Pfahlsystem eine wirtschaftliche Alternative zu einer Vielzahl von Tiefgründungsverfahren.

Erschütterungsarme Herstellung
Bei Messungen auf Baustellen in Siedlungsbereichen wurde die schonende Einbringung mehrfach nachgewiesen. Die gemessenen Schwingungswerte von ≤ 2 mm/sec liegen deutlich unter den zulässigen Werten.

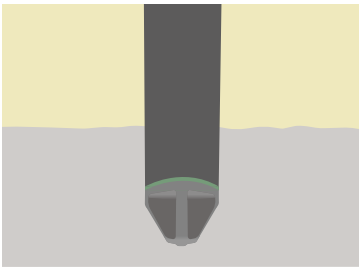
Sicherheit auf der Baustelle
Durch die seitliche Verdrängung des Erdreichs entfällt die Förderung von Bohrgut. Die manuellen Tätigkeiten beschränken sich auf geringe körperliche und ungefährliche Belastungen.



Druckpfahl ohne Mantelverpressung

Spitzendruckpfahl

Die Ausführung der Druckpfähle ohne Mantelverpressung setzt das Vorhandensein eines Festgesteins (Fels oder felsartiger Untergrund) in vertretbarer Tiefe voraus, welches zur Aufnahme der erforderlichen Traglasten ausschließlich durch Spitzendruck geeignet ist.



Pfahlschuh unverpresst

Herstellung

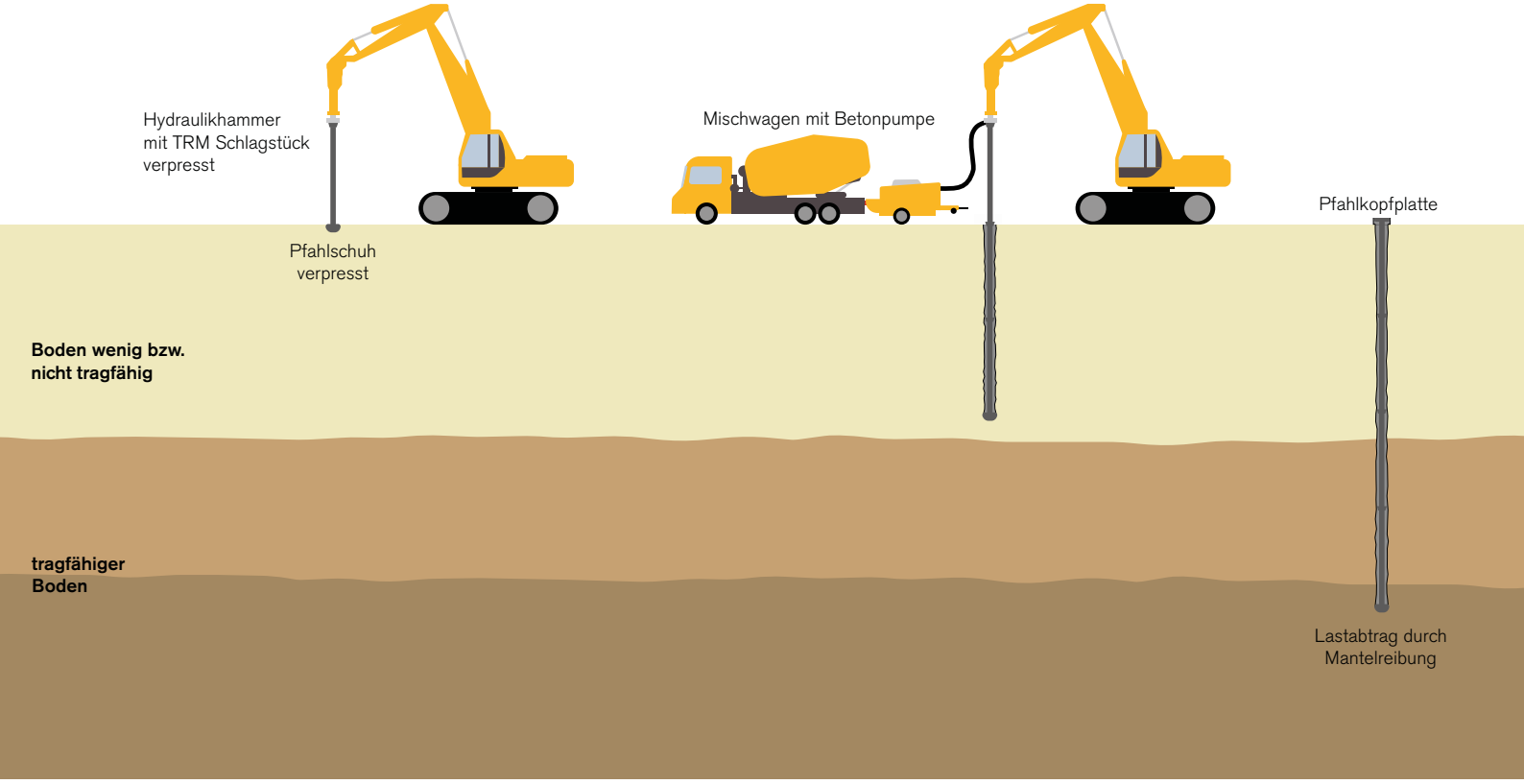
Rammvorgang

+ Das erste Pfahlrohr wird mit einem speziellen Pfahlschuh auf dem Boden aufgesetzt und mittels Bagger und leistungsfähigem Schnellschlaghammer mit TRM Pfahlschlagstück unverpresst in den Boden gerammt. Der Pfahlschuh schließt bündig mit dem Gusspfahldurchmesser ab. Je nach Untergrund kann ein TRM Pfahlschuh unverpresst mit Spitze oder flacher Ausführung eingesetzt werden.
+ Das nächste Pfahlrohr (und alle weiteren) werden in die Steckmuffe (Plug&Drive®) eingesetzt und auf die erforderliche Endtiefe des Pfahls eingetrieben.

Zementmörtelverfüllung

+ Nach Abtrennen des Pfahlrohrüberstandes (exakt auf planlicher Höhe) wird der Pfahl mit Zementmörtel (i.d.R. C20/25 oder C25/30) verfüllt, um die innere Tragfähigkeit des Systems nochmals zu erhöhen. Anschließend wird eine TRM Pfahlkopfplatte Oktagon für den Anschluss an das Fundament aufgesetzt.

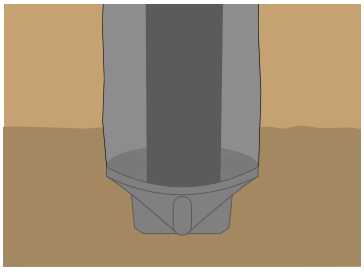
Der Durchmesser des Pfahlschuhs entspricht bei der Ausführung ohne Mantelverpressung dem Außendurchmesser des Pfahlrohres.



Druckpfahl mit Mantelverpressung

Mantelverpresster Duktilrammpfahl

Mantelverpresste Duktilrammpfähle eignen sich für bindige und nicht-bindige Böden, bei welchen die Mantelreibung des Verpresskörpers zur Aufnahme der Traglasten ausreichend aktivierbar ist. Ein Teil der Last wird auch über den Spitzendruck abgetragen.



Pfahlschuh verpresst

Herstellung

+ Das erste Pfahlrohr wird mit einem speziellen Pfahlschuh, der einen größeren Durchmesser im Vergleich zum Pfahlrohr besitzt, auf dem Boden aufgesetzt und mittels Bagger und leistungsfähigem Schnellschlaghammer mit TRM Schlagstück verpresst in den Boden gerammt. Der TRM Pfahlschuh verpresst ist in konischer oder flacher Variante erhältlich.
+ Gleichzeitig mit dem Einrammen wird mittels einer Betonpumpe permanent Zementmörtel (i.d.R. C20/25 oder C25/30 mit Größtkorn 4mm) durch das Pfahlinnere gepumpt, welcher beim Pfahlschuh austritt und im Ringraum wieder an die Geländeoberkante gelangt. Spezielle Öffnungen im Pfahlschuh ermöglichen den Austritt des Zementmörtels. In sehr weichem Boden kann zusätzlich zum TRM Pfahlschuh verpresst ein Aufsatzring verwendet werden, um den Betonfluss zu verbessern.
+ Das nächste Pfahlrohr (und alle weiteren) werden in die Steckmuffe (Plug&Drive®) eingesetzt und auf die erforderliche Endtiefe des Pfahls eingetrieben.
+ So entsteht ein durchgehender Betonkörper, der durch Verzahnung mit dem Erdreich hohe Pfahlmantelreibungswerte erzeugt.
+ Nach Abtrennen des Pfahlrohrüberstandes (exakt auf planlicher Höhe) wird eine TRM Pfahlkopfplatte Oktagon für den Anschluss an das Fundament aufgesetzt.

Zug- und Wechsellastpfahl

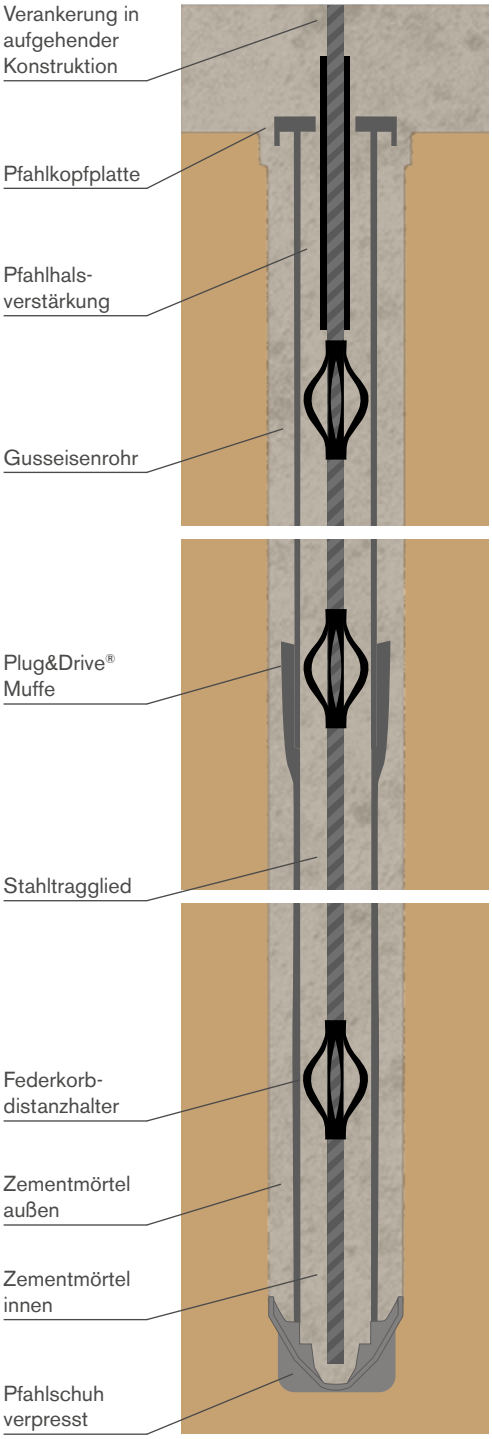
Mantelverpresster Duktilrammpfahl

Wenn neben Druckkräften auch Zugkräfte übertragen werden sollen, empfiehlt sich die Herstellung von mantelverpressten Duktilrammpfählen. Der Zug- und Wechsellastpfahl ist ein Verbundbauteil bestehend aus dem Stahltragglied, dem Zementmörtel innen, dem Gusseisenrohr und dem Zementmörtel außen. Die Lastabtragung wird hierbei zum größten Teil über die Aktivierung der bodenabhängigen Pfahlmantelreibung realisiert.

Herstellung

gem. Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Z-34.25-230/DIBt

+ Zuerst wird ein mantelverpresster Duktilrammpfahl hergestellt.
+ Für die Einleitung von Zugkräften in den Pfahl wird ein Stahltragglied in den noch flüssigen Zementmörtel eingestellt und im Fundamentkörper mit der statisch erforderlichen Verankerungslänge oder mit zugelassenen Verankerungselementen einbetoniert. Damit ist der zum Ableiten der Zugkräfte notwendige Kraftschluss zwischen Pfahl und darüber liegendem Fundament gewährleistet.
+ Das Stahltragglied ist innerhalb der duktilen Gusseisenrohre mittels Federkorbdistanzhaltern zu zentrieren.
+ Am Pfahlhals, das ist der Übergangsbereich vom Pfahl zum Fundamentkörper, wird das Stahltragglied durch ein konzentrisch angeordnetes Kunststoffripprohr geschützt.
+ Wichtig ist, den Ringraum zwischen Stahltragglied und Kunststoffripprohr sorgfältig mit fließfähigem Zementmörtel zu verfüllen.
+ Die TRM Pfahlkopfplatte Oktagon besitzt eine für die Durchführung des Kunststoffripprohres geeignete Öffnung.



STOP

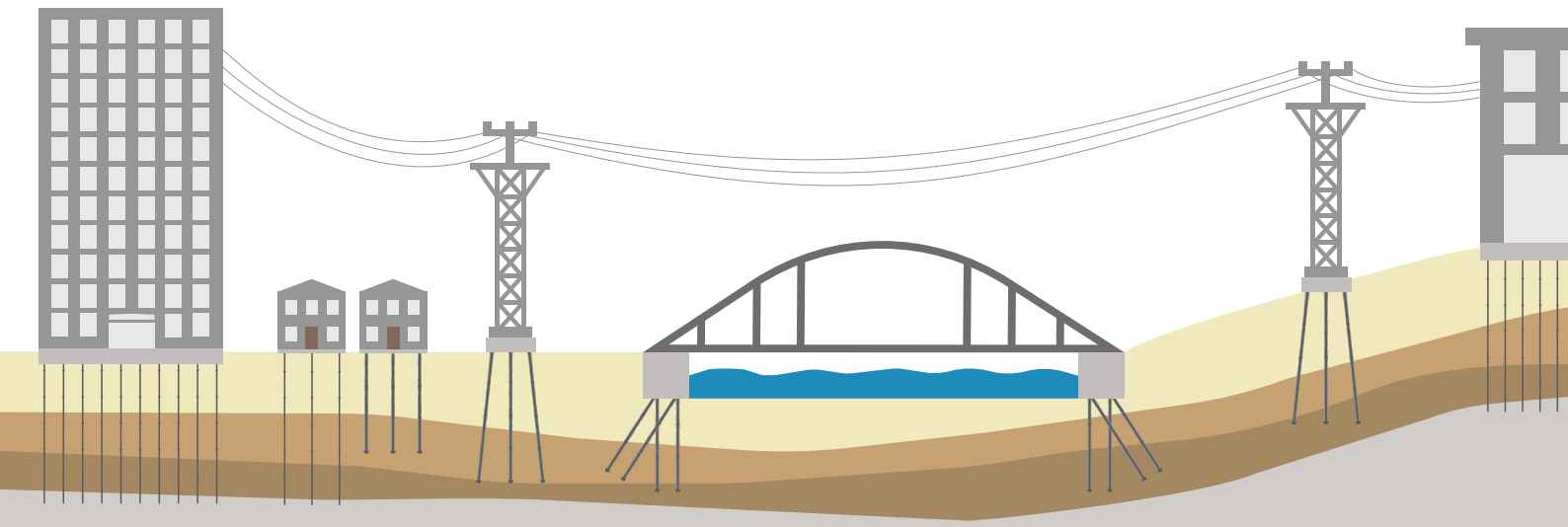
Anwendungsgebiete Vorteile durch Pfahlgründungen

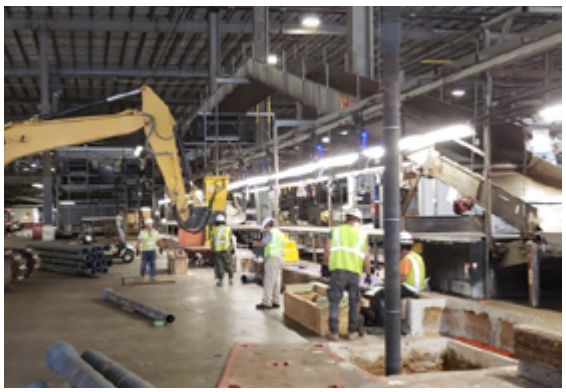
Hochbau

TRM Duktilrammpfähle können als Fundierung von Einfamilienhäusern bis hin zu großen Wohnanlagen bzw. Bürogebäude eingesetzt werden. Durch die leichten, wendigen Gerätschaften und die kurze Ausführungszeit bietet das TRM Pfahlsystem speziell im innerstädtischen Bereich oder bei kleinen Bauvorhaben einen wesentlichen Vorteil.

Industriebau

Leichte Konstruktionen wie Fertigteilhallen oder Hochregallager sind sehr empfindlich auf Setzungen und besonders auf Setzungsdifferenzen. Hier bietet der TRM Duktilrammpfahl einen sicheren Lastabtrag durch die in kleine Köcherfundamente eingebundenen Pfähle. Wind- und Tragwerkslasten werden sicher in den Baugrund eingeleitet.



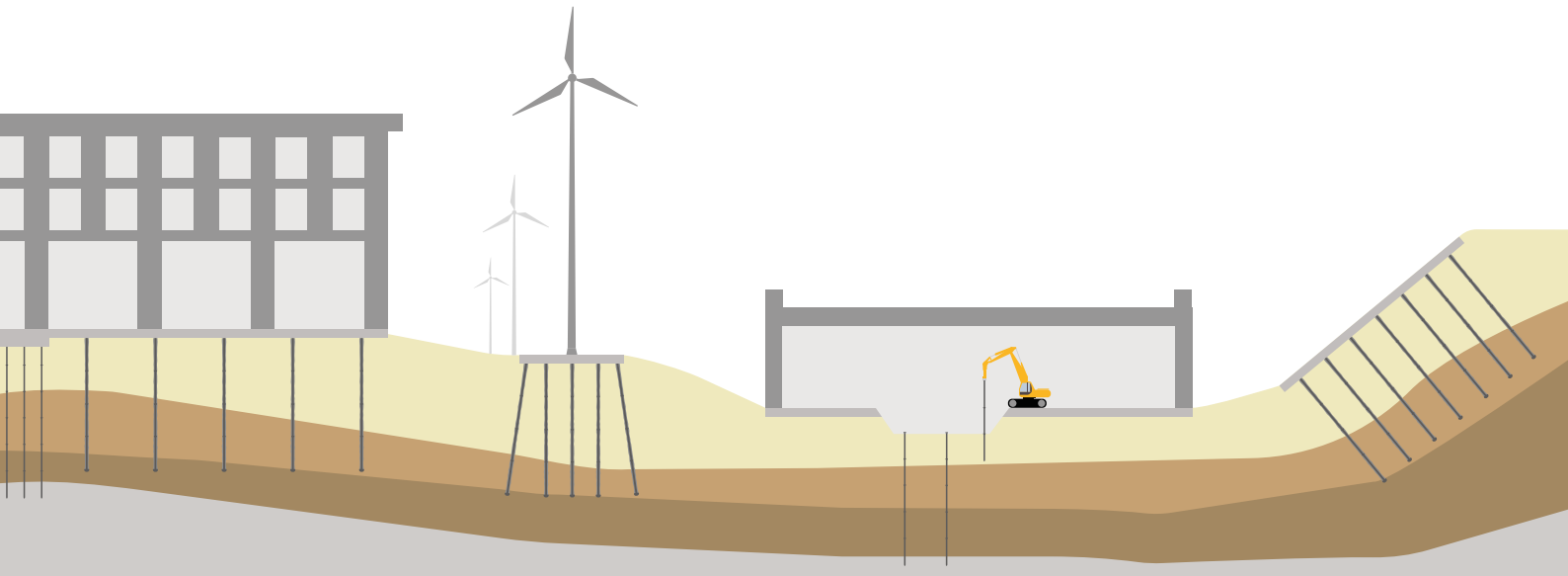


Nachgründungen

Innerhalb von Hallen und Gebäuden werden zur Aufnahme von Zusatzlasten alte Fundamente verstärkt oder neue Fundamente nachträglich errichtet. Die Herausforderung der beschränkten Arbeitshöhe wird durch die Verwendung der Kupplungshülse gelöst.

Brückenbau

Die Druck- und Zugkräfte welche bei den Brückenwiderlagern und Pfeilern entstehen, können über unseren Wechsellastpfahl aufgenommen werden. Momente werden durch Pfahlböcke und Horizontalkräfte durch schräg geneigte Pfähle abgetragen. Durch die einfache und schnelle Baustellenumstellung bietet das TRM Pfahlsystem einen echten Vorteil.



Anwendungsgebiete Vorteile durch Pfahlgründungen

Schlanke Bauwerke

Silos, Turmdrehkräne, Windkraftanlagen, Strom- und Sendemasten werden auf Druck und Zug beansprucht. Bauwerke mit großer Höhe und zyklischen Windbelastungen werden auf Pfahlböcken mit einer zusätzlichen Zugbewehrung gegründet. Der TRM Zug- und Wechsellastpfahl ist hier prädestiniert, um die zyklischen Windbelastungen sicher aufzunehmen.

Böschungssicherung

Als begleitende oder dringende Maßnahme kann bei rutschgefährdeten Hängen der TRM Duktilrammpfahl vertikal bis nahezu horizontal zur Erreichung der Standsicherheit eingebaut werden.

Auftriebssicherung

Die Betonsohle von Klärbecken, Straßenunterführungen und Baugruben im Schwankungsbereich des Grundwasserspiegels werden mittels Zugpfählen gegen Aufschwimmen gesichert.

Spezialanwendungen

CSP – Solarthermische Kraftwerke

Solarthermische Kraftwerke sind meist leichte Konstruktionen, welche hohen Windbelastungen ausgesetzt sind. Der TRM Duktilrammpfahl ermöglicht enge Einbautoleranzen der Fundamentstützen und bietet der Konstruktion die notwendige Sicherheit.

Lärmschutz

Lärmschutzwände sind langgestreckte Bauwerke. Die Last wird über Einzelfundamente (Pfahlböcke), welche durch eine Stützmauer verbunden sind abgetragen.

Geothermie

Pfahlfundierungen können durch die Installation von Erdwärmesonden zur Erdwärmegewinnung genutzt werden. Die Wärme aus dem Untergrund wird zur Gewinnung von Kühl- und Heizenergie verwendet.

Hochwasserschutz

Hochwasserschutzeinrichtungen werden durch die Häufung von Unwettern immer wichtiger. Geneigte Pfähle wirken den horizontalen Kräften entgegen.

Duktiler Guss GJS 450-10

Wir haben über 75 Jahre Erfahrung mit der Herstellung von Produkten aus duktilem Gusseisen. Das TRM Pfahlrohr wird nach höchsten Qualitätsstandards hergestellt. Begleitend zur Fertigung führen wir fortlaufend Qualitätskontrollen gemäß den einschlägigen Normvorgaben durch. Die Prüfungen umfassen dabei die mechanischen Kennwerte, die Abmessungen und die chemische Zusammensetzung.

+ Geprüfte Qualität nach EN-Normen, ISO 9001 Zertifizierung
+ Geprüfte Qualität nach ETA-07/0169 (CE-Kennzeichnung)
+ Geprüfte Qualität nach ÖNORM B2567

Recyclingmaterial

Schmelzbetrieb

Ständige Forschung und Weiterentwicklung des Werkstoffes

Korrosionsbeständigkeit
Der hohe Gehalt an Kohlenstoff und Silizium sowie die fertigungsbedingte Glühhaut verleihen dem duktilen Gusseisen eine höhere Korrosionsbeständigkeit im Vergleich zu Stahl.

Recyclingprodukt
Für die Gewinnung des Roheisens setzen wir ausschließlich auf Rohstoffe der Recyclingindustrie wie Blechpakete, sortierter Stahlschrott und Kreislaufmaterial. Der TRM Duktilrammpfahl ist ein klassisches Recyclingprodukt und somit besonders ressourcenschonend.

Hohe Schlagfestigkeit
Durch die Beigabe von Magnesium zum Flüssigeisen und die Wärmebehandlung der Pfähle im Glühofen erhält das Gusseisen seine hohe Duktilität und Festigkeit. Damit ist auch das Einrammen der Pfähle mit leistungsfähigen Hydraulikhämmern ohne Überbeanspruchungsgefahr möglich.

Gusseisen mit Kugelgraphit	
Zugfestigkeit	≥ 450 N/mm²
0,2 % Dehngrenze	≥ 320 N/mm²
Elastizitätsmodul	170.000 N/mm²
Druckfestigkeit	700 N/mm²
Bruchdehnung	≥ 10%
Dichte	7.050 kg/m³

Tragfähigkeit von Duktilrammpfählen

Nachweis der inneren Tragfähigkeit

Die Bemessung der inneren Tragfähigkeit von Pfählen hat nach EUROCODE 3 und EUROCODE 4 und den nationalen Anhängen zu erfolgen. **Folgende nationale Vorgaben sind zusätzlich zu berücksichtigen:**

+ Europäische Technische Bewertung ETA-07/0169 (CE-Kennzeichnung)
+ Deutschland: Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Z-34.25-230 (DIBt)
+ Österreich: Österreichische Bauzulassung GZ: 2020-0.094.414 (BMK)

Querschnittstragfähigkeit
Die Querschnittstragfähigkeit ist abhängig vom Pfahltyp, Pfahldurchmesser, Wanddicke und verwendetem Zementmörtel. Bemessungswerte der Pfähle ohne/mit Mantelverpressung unter Druckbeanspruchung lt. ETA sind der u.a. Tabelle zu entnehmen.

Stabilitätsnachweis (Knicken)
Für teilweise frei stehende Pfähle ist ein Stabilitätsnachweis zu führen. Gemäß EN 1997-1 ist dieser ebenso zu führen, wenn die Pfähle von Böden mit einer charakteristischen Scherfestigkeit im undrainierten Zustand von cu ≤ 10 KPa (kN/m²) umschlossen werden. Für Stabilitätsnachweise ist ein höherer Teilsicherheitsbeiwert zu berücksichtigen. Die angeführten Werte in der Tabelle müssen dementsprechend abgemindert werden.

Verbundfuge
Die Verbundfuge muss für Bemessungen in Deutschland nach der „Allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Z-34.25-230“ nachgewiesen werden. Dieser Bemessungswert gibt die Beanspruchbarkeit der Verbundfuge zwischen Gussrohr und Mantelverpressung an.

Korrosionsraten für die Bemessung

+ Bei Druckpfählen mit Mantelverpressung bewirkt der Zementmörtel einen umfassenden Korrosionsschutz.
+ Bei Druckpfählen ohne Mantelverpressung ist bei der Bemessung ein Verlust der Wanddicke durch Korrosion zu berücksichtigen. Die Werte können gemäß ETA-07/0169 aus der EN 1993-5 Pkt. 4.4 entnommen werden. Die Bemessungswerte müssen dementsprechend angepasst werden.

Tabelle mit Bemessungswerten der inneren Tragfähigkeit gemäß ETA-07/0169:

Typ	Nominelle Wanddicke	Bemessungswert der inneren Tragfähigkeit N_{Sd}		
		Pfahl	Pfahl + Beton (C20/25)	Pfahl + Beton (C25/30)
	[mm]	[kN]		
TRM 98	6,0	555	632	652
	7,5	682	754	773
TRM 118	7,5	833	944	972
	9,0	986	1091	1117
	10,6	1144	1243	1267
TRM 170	7,5	1225	1477	1540
	9,0	1457	1699	1759
	10,6	1699	1930	1988
	13,0	2052	2269	2323

Die obigen Bemessungswerte gelten für Spitzendruckpfähle, bei denen kein Wanddickenverlust durch Korrosion angesetzt wird und für mantelverpresste Duktilrammpfähle. Nationale Vorgaben sind zusätzlich zu berücksichtigen. Höhere bzw. andere Betonqualitäten sind zulässig.

Nachweis der äußeren Tragfähigkeit

Eine umfassende und aussagekräftige Bodenerkundung (Rammsondierung, etc.) ist Grundlage für die wirtschaftliche Dimensionierung der Pfähle. Der Nachweis der äußeren Tragfähigkeit ist durch Probebelastungen zu erbringen oder auf Grundlage von Erfahrungswerten (Werte gem. EA-Pfähle – 3. Auflage oder firmenspezifische Erfahrungswerte) zu ermitteln.

Das TRM Pfahlsystem ermöglicht zusätzliche Erkenntnisse bei der Herstellung:

+ Aus dem gemessenen Eindringwiderstand (Rammfortschritt in sec/m) können Rückschlüsse auf die „tatsächliche“ Tragfähigkeit des Bodens gezogen werden.
+ Die Pfahllängen können während des Einbaus entsprechend den Bodenverhältnissen angepasst werden.

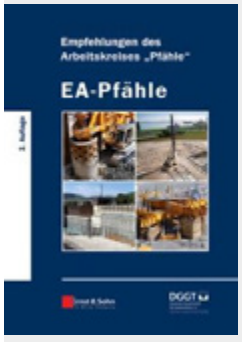
Druckpfahl mit Mantelverpressung

Im Rahmen eines gemeinsamen Forschungsprojektes mit der Universität Kassel, im Zeitraum 2015 bis 2020, wurden 338 Pfahlprobebelastungen nach wissenschaftlichen Kriterien untersucht. Diese Ergebnisse wurden nun als Erfahrungswerte zur Ermittlung von Pfahlspitzendruck und Pfahlmantelreibung im Grenzzustand der Tragfähigkeit für mantelverpresste Duktilrammpfähle in den nachfolgenden Bildern graphisch dargestellt und in Tabellenform in die EA-Pfähle – 3. Auflage (Punkt 5.4.9.6) aufgenommen.
Dabei ist zu berücksichtigen:

+ Der Pfahlspitzendruck und die Pfahlmantelreibung sollten, in Anlehnung an EA-Pfähle, grundsätzlich mit der 10%-Quantile ermittelt werden.
+ Über diese Pfahlwiderstände hinausgehende Werte (maximal bis 50%-Quantile) sollten nur nach Bestätigung durch einen Sachverständigen für Geotechnik gewählt werden.

Druckpfahl ohne Mantelverpressung

Eine umfassende Bodenerkundung mit Erkundung der Höhenlage der tragfähigen Schicht ist Voraussetzung. Nach Erreichen der tragfähigen Schicht und eines Rammfortschrittes ≤ 3cm/min sind die zulässigen Lasten von einem Geotechniker aufgrund seiner Erfahrungswerte in einem ähnlichen Boden festzulegen bzw. i.d.R. durch eine Probebelastung zu ermitteln.



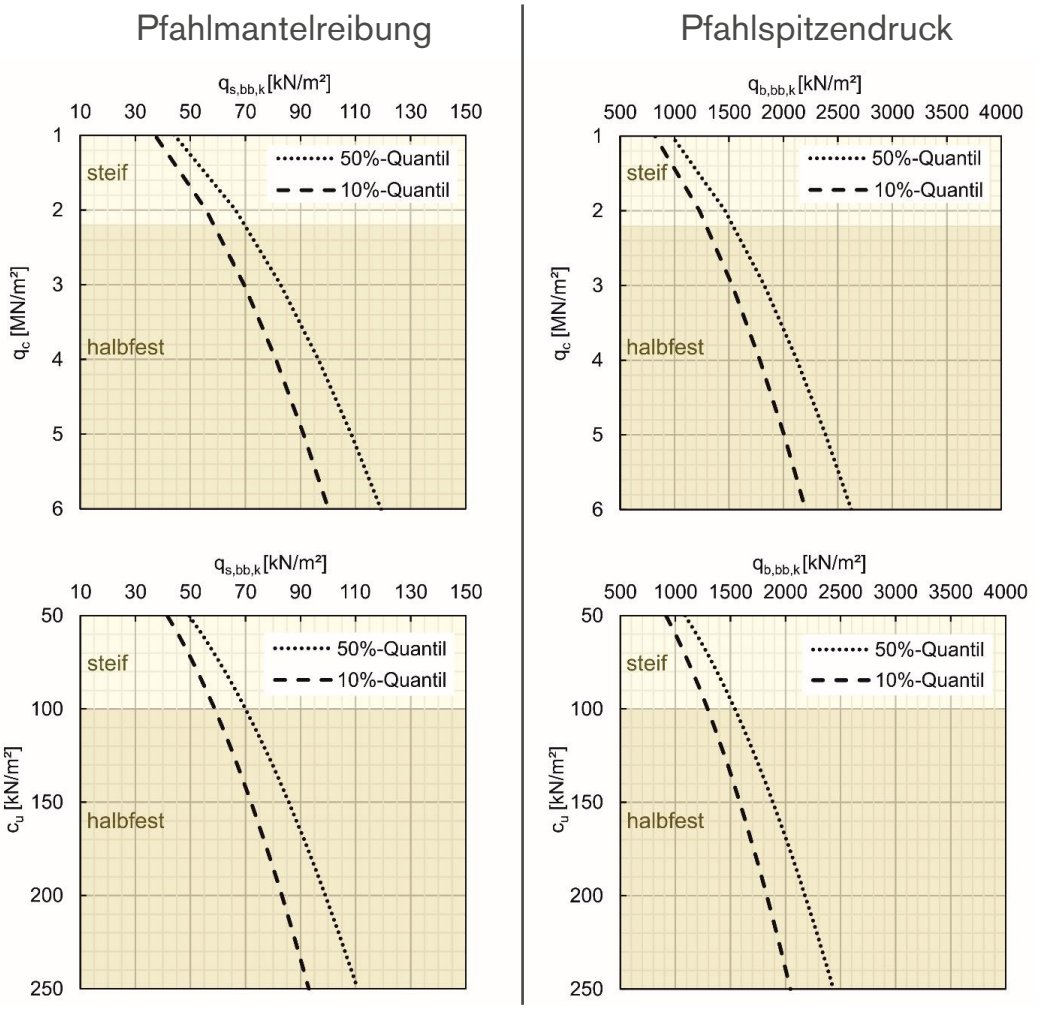
EA-Pfähle – 3. Auflage

Gemäß derzeitigem Stand sollte die 3. Auflage der „EA Pfähle“ 2024 erscheinen. Gegenüber der 2. Auflage wurde eine grundlegende redaktionelle Überarbeitung vorgenommen. Zukünftig werden im **Abschnitt 2.2.5.3** „Verpresste Duktilrammpfähle“ behandelt. Die neuen Regelungen enthalten neben Angaben zur Pfahlherstellung, Hinweise zur Qualitätssicherung bei der Bauausführung und **Erfahrungswerte** zur Ermittlung von **Pfahlspitzendruck** und **Pfahlmantelreibung** im Grenzzustand der Tragfähigkeit. Die von der Universität Kassel im Rahmen des Forschungsprojekts erarbeiteten Erfahrungswerte (siehe Seite 18-19) wurden dabei übernommen. Die neuen Regelungen wurden mit dem Jahresbericht 2022 des Arbeitskreises „Pfähle“ der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik (DGGT) in die EA-Pfähle aufgenommen und können unter Abschnitt 4.2 nachgelesen werden.

Den Jahresbericht 2022 finden Sie in unserem Secure Download Bereich:

Äußere Tragfähigkeit von Duktilrammpfählen

Korrelationen des Pfahlspitzendrucks $q_{b,k}$ und der Pfahlmantelreibung $q_{s,k}$ mit den Sondierwiderständen in **bindigem Boden**



Erfahrungswerte in Tabellenform nach EA-Pfähle – 3.Auflage

Scherfestigkeit $c_{u,k}$ des undränierten Bodens [kN/m²]	Bruchwert $q_{s,k}$ der Pfahlmantelreibung [kN/m²]
60	45-55
150	75-85
≥ 250	95-110
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.	

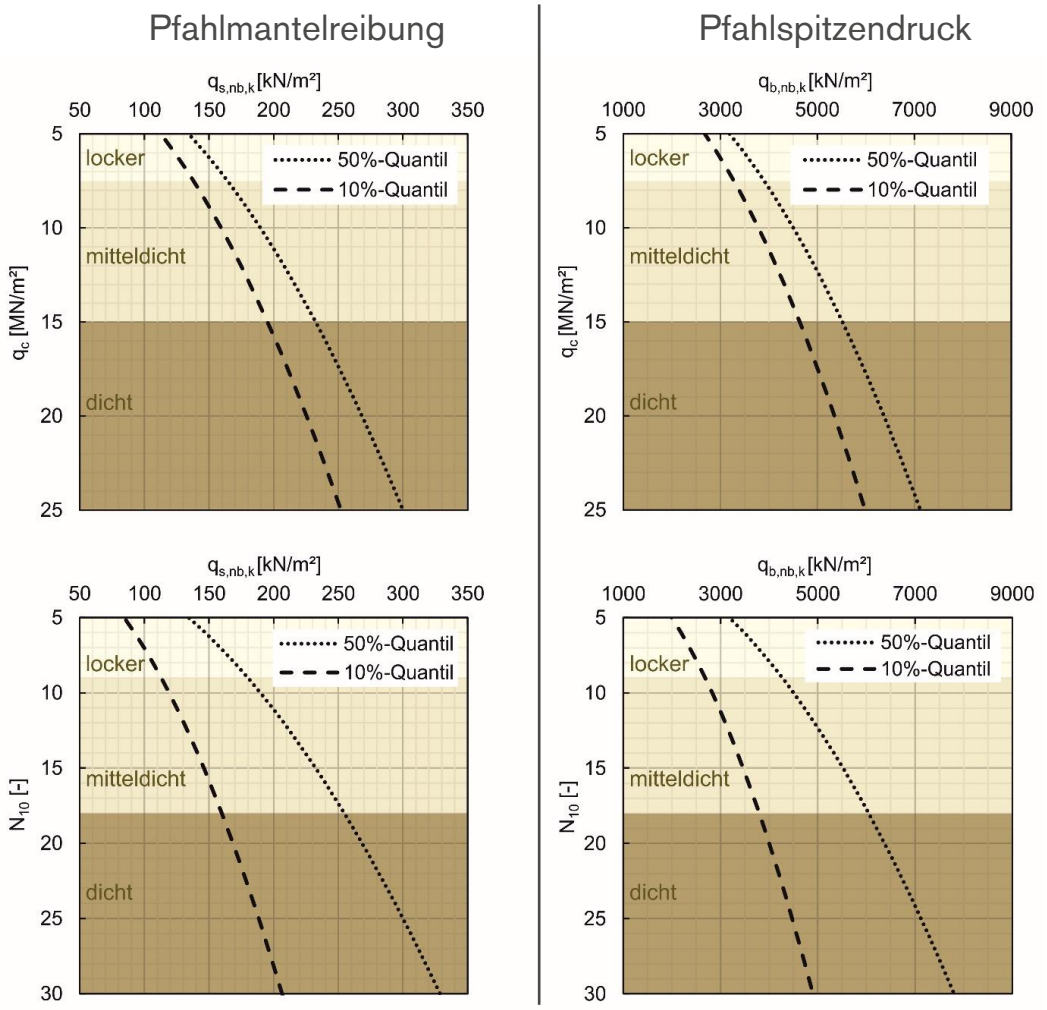
Tabelle 5.36 Spannen der Erfahrungswerte für die charakteristische Pfahlmantelreibung $q_{s,k}$ für mantelverpresste Duktilrammpfähle in bindigen Böden.

Bezogene Pfahlkopfsetzung s/D_b	Pfahlspitzendruck $q_{b,k}$ [kN/m²]		
	Scherfestigkeit $c_{u,k}$ des undränierten Bodens [kN/m²]		
	100	150	≥ 250
0,10 (Sg)	1300-1500	1600-1900	2000-2400
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.			

Tabelle 5.35 Spannen der Erfahrungswerte für den charakteristischen Pfahlspitzendruck $q_{b,k}$ für mantelverpresste Duktilrammpfähle in bindigen Böden.

Äußere Tragfähigkeit von Duktilrammpfählen

Korrelationen des Pfahlspitzendrucks $q_{b,k}$ und der Pfahlmantelreibung $q_{s,k}$ mit den Sondierwiderständen in nicht-bindigem Boden



Erfahrungswerte in Tabellenform nach EA-Pfähle – 3.Auflage

Mittlerer Spitzendruck-widerstand q_c der Drucksonde [MN/m²]	Bruchwert $q_{s,k}$ der Pfahlmantelreibung [kN/m²]
7,5	135-165
15	195-230
≥ 25	250-300
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.	

Tabelle 5.34 Spannen der Erfahrungswerte für die charakteristische Pfahlmantelreibung $q_{s,k}$ für mantelverpresste Duktilrammpfähle in nicht-bindigen Böden

Bezogene Pfahlkopf-setzung s/D_b	Pfahlspitzendruck $q_{b,k}$ [kN/m²]		
	Bei einem mittleren Spitzenwiderstand q_c der Drucksonde [MN/m²]		
	7,5	15	≥ 25
0,10 (Sg)	3300-3900	4600-5500	6000-7100
Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden.			

Tabelle 5.33 Spannen der Erfahrungswerte für den charakteristischen Pfahlspitzendruck $q_{b,k}$ für mantelverpresste Duktilrammpfähle in nicht-bindigen Böden

TRM Pfahlsysteme und Nachhaltigkeit

Der Nachhaltigkeitsgedanke hat bei TRM einen hohen Stellenwert. Das für die Gussherstellung erforderliche Roheisen wird ausschließlich aus Rohstoffen der Recyclingindustrie gewonnen. Der TRM Duktilrammpfahl ist somit ein klassisches Recyclingprodukt.

Wertschöpfung in Österreich
Der TRM Duktilrammpfahl wird im eigenen Werk in Hall in Tirol hergestellt. Der Großteil unserer Rohstoffe wird per Bahn angeliefert. Auch bei der Auslieferung wird darauf geachtet, Ressourcen so ökologisch wie möglich einzusetzen.

Erneuerbare Energie
Mit 9.000 m^2 Fläche verfügt die Tiroler Rohre GmbH über die größte Photovoltaikanlage Tirols. Damit wird eine Leistung von 851 kWp erzeugt. Durch den ins Netz eingespeisten Strom werden 300 Haushalte in der Region versorgt. Zusätzlich beziehen wir ausschließlich Strom aus erneuerbaren Energieträgern.

Langlebige Bauwerke
Unser TRM Pfahlsystem wird darauf ausgelegt, dass Bauwerke 100 Jahre darauf gegründet werden können. Auch eine Nachnutzung dieser Gründung ist möglich.

Digital optimierte Prozesse
Energieverbräuche und Kennzahlen werden mit einem der modernsten Systeme kontinuierlich überwacht und gesteuert. Die Abwärme der Produktion wird zur Herstellung von Fernwärme für das örtliche Fernwärmenetz genutzt, welches 650 Haushalte versorgt. Mit Hilfe ausgeklügelter Filtertechnik, die sich immer auf dem aktuellen Stand der Technik befindet, stellt die Tiroler Rohre GmbH sicher, dass keine Schadstoffe in die Atmosphäre oder Umwelt gelangen.

Innovationen für Nachhaltigkeit
Die Tiroler Rohre GmbH hat für den TRM Duktilrammpfahl bereits 2017 die Erstellung einer EPD (Umwelt Produkt Deklaration) erwirkt, welche 2022 nochmals aktualisiert wurde. Dank der Bemühungen und Verbesserungen in der Produktion konnten ca. 9% an GWP (Global Warming Potential) gesamt (kg CO_2 äquivalent) seit der ersten EPD eingespart werden.

Umwelt Produkt Deklaration (EPD)

In der Bauindustrie spielt die Umwelt Produkt Deklaration (Environmental Product Declaration (EPD)) eine immer wichtigere Rolle bei der Bewertung der Umweltauswirkungen von Bauprodukten und -materialien. EPDs ermöglichen es Bauherren, fundierte Entscheidungen zu treffen, die auf ökologischen Kriterien basieren und zur Nachhaltigkeit im Baubereich beitragen.

Eine EPD basiert auf internationalen Normen und Richtlinien (ISO 14025 sowie EN 15804), die die Grundsätze und Anforderungen für die Durchführung von Umweltbewertungen festlegen.

Bei der Erstellung der EPD des TRM Duktilrammpfahls wurde ein ganzheitlicher Ansatz des Produktes gewählt. Es werden alle Lebenszyklen des Produktes betrachtet. Sie betrachtet daher nicht nur z.B. den Herstellungsprozess im Werk, sondern nimmt alle Lebenszyklen des Produktes in den Fokus. Es handelt sich hier also um eine Betrachtungsweise „von der Wiege bis zur Bahre“.

Diese Daten und die EPD selbst wurden von der Bau EPD (Herausgeber und „Verwalter“ der EPD) und einem Team an Verifizierern geprüft und freigegeben.

Weitere Informationen finden sie dazu in unserem Secure Download Bereich:

Zahlen, Daten, Fakten

Mit Berücksichtigung eines “durchschnittlichen” Transportweges und einer “durchschnittlichen” Baustelle fallen bei Betrachtung aller Lebenszyklen beispielsweise an:

+ TRM-Pfahl 118/7,5 (ohne Zementmörtel): 26,4 kg CO_2 äquiv/m Pfahl
+ TRM-Pfahl 170/9,0 (ohne Zementmörtel): 44,47 kg CO_2 äquiv/m Pfahl

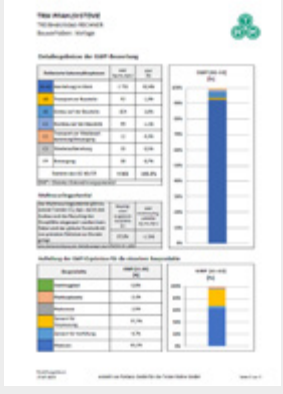
Ökobilanzstudien

In einer TRM vorliegenden Studie wurde bei 2 Projekten (1x Industriebau in Deutschland, 1x Brücke in Südafrika) ein Vergleich von TRM-Pfählen und Bohrpfählen durchgeführt. Durch den Einsatz der TRM-Pfähle konnte dabei das Treibhauspotenzial um 30% bzw. um 60% CO_2-Ausstoß reduziert werden.

TRM Treibhausgasrechner

Auf Grundlage der Ergebnisse der EPD wurde ein Rechentool auf Excel-Basis entwickelt, mit welchem man für beliebige Bauvorhaben auf einfache und schnelle Weise eine GWP*-Gesamtbilanz berechnen kann.

*(GWP = Globales Erderwärmungspotential)



Projektbeispiele

BRÜCKENBAU

Neubau Rheinbrücke
Österreich

+ Gründung des Brückenbauwerks und Stützmauern
+ 36.260 m Duktilrammpfähle TRM 170 in der Wandstärke 9,0 mit verpresstem Pfahlschuh DN 320
+ Mantelverpresste Duktilrammpfähle als Druck- und Wechsellastpfähle bis zu einem Bemessungswert von 550 kN
+ Teilweise geneigte Pfähle bis zu 45°
+ Ausführungszeitraum: 2021 – 2023

INDUSTRIEBAU

Erweiterung Logistikzentrum
Italien

+ Gründung Logistikzentrum mit Hochregallager
+ 15.000 m Duktilrammpfähle TRM 170 in den Wandstärken 9,0/10,6/13,0 mit verpresstem Pfahlschuh DN 270
+ Hohe Anforderungen im Bereich des Hochregallagers
+ Tragfähige Bodenschichten erst in tieferen Lagen
+ Ausführungszeitraum: 2022

HOCHBAU

Al-Madina Al-Shamaliya
Bahrain

+ Gründung von zwei Gebäudekomplexen mit je 20 Stockwerken und gesamt 400 Wohnungen
+ 43.000 m Duktilrammpfähle TRM 118 in der Wandstärke 7,5 mit verpresstem Pfahlschuh DN 270
+ Gründung in der Wüste
+ Traglast nach bereits zehn Metern erreicht, da sich unter dem Tonstein eine gespannte Süßwasserschicht befindet
+ Ausführungszeitraum: 2021 – 2024

Alle Vorteile auf einen Blick

+ **Kostengünstige Baustelleneinrichtung:**
  Für das TRM Pfahlsystem sind nur leichte, handelsübliche Gerätschaften (Bagger mit hydraulischem Schnellschlaghammer und speziellem TRM Pfahlschlagstück) notwendig.

+ **Flexible Anpassung der Pfahllängen:**
  Die Pfahllängen können aufgrund der Rammkriterien vor Ort an den Baugrund angepasst werden. Wechselnde Baugrundverhältnisse sind damit kein Problem.

+ **Kurze Bauzeit:**
  Das Plug&Drive®-Verbindungssystem ermöglicht ein schnelles Koppeln der einzelnen Pfahlrohre. Dadurch ist eine hohe Rammleistung von 200-500 lfm pro Tag, abhängig vom Pfahldurchmesser und Boden, möglich. *Kein Schweißen erforderlich.*

+ **Kein Verschnitt:**
  Der Überstand wird auf planlicher Höhe abgetrennt und kann wieder als Anfangsstück für den nächsten Pfahl verwendet werden.

+ **Kein Nacharbeiten der Pfahlköpfe**

+ **Geringe Platzverhältnisse:**
  Eine Pfahlherstellung ist aufgrund der leichten Gerätschaften auch bei beengten Platzverhältnissen möglich. Der Achsabstand zu bestehenden Gebäuden beträgt mind. 50cm.

+ **Begrenzte Arbeitshöhe:**
  Durch die Verwendung von Kupplungshülsen können TRM Duktilrammpfähle beliebig gekürzt und bei begrenzter Arbeitshöhe eingesetzt werden.

+ **Vibrations- bzw. erschütterungsarme Einbringung:**
  Das Rammen in unmittelbarer Nähe von älteren Bausubstanzen ist aufgrund der geringen Beschleunigung problemlos möglich.

+ **Großes Lager:**
  Das Lager der Tiroler Rohre GmbH in Hall in Tirol bietet genügend Material für kurzfristige Lieferungen zur Baustelle.

+ **Geringe Anforderungen an das Arbeitsplanum und die Zufahrt**

+ **Ausführung als Zugpfähle möglich:**
  Durch das Einlegen eines Stahltraggliedes ist auch eine Ausführung als Zug- und Wechsellastpfahl möglich.

+ **Keine Zusatzkosten für Bohrgutförderung**

+ **Geringe Investitionskosten:**
  Es müssen keine teuren Rammgeräte und Ausrüstungen angeschafft werden.

Tiroler Rohre GmbH
Innsbrucker Str. 51
6060 Hall in Tirol
T +43 5223 503 0
F +43 5223 436 19
E pfahl@trm.at
www.trm.at

Version 3.0 Januar 2024 Alle Angaben ohne Gewähr.
Änderungen, Irrtümer, Druck- und Satzfehler vorbehalten.
Sämtliche Produktdarstellungen sind Symbolbilder,
Farbe und Ausführung können abweichen.
Fotografie: Dietmar Strauß
Medieninhaber: Tiroler Rohre GmbH
Druck: Alpina Druck GmbH