

DSI Hohlstab-System

Geotechnik





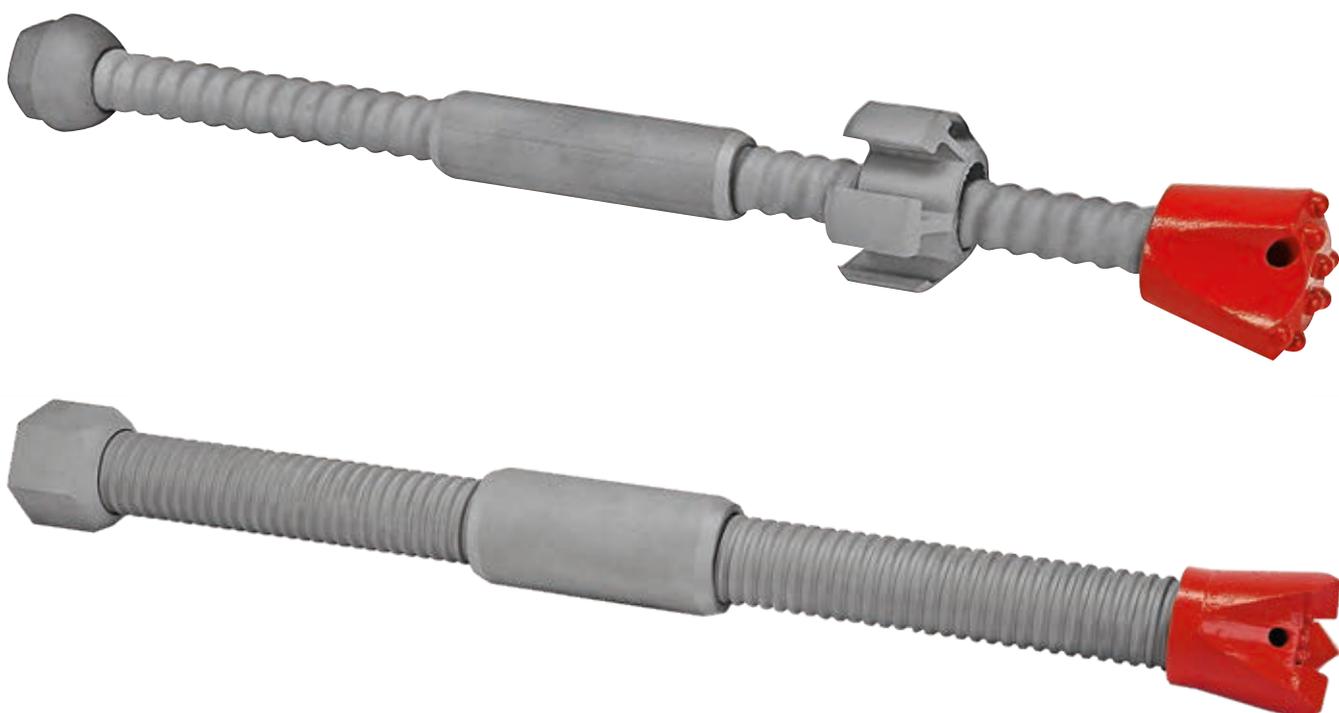
Inhalt

DSI Hohlstab-System	4
Produktions- und Kompetenzzentrum	5
Systemlösung	6
Fels- und Bodennagel	10
Verpressanker	14
Mikropfahl	18
Injektionslanze und DSI Injektionssysteme	22
Technische Daten	24
Korrosionsschutz	28
Bohrkronen	32
Selbstbohrender Einbau	34
Prüfung und Überwachung	37
Integriertes System	42
Systemzubehör	44
Selbstbohrender Spreizkopfanke	46
Stahlspreizköpfe	48
Nachgiebiger Ankerkopf	49
Sperrmuffe	50
Dichtmuffe	51
Nachverpressmuffe	52
Ringmuttern	53
Verankerungselemente	54
Hybridplatte	56
Gesteinsbohrwerkzeug	57
Injektionsausrüstung	59
DSI MAI® Mörtelmischpumpen	60
DSI MAI® LOG Druck-Mengen Schreiber	62
Normative Verweise	63

DSI Hohlstab-System

Einleitung

Das DSI Hohlstab-System ist ein selbstbohrend versetztes Stützmittel für Anwendungen im Untertagebau und in der Geotechnik. Unter Tage wird es zur radialen Ankerung, Ortsbrustsicherung, voraussicheren Sicherung oder als Lanze für Injektionsarbeiten eingesetzt. Das DSI Hohlstab-System findet auch weitreichende Anwendung in der Geotechnik als Fels- und Bodennagel, Mikropfahl oder Verpressanker. Das System stellt eine Komplettlösung für Bohren, Spülen und gleichzeitige oder nachträgliche Verpressung dar. Nach dem selbstbohrenden Einbringen ist der Hohlstab das lasttragende Element. Das DSI Hohlstab-System ist besonders für den Einbau in weichem Baugrund sowie im Fall von instabilen Bohrlöchern geeignet. Sandvik Ground Support verfügt über langjährige Erfahrung in der Entwicklung, Herstellung, Prüfung und dem Vertrieb des DSI Hohlstab-Systems.



Produktions- und Kompetenzzentrum



Fertigungsanlage

- Weltweites Kompetenzzentrum für das DSI Hohlstab-System in Pasching/Linz, Österreich
- Produktion von Hohlstäben basierend auf der einzigartigen DSI Kaltrolltechnologie
- Größtmögliche Arbeitssicherheit durch eine vollständig eingehauste und automatisierte Fertigungsanlage
- Nachhaltige Produktion
- Grüner Strom: 100 Prozent erneuerbare Energieträger

Produktpalette

- DSI Hohlstab-System
 - Reihe R32
 - Reihe R38
 - Reihe R51
 - Reihe T76
- Vollstab-Systeme (Typ CR)
- Systemkomponenten
 - Entwicklung und Prüfung
 - Bevorratung: Zentrales Hochregallager

KPIs und Eckdaten

- Jährliche Produktionskapazität
 - Referenz-Hohlstab R32 mit 4 kg/m
 - Bis zu 5,6 Mio. m/bis zu 22.500 t
- Rollgeschwindigkeit
 - 13 m/min
- Kontinuierlicher Verbesserungsprozess
 - Steuerung über Leistungskennzahlen
 - DSI Produktionssystem basiert auf TQM, TPS und Lean Management
- Qualitätssicherung
 - Zertifiziert nach ISO 9001
 - Laufende externe Überwachung

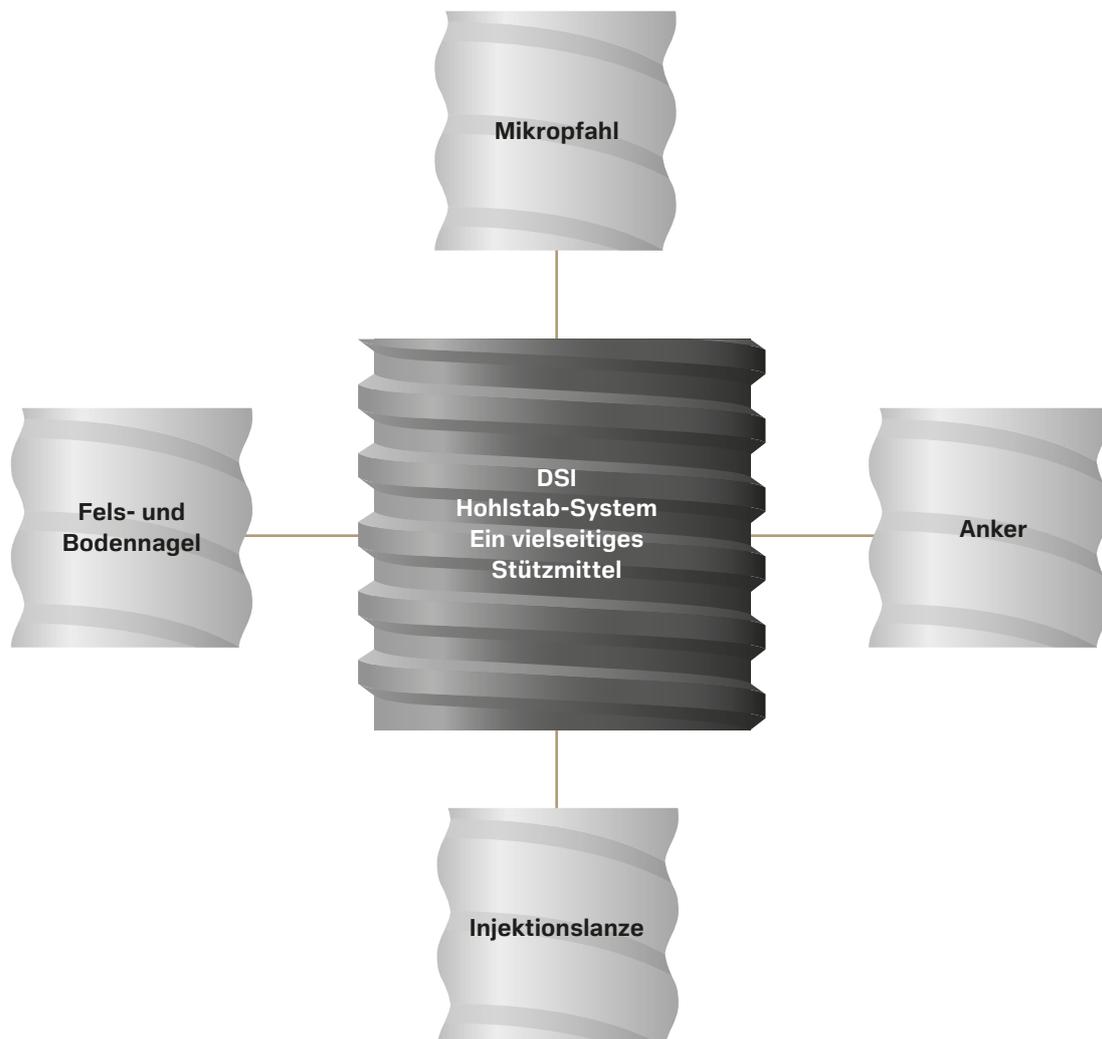


Systemlösung



Systembeschreibung

- Selbstbohrender Einbau ohne Verrohrung unter Verwendung einer Einwegbohrkrone
- Vorzugsweise verwendet bei instabilen Bohrlochbedingungen
- Einbau mit Standard-Bohrgeräten – je nach Baugrundverhältnissen drehend oder drehschlagend
- Hohlstab mit einem an der Außenseite durchgängig aufgerollten Linksgewinde, der während des Einbaus als Bohrstange verwendet wird
- Einfache Verlängerung der Hohlstäbe mittels Muffen
- Die Einbringung des Injektionsmediums kann entweder gleichzeitig während des Bohrvorgangs mit einem Spülkopf oder im Anschluss erfolgen
- Das durchgehende Gewindeprofil ermöglicht einen idealen Verbund zwischen Hohlstab und Verpresskörper
- Typ-III-Umweltdeklaration: Environmental Product Declaration (EPD)



Hauptvorteile

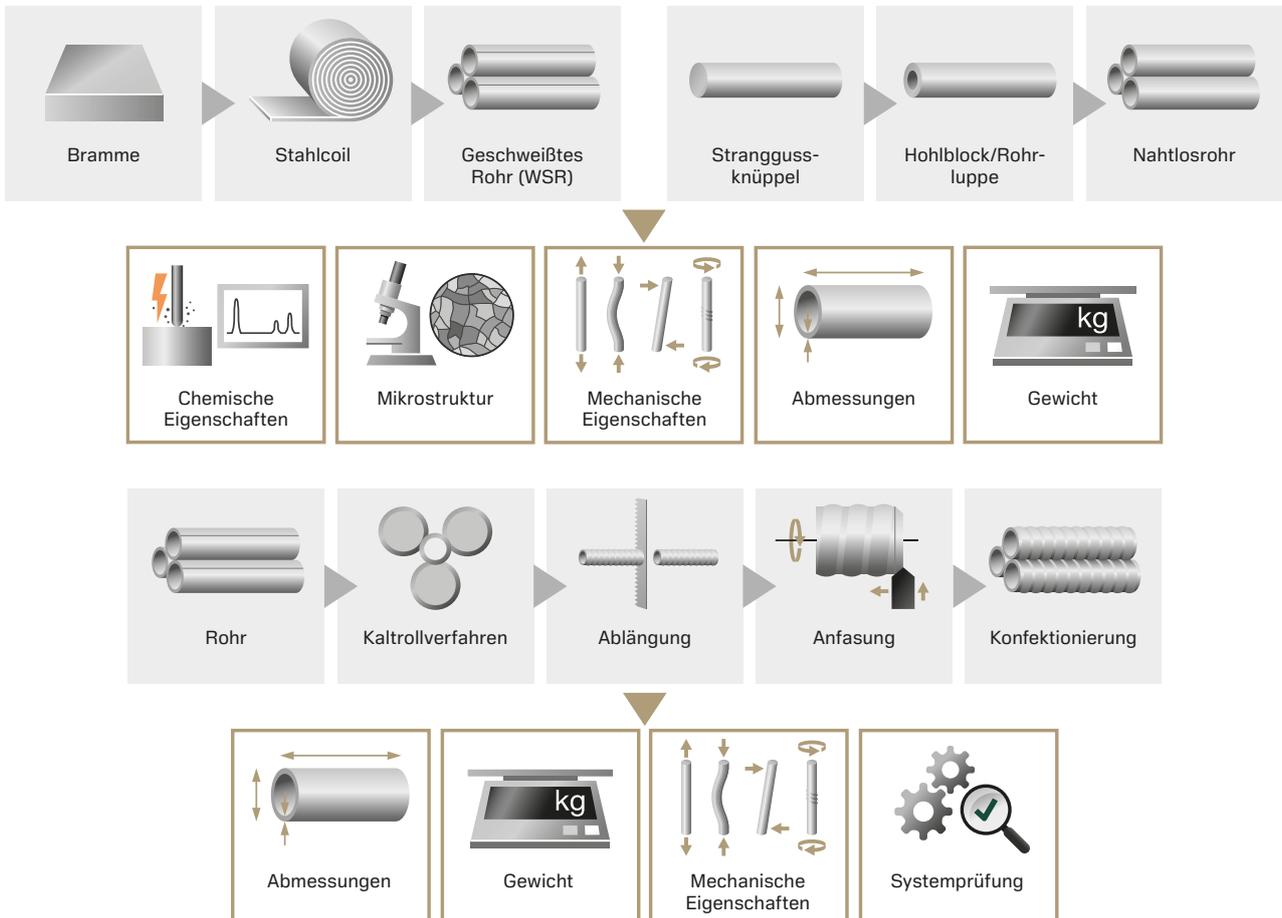
- Schneller und sicherer selbstbohrender Einbau
- Problemloser Einsatz in instabilen Bohrlöchern
- Einfaches und gleiches Funktionsprinzip: Einbau durch das Personal vor Ort mittels vorhandener Standard-Bohrgeräte
- Herstellung der Bohrung, Einbau und optional Verpressung in einem Arbeitsgang
- Nachweislich erfolgreicher Einbau in anspruchsvollen Baugrundverhältnissen
- Zuverlässige und effiziente Alternative im Vergleich zu zeitaufwändigen verrohrten Systemen
- Gleiches Installationsprinzip für alle Anwendungen und Baugrundverhältnisse
- Geringstmögliche Störung des Baugrunds
- Durchmesser und Design der Bohrkronen können an unterschiedliche und variierende Baugrundverhältnisse angepasst werden
- Geringe Platzanforderungen für den Einbau
- Funktionale Anpassung der erforderlichen Länge der Hohlstab-Tragglieder durch die Verwendung von Muffen
- Breites Spektrum an Hohlstab-Tragkraftklassen ermöglicht gewichts- und kostenoptimierte Produktauswahl
- Robustes System und hochbelastbares Gewinde konzipiert für die anspruchsvollen Anforderungen der Bauindustrie
- Hohes Level an Qualitätssicherungsmaßnahmen bei allen Design- und Fertigungsschritten

Qualitätssicherung

Die umfassenden Leistungen von Sandvik Ground Support beinhalten Entwicklung, Planung und Unterstützung beim Einbau der Systeme, sowie Qualitätsmanagement und die Kundenbetreuung vor Ort. Um Ihre Anforderungen und Bedürfnisse zu erfüllen, hat Sandvik Ground Support ein spezielles Qualitätssicherungs-

verfahren für das DSI Hohlstab-System gemäß den Prinzipien des Total-Quality-Managements eingeführt. Qualität bedeutet Sicherheit und Zuverlässigkeit für unsere Kunden. Unser Ziel ist es, Produktqualität und Produktsicherheit während des gesamten Produktions- und Vertriebsprozesses sicherzustellen.

Fertigungsbegleitende Qualitätskontrolle



Systemkomponenten

Basiselemente

— Hohlstab

- Verwendung als Bohrstange während des Einbaus
- Geeignet für gleichzeitige oder nachträgliche Verpressung
- Zug- oder Druckglied, auch für Wechsellast geeignet

— Muffe

- Kontinuierliches Innengewinde mit Mittelsteg oder Mittenstop
- Kontrollierte Übertragung der Bohrenergie
- Gewährleistung der vollen Nenntragfähigkeit des Systems

— Bohrkronen

- Eine Bohrkronen pro eingebautem Hohlstab-Tragglied
- Verschiedene Durchmesser und Ausführungen
- Gehärtet oder mit Hartmetalleinsätzen
- Optimiert für den Einsatz in verschiedenen Baugrundverhältnissen

Ausführungsbeispiele



Verankerungen und Fundamentkonstruktionen

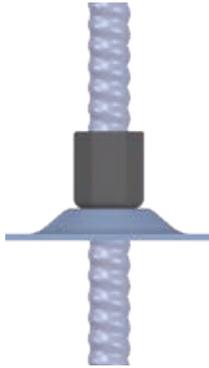
– Mutter

- Standardausführungen Sechskant- oder Kugelbundmutter
- Vierkantmutter (schweißbar)
- Spezielle Ausführungen und Abmessungen erhältlich
- Gewährleistung der vollen Nennt Tragfähigkeit des Systems

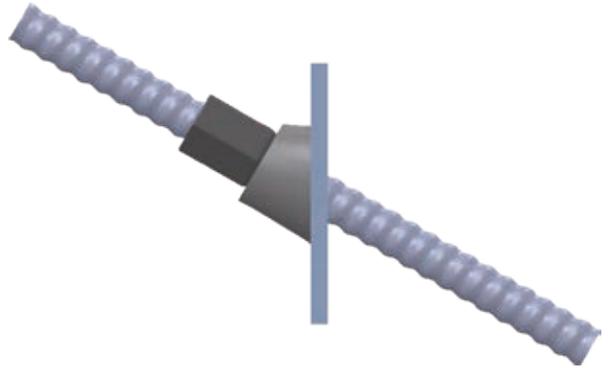
– Platte

- Kalottenplatte oder Flachplatte
- Plattendesign an die Systemanforderungen angepasst
- Verschiedene Lösungen für Winkelausgleich und Sonderausführungen verfügbar

Ausführungsbeispiele



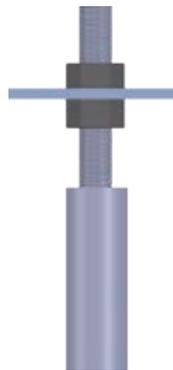
Nagelkopf mit Kalottenplatte



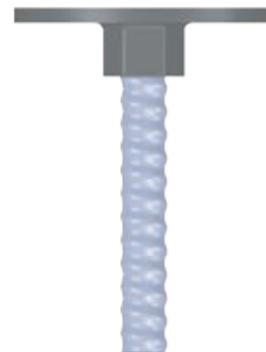
Ankerkopf mit Winkelausgleich



Hybridplatte



Mikropfahlkopf



Umgekehrter Ankerkopf

Systemzubehör

– Tragende Bauteile

- Selbstbohr-Spreizkopfanter
- Stahlspreizkopf
- Nachgiebiger Ankerkopf
- Kontermutter
- Augenschraube und Ösenmutter
- Verkehrter Ankerkopf
- Sperrmuffe
- Winkelausgleichsscheibe
- Hüllrohr für Freispielstrecken
- Schutzkappe

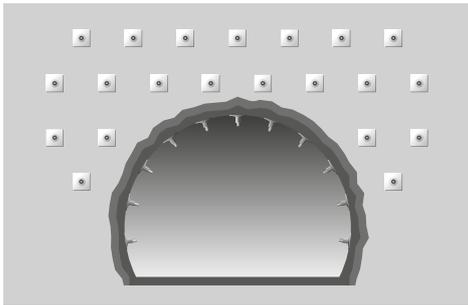
– Einbau, Verpressung und Monitoring

- Bajonettkupplung
- Injektionsadapter
- Spülkopf
- Mörtelmischpumpe
- DSI Inject Systeme
- Dichtmuffen
- Nachverpressmuffe
- Bohrkronenadapter
- Gesteinsbohrwerkzeug
- Abstandhalter
- Druck-Mengen Schreiber
- Prüfausrüstung
- Gestängeschlüssel
- Spannausrüstung

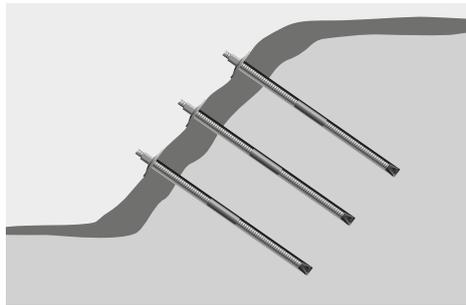
Fels- und Bodennagel

Anwendungsbeispiele

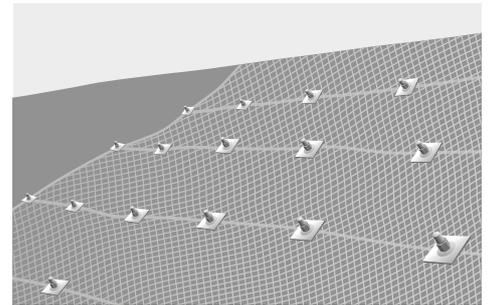
Portalstabilisierung



Hangsicherung



Steinschlagschutz



Grundkonzept

Bodenvernagelung ist eine Konstruktionstechnik die angewendet wird, um instabile Hänge, Böschungen, Stützmauern und Dammkonstruktionen zu sichern. Für Anwendungen unter Tage werden Bodennägel auch als Felsnägel oder Felsbolzen bezeichnet. Das grundlegende Konzept eines Bodenoder Felsnagels basiert auf dem Einbau von länglichen Bewehrungselementen in den Baugrund. Das System unterscheidet sich signifikant von Ankern (aktiv vorgespannt) und Zugpfählen, da der Nagel nicht vorgespannt bzw. verspannt eingebaut wird (passives System). Bodennägel erhöhen die Tragfähigkeit der gesamten Struktur und agieren als Gruppe von Elementen, die Zug- und Scherkräften standhalten, welche auf die Nägel einwirken.

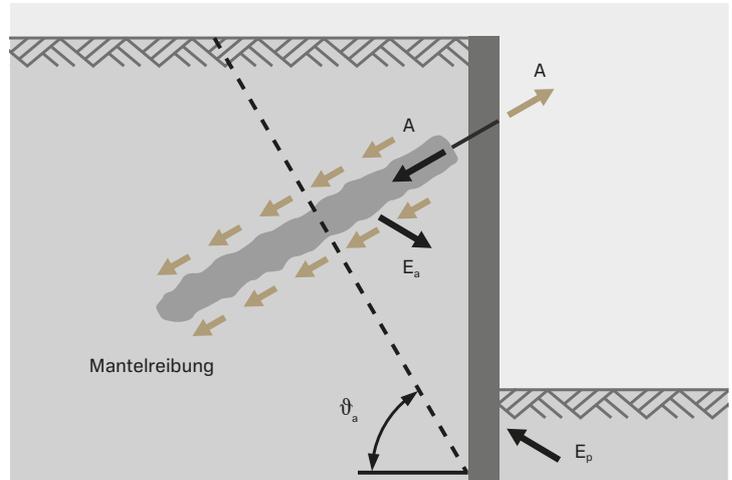
Der Achsabstand von Nägeln muss so gewählt werden, dass sie fähig sind, als ein komplettes Nagelsystem zu wirken. Vor dem Einbau wird die Ausbruchsoberfläche generell durch Spritzbeton, Betonfertigteile, Gitternetze oder Geotextile gesichert. Das Design und die Ausführung einer Nagelkopfkonstruktion sind abhängig von der Anwendung und der festgelegten Lebensdauer des Bauwerks. Konventionelle Bodenvernagelungen mittels Vollstab-Systemen werden in vorab hergestellte Bohrlöcher eingebaut und anschließend verpresst. Fels- und Bodennägel aus Hohlstäben werden selbstbohrend eingebaut und entweder während oder nach dem Bohrvorgang verpresst.



Eigenschaften

- **Art und Ort der Herstellung**
 - Am Ort der endgültigen Verwendung
- **Einbaumethode**
 - Vorgebohrt und verpresst (siehe Abschnitt "Verpressanker")
 - Selbstbohrend: Das Bohrloch wird während des Einbauprozesses (Bohren und Spülen) hergestellt
- **Kraftübertragung**
 - Reibungskraft zwischen Zugglied, Injektionsmittel (Mörtel) und Baugrund
- **Empfohlene Korrosionsschutzmethoden**
 - Abrostraten für Korrosion
 - Doppelter Korrosionsschutz (DCP)

Bodenvernagelung

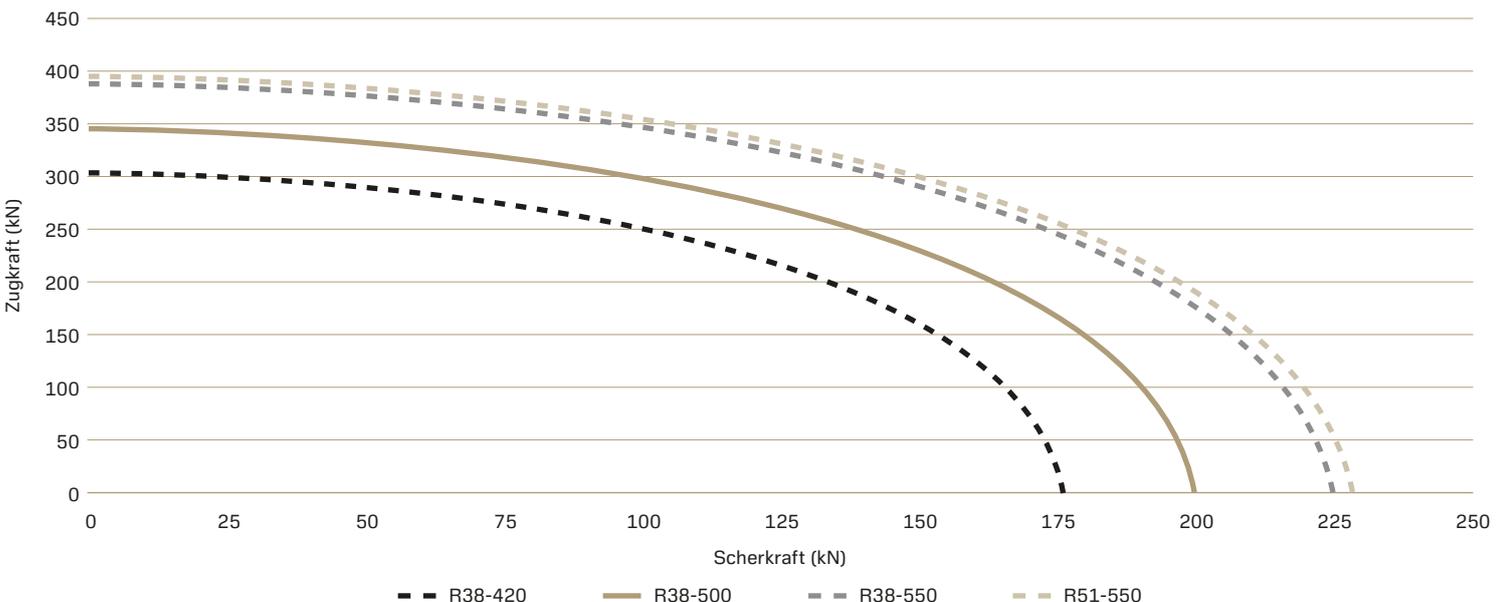


A = Axialkraft
 ϑ_a = Reibungswinkel
 E_a = Aktiver Erddruck
 E_p = Passiver Erddruck

Zulassungen

- Europäische Technische Bewertung (ETA)
- Nationale technische Zulassung in Österreich (BMK)
- Nationale technische Zulassung in Slowenien (STS)
- Deutsche Bergbauzulassung
- Nationale technische Zulassung in Polen (IBDiM)
- Projektspezifische Zulassungen

Zusammenhang von Zug- und Scherkraft



Designwert Zugspannung $\sigma_{R,d} = \frac{f_{y,k}}{1,15}$

Designwert Scherspannung $\tau_{R,d} = \frac{f_{y,k}}{\sqrt{3} \cdot 1,15}$

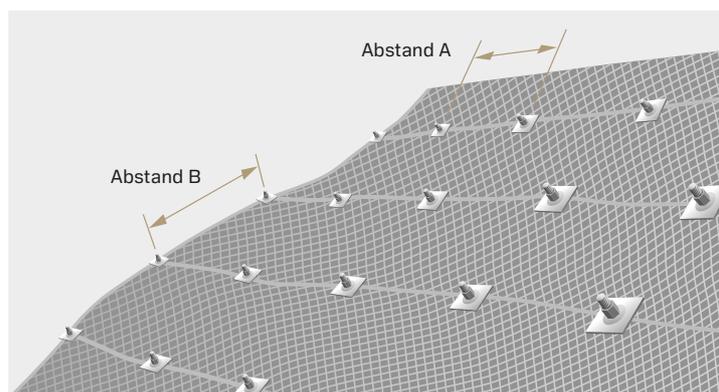
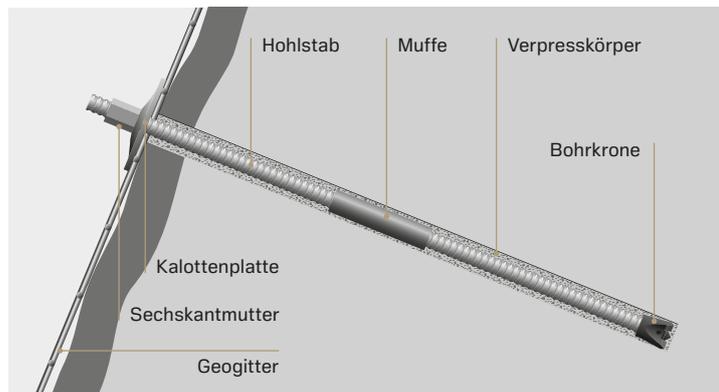
Designwert Scherbruchkraft $Q_v = \sqrt{(\sigma_{R,d}^2 + 3 \cdot \tau_{R,d}^2)}$

Kopfkonstruktionen

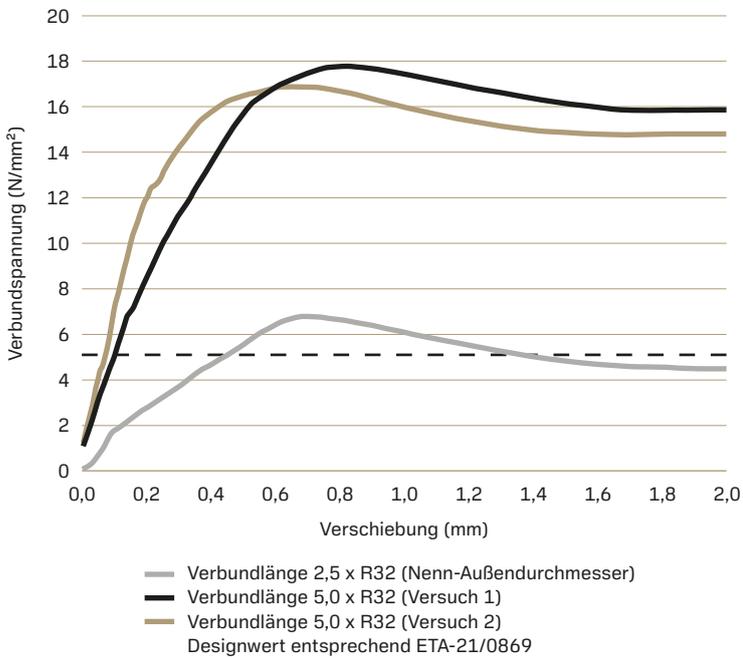
- Temporär
 - Einsatzdauer ≤ 2 Jahre
 - Schutzkappen aus Kunststoff
- Permanent
 - Einsatzdauer > 2 Jahre
 - Schutzkappen aus blankem oder verzinktem Stahl bzw. Edelstahlausführung
 - Alternative: Glasfaserverstärkter Kunststoff (GFK)
- Winkelausgleich
 - Flachplatte: Bis zu 15°
 - Kalottenplatte: Bis zu 20°
 - Winkelausgleichsscheiben: Bis zu 55°
- Verschiedene Typen von Verankerungsmuttern
 - Verankerung von Steinschlagschutznetzen oder Geogittern
- SMART DSI Hohlstab-System: Individuell angepasste Monitoringsysteme



Steinschlagschutz



Verbundeigenschaften R32-400



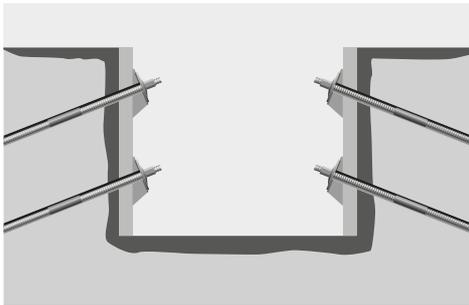
Anwendungsbeispiele



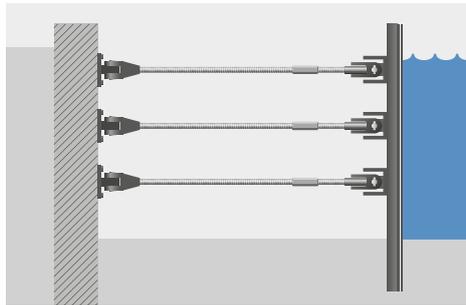
Verpressanker

Anwendungsbeispiele

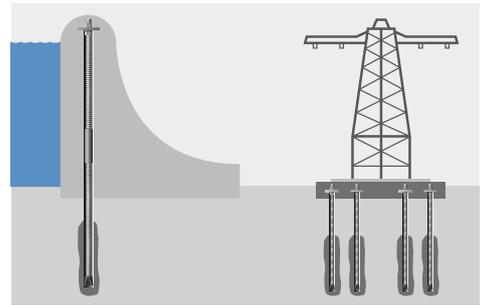
Baugrubensicherung



Konstruktive Zug- bzw. Druckglieder



Gründung



Grundkonzept

Verpressanker sind aktiv vorgespannte Elemente, die in der Geotechnik zur Stützung von Bauwerken eingesetzt werden. Aufgrund der aktiven Vorspannung von Ankersystemen werden baubegleitende Baugrunddeformationen minimiert bzw. sogar gänzlich eliminiert. Hauptanwendungsgebiete sind temporäre Anwendungen wie zum Beispiel bei Baugruben und Stützmauern, oder permanente Anwendungen wie Rückverankerungen oder konstruktive Zugglieder. Definitionsgemäß bestehen Verpressanker aus den folgenden drei Baugruppen:

– **Verbundlänge**

Verankerung in der Verbundlänge im Bohrloch mittels Injektionsmittel (Mörtel), Kraftübertragung auf den tragfähigen Baugrund durch Form- und Kraftschluss

– **Freie Ankerlänge (Freispielstrecke)**

Das Tragglied ist von der Bohrlochwand durch die Verwendung eines Hüllrohrs (Glattrohr) entkoppelt, das zum Hohlstab bzw. zur Muffe hin abgedichtet ist. Das Tragglied kann sich im Bereich der freien Ankerlänge unter Vorspannung dehnen

– **Ankerkopf**

Kraftübertragung auf die zu verankernde Fundamentkonstruktion (Ankerbalken)

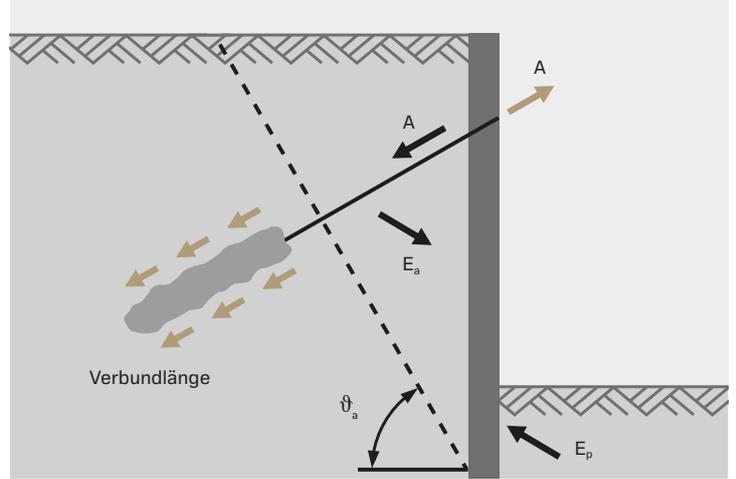
Litzenanker oder Vollstabanker werden in vorgebohrte, verrohrte Bohrlöcher eingebaut und anschließend verpresst. Hohlstabanker werden selbstbohrend mit einem vorkonfektionierten Hüllrohr, das während des Einbaus am Hohlstab-Tragglied fixiert ist, eingebaut.



Eigenschaften

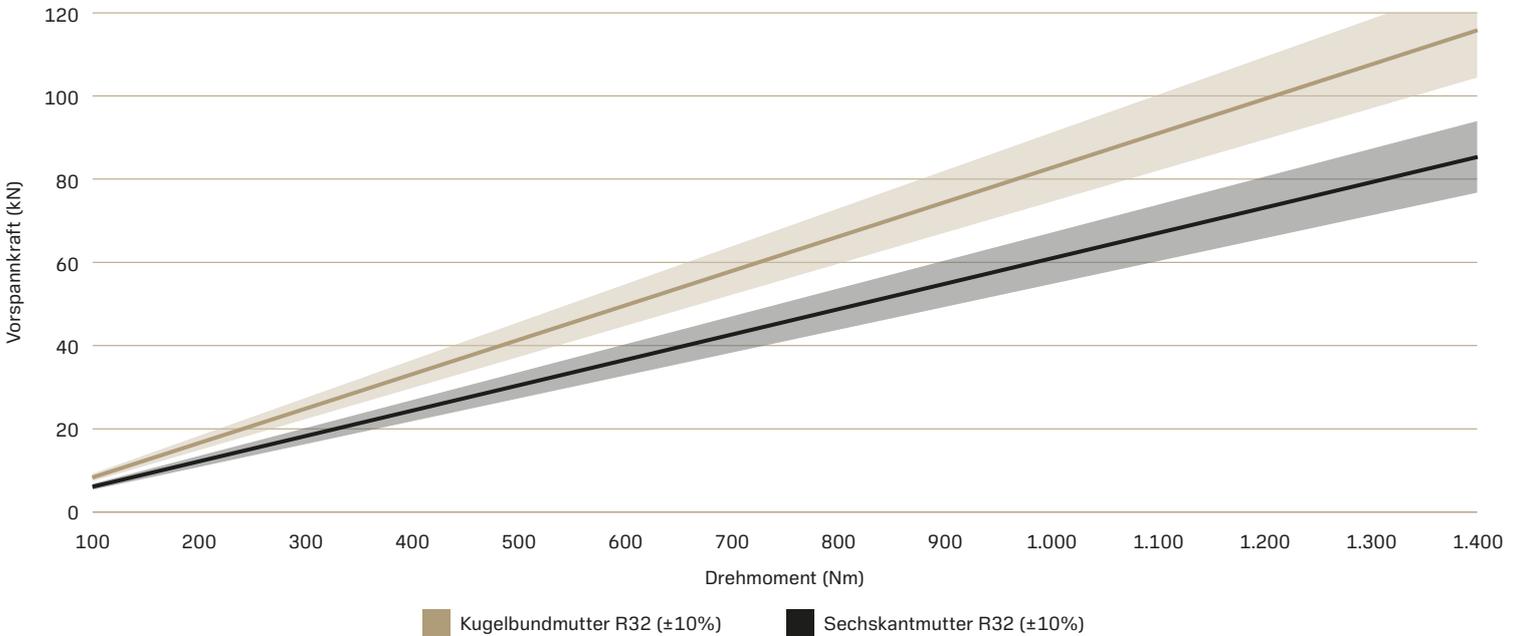
- **Ort und Art der Herstellung**
Am Ort der endgültigen Verwendung
- **Einbaumethode**
 - Vorgebohrt und verpresst
 - Selbstbohrend: Das Bohrloch wird während des Einbauprozesses (Bohren und Spülen) hergestellt
- **Kraftübertragung in den Anker**
Reibungskraft zwischen Zugglied, Injektionsmittel (Mörtel) und Baugrund
- **Empfohlene Korrosionsschutzsysteme**
 - Abstraten für Korrosion
 - Doppelter Korrosionsschutz (DCP)

Verankerung



A = Axialkraft
 ϑ_a = Reibungswinkel
 E_a = Aktiver Erddruck
 E_p = Passiver Erddruck

Zusammenhang Drehmoment und Vorspannkraft Typ R32-280



Kugelbundmutter R32



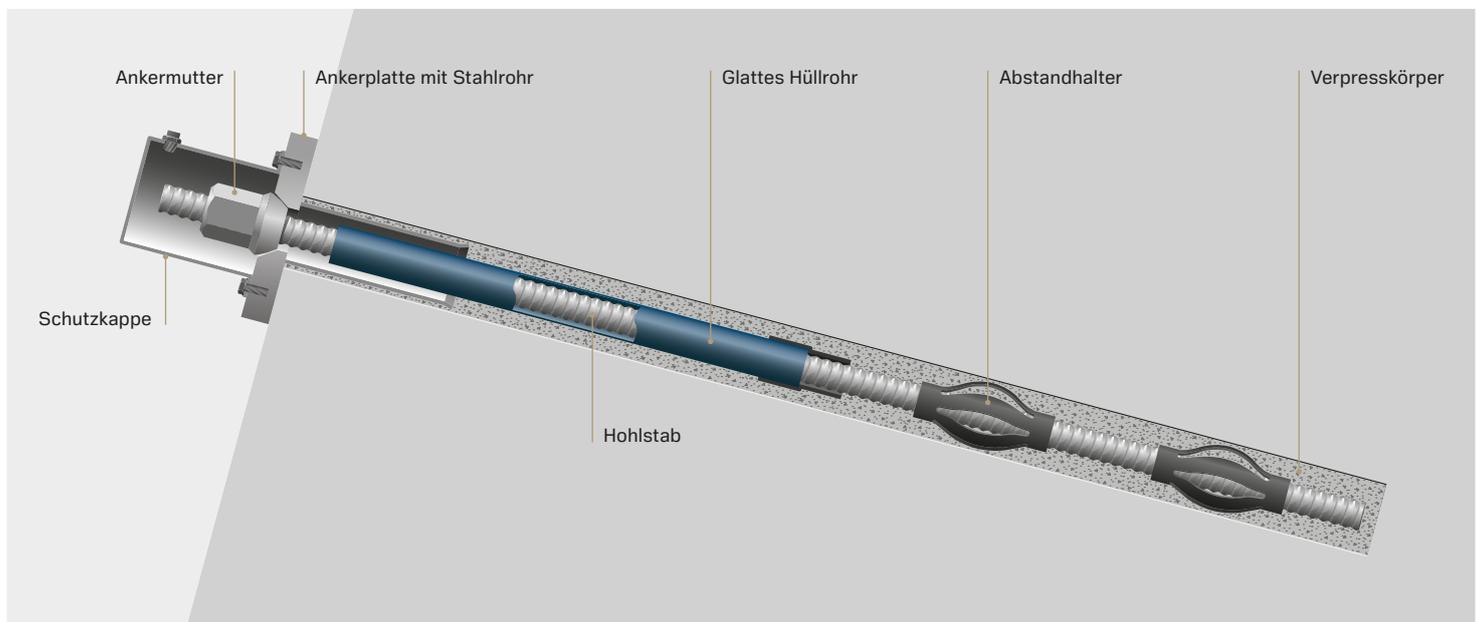
Sechskantmutter R32

Vorgebohrtes Ankersystem

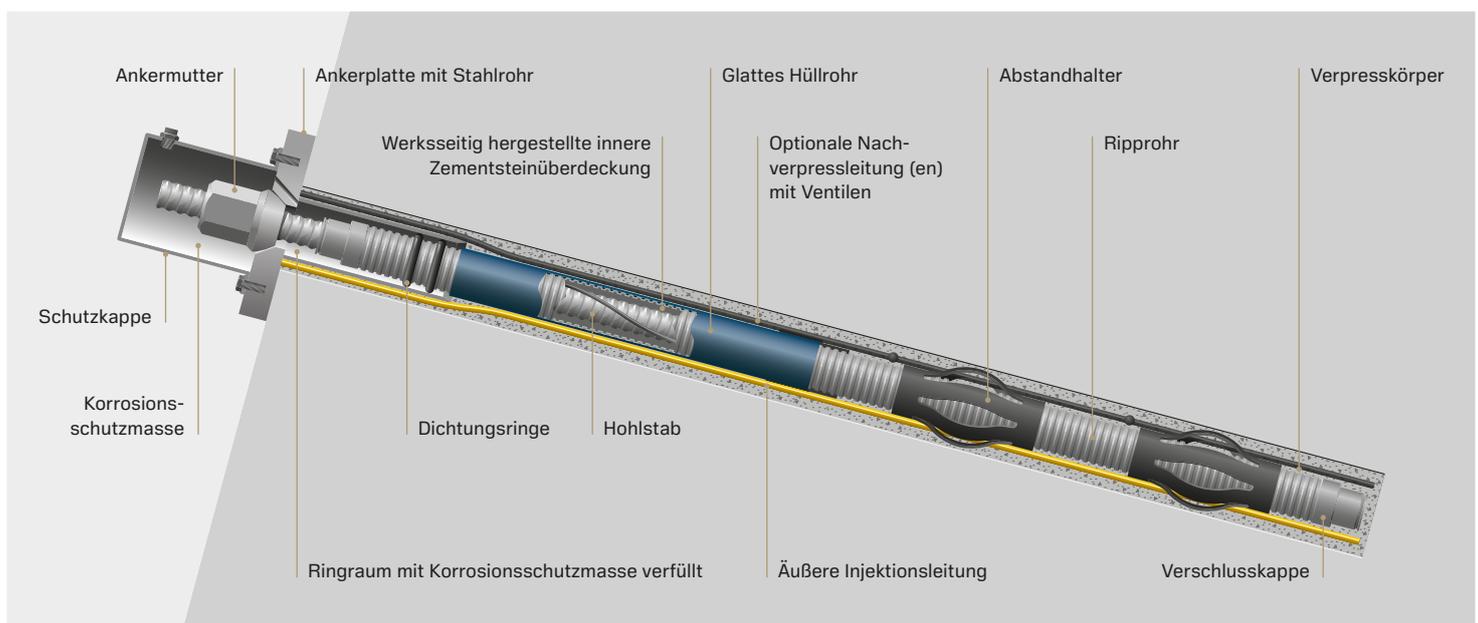
Neben dem selbstbohrenden Einbauprinzip des DSI Hohlstab-Systems ist die Installation eines vorkonfektionierten Hohlstabankers (ohne verlorene Bohrkronen) auch in vorab hergestellte Bohrlöcher möglich. Grundvoraussetzungen dafür sind jedoch stabile Bohrlochbedingungen sowie ein Baugrund mit entsprechender Tragfähigkeit zur Ausbildung des Ankerkörpers im Bohrloch. Der Hohlstab wird nicht nur als tragendes Anker-element verwendet, sondern er dient auch als Injektionsleitung.

Durch den Verzicht auf separate Injektionsschläuche kann mit einem kleineren Bohrkronendurchmesser gebohrt werden und der primäre Verpressvorgang wird im Vergleich zur Verwendung von separaten Injektionsschläuchen deutlich vereinfacht. Diese Art von Verpressanker kann auch für Hochdruck- oder Mehrfachverpressungen eingesetzt werden. In Abhängigkeit von der vorhergesehenen Nutzungsdauer sind sowohl temporäre als auch permanente vorgebohrte Ankersysteme verfügbar.

Temporär



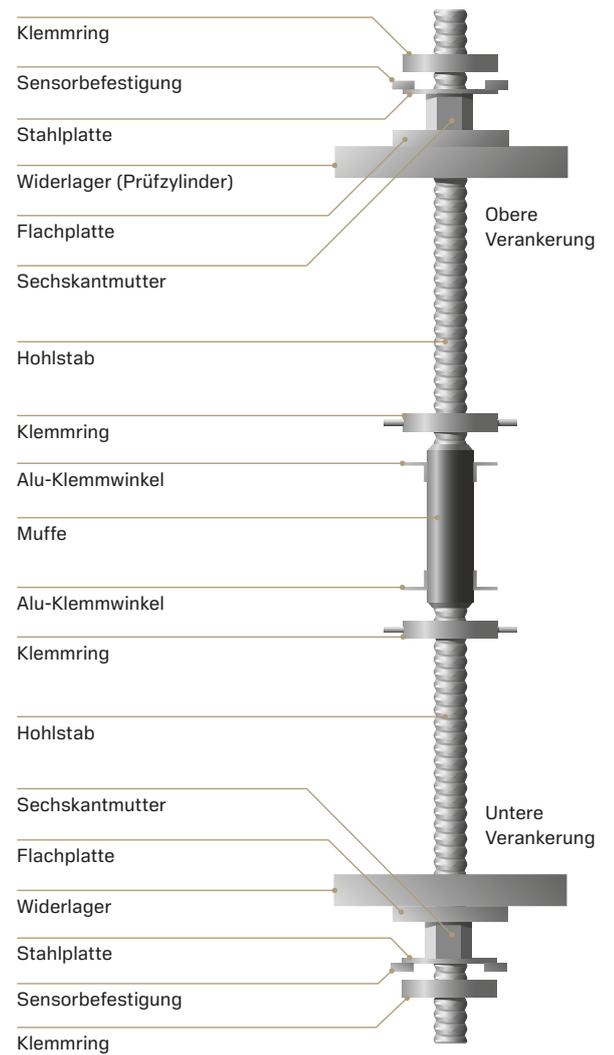
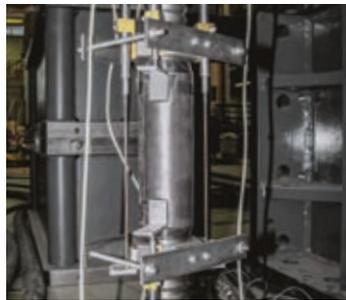
Permanent



Dauerschwingversuche

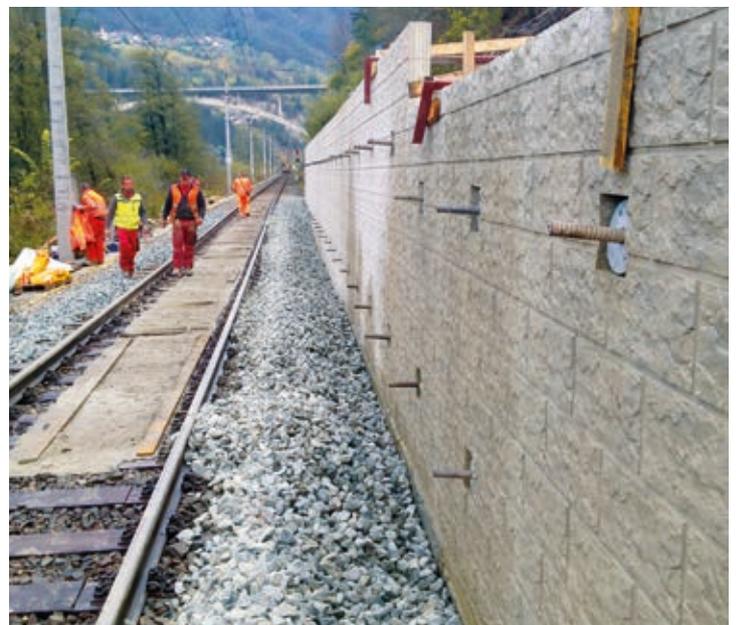
Typen R32-400, R38-550 und R51-800

- Hohlstab-Tragglieder
- Muffenstoß und Endverankerung (Platte und Mutter)
- Siehe ETA-21/0869



Quelle: Labor für konstruktiven Ingenieurbau, TU Graz (Prüfbericht Nr. F-10-41-2012)

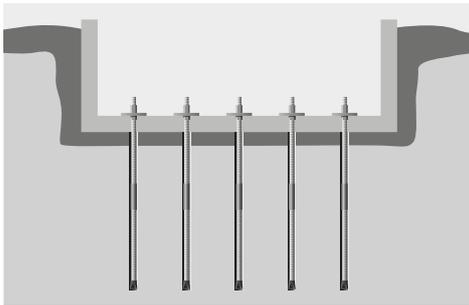
Anwendungsbeispiele



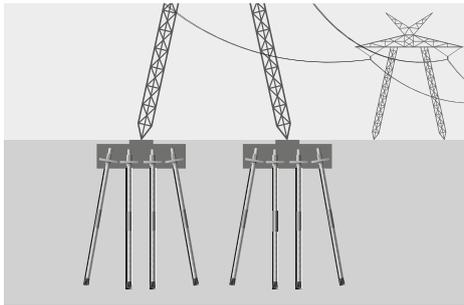
Mikropfahl

Anwendungsbeispiele

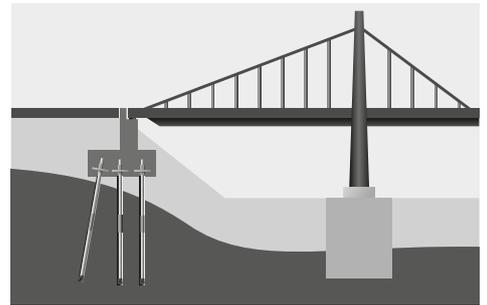
Auftriebssicherung



Pfahlgründung



Widerlager



Grundkonzept

Pfahlsysteme bestehen entweder aus Einzelpfählen (Monopfähle) oder einer Gruppe von Pfählen, die miteinander durch eine Pfahlkopf-Konstruktion verbunden sind. Mikropfähle werden in der Regel für die Unterfangung von Ingenieurbauwerken und im Besonderen unter beengten Platzverhältnissen oder zeitlichen Beschränkungen eingesetzt. Definitionsgemäß bestehen Mikropfähle aus Stahlrohrelementen mit einem Außendurchmesserbereich von ca. 60-300 mm (2,5-11,8 in).

Grundsätzlich agieren Mikropfähle als passives Gründungssystem. Hohlstab-Mikropfähle werden selbstbohrend eingebaut, typischerweise mit einer Bohrkronen größeren Durchmessers. Der Einbau erfolgt in Abhängigkeit von den Baugrundbedingungen und der geplanten Einbaulänge drehend oder drehschlagend.

Die Verfüllung (Verpressung) des Bohrloches wird entweder gleichzeitig während des Einbaus oder im Anschluss durchgeführt. Der Verpresskörper, der die Kräfte auf den Baugrund überträgt, besteht aus Zementmörtel. Eine entsprechende Zementmörtelüberdeckung erhöht die Korrosionsbeständigkeit des Hohlstab-Mikropfahlsystems.

Zulassungen

- Nationale technische Zulassung in Österreich (BMK)
- Nationale technische Zulassung in Polen (IBDiM)
- Projektspezifische Zulassungen

Spritzbeton oder konstruktiver Beton

Konstruktive Bewehrung

Sechskantmutter

Flachplatte

Kontermutter (Zugpfahl)

Pfahlhalsverrohrung

Hohlstab

Muffe

Abstandhalter

Verpresskörper

Bohrkronen

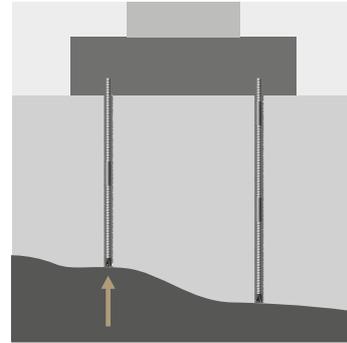


Eigenschaften

- **Art und Ort der Herstellung**
 - Kleinbohrpfahl
 - Am Ort der endgültigen Verwendung
- **Einbaumethode**
 - Gebohrter Mikropfahl
 - Pfahlloch entsteht durch den Einbauprozess (Bohren und Spülen)
- **Kraftübertragung**
 - Spitzendruckpfahl: Direkt auf den belastbaren Untergrund
 - Reibungspfahl: Übertragung durch die Reibungskraft zwischen dem Verpresskörper und dem Baugrund
- **Empfohlene Korrosionsschutzmethoden**
 - Abrostraten für Korrosion
 - Zementsteinüberdeckung

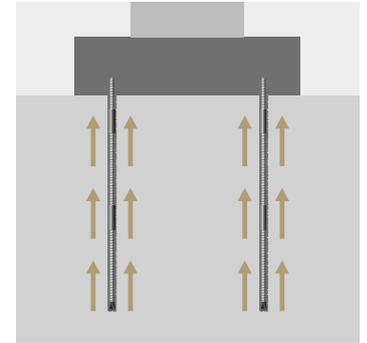
Spitzendruckpfähle und Reibungspfähle

Spitzendruck



Spitzendruckpfähle unterstützen die Konstruktion und übertragen die Kräfte im Bohrlochtieftsten sowie im Bereich des Verpresskörpers.

Mantelreibung



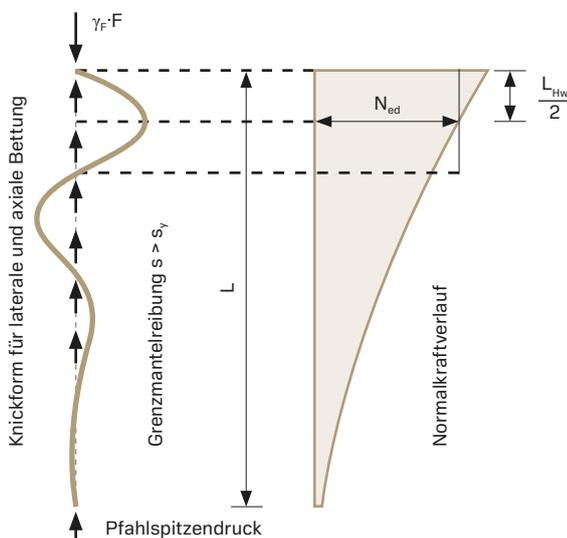
Reibungspfähle basieren auf der Kraftübertragung zwischen der Pfahloberfläche (Verpresskörper) und der Bohrwandung.

Knickwiderstand (Druckpfähle)

Um die innere Tragfähigkeit von Mikropfählen zu überprüfen sind die folgenden drei Nachweise erforderlich:

- Interaktion Normalkraft und Durchbiegung
- Einschränkung der horizontalen Durchbiegung
- Ausknicken des elastisch gebetteten Pfahls

Auf den Mikropfahl, der potentiell in verschiedene Baugrundsichten eingebaut ist, wirkt die Bemessungsnormalkraft N_{ed} . Mit zunehmender Pfahltiefe sinkt die Normalkraft – das bedeutet, dass die Normalkraft kontinuierlich durch Mantelreibung in den Baugrund abgetragen wird. Zusätzlich zur Normalkraft wirkt ein durch Imperfektionen hervorgerufenen Biegemoment.



$$P_{cr} = \frac{\pi^2 E_p I_p}{(KL)^2}$$

Legende:

P_{cr} = Knicklast (kN)

E_p = E-Modul äquivalenter Pfahlquerschnitt (kN/m²)

I_p = Trägheitsmoment äquivalenter Pfahlquerschnitt (m⁴)

L = Länge der Pfahlreihe ohne laterale Stützung (m)

K = 1,0 Gelenk/Gelenk, 0,7 eingespannt/Gelenk (weicher Ton), 0,5 beidseitig eingespannt (Hohlräume oder Störungszonen)

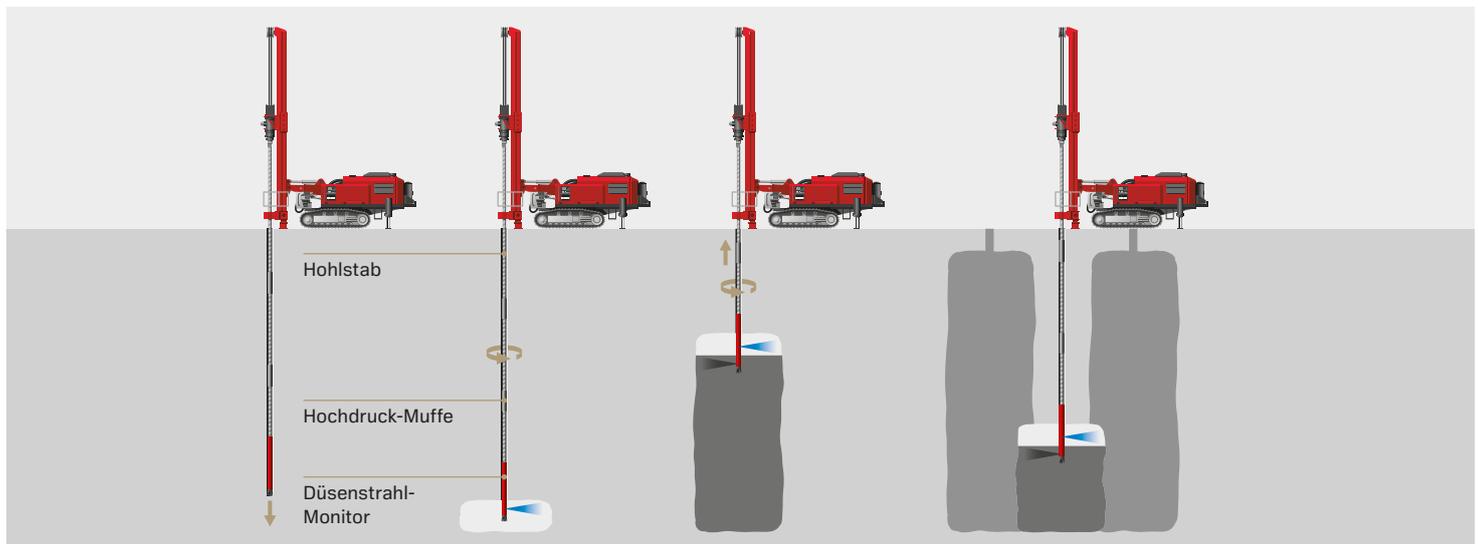
Düsenstrahlverfahren

Das Düsenstrahlverfahren (DSV) ist eine gängige Methode, um einen stabilen in-situ Injektionskörper im Baugrund auszubilden. Die Hauptanwendungsbereiche sind:

- Bodenkompensation
- Pfahlgründungen
- Grundwasserbeherrschung
- Dichtwände
- Ertüchtigung von Tunnelportalen
- Unterfangungen
- Abdichtung von Fundamenten

Während der Hochdruckinjektion (HDI) wird ein Hohlstab-Tragglied in Kombination mit einem integrierten Düsenstrahl-Monitor als Einspritzdüse verwendet. Der Einbau erfolgt nach dem selbstbohrenden Installationsprinzip des DSI Hohlstab-Systems, mit dem einzigen Unterschied, dass für dieses Einphasenverfahren

Hochdruck-Muffen und Hochdruck-Injektionsadapter verwendet werden. Der Hohlstab-Bohrstrang wird mittels Düsenstrahl-Monitor bis zur Endbohrtiefe eingebaut. Im Anschluss wird der Einbau gestoppt und die Hochdruckinjektion mit erhöhter Rotationsgeschwindigkeit eingeleitet. Die Injektion mittels Düsenstrahl-Monitor ermöglicht Durchmischung der Zementsuspension mit dem umgebenden Baugrund. In der Folge wird der Hohlstab-Bohrstrang abwechselnd zurückgezogen und vorwärts geschoben, um die Ausbildung einer gleichmäßigen DSV-Säule zu gewährleisten. Das Hohlstab-Düsenstrahlverfahren kann in fast jedem Baugrund – von Lehm bis Grobkies – eingesetzt werden. Größe, Form und Tiefe des Injektionskörpers können entsprechend angepasst werden. Charakteristisch für den Installationsprozess ist, dass der Einbau unter beschränkten Platzverhältnissen möglich ist und nur zu geringen Umweltbelastungen wie zum Beispiel Vibrationen oder Flurschäden führt.



Charakteristische Eigenschaften

Kennwert/Typ ¹⁾	R32-250	R32-400	R38-420	R38-550	R51-550	R51-925	T76-1300	T76-1900
Ist-Außendurchmesser	31,1 mm	31,1 mm	37,8 mm	37,8 mm	49,8 mm	49,8 mm	74,6 mm	75,6 mm
	1,22 in	1,22 in	1,49 in	1,49 in	1,96 in	1,96 in	2,94 in	2,98 in
Lieferlängen ²⁾	2,0-6,0 m							
	6,6-19,7 ft							
Elastizitätsmodul	205.000 N/mm ²							
	29.700 ksi							
Trägheitsmoment ³⁾	3,2 cm ⁴	3,9 cm ⁴	7,8 cm ⁴	18,6 cm ⁴	20,4 cm ⁴	23,9 cm ⁴	102,3 cm ⁴	116,9 cm ⁴
	0,08 in ⁴	0,09 in ⁴	0,19 in ⁴	0,43 in ⁴	0,49 in ⁴	0,57 in ⁴	2,46 in ⁴	2,81 in ⁴
Maximales Moment (elastisch) ⁴⁾	1,0 kN·m	1,5 kN·m	2,2 kN·m	2,5 kN·m	4,2 kN·m	6,2 kN·m	14,1 kN·m	19,8 kN·m
	740 lbf·ft	1.100 lbf·ft	1.625 lbf·ft	1.845 lbf·ft	3.100 lbf·ft	4.570 lbf·ft	10.400 lbf·ft	14.605 lbf·ft

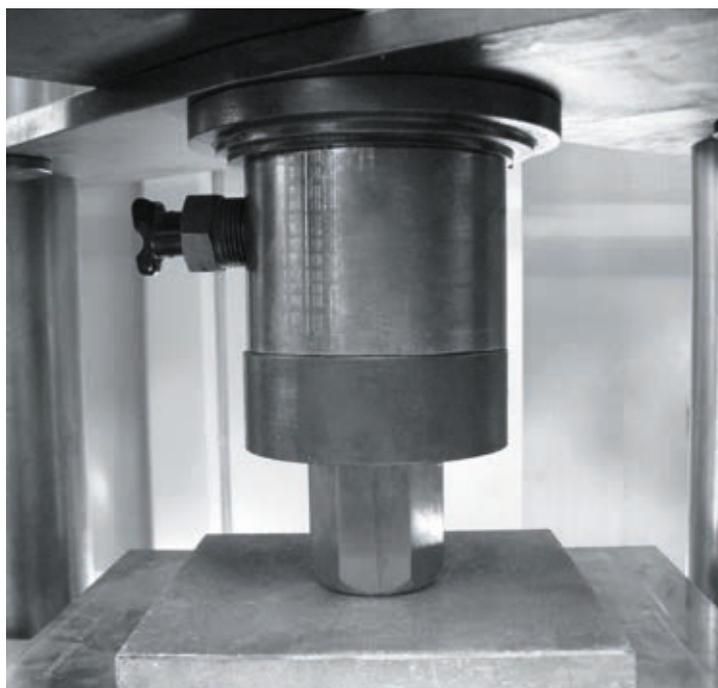
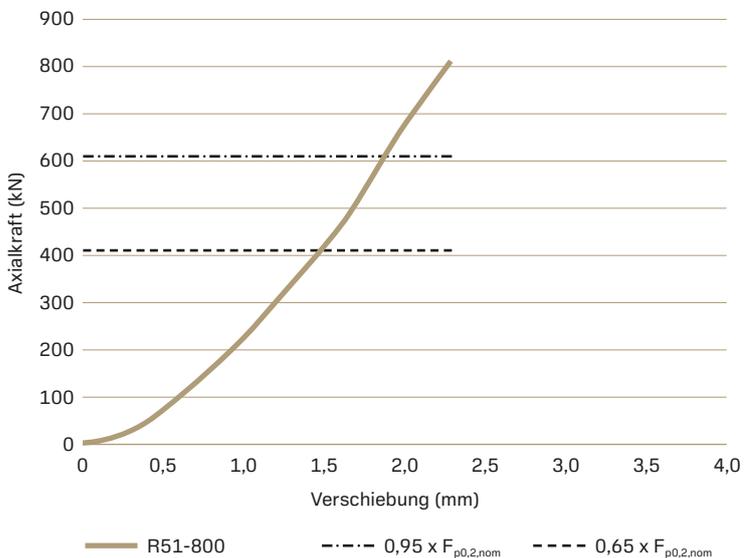
1) Weitere technische Informationen sind im Katalogteil "Technische Daten" enthalten.

2) Abweichende Lieferlängen sind auf Anfrage erhältlich.

3) Errechnet aus dem mittleren Innendurchmesser und der Nennquerschnittsfläche, gerundet.

4) Gerundeter Wert.

Lastübertragungsversuch (ETAG 013)



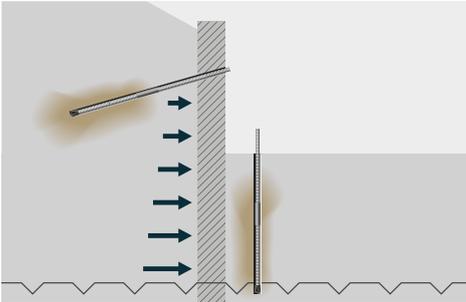
Anwendungsbeispiele



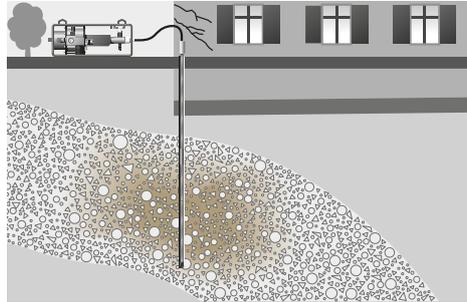
Injektionslanze und DSI Injektionssysteme

Anwendungsbeispiele

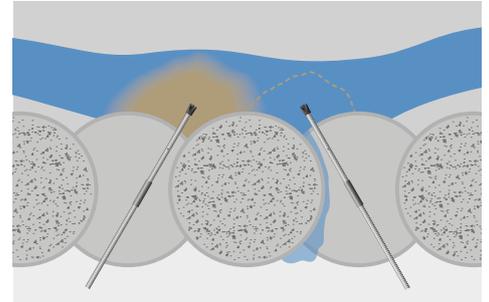
Hydraulischer Grundbruch



Baugrundverfestigung



Abdichtung



Grundkonzept

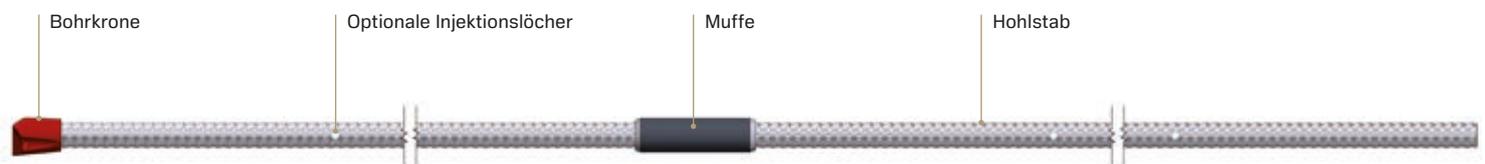
Injektionslanzen werden für den gezielten Transport eines zement- oder harzbasierten Mediums in den vorgesehenen Injektionsbereich verwendet.

Hohlstab-Injektionslanzen werden bevorzugt bei anspruchsvollen Baugrundverhältnissen und instabilen Bohrlöchern eingesetzt und gewährleisten einen kontrollierten, sicheren und schnellen Einbau. Selbstbohrende Injektionslanzen erlauben den Einsatz von Standard-Bohrgeräten, profilierte Hohlstäbe ermöglichen eine zuverlässige und einfache Verbindung zu jedem Injektions-schlauchsystem.

DSI Inject Systeme

Die DSI Inject Produktlinie umfasst Injektionsharze für den Ingenieurbau sowie für untertägige Anwendungen. Zweikomponenten Polyurethan-Systeme (PUR) sind die am häufigsten verwendeten Injektionsharze und werden hauptsächlich zur Baugrundverfestigung und -abdichtung eingesetzt. Zweikomponenten Silikatsysteme (SIL) haben einen breiten Anwendungsbereich mit ausgezeichnetem Verbundeigenschaften. Einkomponentige Injektionsharze (SCR) werden häufig für Reparaturen verwendet, Acrylatgele (ACR) finden Anwendung in der Bodenstabilisierung und für Schleierinjektionen.

Alle DSI Inject Systeme werden mit 2K oder 1K Hochdruckpumpen verarbeitet, angepasst an das jeweilige Projekt oder die Anwendung. Vollständig vermischte und ausgehärtete DSI Inject Systeme sind ökologisch geprüft, inert (CFC und halogenfrei), und für die Anwendung im Grundwasserbereich geeignet.



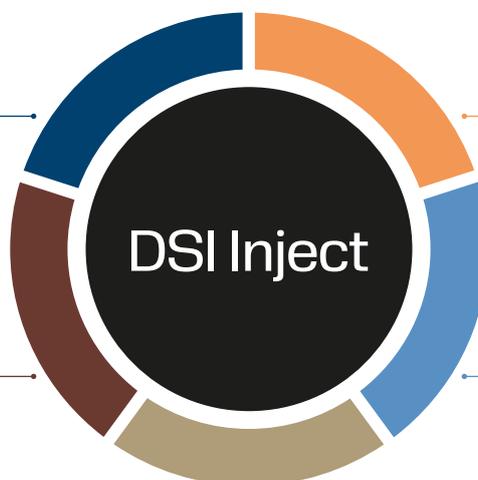
Umfassendes Lösungsportfolio

Typ	Produktgruppe	Anwendung							
		Leichte Wasserzutritte	Starke Wasserzutritte	Abdichtung (Gas und Wasser)	Bodenverfestigung	Gebirgsverfestigung	Hohlraumverfüllung	Hinterfüllung	Verklebung von Gebirgsankern
Zweikomponenten-Harze									
PUR (2K)	Schnell aushärtende Polyurethanharze	+++	+++	+	++	+	—	—	—
	Mittel und langsam aushärtende Polyurethanharze	—	—	+++	+++	+++	—	—	+
	Schnell aushärtende Polyurethanschaumharze	+++	+++	+	++	—	—	—	—
SIL (2K)	Organomineral Silikatharze	—	—	++	+++	+++	—	—	+
	Organomineral Silikatharze Verklebung ¹⁾	—	—	+	++	—	—	—	+++
	Organomineral Silikatschaumharze	+	—	+	+++	+++	+++	+++	—
Einkomponenten-Harze									
PUR (1K)	Schnell und mittel aushärtende Polyurethanharze	+	—	+++	++	+	—	—	—
	Langsam aushärtende Polyurethanharze	—	—	+	++	++	—	—	—
Mehrkomponenten-Acrylatharze									
GELE (3K)	Acrylatharz	—	—	—	+++	+++	—	—	—
	Acrylatharz Injektionsgel	—	—	+++	++	+	—	—	—

1) Siehe separate Broschüre "DSI Inject Systeme".

"+" Empfohlen, "—" Nicht empfohlen

PUR 1K
Einkomponenten Polyurethanharze



PUR 2K
Zweikomponenten Polyurethanharze

GELE 3K
Acrylat Injektionsharze

SIL 2K
Zweikomponenten Silikatharze

Epoxy 2K
Epoxidharze

Typenreihe T76

Kennwert/Typ ¹⁾	Symbol	T76-1300	T76-1650	T76-1900
Nenn-Außendurchmesser	$D_{e,nom}$	76 mm	76 mm	76 mm
Ist-Außendurchmesser	D_e	74,6 mm	75,6 mm	75,6 mm
Mittlerer Innendurchmesser ²⁾	D_i	56,0 mm	52,0 mm	47,0 mm
Nennquerschnitt ³⁾	S_0	1.590 mm ²	1.975 mm ²	2.360 mm ²
Nennmasse ⁴⁾	m	12,5 kg/m	15,5 kg/m	18,5 kg/m
Bezogene Rippenfläche	f_R	0,20	0,24	0,24
Kraft an der 0,2 % Dehngrenze ⁵⁾	$F_{p0,2,nom}$	1.000 kN	1.200 kN	1.500 kN
Höchstkraft ⁵⁾	$F_{m,nom}$	1.300 kN	1.650 kN	1.900 kN
Dehngrenze ⁶⁾	$R_{p0,2}$	630 N/mm ²	610 N/mm ²	640 N/mm ²
Zugfestigkeit ⁶⁾	R_m	820 N/mm ²	840 N/mm ²	810 N/mm ²
$R_m/R_{p0,2}$ ⁷⁾	–	≥ 1,15	≥ 1,15	≥ 1,15
Dehnung bei der Höchstkraft ⁷⁾	A_{gt}	≥ 5,0 %	≥ 5,0 %	≥ 5,0 %

1) Stand: 2021-10, alle Angaben sind unverbindlich.

2) Errechnet aus dem Ist-Außendurchmesser, der mittleren Gewindehöhe und dem Nennquerschnitt, gerundet.

3) Errechnet aus der Nennmasse $S_0 = 10^6 \times m / 7.850 \text{ kg/m}^3$.

4) Zulässige Abweichung: -3 % bis +9 %.

5) Charakteristischer Wert (5 % Fraktilwert).

6) Errechnet aus dem charakteristischen Wert der Kraft und dem Nennquerschnitt, gerundet.

7) Charakteristischer Wert (10 % Fraktilwert).

8) Im Versuch ermittelt bei einer oberen Kraft $F_{up} = 0,7 \times F_{p0,2,nom}$ und 2 Millionen Lastwechseln.

9) Charakteristischer Wert, ermittelt mit Ausziehversuchen mit einem Ankermörtel der Prismendruckfestigkeit von $\geq 55 \text{ N/mm}^2$.

10) Kerbfall entsprechend EN 1993-1-9.

Elastizitätsmodul $E = 205.000 \text{ N/mm}^2$.

Typenreihe T76

Kennwert/Typ ¹⁾	Symbol	T76-1300	T76-1650	T76-1900
Nenn-Außendurchmesser	$D_{e,nom}$	3,0 in	3,0 in	3,0 in
Ist-Außendurchmesser	D_e	2,94 in	2,98 in	2,98 in
Mittlerer Innendurchmesser ²⁾	D_i	2,20 in	2,05 in	1,85 in
Nennquerschnitt ³⁾	S_0	2,46 in ²	3,06 in ²	3,66 in ²
Nennmasse ⁴⁾	m	8,40 lb/ft	10,42 lb/ft	12,43 lb/ft
Bezogene Rippenfläche	f_R	0,20	0,24	0,24
Kraft an der 0,2 % Dehngrenze ⁵⁾	$F_{p0,2,nom}$	225 kip	270 kip	337 kip
Höchstkraft ⁵⁾	$F_{m,nom}$	292 kip	371 kip	427 kip
Dehngrenze ⁶⁾	$R_{p0,2}$	91 ksi	88 ksi	93 ksi
Zugfestigkeit ⁶⁾	R_m	119 ksi	122 ksi	117 ksi
$R_m/R_{p0,2}$ ⁷⁾	–	≥ 1,15	≥ 1,15	≥ 1,15
Dehnung bei der Höchstkraft ⁷⁾	A_{gt}	≥ 5,0 %	≥ 5,0 %	≥ 5,0 %

1) Stand: 2021-10, alle Angaben sind unverbindlich.

2) Errechnet aus dem Ist-Außendurchmesser, der mittleren Gewindehöhe und dem Nennquerschnitt, gerundet.

3) Errechnet aus der Nennmasse $S_0 = 10^6 \times m / 7.850 \text{ kg/m}^3$.

4) Zulässige Abweichung: -3 % bis +9 %.

5) Charakteristischer Wert (5 % Fraktilwert).

6) Errechnet aus dem charakteristischen Wert der Kraft und dem Nennquerschnitt, gerundet.

7) Charakteristischer Wert (10 % Fraktilwert).

8) Im Versuch ermittelt bei einer oberen Kraft $F_{up} = 0,7 \times F_{p0,2,nom}$ und 2 Millionen Lastwechseln.

9) Charakteristischer Wert, ermittelt mit Ausziehversuchen mit einem Ankermörtel der Prismendruckfestigkeit von $\geq 8 \text{ ksi}$.

10) Kerbfall entsprechend EN 1993-1-9.

Elastizitätsmodul $E = 29.700 \text{ ksi}$.

Korrosionsschutz

Definitionen, Mechanismen und Verfahren

Einleitung

Der Definition nach ist Korrosion die Reaktion eines Materials mit seiner direkten Umgebung, welche eine messbare Veränderung im Material verursacht (z. B.: Rost), wodurch es zu einem Funktionsverlust einer Komponente oder eines Systems kommen kann. Aus praktischer Sicht kann es keinen vollständigen Korrosionsschutz geben. Daher dienen angewandte Schutzmaßnahmen zu einer Reduktion des Korrosionsangriffs und den damit verbundenen Schäden an der Bewehrung oder an Stützelementen während der vorhergesehenen Lebensdauer. Korrosion bezieht sich auf das gesamte System, z. B.: Bewehrungselement, Verpresskörper, Baugrund und Korrosionsmedien und teilt sich in zwei Wirkmechanismen auf: "Betonkorrosion" und "Korrosion der Bewehrung im Beton".

Betonkorrosion

Dieses Prinzip gilt für Mörtel und Zementmörtel. Drei Hauptfaktoren von Betonkorrosion sind pH-Wert, die Anwesenheit von Sauerstoff und die Ionenkonzentration. Betonschäden an der Oberfläche sind die erste Voraussetzung für das Eindringen von schädlichen Substanzen bis zu der Bewehrung im Beton. Folglich wird durch die Korrosion der Bewehrungselemente die Belastbarkeit der Konstruktion herabgesetzt. Dichter und undurchlässiger Beton ist besser gegen Korrosion geschützt als poröser Beton.

Korrosion der Bewehrung im Beton

In ordnungsgemäß gefertigten bewehrten Betonkonstruktionen werden die Bewehrungselemente grundsätzlich nicht durch Rost angegriffen. Wenn aber durch Risse eine ausreichende Permeabilität von Gas und Wasser ermöglicht wird, kann Luft mit Kohlendioxid und Sulfiden oder generell korrosives Wasser bis zu der Bewehrung vordringen und die Korrosion von Stahl auslösen. Für Anwendungen im Spezialtiefbau, wo eine ordnungsgemäße und lückenlose Zementsteinüberdeckung oder eine Mörtelüberdeckung in vielen Fällen nicht garantiert werden kann, ist das Prinzip der Abrostraten ein empfohlenes Hilfsmittel für die Bemessung und Konstruktion von Systemen mit einer verlängerten Lebensdauer. Eine ausreichende Zementsteinüberdeckung und die Karbonatisierung reduzieren die Korrosionsrate.

Korrosionsschutzmethoden

Die Auswahl einer geeigneten Korrosionsschutzmethode ist abhängig vom Korrosionspotential der Umgebung sowie von der Art und der vorgesehenen Einsatzdauer der Konstruktion. Das lasttragende Element, der Übergangsbereich zwischen Bohrloch und Oberfläche sowie die Kopfkonstruktion müssen jeweils getrennt bewertet werden. Korrosionsschutzmethoden werden in zwei Hauptgruppen eingeteilt. Die erste Gruppe wird "aktiv" genannt und umfasst alle beeinflussenden Methoden, welche die Korrosionsreaktion eliminieren oder verringern. Ein bekanntes Beispiel für aktiven Korrosionsschutz ist die Ummantelung mit Beton. Die zweite Gruppe wird passiver Korrosionsschutz genannt und beinhaltet Methoden, mit denen eine Schutzschicht auf korrosionsgefährdeten Bauteilen aufgetragen wird, wie zum Beispiel ein Duplex-Beschichtungssystem oder eine Feuerverzinkung. Eine bevorzugte und empfohlene aktive Korrosionsschutzmethode ist das Prinzip der Abrostraten, welches auf der Korrosionsgeschwindigkeit von blankem und verzinktem Stahl basiert und von der korrosiven Umgebung und der erwarteten Lebensdauer abhängig ist, ohne die Zementsteinummantelung zu berücksichtigen. Doppelter Korrosionsschutz (werksseitig hergestellt) wird nicht für selbstbohrende Anwendungen verwendet; Duplex-Beschichtungen können durch den selbstbohrenden Einbauprozess beschädigt werden.

Abrostraten

- Definition der Abrostrate, abhängig von den Baugrundverhältnissen und anderen beeinflussenden Faktoren
- Bemessung der tragenden Systemkomponenten mit größerem Stahlquerschnitt berücksichtigt die Korrosion während der vorgesehenen Lebensdauer
- Die systeminherente Ummantelung mit Zementmörtel oder Injektionsmörtel wird nicht berücksichtigt
- Blanke oder verzinkte tragende Bauteile: Die Verzinkung führt zu einer Verzögerung des Einsetzens der Korrosion und dadurch zu einer längeren Lebensdauer
- Feuerverzinkung: Bevorzugte Methode für tragende Systemkomponenten gemäß ISO 1461 oder einzelstaatlichen Normen
- Korrosionsschutz von Kopfkonstruktionen muss gesondert beurteilt werden

Lebensdauer gemäß europäischen Normen und Zulassungen

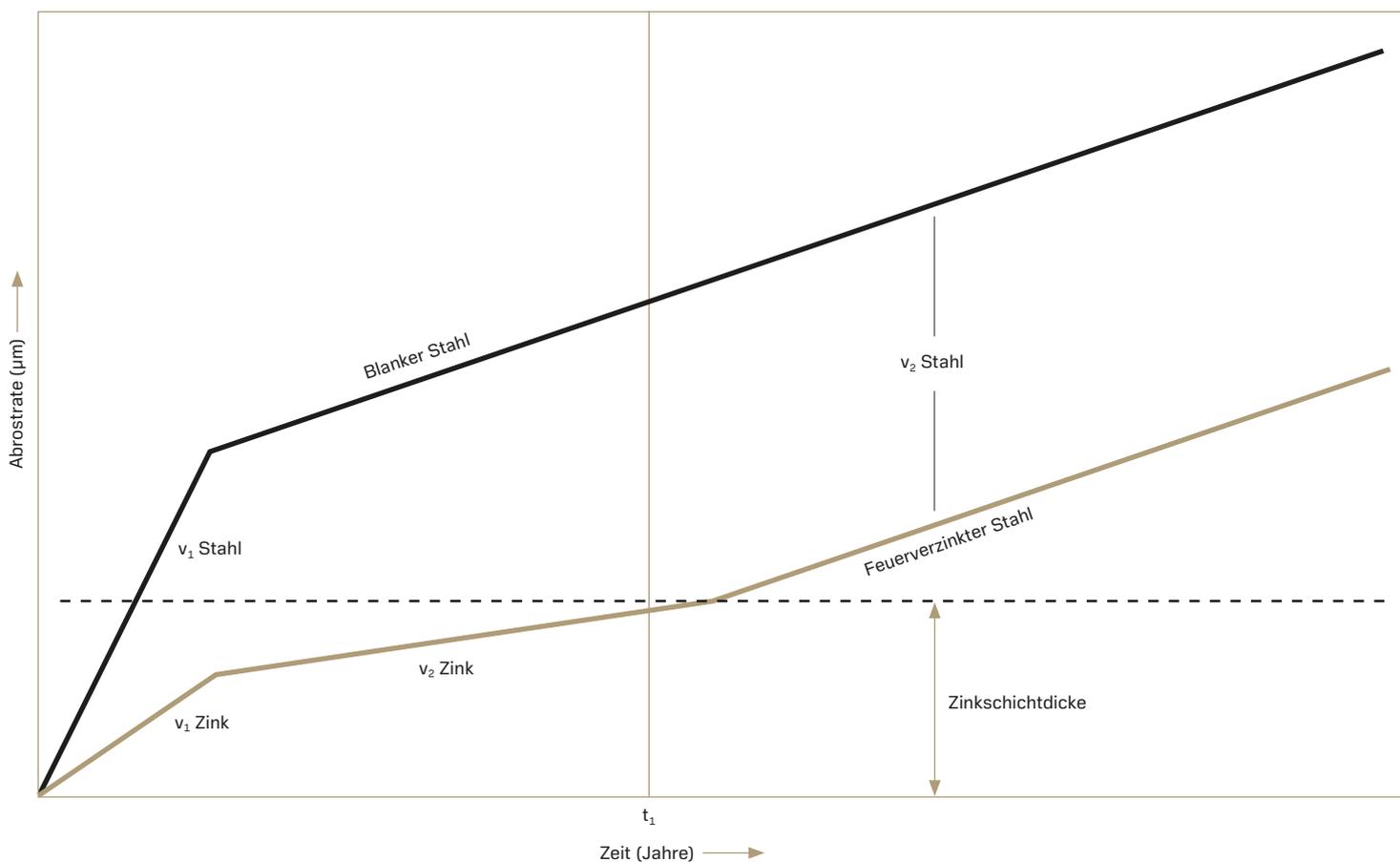
Lebensdauer ¹⁾	Ausführung ²⁾	Korrosion für verschiedene Korrosionsbelastungen ³⁾		
		Niedrig	Mittel	Hoch
2 Jahre	Blanker Stahl	0 mm	0 mm	0,2 mm
	Feuerverzinkter Stahl	0 mm	0 mm	0,1 mm
7 Jahre	Blanker Stahl	0,2 mm	0,2 mm	0,5 mm
	Feuerverzinkter Stahl	0 mm	0,1 mm	0,4 mm
30 Jahre	Blanker Stahl	0,3 mm	0,6 mm	–
	Feuerverzinkter Stahl	0,1 mm	0,4 mm	–
50 Jahre	Blanker Stahl	0,5 mm	1,0 mm	–
	Feuerverzinkter Stahl	0,3 mm	0,7 mm	–

1) Eine Lebensdauer bis zu 100 Jahren kann gemäß EN 1993-5 berücksichtigt werden.

2) Standardmäßig aufgetragene durchschnittliche Zinkschichtdicke: $\geq 85 \mu\text{m}$ gemäß ISO 1461.

3) Gemäß ETA-21/0869, EN 14490 und EN 14199 definieren auch Klassen von Bodenaggressivität und Korrosionsgeschwindigkeiten, um die vorgesehene Lebensdauer zu erreichen. Niedrige, mittlere und hohe Korrosionsbelastungen werden in EN 12501-2 definiert.

Korrosionsverhalten von blankem und feuerverzinktem Stahl im Boden (ETA-21/0869) ¹⁾



1) Prof. Dr.-Ing. Habil. Prof. H.C. Ulf Nürnberger, Expertise "Korrosionstechnische Beurteilung des DSI Hohlstab-Systems für Bodennägel, Pfähle und Erdanker".

Duplex-Beschichtung

Einführung

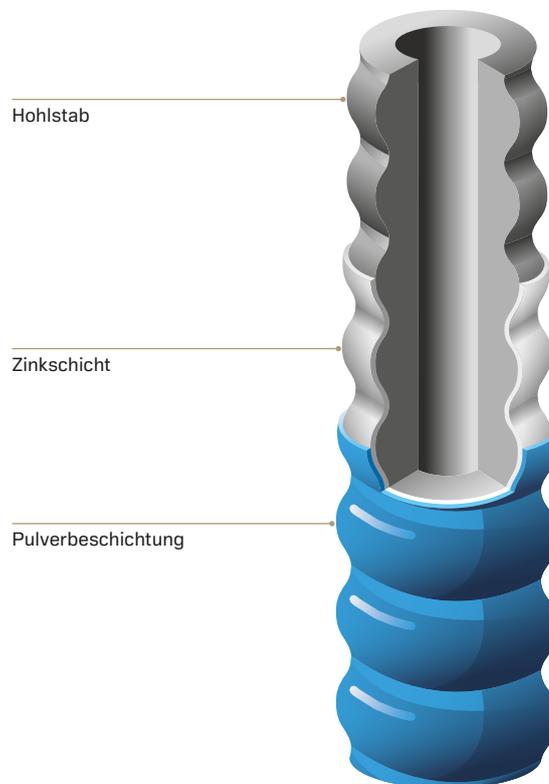
Gemäß EN ISO 12944-5 sind Duplex-Systeme ein Korrosionsschutzsystem bestehend aus einer Verzinkung in Kombination mit einer oder mehreren zusätzlichen Beschichtungen. Der Wirkmechanismus von Duplex-Systemen basiert auf einem kombinierten Schutz. Durch die Pulverbeschichtung bleibt die Zinkschicht über eine längere Zeitperiode intakt.

Technische Eigenschaften

- Duplex-System gemäß EN ISO 12944-5
- Beschichtungssystem der Korrosionskategorie C5-M
- In verschiedenen Beschichtungsfarben erhältlich (Standard: blau)
- Feuerverzinkung gemäß EN 1461
- Zubehörteile jeder Reihe sind auf die jeweilig höchste Tragkraft ausgelegt
 - R32-400
 - R38-550
 - R51-800 bzw. R51-925
 - T76-1900

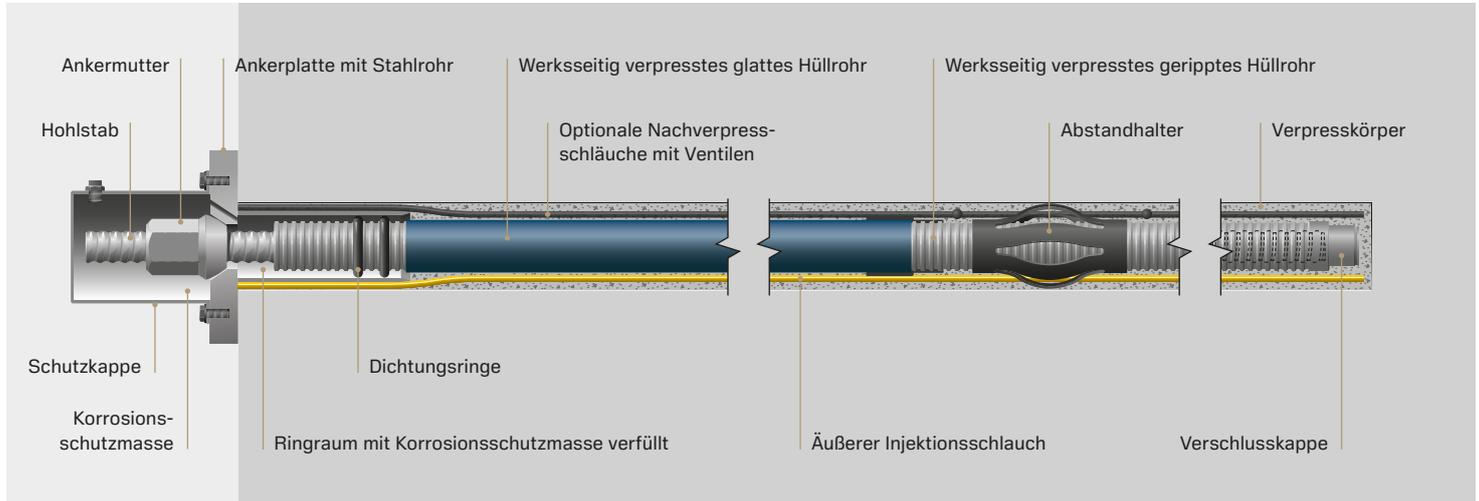
Hauptvorteile

- Verbessertes Korrosionsschutz der zu einer erhöhten Lebensdauer führt
- Synergie-Effekt: Anpassung des Verlängerungsfaktors der Lebensdauer um das bis zu Zweieinhalbfache
- Hohe Widerstandsfähigkeit gegen Abrieb



Doppelter Korrosionsschutz

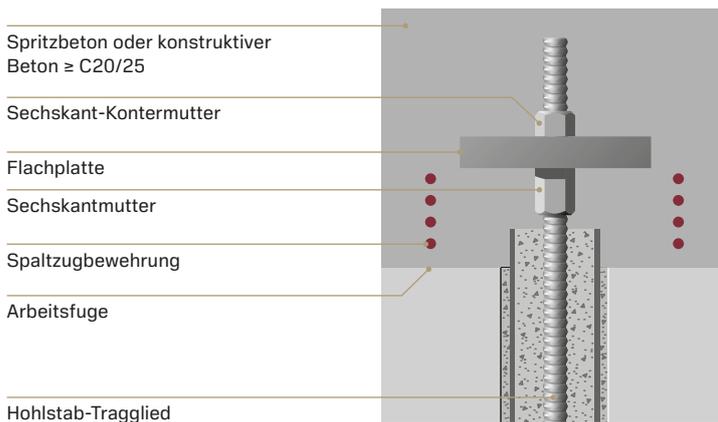
- Werksseitig verpresste gerippte Hüllrohre
- Kontrollierte Rissbreite
- Nicht anwendbar bei selbstbohrendem Einbau
- Einbau in vorgebohrte Borlöcher und Nachverpressung



Zementsteinüberdeckung

- Ummantelung von lasttragenden Elementen
- Karbonisierung reduziert den Einfluss von korrosiven Umgebungen
- Die garantierte volle Ummantelung und eine Limitierung der Rissentwicklung sind für eine erfolgreiche Anwendung dieser Methode erforderlich

Pfahlkopfkonstruktion (Druckpfahl)



Referenzwerte für die Mindestüberdeckung mit Zementstein bei Mikropfählen ¹⁾

Expositionsklasse ²⁾	Chemische Aggressivität	Tragelement mit Verpressmörtelüberdeckung		Tragelement mit Mörtel	
		Druck	Zug	Druck	Zug
X0	Mit permanenter Ummantelung	10 mm	10 mm	25 mm	25 mm
X0, XC1-XC4	Nicht zutreffend	20 mm ³⁾	20 mm ³⁾	35 mm	40 mm
XD1, XD2	Chloride (ausgenommen Salzwasser)	20 mm	20 mm	35 mm	40 mm
XS1	Chloride von Salzwasser	20 mm	20 mm	35 mm	40 mm

1) ÖNORM EN 14199:2016 – Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau – Mikropfähle.

2) Für andere Expositionsklassen in EN 206, Mindestwerte für die Zementsteinüberdeckung werden in EN 1992-1-1:2004, Abschnitt 4, sowie im letztgültigen nationalen Anhang angegeben.

3) Für eine Einsatzdauer von maximal 5 Jahren kann die Mörtelüberdeckung auf 10 mm reduziert werden.

Bohrkronen

Einleitung

Die Bohrleistung wird durch die Wahl der richtigen Bohrkronen beeinflusst, welche wiederum von der Härte und der Abrasivität des Baugrundes, der Bohrmethode, dem Bohrdurchmesser und der Bohrlochtiefe abhängt. Weiters sind die Bohrkronen und daher auch der Bohrlochdurchmesser abhängig von der Anwendung (z. B.: Fels- oder Bodennägel, Mikropfähle, etc.). Ein Schlüsselfaktor während dem selbstbohrenden Einbauprozess ist die Minimierung der Auswirkungen auf den umgebenden Baugrund, indem die Drehzahl und die angewendete Schlagenergie angepasst werden. In Böden mit gemischtem Schichtaufbau werden typischerweise

Flügelbohrkronen mit Rückspülfunktion, Bogen- oder Kreuzbohrkronen verwendet. Besteht der Baugrund aus Tonerde, Lehm, weichem Schieferboden oder lehmigem Schluff, wird dieser durch Schneiden oder Abscheren entfernt. Für diese Bodenarten werden typischerweise zweistufige Flügelbohrkronen bzw. Bogen- oder Kreuzbohrkronen verwendet. In härteren Böden oder Fels spielt die Verwendung von hoher Schlagleistung eine wichtigere Rolle. In diesem Fall werden typischerweise Stiftbohrkronen, Kreuzbohrkronen oder Bogenbohrkronen – in Kombination mit Hartmetalleinsätzen (HM) verwendet.

Baugrund			Bohrkronentyp ¹⁾								
Bezeichnung	Beschreibung	Beispiele	Flügelbohrkronen (mit Rückspülfunktion)	Bogenbohrkronen mit Stiften, gehärtet	Bogenbohrkronen mit Stiften, HM-Einsätzen	Bogenbohrkronen, gehärtet	Bogenbohrkronen, mit HM-Einsätzen	Kreuzbohrkronen, gehärtet	Kreuzbohrkronen, mit HM-Einsätzen	Stiftbohrkronen, gehärtet	Stiftbohrkronen, mit HM-Einsätzen
Alluvium	<ul style="list-style-type: none"> – Humus und organische Schichten – Torf und Schlamm – Schotter, Sand, Schlack und Tonminerale 	<ul style="list-style-type: none"> – Oberboden oder fließender Baugrund, möglicherweise wasserführend – Sedimente oder Störungszonen 	X	(X)		(X)			X		
Sande	<ul style="list-style-type: none"> – Nicht-kohäsiver und kohäsiver Sand, Kies, und Mischböden mit geringem Tonanteil 	<ul style="list-style-type: none"> – Leicht lösbarer Boden – Gemischte Schüttungen 	X	(X)	(X)	X			X		
Kohesive Böden	<ul style="list-style-type: none"> – Mischungen aus Sand, Kies, Schluff und Ton 	<ul style="list-style-type: none"> – Mäßig leicht lösbarer Boden – Gemischte Schüttungen 	(X)	X	X	X	(X)	X	(X)		
Kies	<ul style="list-style-type: none"> – Böden mit einem höheren Kiesanteil größerer Körnung 	<ul style="list-style-type: none"> – Schwer lösbarer Boden – Rezente Flussbette 		(X)	X	(X)	X	(X)	X		
Weicher Fels	<ul style="list-style-type: none"> – Zerklüftet, spröde, verwittert – Konglomerate 	<ul style="list-style-type: none"> – Mäßig leicht ausbrechbares Gestein – Kalkstein, Schiefer 			X	(X)	X		X	X	X
Harter Fels	<ul style="list-style-type: none"> – Höhere Abrasivität und /oder Druckfestigkeit, wenig zerklüftet 	<ul style="list-style-type: none"> – Schwer ausbrechbares Gestein – Vulkangestein, harter Sandstein, Beton 						(X)	(X)	(X)	X

1) Die Angaben sind generelle Richtwerte und abhängig von den Bedingungen vor Ort. Bohrlochdurchmesser und Bohrlänge beeinflussen die Auswahl der Bohrkronen. Mit "X" markierte Positionen sind Standardanwendungen, "(X)" steht für mögliche Kombinationen.

Portfolio

- Ein erfolgreicher Einbauvorgang hängt von der Auswahl einer optimalen Bohrkronen ab
- Umfangreiches Bohrkronen-Portfolio für verschiedenste Baugrundverhältnisse verfügbar
- Auswahl von optional erhältlichen Abstandhaltern ist abhängig vom Bohrkronendurchmesser
- Optimierte hinsichtlich relevanter Installationsparameter wie zum Beispiel Schneidfähigkeit und Bohrleistung
- Angepasst an die höheren Anforderungen von Selbstbohr-Hohlstabsystemen
- Weitere Information hinsichtlich Geometrie, Bestückung und Auswahl von Bohrkronen sind in einem separaten Merkblatt über Bohrkronen für das DSI Hohlstab-System enthalten.

Durchmesser ¹⁾	Gewinde-Typ	Bohrkronentyp ¹⁾									
		Flügelbohrkronen (mit Rückspülfunktion), gehärtet	Flügelbohrkronen (mit Seiten- und Rückspülfunktion), gehärtet	Bogenbohrkronen mit Stiften, gehärtet	Bogenbohrkronen mit Stiften, HM-Einsätze	Bogenbohrkronen, gehärtet	Bogenbohrkronen, mit HM-Einsätzen	Kreuzbohrkronen, gehärtet	Kreuzbohrkronen, mit HM-Einsätzen	Stiftbohrkronen, gehärtet	Stiftbohrkronen, mit HM-Einsätzen
51 mm (2,0 in)	R32					X	X	X	X	X	X
	R38										
	R51										
	T76										
76 mm (3,0 in)	R32		X	X	X	X	X	X	X	X	X
	R38			X	X	X		X	X	X	X
	R51			X	X					X	X
	T76										
90 mm (3,5 in)	R32			X	X						
	R38			X	X			X	X	X	X
	R51			X	X			X	X	X	X
	T76										
100 mm (3,9 in)	R32		X								
	R38		X							X	X
	R51							X	X	X	X
	T76										
115 mm (4,5 in)	R32										
	R38			X	X			X	X	X	X
	R51			X	X			X	X	X	X
	T76							X	X		
130 mm (5,1 in)	R32										
	R38		X								
	R51			X				X	X	X	X
	T76	X		X	X			X	X	X	X
150 mm (5,9 in)	R32										
	R38										
	R51		X								
	T76	X		X	X			X		X	X
200 mm (7,9 in)	R32										
	R38										
	R51										
	T76	X						X	X		X

1) X-markierte Felder bezeichnen Standard-Bohrkronentypen, abweichende Abmessungen sind auf Anfrage erhältlich.

Selbstbohrender Einbau

Der selbstbohrende Einbau kann in Abhängigkeit von den vorhandenen Bohrgeräten entweder semimechanisiert oder vollmechanisiert durchgeführt werden. Das DSI Hohlstab-System ermöglicht hohe Einbaugeschwindigkeiten, da Bohrung, Einbau und Verpressung optional kombiniert in einem einzelnen Arbeitsschritt durchgeführt werden können. Die Auswahl eines geeigneten Bohrgeräts ist wesentlich für einen effizienten und sicheren Einbauvorgang.

Installationsparameter

Der selbstbohrende Einbau erfolgt entweder mittels drehenden oder drehschlagenden Bohrhämmern, in Abhängigkeit von der Anwendung, den Baugrundverhältnissen, dem Hohlstabtyp und der Einbaulänge. Die wichtigsten Bohrparameter, die nachfolgend aufgezählt und beschrieben werden, müssen dementsprechend angepasst werden.

Drehzahl

Die Rotationsgeschwindigkeit wird durch den verwendeten Drehmotor vorgegeben. Obwohl Drehmotoren von (hydraulischen) Bohrhämmern im Untertagebau eine höhere Rotationsgeschwindigkeit aufweisen und die Einbaulänge normalerweise kurz ist, hat die Erfahrung aus dem Spezialtiefbau gezeigt, dass eine Drehzahl im Bereich von 120-150 U/min zu guten Bohrergebnissen führt.

Drehmoment

Das empfohlene maximale Drehmoment für den Einbau des DSI Hohlstab-Systems wurde für verschiedene Hohlstabtypen definiert. Die Werte wurden numerisch mit einem Sicherheitsfaktor von 1,3 bezogen auf die Kraft an der Dehngrenze bestimmt.

Schlagenergie

Verschiedene Typen von Bohrhämmern weisen ein breites Spektrum in Bezug auf die erzeugte Schlagenergie auf. Generell sollte sich die Auswahl des Schlagenergiebereichs an der Anwendung für Hammerbohrungen im Lockergestein bzw. Lockerboden orientieren. Um einen effizienten Bohrfortschritt und richtungsgenaueres Bohren zu gewährleisten, wird ein Frequenzbereich von 300-600 Schlägen pro Minute empfohlen.

Vorschub

Der empfohlene maximale Vorschub für den Einbau in Abhängigkeit vom Hohlstabtyp und dem aufgebrauchten Drehmoment wird im Diagramm auf der Folgeseite dargestellt. Für kürzere Einbaulängen, die bei untertägigen Anwendungen erforderlich sind, ist die Anpassung des Vorschubs nicht so kritisch wie in der Geotechnik, wo Stabilität und Richtungsgenauigkeit des Bohrstrangs entscheidend sind. Der Vorschubdruck sollte in diesem Fall so angepasst werden, dass er mit der bestmöglichen baugrundschonenden Bohrgeschwindigkeit übereinstimmt.



Verpressung

Mörtelmischpumpen, die für die Injektion des DSI Hohlstab-Systems verwendet werden, bestehen üblicherweise aus einer Misch- und Pumpeinheit. Die Injektionspumpen müssen den Mörtel vollständig mischen und für einen konstanten Pumpdruck sorgen. Für gleichzeitiges Bohren und Verpressen sind die Druckanforderungen nicht hoch ($< 7 \text{ bar}/100 \text{ psi}$). Hingegen ist eine konstante Pumpenrate erforderlich, um sicherzustellen, dass der Injektionsmörtel während der Bohrung im Bohrloch zirkuliert.

Der Verpressdruck muss an die jeweiligen Gegebenheiten und die Maschinenkapazität angepasst werden. Zum Beispiel ist der benötigte Druck für lange Bodennägel höher als für kurze Felsnägel. Der Verbrauch an Injektionsmedium ist hauptsächlich abhängig von:

- Menge und Typ des Spülmediums
 - Luft, Wasser, Luft-Wasser-Gemische, oder Mörtel
 - Gleichzeitiges Bohren und Verpressen ist eine kombinierte Spül- und Injektionstechnik
- Baugrundverhältnisse
 - Nichtbindiger Boden oder zerklüftetes Gestein führen zu einem vermehrten Verbrauch von Injektionsmedium
- Wasser-Zement-Verhältnis
 - Generell zwischen 0,35 und 0,70

Neben der Besonderheit des selbstbohrenden Einbaus kann die Verpressung entweder während der Bohrung mit einem Drehinjektionsadapter durchgeführt werden oder nach dem Bohrvorgang. Die nachfolgende Verfüllung wird mittels konischem Einschlagadapter oder einer Injektionsmuffe ausgeführt. Für den Fall, dass die vorliegenden Baugrundverhältnisse weitere Verbesserungsmaßnahmen erfordern, verbessern Mehrfachinjektionen unter der Verwendung von Nachverpressmuffen den Verpresskörper. Zusätzliche Injektionslöcher, die in die Hohlstäbe gebohrt werden, können die Mörtelverteilung entlang des gesamten Hohlstabs unterstützen, sie reduzieren allerdings die Tragfähigkeit des Hohlstabs.

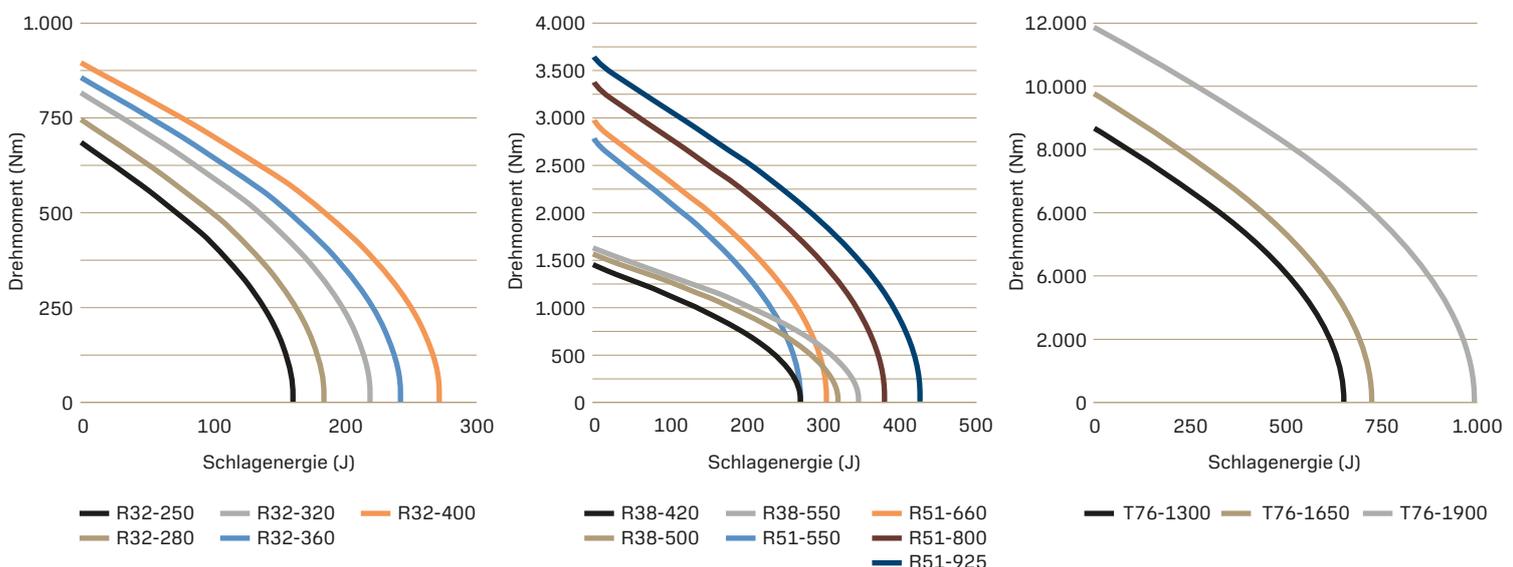


Gleichzeitiges Bohren und Verfüllen

Diese Technik gewährleistet, dass sich der Mörtel während des selbstbohrenden Einbaus gleichmäßig über die gesamte Einbaulänge verteilt. Gleichzeitiges Bohren und Verfüllen wird hauptsächlich bei schwierigen Baugrundverhältnissen angewendet, wenn die Ausbildung eines Verpresskörpers mittels nachträglicher Injektion nicht gewährleistet werden kann. Mörtel, der Wasser oder Luft als Spülmedium ersetzt, wird dem Bohrstrang (Hohlstab) durch einen Drehinjektionsadapter zugeführt. Dadurch wird der Baugrund zeitgleich mit dem Einbau verbessert und ein ausreichend großer Verpresskörper ausgebildet.

Im Lockergestein ist es erforderlich, dass ein geringer Mörtelanteil am Bohrlochmund austritt, in bindigen Böden sind möglicherweise höhere Mengen an Verpress-/Spülmedium notwendig.

Empfohlener Bereich von Schlagenergie und Drehmoment



Einbaumethoden

Gleichzeitiges Bohren und Verpressen

- Montage des DSI Hohlstab-Systems und Verbindung mit dem Drehinjektionsadapter



- Drehender oder drehschlagender Einbau und gleichzeitige Verpressung



- Optionale Verlängerung mittels Muffen



- Entkopplung vom Drehinjektionsadapter



Selbstbohrender Einbau und nachträgliches Verpressen

- Montage des DSI Hohlstab-Systems und Verbindung mit einem Bohrhammer



- Drehschlagender Einbau ohne Verrohrung: Einwegbohrkronen und Hohlstab-Tragglieder. Wasserspülung oder Spülung mittels Luft-Wasser-Gemisch



- Optionale Verlängerung mittels Muffen



- Entkopplung vom Bohrhammer; nachträgliche Verpressung mittels Injektionsadapter



- Montage Verankerung oder Kopfkonstruktion (Platte und Mutter), in Abhängigkeit von der Anwendung



Prüfung und Überwachung

Einführung

In-situ-Prüfungen gewährleisten eine korrekte Funktion und erlauben die Leistungsfähigkeit des eingebauten DSI Hohlstab-Systems zu überprüfen. In Abhängigkeit von der Anwendung muss eine geeignete Prüfmethode ausgewählt werden. Prüfungen werden an Versuchselementen durchgeführt. Diese Versuchselemente müssen vorbereitet und eingebaut werden, so wie der Einbau beim eigentlichen Bauprozess durchgeführt wird. Beispielsweise umfasst die Prüfung von Ankern drei gebräuchliche Prüfverfahren für die Qualitätskontrolle:

Grundsatzversuche

- Durchführung an Versuchsankern, die vor der Bauausführung eingebaut werden
- Grundsatzversuche liefern Informationen über die erwartete Leistung von Ankern, die Eignung des Designs und den Sicherheitsgrad

Eignungsversuche

- Durchführung an Ankern die identisch mit den tatsächlich auf der Baustelle eingebauten Ankern sind
- Diese Versuche liefern Referenzwerte, die für den Vergleich mit der Leistung aller übrigen Anker herangezogen werden können

Abnahmeversuche

- Kann für alle aktiven Anker verwendet werden
- Belastungsversuche veranschaulichen die Fähigkeit des Ankers, einer größeren Kraft als der Bemessungskraft standzuhalten

Für Mikropfähle sowie Fels- und Bodennägel werden bevorzugt Grundsatz- und Eignungsversuche durchgeführt. Im Zuge von Grundsatzversuchen werden die äußere Tragfähigkeit und die charakteristischen Eigenschaften des Systems im Bereich der Gebrauchslast bestimmt. Eignungsversuche bestätigen ein ausgewähltes Design in vergleichbaren Baugrundverhältnissen durch einen Belastungstest. Ausziehversuche sind die standardmäßige in-situ Prüfmethode für Anker, Bodennägel und Felsnägel. In Abhängigkeit des Belastungsmechanismus (Zug, Druck oder Wechsellast) werden Mikropfähle entweder durch Ausziehversuche und/oder statische Belastungstests geprüft. Spieße und Injektionslanzen werden generell nicht vor Ort getestet. Prüfung und Überwachung ermöglichen wirtschaftliche Vorteile im Laufe des Produktlebenszyklus.

Mit der Information von vorliegenden in-situ Prüfungen kann eine Optimierung des Konstruktionsdesigns erfolgen.

Überwachungen und regelmäßige Überprüfungen erhöhen die Lebensdauer des verwendeten Produktes sowie des gesamten Bauwerks, weil Bauschäden und Konstruktionsmängel zu einem frühen Zeitpunkt erkannt werden können.

Ausziehversuche

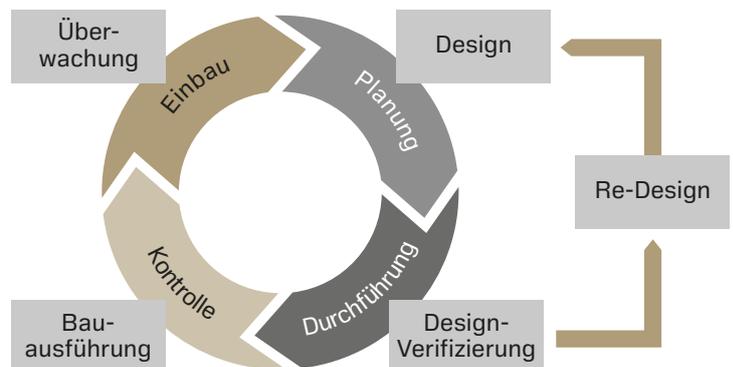
Ein Auszieh- (oder vereinfacht Zug-) Versuch dient zur Bestimmung der Leistung und der Kraftübertragung des DSI Hohlstab-Systems. Ausziehversuche können an Prüflingen mit der eigentlichen Länge (Bodennägel) durchgeführt werden, oder an Proben mit einer verkürzten Verbundlänge.

Am Überstand des eingebauten Hohlstabs wird durch eine hydraulische Hohlkolbenpresse eine Zugkraft aufgebracht. Der hydraulische Hohlkolbenzylinder und ein Pressenstuhl als Auflager auf dem Spritzbeton oder der Felsoberfläche werden mit dem Hohlstab über einen Zugadapter und eine Fixiermutter verbunden.

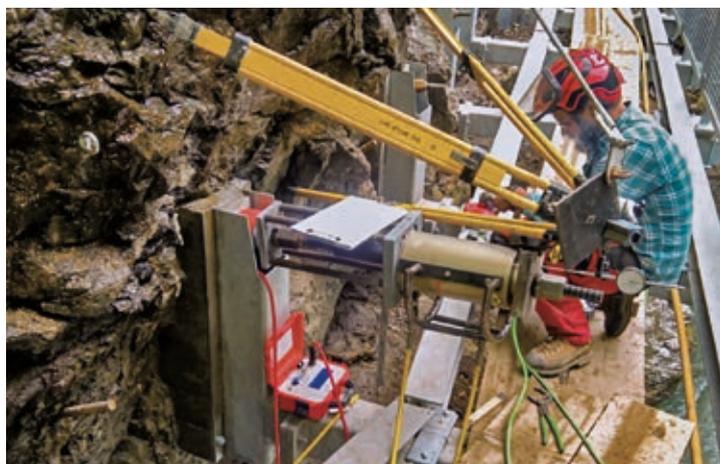
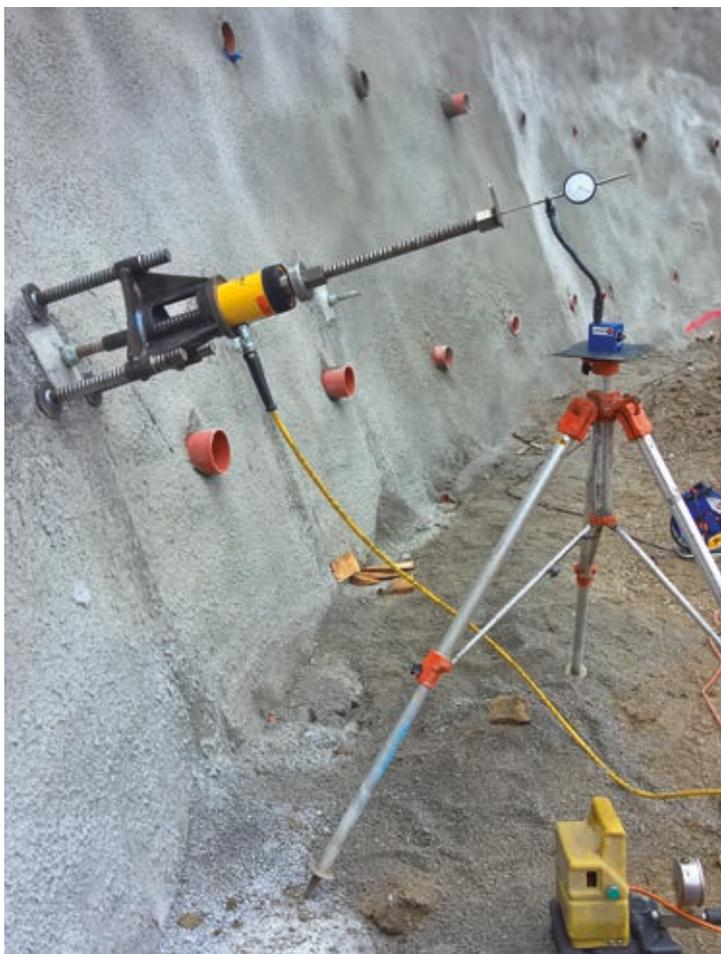
Die Zugkraft wird durch das Ausfahren des Hohlkolbenzylinders aufgebracht. Während dem Ausziehversuch müssen Kraft und Verschiebung des Hohlstabs gemessen und aufgezeichnet werden. Generell enthält Zugprüfausrüstung folgende Hauptbestandteile:

- Spannadapter, Zugstange und Fixiermutter
- Pressenstuhl (Auflager)
- Hydraulisches System: Hohlkolbenzylinder und Pumpe
- Messsysteme für Kraft und Verschiebung

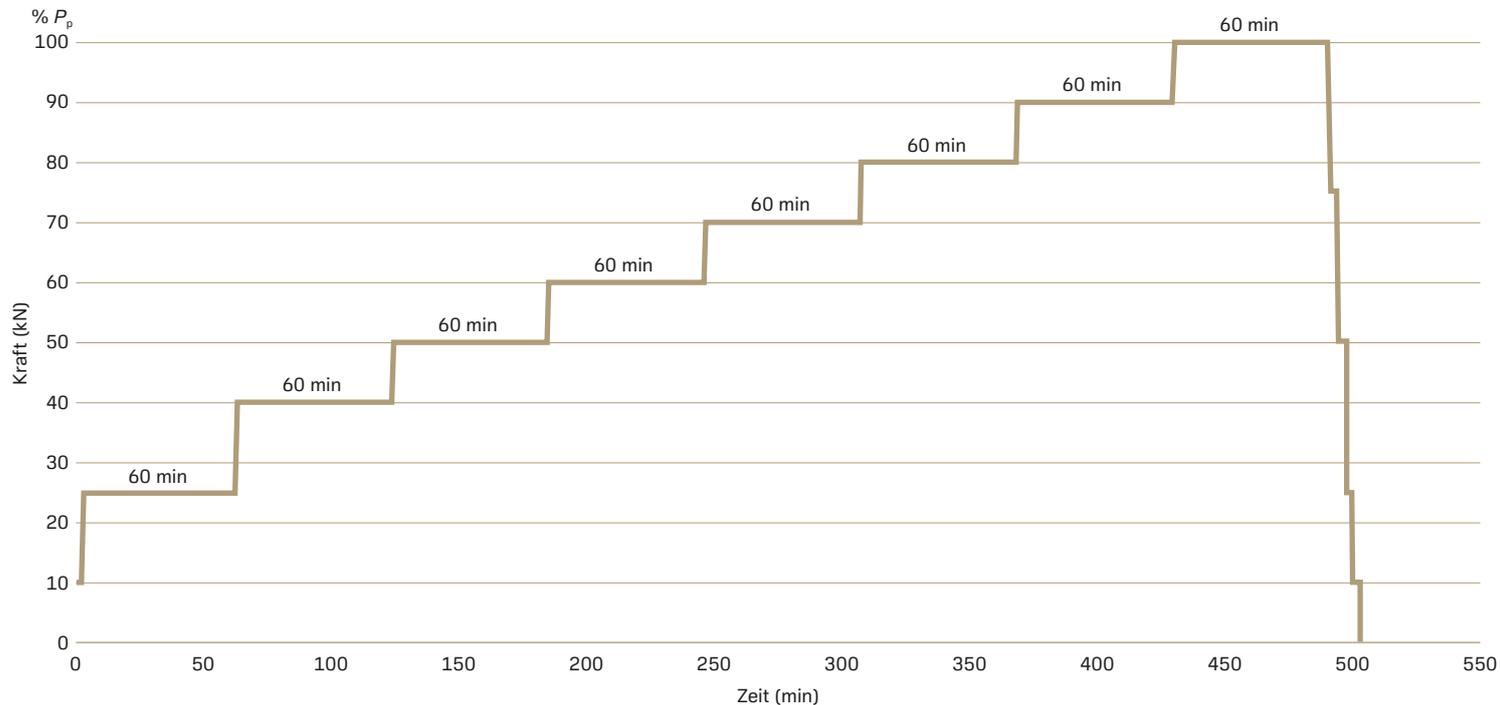
Weitere Informationen zur Zugprüfausrüstung sind im Kapitel "Systemzubehör" enthalten.



Anwendungsbeispiele



Ausziehversuche – Abnahmeprüfung gemäß ISO 22477-5



Kraftmessdose KMD

Hauptmerkmale

- Kraftmessdose für 800 bis 10.000 kN Nennkraft
- Die Nennkraft entspricht der Dauerkraft
- Kurzzeitig 30 % Überlast
- Elastisches Element aus Edelstahl
- Verwendung in einer aggressiven, säure- oder chlorhaltigen Umgebung wie Straßentunneln und Brückenunterseiten möglich
- Schutzart IP 68
- Integrierter Temperatursensor
- Integrierter Signalverstärker
- Unempfindlich bei langen Kabellängen und elektrischen Störungen
- Messsignal in V und mV/V
- Automatische Identifikation der Kraftmessdose unter der Verwendung des integrierten Speichers für die Standort, Zellnummer, Installationsdatum, etc.
- Langlebige UV-, säure- und ölbeständige Signalleitungen
- Langlebiger, wasserdichter Lemo-Stecker
- Optionaler Überspannungsschutz
- Beliebige Kabellänge

Auslesegerät

- Tragbares Auslesegerät für alle KMD
- 4-Zeilen Display
- Anzeige der Dosenkraft und der Dosentemperatur
- Anzeige der Seriennummer der KMD
- Anzeige der vom Nutzer eingegebenen Dosenkennung, Baustelle, etc.
- Auflösung Kraft 1 kN
- Auflösung Temperatur 0,5 °C
- Betriebstemperatur von -25 bis 50 °C
- Speisung über wiederaufladbaren Li-Ionen-Akku (externes Ladegerät)
- Abmessungen 216 x 180 x 102 mm
- Gewicht < 2 kg
- Gehäuse aus hochschlagfestem Kunststoff
 - Luftdicht
 - Stoßfest
 - Bruchsicher
 - Wasserdicht nach IP 67
 - Sand- und staubdicht
 - Säureresistent
 - Druckresistent



Smartes DSI Hohlstab-System

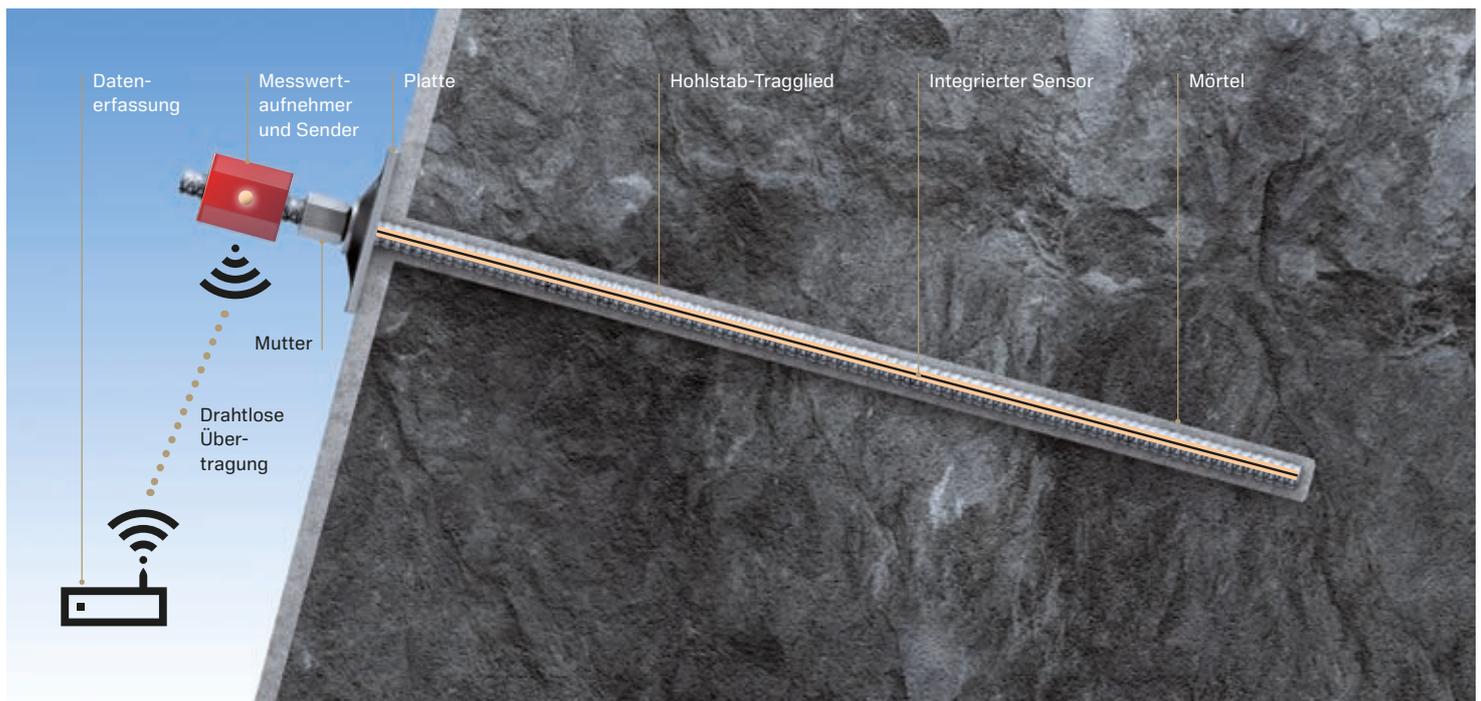
Einführung

Das Tragglied des DSI Hohlstab-Systems eignet sich hervorragend für den Einsatz als Messanker im Untertage- und Ingenieurbau. Das System ist standardisiert, flexibel in der Länge und kann mit einem Sensor im Inneren des Hohlstabes ausgestattet werden. Konventionelle Messanker, die im Tunnelbau eingesetzt werden, bestehen aus einem einzelnen Hohlstab-Tragglied samt Mehrfachkontakt-Extensometer im Inneren des Hohlstab-Tragglieds. Dieser Messanker wird zur Bestimmung der relativen Verschiebungen zwischen den Ankerpunkten entlang des Tragglieds verwendet. Die Systeme sind vormontiert und werden in einem Stück in vorgebohrte Bohrlöcher eingebaut. Daher ist auch die maximale Länge von konventionellen Messankern abhängig vom Platz, der für den Einbau verfügbar ist. Weiters ist die Funktion dieser Messanker beschränkt auf die Dehnungsmessung. Eine neue Generation eines smarten DSI Hohlstab-Systems, das sich derzeit in der Entwicklung befindet, ist darauf ausgelegt, die Digitalisierung im Bauwesen auf ein höheres Niveau zu bringen. Der Einbau dieses neuen Hohlstab-Messankers kann selbstbohrend erfolgen, gleich wie der standardmäßige Einbau des DSI Hohlstab-

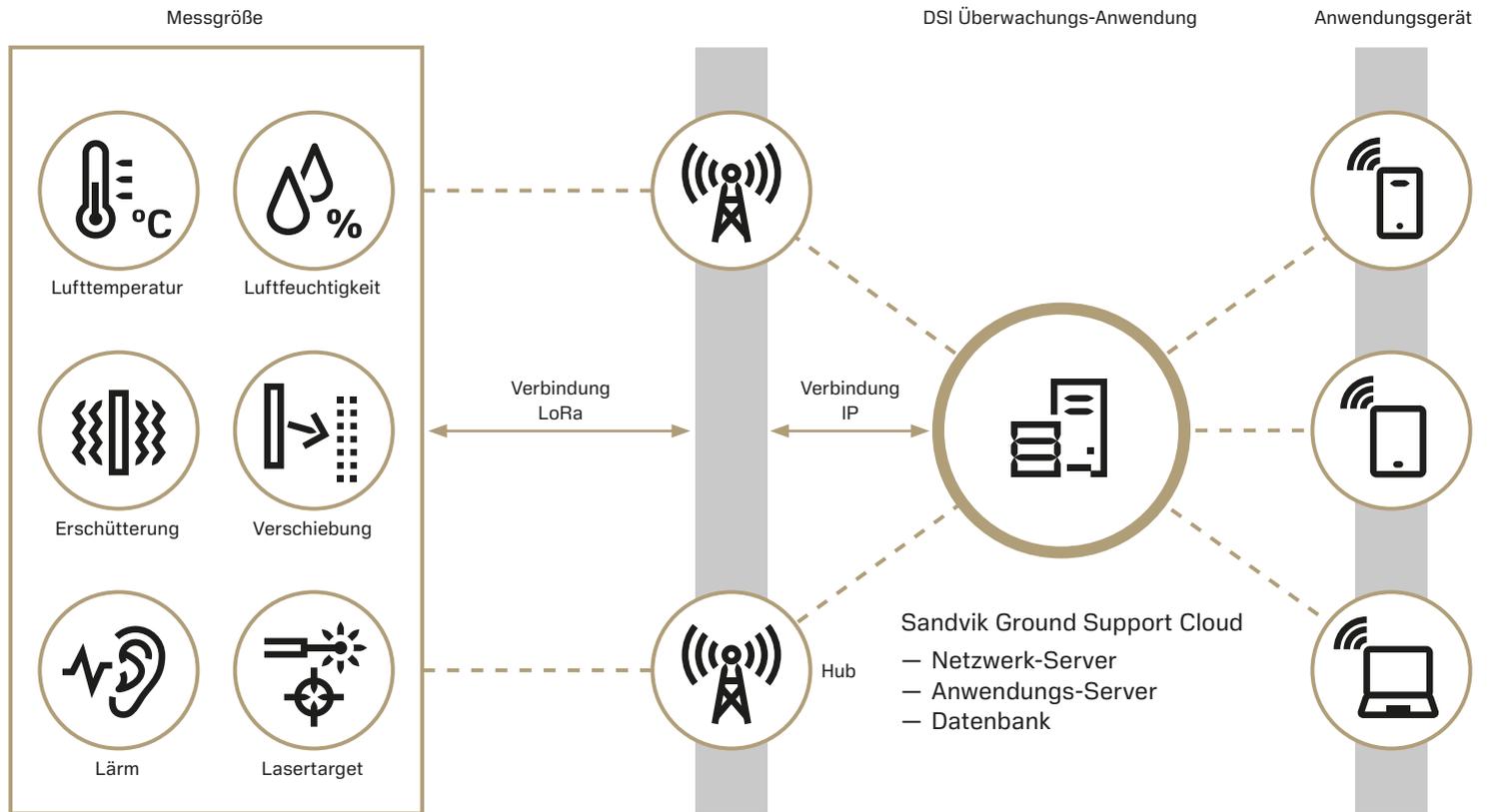
Systems, wodurch die Voraussetzungen für eine schnelle und effektive Anwendung gegeben sind.

Hohlstab-Tragglieder sind mit einem integrierten innenliegenden Sensor ausgestattet, der somit vor dem baulichen Umfeld geschützt ist. Ein ergänzender intelligenter Ankerkopf mit zusätzlichen integrierten Sensoren ergänzt die Messfunktionen des Systems. Der intelligente Ankerkopf fungiert auch als Messverstärker und Funksender für die drahtlose Datenübertragung. Die Datenerfassung kann über existierende Datenlogger erfolgen, das System ist quelloffen und kompatibel mit standardmäßigen Softwareanwendungen. Das smarte DSI Hohlstab-System ermöglicht eine lückenlose Umwandlung von einem herkömmlichen Hohlstab zu einem intelligenten sensorgestützten System, ohne grundlegende Konfiguration und Trageigenschaften zu verändern. Basierend auf dem Ausmaß der gesammelten ökologischen und geotechnischen Daten sind Design und Nutzungsdauer der Anwendungen unlimitiert. Sandvik Ground Support freut sich auf eine baldige Präsentation des smarten DSI Hohlstab-Systems.

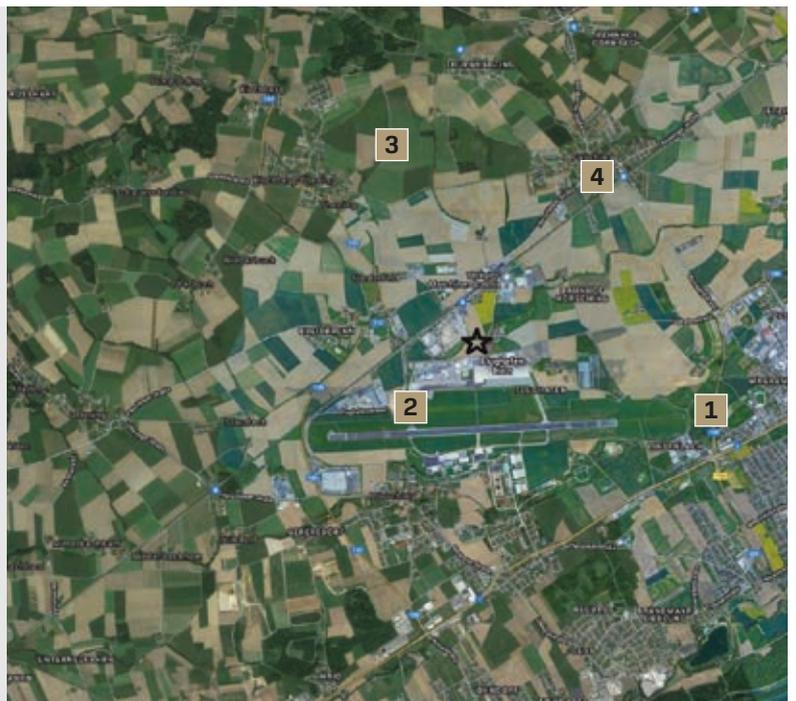
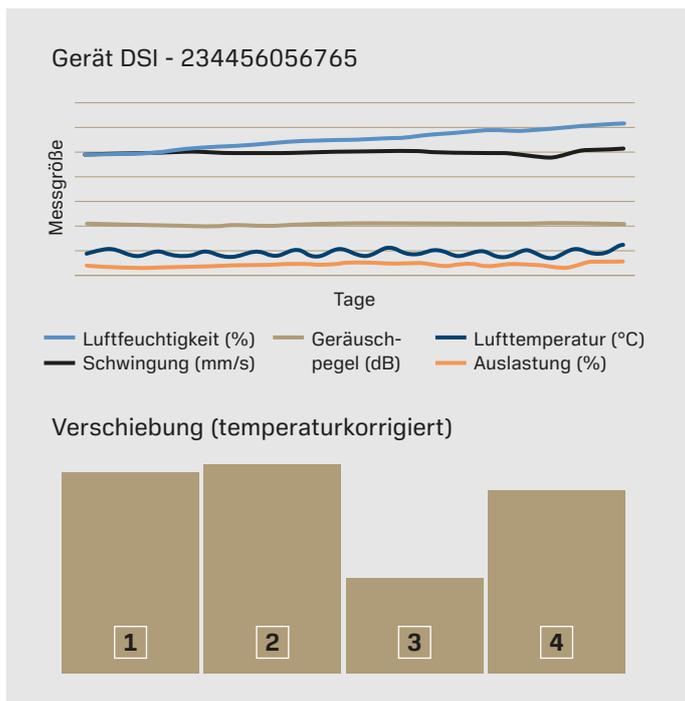
Digitaler Messanker



DSI Monitoring-Anwendungen (Datenübertragung)



Georeferenzierte Visualisierung



Integriertes System



Arbeitsabläufe



Dienstleistung



Produktion

Qualitätssicherung

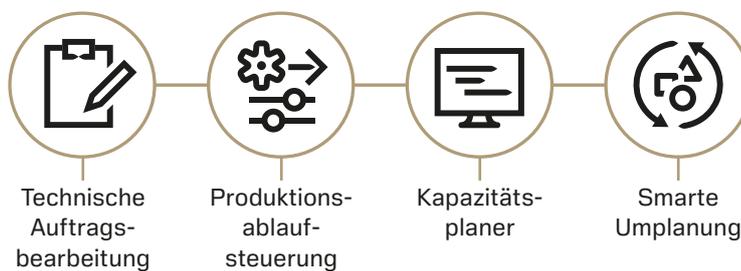


Lieferkette





Produktionsplanung



Systemzubehör

Sandvik Ground Support bietet ein breites Spektrum an modularem Systemzubehör an, welches die hochwertige Serie des DSI Hohlstab-Systems vervollständigt. Systemzubehör ist essenziell für eine sichere und erfolgreiche Produktleistung. Typisches Systemzu-

behör sind lasttragende Elemente, sowie Zubehör für den Einbau, die Injektion sowie die Überwachung. Lokale Unterstützung und kurzfristige Verfügbarkeit wird durch regionale Kompetenzzentren geboten – Sandvik Ground Support ist **der Lösungsanbieter**.



- Nachgiebiger Ankerkopf
- Winkelausgleichsscheibe
- Umgekehrter Ankerkopf
- Schutzkappe
- Verankerungselemente

– Steckverbinder mit Bajonett-Verschluss



– Nachverpressmuffe



– Ringmutter



– Hüllrohre



– Druck-Mengen-Schreiber



– Mörtelmischpumpe



– Injektionsadapter
– Drehinjektionsadapter



– Kraftmessdose KMD



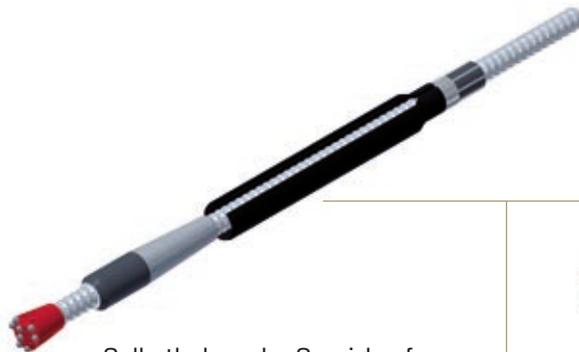
– Gestängeschlüssel
– Gesteinsbohrwerkzeug



– Prüfausrüstung für Zugversuche



– Dichtmuffe



– Selbstbohrender Spreizkopf



– Stahlspreizkopf

– Sperrmuffe



– Abstandhalter



– Bohrkronenadapter



– Bohrkronen

Selbstbohrender Spreizkopfanker

Einführung

Im letzten Jahrzehnt wurden verschiedene sogenannte One-Step Ankersysteme entwickelt. Ursache hierfür sind ständig steigende Anforderungen an mechanisierte Einbauvorgänge, und um den höheren Bedürfnissen für Selbstbohr-Hohlstabsysteme gerecht zu werden. Die Familie der selbstbohrenden Gebirgsanker wurde um einen selbstbohrenden Spreizkopfanker für das DSI Hohlstab-System erweitert. Dieser innovative selbstbohrende Hohlstab-Spreizkopfanker wird für untertägige Anwendungen sowie in der Geotechnik eingesetzt. Der Schlüssel zum Erfolg dieses Kombiankers ist die langjährige Verwendung des Hohlstab-Prinzips in Kombination mit einem robusten und innovativen Spreizelement. Der Hohlstab-Spreizkopfanker wird selbstbohrend versetzt; Bohrvorgang und Ankereinbau erfolgen in einem Arbeitsgang. Die Anpassungsfähigkeit des Systems an wechselnde Baugrundverhältnisse ist eine herausragende Gebrauchseigenschaft. Sofort nach der selbstbohrenden Installation wird das Spreizelement und dadurch die Tragfähigkeit des Ankers aktiviert. Der Hohlstab-Spreizkopfanker kann nach der Fixierung von Platte und Mutter optional vorgespannt werden. Die anschließende Verpressung, entkoppelt vom eigentlichen Installationsprozess, erlaubt eine zusätzliche Optimierung der Zykluszeiten. Eine wichtige Anwendung in der Geotechnik ist die Rückverankerung in Baugruben, wo der Bauprozess eine sofortige Tragfähigkeit erfordert. Typische Beispiele für untertägige Anwendungen dieser selbstbohrenden Spreizkopfanker sind die Ortsbrustsicherung bzw. lange Anker für Kavernenbauten.

Systembeschreibung

- Selbstbohrender Spreizkopf: Mechanisch verankert und vollständig vermörtelt
- Selbstbohrender Einbau basierend auf dem Prinzip des DSI Hohlstab-Systems
- Verwendung eines Hohlstabs mit durchgehendem, kalt aufgerolltem Außengewinde als Bohrstange während der Installation
- Drehschlagender Einbau mit Standard-Bohrgeräten
- Konventioneller oder mechanisierter Einbau
- Sofortige Tragfähigkeit durch die mechanische Endverankerung
- Nachfolgende optionale Verpressoption
- Flexibler Anwendungsbereich von 210 bis 800 kN (47 bis 180 kip): R32-210 bis R51-800
- Verwendung von mehreren aufeinanderfolgenden Verlängerungs- und Spreizelementen ermöglicht sogar im schlechten Baugrund eine höhere Tragfähigkeit

Systemkomponenten

Bohrkrone

- Einwegbohrkronen in verschiedenen Durchmessern und Geometrien
- Gehärtet oder mit Hartmetalleinsätzen

Selbstbohrender Spreizkopfanker

- Standarddurchmesser: R32, R38 und R51
- R38 und R51: Mehrere gekoppelte Verlängerungs- und Spreizelemente können verwendet werden
- Hohlstab-Tragglied R32, R38 oder R51

Platte

- Verschiedene Designs und Abmessungen sind auf Anfrage erhältlich

Mutter

Setzadapter

- Übergangsmuffen in verschiedenen Ausführungen erhältlich



Selbstbohrender Spreizkopfanker Typ R38-076 mit zwei gekoppelten Spreizelementen



Hauptvorteile

- Sofortige Tragfähigkeit nach dem Einbau und der Aktivierung des Spreizelements
- Zykluszeitverkürzung durch die Entkopplung der Verpressung von der Installation
- Aufrechterhaltung der Tragfähigkeit sogar bei großen Verschiebungen
- Widerstandsfähige Systemkomponenten
- Sicherer, einfacher und reproduzierbarer Installationsvorgang
- Verbesserte Bohrgenauigkeit dank der Zentrierung durch das selbstbohrende Spreizelement

Konfektionierter selbstbohrender Spreizkopfanker Typ R32-051 mm



Installationsvorgang

- Kopplung des Setzadapters an den Hydraulikhammer
- Drehschlagender (linksdrehend), selbstbohrender Einbau ohne Verrohrung: Einwegbohrkrone und Hohlstab-Tragglied, Wasser oder Luft/Wasser Spülung
- Optionale Verlängerung durch Muffen
- Aktivierung der Spreizelemente nachdem die endgültige Bohrtiefe erreicht wurde: Zurückziehen des Hydraulikhammers unter Hammerschlägen
- Abschrauben des Setzadapters
- Fixierung und Montage der Verankerung (Platte und Mutter)
- Optionale, entkoppelte Verpressung



Stahlspreizköpfe

Einleitung

Gebirgsanker mit einer variablen, freien Länge ermöglichen eine Vorspannung des Ankers und dadurch eine aktive Kraftübertragung. Der Stahlspreizkopf für Hohlstäbe wird in vorgebohrten Bohrlöcher eingebaut. Eine sofortige Tragfähigkeit wird durch die Aktivierung des Spreizdübels erzielt. Zementmörtel oder DSI Inject Systeme werden optional in einem zweiten Arbeitsschritt in den Ringspalt zwischen Hohlstab-Tragglied und Bohrloch verpresst.



Hauptvorteile

- Einfache Handhabung und optimierte Installationszeit
- Sofortige Tragfähigkeit
- Unproblematischer Einbau in wasserführenden Bohrlöchern
- Die Wahl des geeigneten Hohlstab-Typs garantiert die optimale Ankerkraft
- Das durchgehende Hohlstabgewinde ermöglicht eine flexible Längen Anpassung sowie eine nachträgliche Verlängerung vor Ort
- Verfügbar für die Durchmesser R32, R38 und R51



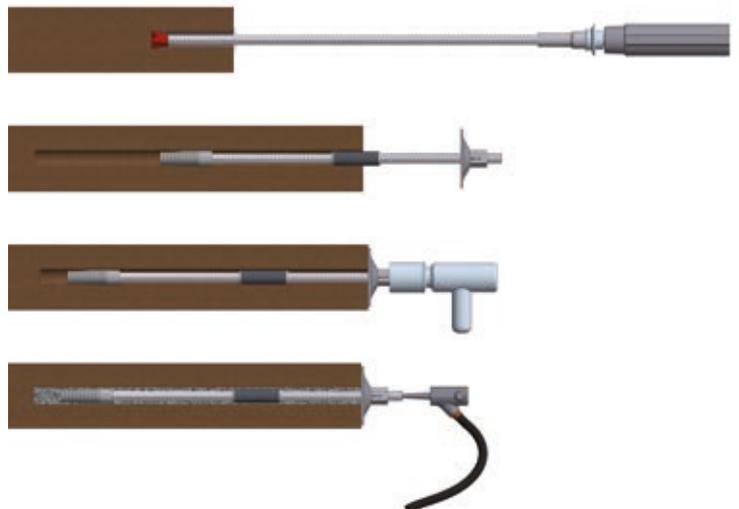
Eigenschaften

Kennwert/Typ	Symbol	SK-R32-048	SK-R38-068	SK-R51-078
Nominaler Außendurchmesser	$D_{e,nom}$	48 mm (1,9 in)	68 mm (2,7 in)	78 mm (3,1 in)
Länge	L	170 mm (6,7 in)	186 mm (7,3 in)	230 mm (9,1 in)
Gewicht	m	1,8 kg (4,0 lb)	4,0 kg (8,8 lb)	7,8 kg (17,2 lb)
Erforderlicher Bohrlochdurchmesser	D_b	52-58 mm (2,0-2,3 in)	72-78 mm (2,8-3,1 in)	90-95 mm (3,5-3,7 in)
Nominale Tragfähigkeit ¹⁾	$F_{m,nom}$	230 kN (52 kip)	400 kN (90 kip)	630 kN (142 kip)

1) Ermittelt durch Labor-Ausziehversuch in Modellgebirge (Beton).

Einbau

- Herstellung eines Bohrlochs gemäß der Spezifikationen, ungefähr 150 mm (6 in) länger als der eingebaute Gebirgsanker
- Einbau des zusammengebauten Spreizkopfans in das Bohrloch – der Spreizdübel muss eng am Bohrloch anliegen
- Vorspannung mittels Schlagschrauber oder adäquatem Spannschlüssel
- Optionale Nachverpressung



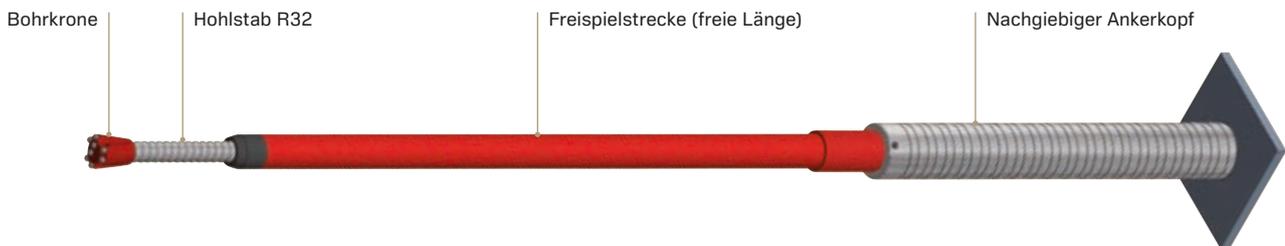
Nachgiebiger Ankerkopf

Einleitung

Der nachgiebige Ankerkopf mit integrierter Freispielstrecke wird im druckhaften, quellenden und nachgiebigen Gebirge eingesetzt. Der Einbau erfolgt entweder selbstbohrend oder in vorgebohrte Bohrlöcher, wobei die Endverankerung im Bohrloch verklebt wird.

Hauptvorteile

- Kontrollierte Aufnahme großer Verschiebungen
- Anpassung an verschiedene Baugrundverhältnisse
- Konstant hohe Tragfähigkeit
- Praxiserprobtes, widerstandsfähiges Design
- Deutsche Bergbauzulassung
- Einfacher und sicherer Einbau durch ein vorkonfektioniertes System

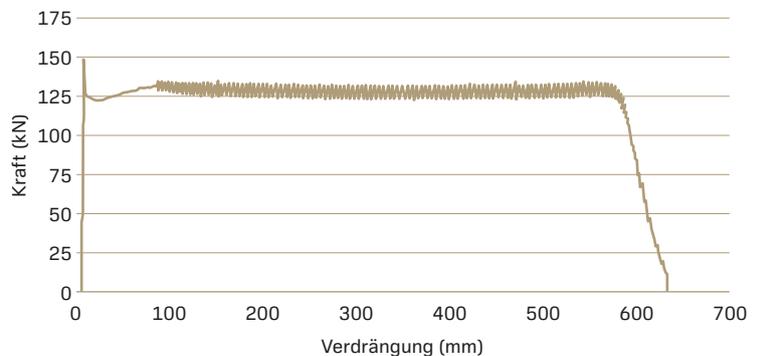


Eigenschaften

Kennwert/Typ	R32-GK 150-L ¹⁾
Nachgiebigkeit	130-150 kN (29-34 kip)
Dehnung	Bis zu 600 mm (23,6 in)

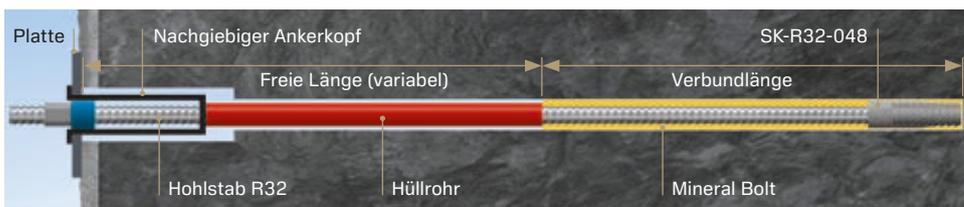
1) Empfohlener Standard-Hohlstab-Typ: R32-360.

Nachgiebigkeit

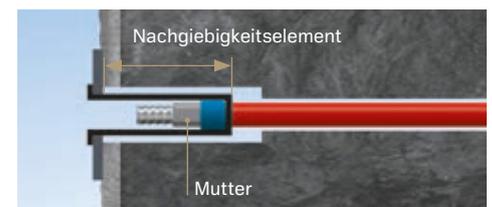


Grundkonzept

Installationsprinzip



Arbeitsmechanismus



- Kraftübertragung
 - Verbundlänge: Verklebt, bevorzugt in Kombination mit einem Spreizdübel
 - Verankerung: Platte und nachgiebiger Ankerkopf

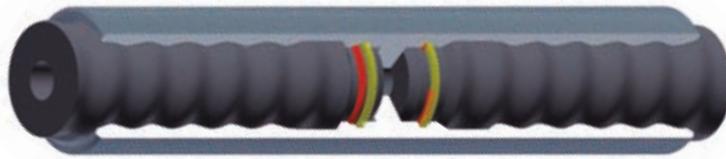
- Arbeitsmechanismus
 - Baugrundverschiebungen bedingen eine Dehnung des Hohlstabs in der Freispielstrecke
 - Kontrollierte Nachgiebigkeit der Kopfkonstruktion

- Nachgiebiger Ankerkopf
 - Einzelbauelement
 - Energieabsorbierender Mechanismus basierend auf einem Zylinder mit einem integrierten Kolben
 - Definierte Kraft-Verschiebungseigenschaften
 - Anpassbar an projektspezifische Anforderungen

Sperrmuffe

Einleitung

Die Sperrmuffe ermöglicht einen leicht ausbaubaren, temporären Felsnagel oder Anker mit freier Länge. Durch die Verwendung von Sperrmuffen wird die unkontrollierte Abkopplung der Hohlstäbe durch Rechtsdrehen während des Verlängerungsbohrens verhindert. Ein fehlerhafter Einbau kann durch abgenutzte Übergangsmuffen, beschädigte oder fehlende Klemmbacken, oder lockere Muffen (nicht-systemkonforme Komponenten) verursacht werden. Sperrmuffen verhindern die Lösung der Muffen innerhalb des Bohrlochs – der Hohlstab wird durchgängig in einem Stück eingebaut.



Hauptvorteile

- Sperrmuffen lösen sich nicht während der rechtsdrehenden Rotation des Bohrstrangs
- Problemlose Verlängerung oder Entkopplung des Bohrstrangs
- Geeignet für Freispielstrecken
- Kontrollierter Ausbau von definierten Hohlstab-Traggliedern durch die selektive Verwendung von Standardmuffen und Sperrmuffen

Systembeschreibung

Standardmuffen werden durch eine Sperrmuffe ersetzt. Während der linksdrehenden Rotation des Bohrstrangs schneidet der innenliegende Verriegelungsmechanismus (Zahnrad mit radialen und longitudinalen Zähnen) Querrippen in den Hohlstab. Dadurch ist die Sperrmuffe gegen rechtsdrehende Rotation und Lösung gesichert.

Spezifikationen

- Erhältlich für die Serien R32, R38 und R51
- Entworfen für die höchsten Tragfähigkeiten:
 - R32-400
 - R38-550
 - R51-800 bzw. R51-925
- Optional mit einseitigem oder beidseitigem Sperrmechanismus erhältlich

Technische Eigenschaften

- Handhabung während der Installation ist gleich wie für Standardmuffen
- Sperrmuffen ermöglichen eine drehschlagende (linksdrehende) Installation und sichern den Bohrstrang gegen Entkopplung



Dichtmuffe

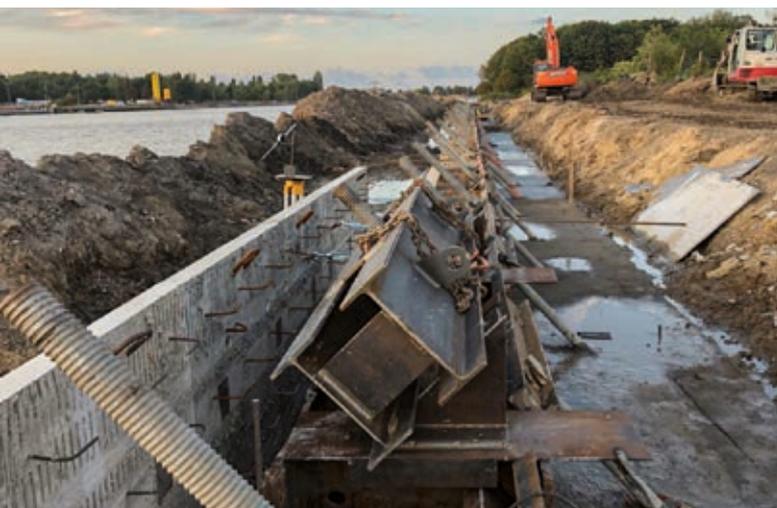
Einleitung

Bedingt durch das Design von Standardmuffen kann eine absolute Dichtigkeit der Kopplung nicht gewährleistet werden, wenn unter Druck gespült/verpresst wird.

Dichtmuffen erlauben einen optimierten Installationsprozess in Hinblick auf Dichtigkeit des Bohrstrangs. Dieser Vorteil ist wesentlich für gleichzeitige Bohrung und Verpressung.

Hauptvorteile

- Zielgerichtete und sichere Einbringung des Spül- oder Injektionsmediums
- Dichtmuffen gewährleisten Dichtigkeit im Zuge des Einbaus und der Verpressung
- Einfache Anwendung; gleiches Anwendungsprinzip wie für Standardmuffen



Systembeschreibung

Standardmuffen werden durch eine Dichtmuffe ersetzt. Nach der Herstellung einer ordnungsgemäßen und dichten Verbindung, gewährleistet ein vorinstallierter, zentrierter Dichtungsring eine passgenaue Montage zwischen den angefasten Oberflächen von zwei Hohlstäben. Während der Installation und Verpressung gewährleistet die Dichtmuffe unter Standard-Betriebsdruck eine dichte Verbindung.

Spezifikationen

- Erhältlich für die Serien R32, R38, R51 und T76
- Konzipiert für die höchsten Tragfähigkeiten
 - R32-400
 - R38-550
 - R51-800 bzw. R51-925
 - T76-1900

Technische Eigenschaften

- Handhabung während der Installation ist dieselbe wie für Standardmuffen
- Ein Dichtungsring innerhalb der Muffe und angefasten Hohlstab-Enden gewährleisten eine optimale Dichtigkeit

Nachverpressmuffe

Einleitung

Standardmäßig wird der Ringspalt zwischen Hohlstab und Bohrloch über die Spülöffnungen der Bohrkronen verpresst, um eine verbesserte Lastübertragung zu erreichen. Nachverpressmuffen erlauben eine gezielte Nachverpressung durch den gereinigten Spül- bzw. Injektionskanal des Hohlstabs mit verschiedenen Injektionsmedien. Nachverpressungen dienen der Baugrundverbesserung, der Abdichtung, oder als Kompensationsinjektionen.

Hauptvorteile

- Anwendung in allen Baugrundarten
- Kein Verlust von Spülmedium während dem Einbau
- Kontrollierte und zielgerichtete Nachverpressung
- Einstellbarer Öffnungsdruck



Systembeschreibung

Standardmuffen werden durch eine Nachverpressmuffe ersetzt. Dieser spezielle Muffentyp erlaubt zielgerichtete Mehrfachverpressungen durch umlaufend angeordnete Injektionsbohrungen mit Ventilen. Der Ventilöffnungsdruck kann auf Wunsch adaptiert werden.

Einbau

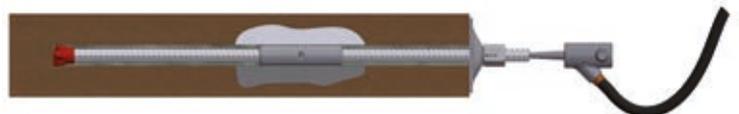
- Montage des DSI Hohlstab-Systems und Ankopplung an den Drehinjektionsadapter
 - Hinweis: Eine selbstbohrender Einbau mit nachfolgender Verpressung ist auch möglich
- Selbstbohrender Einbau und gleichzeitige Verfüllung
 - Primärinjektion durch die Bohrkronen – Verlängerung der Hohlstäbe mit Nachverpressmuffen
- Nachverpressung und Fixierung
 - Spülung des Injektionskanals (im Inneren des Hohlstabs) mit Wasser unter der Verwendung eines Kunststoffschlauchs kurz nach dem Einbau
 - Kurze Aushärtungszeit der Primärverpressung; abhängig von der verwendeten Mörtelmischung (grundsätzlich nach 12-18 Stunden)
 - Nachverpressung über die Nachverpressmuffen mit einem Druck über 8 bar (115 psi)
 - Der maximale Verpressdruck ist abhängig von der Anwendung und den Baugrundverhältnissen
 - Optionale Wiederholung der Arbeitsschritten für den Fall, dass eine weitere Nachverpressung notwendig ist
 - Montage der Kopfkonstruktion, sofern erforderlich

Spezifikationen

- Verfügbar für die Serien R32, R38, R51 und T76
- Konzipiert für die höchste Tragfähigkeiten
 - R32-400
 - R38-550
 - R51-800 bzw. R51-925
 - T76-1900
- Werksseitig voreingestellter, regelbarer Ventilöffnungsdruck: Von 8 bis 20 bar (115 bis 290 psi)
- Integriertes Rückschlagventil

Technische Eigenschaften

- Handhabung während der Installation ist gleich wie für Standardmuffen
- Die Tragfähigkeit des Systems (Hohlstab – Muffe) bleibt vollständig erhalten
- Mehrfachverpressungen können durch Injektionsbohrungen mit Ventilen durchgeführt werden



Ringmuttern

Augen- und Ösenmutter

- Augenmutter: Schwerlastausführung
- Ösenmutter: Standardversion
- Aufhängungen
- Fixierung von Seilen und Matten
- Verankerung von Gittermatten bzw. Geogittern



Schlaufenmuttern

- Leichte Ausführung
- Aufhängung von Werkzeugen/Instrumenten



Verankerungselemente

Hüllrohre

- Freie Länge(n)
- Zusätzlicher Korrosionsschutz
- Mikropfähle: Schutz des Pfahlhalses
- Stahl- und Kunststoffvarianten erhältlich



Schutzkappen

- Temporärer Korrosionsschutz
- Konstruktionswände, bei denen Spritzbeton nicht für die Abdichtung verwendet wird
- Schutz von Passanten, wenn Kopfkonstruktionen auf Gehwegen exponiert sind
- Als Stahl- und Kunststoffausführung erhältlich



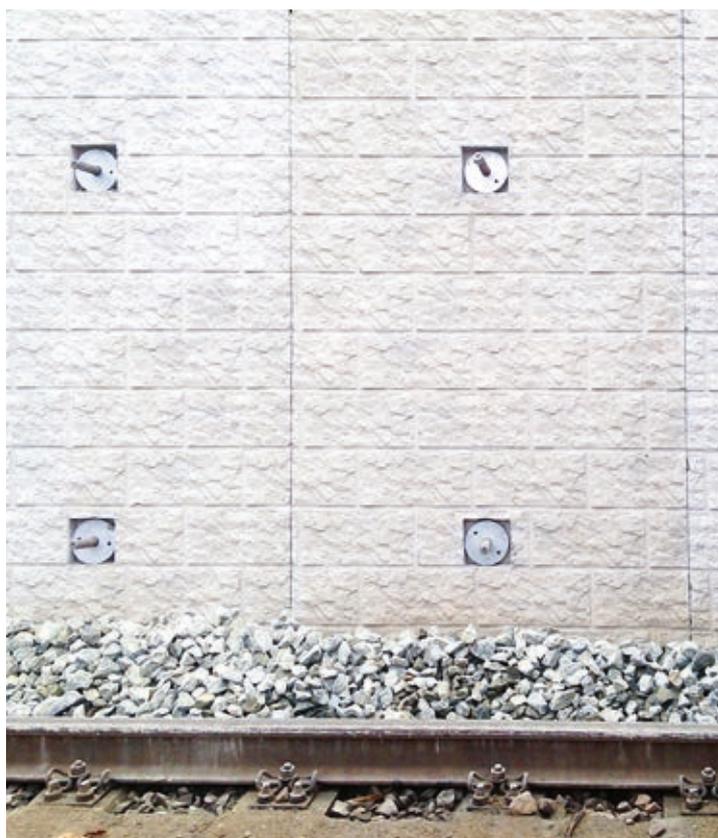
Winkelausgleichs-Scheiben

- Sichere Verankerung sogar für große Neigungswinkel ($\approx 55^\circ$)
- Standardanwendung in Kombination mit Kugelbundmuttern
- Erhältlich für die Hohlstabserien R32 und R38



Verkehrter Ankerkopf

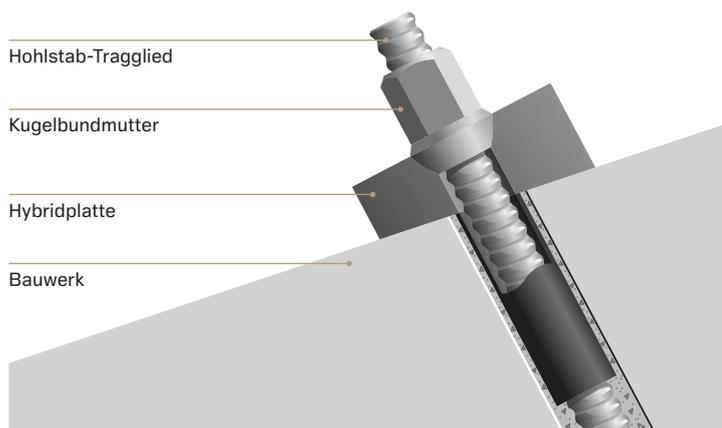
- Spundwände
- Rückverankerungen
- Eingeschränkte Platzverhältnisse



Hybridplatte

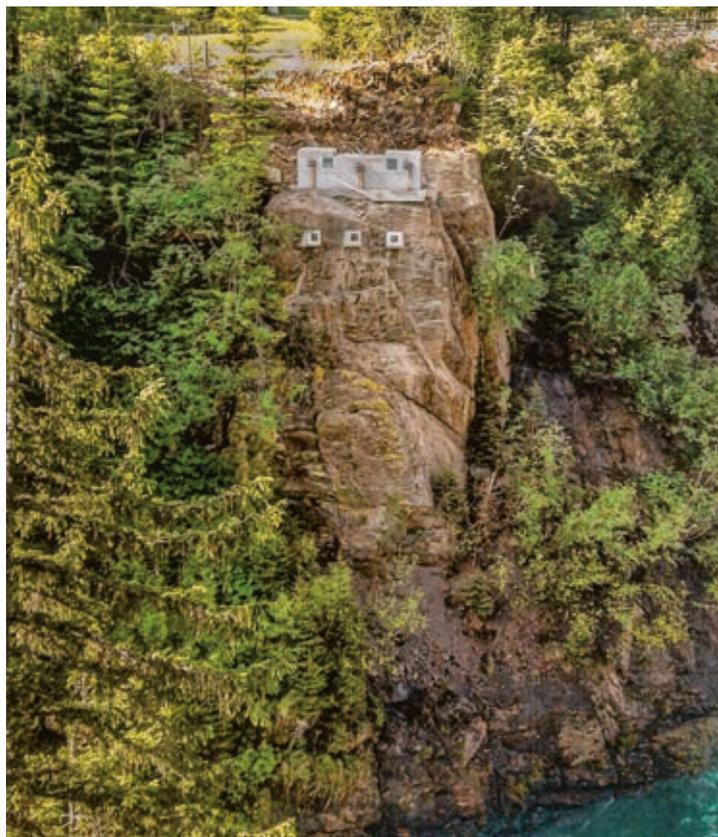
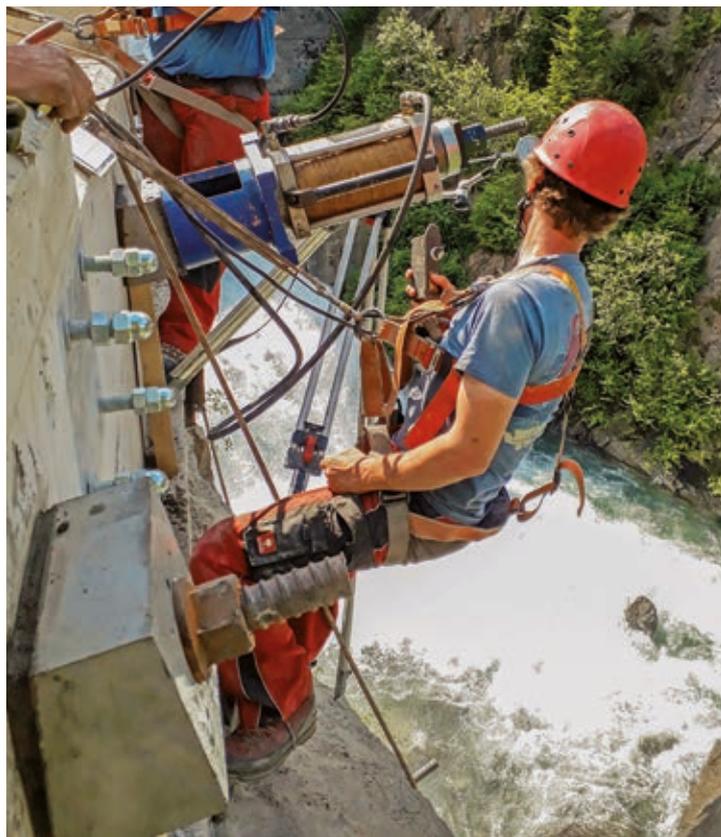
Einleitung

Hybridplatten werden aus glasfaserverstärktem Hochleistungsbeton hergestellt und als Verankerungselement eingesetzt. Die Funktionalität von Hybridplatten wurde durch Prüfungen gemäß EAD-160004-00-0301 (Europäisches Bewertungsdokument für Spanverfahren zur Vorspannung von Tragwerken – frühere ETAG 013) verifiziert.



Hauptvorteile

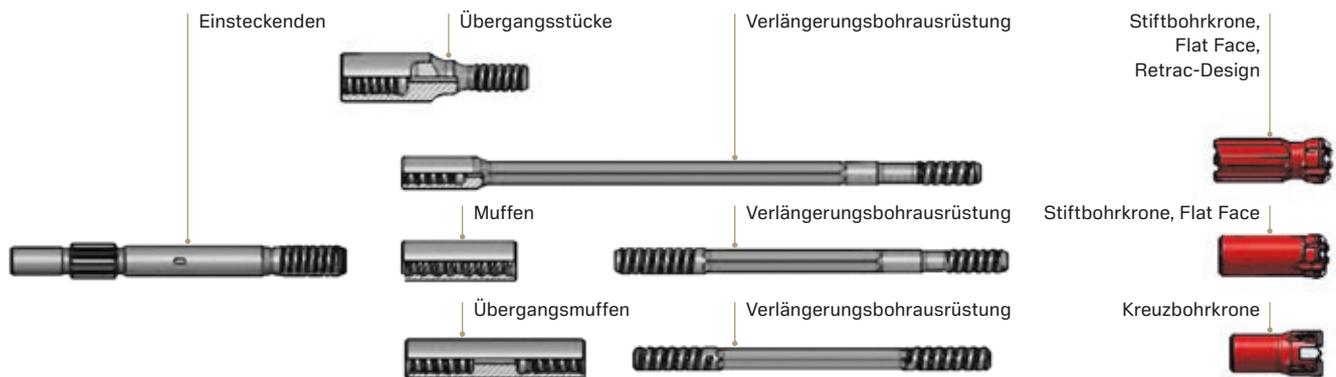
- Verbesserter Korrosionsschutz und Beständigkeit
- Anpassbare Geometrie
- Geringes Gewicht
- Winkelausgleich bis zu 30°
- Kundenspezifische Lösungen
 - Gewindehülsen für den Verschluss mit einer Abdeckkappe
 - Aussparungen für Verpress- und Entlüftungsleitungen
 - PE-Verbindungsrohre als Korrosionsschutz



Gesteinsbohrwerkzeug

Systemkomponenten

- Einsteckenden
- Übergangsmuffen
- Übergangsstücke
- Ausrüstung für Verlängerungsbohrungen
- Bohradapter
- Bohrkronen
 - Bohrkronen mit Flat Face oder Retrac-Design



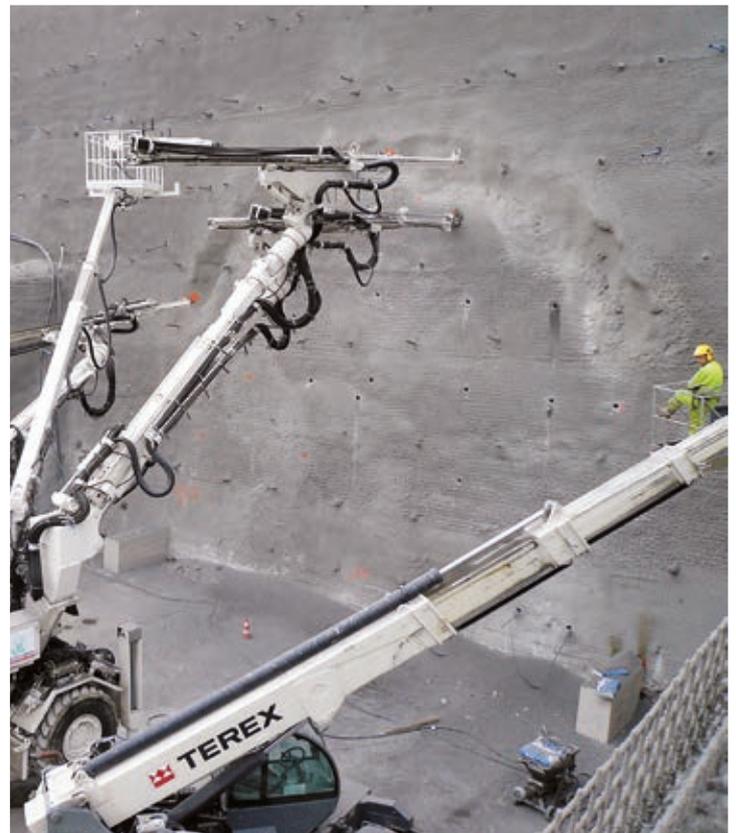
Bohrkronenadapter

- Verbindung von Hohlstab und Bohrkronengewinde verschiedener Durchmesser
- Großes Bohrkronenportfolio für Durchmesserbereiche außerhalb der Norm
- Kontrollierte Übertragung der Bohrenergie vom Hohlstab auf die Bohrkronen



Gestängeschlüssel und Spannwerkzeug

- Robuste Ausführung
- Verschiedene Längen und Schlüsselgrößen



Bajonettkupplung

Die Bajonettkupplung ist eine abgedichtete, leicht entfernbare Verbindung zwischen Hohlstäben zur selbstbohrenden Installation. Sie besteht aus zwei Teilen: Adapter und Kupplung. Eine Bajonettkupplung überträgt effizient Schlagenergie und Drehmoment vom Bohrhämmer oder Drehbohrkopf auf das Hohlstab-Tragglied. Definierte Hohlstab-Abschnitte können leicht entfernt werden, sobald die Bohrung beendet wurde.

- Abgedichtete Verbindung für die Installation von Mikropfählen
- Einfache Entkopplung
- Entfernung von definierten Hohlstab-Abschnitten
- Übertragung der Bohrenergie nahezu ohne Verluste



Abstandhalter

- Abstandhalter von Hohlstäben im Bohrloch
- Erhöhte Einbaugenauigkeit
- Optimale Mörtelüberdeckung
- Erhältlich für die Serien R32, R38, R51 und T76



Injektionsausrüstung

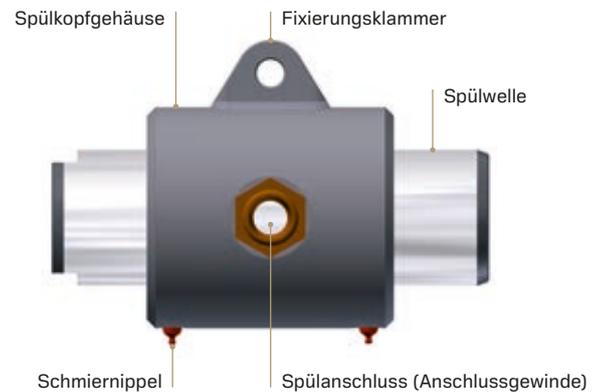
Drehinjektionsadapter

Systemkomponenten

- Spülkopfgehäuse
- Spülwelle mit Anschlussgewinde für den Hohlstab und das Einsteckende
- Dichtung und Abstreifer (innenliegend)
- Fixierungsklammer mit Anschlussgewinde für den Mörtelschlauch
- Schmiernippel
- Dämpfungsgummi

Hauptvorteile

- Gleichzeitige Bohrung und Verpressung garantiert einen idealen Verbund mit lockerem Gestein oder Baugrund
- Hohe Eindringtiefe des Verpressmörtels in den umgebenden Baugrund
- Bodenverbesserung und homogene Verteilung des Verpressmörtels



Injektionsadapter

- Verschiedene Ausführungen für Zementmörtel oder Kunstharz
- Konischer Schlagadapter oder Schraubadapter
- Verschiedene Injektionsschlauchverbindungen auf Anfrage erhältlich



DSI MAI® Mörtelmischpumpen

Einleitung

DSI MAI® Mörtelmischpumpen wurden für extrem anspruchsvolle Bedingungen entwickelt. Sie werden weltweit erfolgreich im Tunnelbau, Bergbau und in der Geotechnik für die Sicherung von Böschungen, Hängen und Baugruben eingesetzt. DSI MAI® 400 NT ist die am meisten verwendete Mörtelmischpumpe im Ingenieur- und Tiefbau. Weitere erhältliche Bauarten von Mörtelmischpumpen sind in der nachfolgenden Tabelle ersichtlich und auf Anfrage erhältlich.

Hauptvorteile

- Robuste Ausführung und leichte Handhabung
- Geringes Eigengewicht
- Einfache Bedienung und Wartung durch modularen Aufbau
- Kurze Anlaufphase und Reinigungszeit
- Hohe Fördermenge bei konstantem Druck
- Variable Pumpleistung
- Allzweckgeräte
- Höchste Verfahrenssicherheit
- Umweltverträglich durch Komponenten aus Edelstahl, verzinkten Rahmen und abriebfesten Kunststoffbauteilen
- Einfache Reinigung
- Rückwärtsgang

Anwendungsgebiete

Branche	Material	Anwendung						
			DSI MAI® 440 GE	DSI MAI® 400 NT	DSI MAI® 400 EASY	DSI MAI® 400 HD	DSI MAI® 400 EX	DSI MAI® PICTOR
Tunnelbau, Dämme, Schachtbau	Zement, Ankermörtel, vorgemischte Mörtel	Baugrund und Gestein	XXX	XXX	X	XXX	–	–
		Hohlraumverfüllung	XXX	XXX	X	XXX	–	–
		Hohlstäbe	XXX	XXX	X	XXX	–	–
Bergbau	Zement, Ankermörtel, vorgemischte Mörtel	Hohlstäbe	–	–	–	XXX	XXX	–
		Besprühung	–	–	–	–	XXX	–
Geotechnik	Zement, geothermischer Mörtel, Fertigverguss- mittel	Geothermie	XXX	XXX	X	XXX	–	–
		Verrohrte Bohrungen	XXX	XXX	XX	XXX	–	–
		Altbergbau/ Hohlraumfüllung	XXX	XX	X	XX	–	–
Hochbau	Zement, Fertigmörtel, Vergussmittel, Putze	Hohlraumfüllung	XXX	–	–	–	–	XX
		Betonfertigteile	XXX	–	–	–	–	XXX
		Besprühung	XXX	–	–	–	–	XXX
Instandsetzung	Zement, vorgemischter Mörtel, Brandschutz- maßnahmen, Mörtelbe- schichtung, Putze/Stuckatur	Unterspritzung	–	–	–	–	–	XXX
		Abdichtung	–	–	–	–	–	XXX
		Reparaturmörtel	XXX	–	–	–	–	X
		Deckschichten und Endbeschichtungen	–	–	–	–	–	XXX

–: nicht geeignet, X: bedingt geeignet, XX: geeignet, XXX: sehr geeignet.

Systemkomponenten DSI MAI® 400 NT

- Pumpeinheit
- Mischeinheit
- Antrieb
- Schutzgitter mit Sackaufreißer

Zubehör

- Werkzeuge
- Wasserpumpe
- Automatische Polaritätsregelung
- Reinigungsvorrichtung
- DSI MAI® 440 GE
 - Kompressor
 - Sprüh- und Füllpistolen
 - Abdeckhaube für Silobeschickung
 - Dosierpumpe
- Drucksensoren für die Verpressung
- Druck-Mengen Schreiber DSI MAI® LOG für die Datenaufzeichnung



Technische Eigenschaften

Kennwert/Typ	DSI MAI® 400 EASY PLUS	DSI MAI® 400 NT	DSI MAI® 440 GE
Nennleistung	4,0 kW	6,2 kW	10,0 kW
	5,4 hp	8,3 hp	13,4 hp
Getriebemotor	290 rpm	200 rpm	200 rpm
Förderleistung	16 l/min	8-34 l/min	5-54 l/min
	4,2 gal/min	2,1-9,0 gal/min	1,3-14,3 gal/min
Arbeitsdruck	25 bar	40 bar	40 bar
	360 psi	580 psi	580 psi
Länge	1.616 mm	1.755 mm	2.010 mm
	63,5 in	69,1 in	79,1 in
Breite	580 mm	570 mm	750 mm
	23 in	22 in	30 in
Höhe	900 mm	960 mm	1.030 mm
	35 in	38 in	41 in
Füllhöhe	900 mm	960 mm	1.030 mm
	35,4 in	38 in	41 in
Gesamtgewicht	136 kg	230 kg	360 kg
	300 lb	507 lb	794 lb

DSI MAI® LOG Druck-Mengen Schreiber

Einleitung

Der revolutionäre Druck-Mengen Schreiber DSI MAI® LOG ermöglicht eine genaue und nachvollziehbare Dokumentation der Baugrundverbesserung sowie die Einhaltung definierter Injektionsabbruchkriterien. Das Messgerät wurde für anspruchsvolle Baustellenbedingungen sowie nachvollziehbare Injektionsarbeiten im Berg-, Tunnel- und Spezialtiefbau entwickelt.

Durchflussmenge und Injektionsdruck werden mittels separater Module gemessen, das Interface zu DSI MAI® Mörtelmischpumpen erlaubt eine einfache Bedienung.



Systembeschreibung

Durchflussrate und Verpressdruck werden für jedes Bohrloch extra protokolliert. Die manipulationssichere Datenaufzeichnung wird über einen nutzerfreundlichen und einfachen Touchscreen-Terminal bedient. Die leichte Handhabung und die integrierte Software, die eine Einspeisung der Arbeitsdaten in ein Tabellenkalkulationsprogramm erlauben, stellen einen großen Vorteil für jede Baustelle dar. Die erfassten Daten werden in Echtzeit angezeigt.

Dank der DSI MAI® LOG Datenimport-Software können alle aufgezeichneten Daten leicht auf einen Laptop oder PC in ein Tabellenkalkulationsprogramm übertragen werden. Dort werden die Daten in einer konsolidierten Übersicht mit Grafiken und Tabellen präsentiert.

Hauptvorteile

- Robustes Design und leichte Handhabung
- Echtzeit-Datenaufzeichnung von Druck, Durchfluss und Volumen
- Automatische Analyse der Arbeitsdaten
- Datentransfer mittels Compact-Flash-Karte oder USB
- Software für einfache Übertragung in ein Tabellenkalkulationsprogramm
- Montierbar auf einem Stativ – für optimierte Handhabung auf Baustellen
- Abschaltautomatik wird aktiv, sobald ein bestimmter Druck oder ein bestimmtes Volumen erreicht oder überschritten wird
- Pumpensteuerung mittels DSI MAI® 400 GE und 400 NT
- Anwender können in Abhängigkeit des verwendeten Injektionsmaterials die Einstellungen selbstständig anpassen
- Maßeinheiten können konfiguriert werden:
 - Druck: 6/40 bar (90/580 psi)
 - Durchflussmenge: 4/12 m³/h (140/425 ft³/h)

Normative Verweise

- **EN 1461**
Feuerverzinkte Beschichtungen auf hergestellten Eisen- und Stahlerzeugnissen – Spezifikationen und Prüfverfahren
 - **EN 12501-1**
Schutz metallischer Werkstoffe gegen Korrosion – Korrosionswahrscheinlichkeiten im Boden – Teil 1: Allgemeines
 - **EN 12501-2**
Schutz metallischer Werkstoffe gegen Korrosion – Korrosionswahrscheinlichkeiten im Boden – Teil 2: Niedriglegierte und nichtlegierte Eisenwerkstoffe
 - **EN 13438**
Farben und Lacke – Pulverorganische Beschichtungen für feuerverzinkte oder sherardierte Stahlprodukte für Bauzwecke
 - **EN 14199**
Ausführung spezieller geotechnischer Arbeiten – Mikropfähle
 - **EN 14490:**
Ausführung spezieller geotechnischer Arbeiten – Bodenvernagelung
 - **EN 15773**
Industrielle Anwendung von pulverorganischen Beschichtungen auf feuerverzinkte oder sherardierte Stahlartikel (Duplexsysteme) – Spezifikationen, Empfehlungen und Richtlinien
 - **ASTM A153**
Standardspezifikation für die Verzinkung (Feuerbeschichtung) auf Eisen- und Stahlbeschlägen
 - **ASTM A-775**
Standardbeschichtung für epoxidbeschichtete Stahlbewehrungsstäbe
 - **ASTM A-934**
Standardspezifikationen für epoxidbeschichtete, vorgefertigte Stahlbewehrungsstäbe
 - **ASTM D4435**
Standardprüfverfahren für Gebirgsanker
 - **DIN 21521-2**
Gebirgsanker für den Bergbau und den Tunnelbau; Allgemeine Anforderungen für Gebirgsanker aus Stahl; Prüfungen, Prüfverfahren
 - **ISRM**
Empfohlene Prüfmethode für Gebirgsanker
 - **FHWA-CFL/TD-10-001. 2010**
Hohlstab-Bodennägel – Ausziehversuche-Programm
 - **ETA-21/0869**
Europäische Technische Bewertung (engl. ETA) als selbstbohrender Fels- und Bodennagel für die temporäre und permanente Anwendung
- Designs und Abmessungen von Systemkomponenten sowie die Spezifikationen von Vormaterialien sind in Sandvik Ground Support-Broschüren und Zulassungen enthalten.



Alle Abmessungen, Gewichte, Mengen und Spezifikationen sind die zum Zeitpunkt der Veröffentlichung und können von Zeit zu Zeit geändert werden. Bitte wenden Sie sich an Ihren Vertreter vor Ort, um eine endgültige Bestätigung der wichtigsten Spezifikationen zu erhalten.