

Zulassungsstelle für Bauprodukte und Bauarten

Bautechnisches Prüfamt

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



Europäische Technische Bewertung

ETA-17/0716
vom 11. Mai 2021

Allgemeiner Teil

Technische Bewertungsstelle, die die Europäische Technische Bewertung ausstellt

Deutsches Institut für Bautechnik

Handelsname des Bauprodukts

Injektionssystem VMH für Beton

Produktfamilie,
zu der das Bauprodukt gehört

Verbunddübel zur Verankerung in Beton

Hersteller

MKT
Metall-Kunststoff-Technik GmbH & Co. KG
Auf dem Immel 2
67685 Weilerbach
DEUTSCHLAND

Herstellungsbetrieb

Werk 1, D
Werk 2, D

Diese Europäische Technische Bewertung enthält

33 Seiten, davon 3 Anhänge, die fester Bestandteil dieser Bewertung sind.

Diese Europäische Technische Bewertung wird ausgestellt gemäß der Verordnung (EU) Nr. 305/2011, auf der Grundlage von

EAD 330499-01-0601, Edition 04/2020

Diese Fassung ersetzt

ETA-17/0716 vom 22. November 2019

Die Europäische Technische Bewertung wird von der Technischen Bewertungsstelle in ihrer Amtssprache ausgestellt. Übersetzungen dieser Europäischen Technischen Bewertung in andere Sprachen müssen dem Original vollständig entsprechen und müssen als solche gekennzeichnet sein.

Diese Europäische Technische Bewertung darf, auch bei elektronischer Übermittlung, nur vollständig und ungekürzt wiedergegeben werden. Nur mit schriftlicher Zustimmung der ausstellenden Technischen Bewertungsstelle kann eine teilweise Wiedergabe erfolgen. Jede teilweise Wiedergabe ist als solche zu kennzeichnen.

Die ausstellende Technische Bewertungsstelle kann diese Europäische Technische Bewertung widerrufen, insbesondere nach Unterrichtung durch die Kommission gemäß Artikel 25 Absatz 3 der Verordnung (EU) Nr. 305/2011.

Besonderer Teil

1 Technische Beschreibung des Produkts

Das "Injektionssystem VMH für Beton" ist ein Verbunddübel, der aus einer Mörtelkartusche mit Injektionsmörtel VMH und einem Stahlteil gemäß Anhang A3 und A5 besteht.

Das Stahlteil wird in ein mit Injektionsmörtel gefülltes Bohrloch gesteckt und durch Verbund zwischen Stahlteil, Injektionsmörtel und Beton verankert.

Die Produktbeschreibung ist in Anhang A angegeben.

2 Spezifizierung des Verwendungszwecks gemäß anwendbarem Europäischen Bewertungsdokument

Von den Leistungen in Abschnitt 3 kann nur ausgegangen werden, wenn der Dübel entsprechend den Angaben und unter den Randbedingungen nach Anhang B verwendet wird.

Die Prüf- und Bewertungsmethoden, die dieser Europäischen Technischen Bewertung zu Grunde liegen, führen zur Annahme einer Nutzungsdauer des Dübels von mindestens 50 und/oder 100 Jahren. Die Angabe der Nutzungsdauer kann nicht als Garantie des Herstellers verstanden werden, sondern ist lediglich ein Hilfsmittel zur Auswahl des richtigen Produkts in Bezug auf die angenommene wirtschaftlich angemessene Nutzungsdauer des Bauwerks.

3 Leistung des Produkts und Angaben der Methoden ihrer Bewertung

3.1 Mechanische Festigkeit und Standsicherheit (BWR 1)

| Wesentliches Merkmal | Leistung |
|--|---|
| Charakteristischer Widerstand unter Zugbeanspruchung (statische und quasi-statische Einwirkungen) | Siehe Anhang B 3, C 1, C 3, C4, C 5, C 8, C 9, C 11, C 12 |
| Charakteristischer Widerstand unter Querbeanspruchung (statische und quasi-statische Einwirkungen) | Siehe Anhang C 2, C 6, C 10, C 13 |
| Verschiebungen unter Kurzzeit- und Langzeitbelastung | Siehe Anhang C 15 bis C 17 |
| Charakteristischer Widerstand und Verschiebungen für seismische Leitungskategorie C1 und C2 | Siehe Anhang C 7, C 14, C 15 |

3.2 Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz (BWR 3)

| Wesentliches Merkmal | Leistung |
|--|-------------------------|
| Inhalt, Emission und/oder Freisetzung von gefährlichen Stoffen | Leistung nicht bewertet |

4 Angewandtes System zur Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit mit der Angabe der Rechtsgrundlage

Gemäß dem Europäischen Bewertungsdokument EAD 330499-01-0601 gilt folgende Rechtsgrundlage: [96/582/EG].

Folgendes System ist anzuwenden: 1

5 Für die Durchführung des Systems zur Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit erforderliche technische Einzelheiten gemäß anwendbarem Europäischen Bewertungsdokument

Technische Einzelheiten, die für die Durchführung des Systems zur Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit notwendig sind, sind Bestandteil des Prüfplans, der beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegt ist.

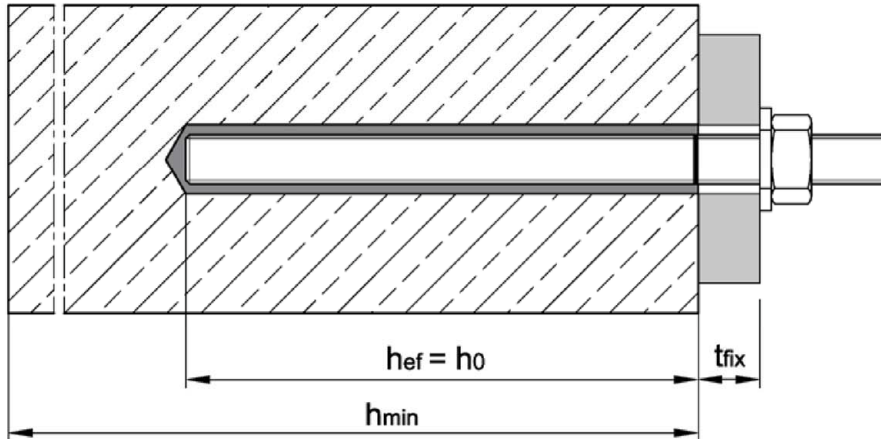
Ausgestellt in Berlin am 11. Mai 2021 vom Deutschen Institut für Bautechnik

Dipl.-Ing. Beatrix Wittstock
Referatsleiterin

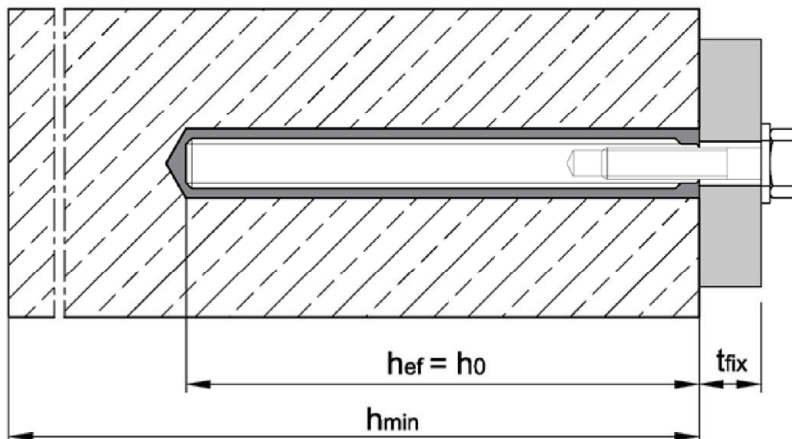
Beglaubigt
Baderschneider

Einbauzustand Ankerstange M8 bis M30

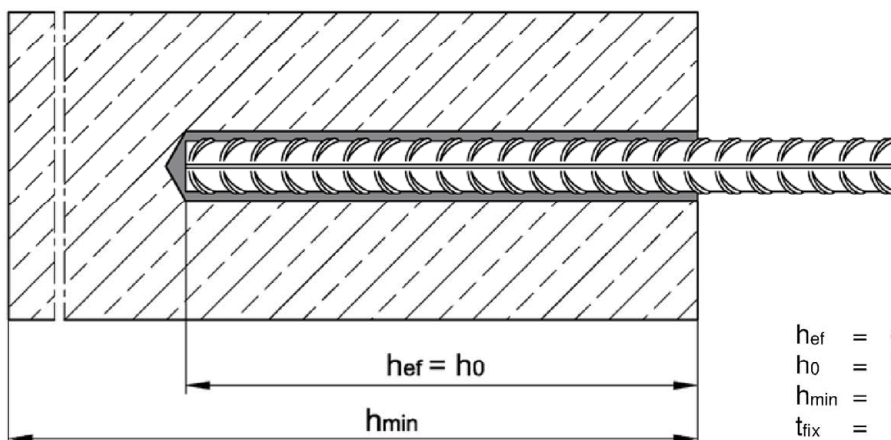
Vorsteckmontage oder Durchsteckmontage (optional mit verfülltem Ringspalt)



Einbauzustand Innengewindeankerstange VMU-IG M6 bis VMU-IG M20



Einbauzustand Betonstahl Ø8 bis Ø32



h_{ef} = effektive Verankerungstiefe
 h_0 = Bohrlochtiefe
 h_{min} = Mindestbauteildicke
 t_{fix} = Dicke des Anbauteils

Injektionssystem VMH für Beton

Produktbeschreibung
Einbauzustand

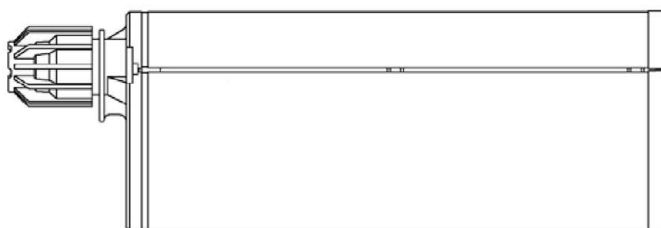
Anhang A1

Kartusche: Injektionsmörtel VMH

Koaxial Kartusche
150 ml, 280 ml,
300 ml bis 330 ml,
380 ml bis 420 ml



Side-by-side Kartusche
235 ml,
345 ml bis 360 ml,
825 ml

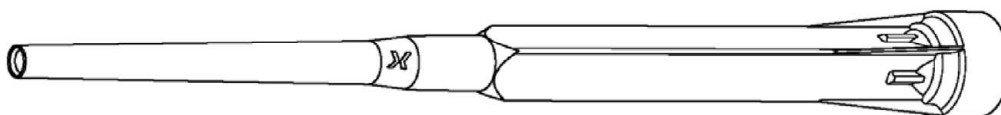


Kartuschenaufdruck:

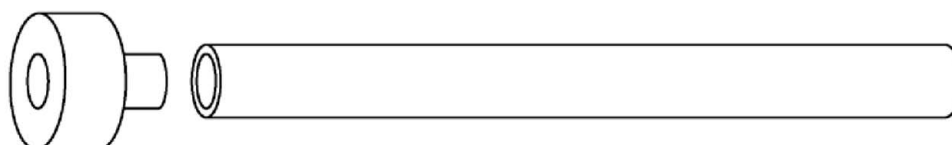
VMH,

Verarbeitungshinweise, Chargennummer, Haltbarkeit, Gefahrennummer, Lagertemperatur,
Aushärtezeit und Verarbeitungszeit (abhängig von der Temperatur), optional mit Kolbenwegskala

Statikmischer



Injektionsadapter mit Mischerverlängerung



Injektionssystem VMH für Beton

Produktbeschreibung

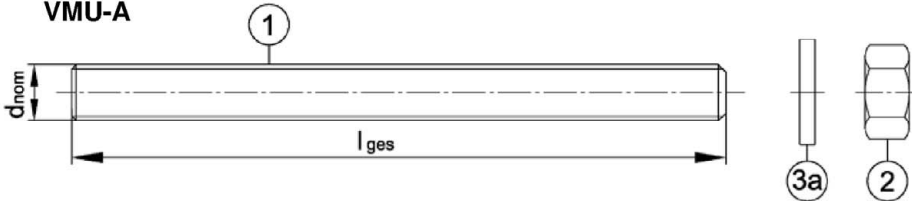
Kartuschen, Statikmischer und Injektionsadapter

Anhang A2

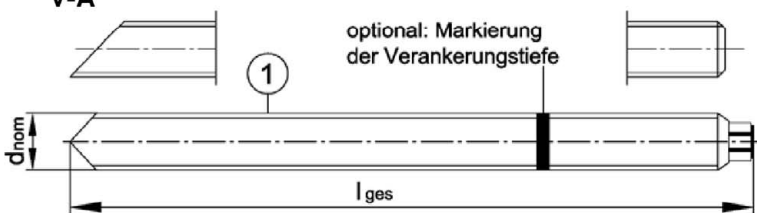
Ankerstangen

Ankerstange VMU-A, V-A mit Unterlegscheibe und Sechskantmutter
M8, M10, M12, M16, M20, M24, M27, M30 (verzinkt, A4, HCR)

VMU-A



V-A



Prägung z.B.: \diamond M10

\diamond Werkzeugen
M10 Gewindegröße

zusätzliche Kennung:

A4 nichtrostender Stahl

HC hochkorrosionsbeständiger Stahl

Ankerstange VM-A (Meterware zum Ablängen)

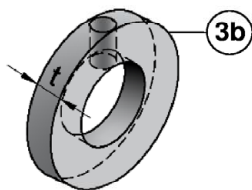
M8, M10, M12, M16, M20, M24, M27, M30 (verzinkt, A2, A4, HCR)

Handelsübliche Gewindestange

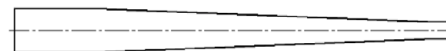
M8, M10, M12, M16, M20, M24, M27, M30 (verzinkt, A2, A4, HCR) mit:

- Werkstoff, Abmessungen und mechanische Eigenschaften gemäß Tabelle A1
- Abnahmeprüfzeugnis 3.1 gemäß EN 10204:2004

Verfüllscheibe und Mischerreduzierung zum Verfüllen des Ringspalts zwischen Anker und Anbauteil

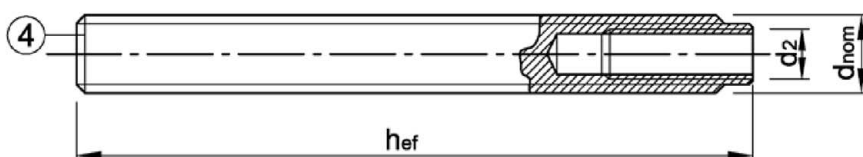


Dicke der Verfüllscheibe
für Durchmesser
< M24: t = 5 mm
≥ M24: t = 6 mm



Innengewindeankerstange

VMU-IG M6, VMU-IG M8, VMU-IG M10, VMU-IG M12, VMU-IG M16, VMU-IG M20
(verzinkt, A4, HCR)



Prägung z.B.: \diamond M8

\diamond Werkzeugen
I Innengewinde
M8 Gewindegröße (Innengewinde)

zusätzliche Kennung:

A4 nichtrostender Stahl

HCR hochkorrosionsbeständiger Stahl

Injektionssystem VMH für Beton

Produktbeschreibung

Ankerstange und Innengewindeankerstange

Anhang A3

Tabelle A1: Werkstoffe - Ankerstange und Innengewindeankerstange

| Teil | Benennung | Werkstoff | | | | | | | |
|--|-------------------------------|---|---|----------------------|----------------------------------|--------------|-------------------|--|----------------------|
| Stahl, verzinkt | | | | | | | | | |
| galvanisch verzinkt $\geq 5 \mu\text{m}$ gemäß EN ISO 4042:2018 oder | | | | | | | | | |
| feuerverzinkt $\geq 40 \mu\text{m}$ gemäß (im Mittel $50 \mu\text{m}$) EN ISO 1461:2009, EN ISO 10684:2004+AC:2009 oder | | | | | | | | | |
| diffusionsverzinkt $\geq 45 \mu\text{m}$ gemäß EN ISO 17668:2016 | | | | | | | | | |
| 1 | Ankerstange | Festigkeitsklasse | Charakteristische Zugfestigkeit | | Charakteristische Streckgrenze | | Bruchdehnung | EN ISO 683-4:2018, EN 10263:2001; handelsübliche Gewindestangen: EN ISO 898-1:2013 | |
| | | 4.6 | f_{uk} [N/mm ²] | 400 | f_{yk} [N/mm ²] | 240 | | | $A_5 > 8 \%$ |
| | | 4.8 | | 400 | | 320 | | | $A_5 > 8 \%$ |
| | | 5.6 | | 500 | | 300 | | | $A_5 > 8 \%$ |
| | | 5.8 | | 500 | | 400 | | | $A_5 > 8 \%$ |
| 8.8 | 800 | 640 | | $A_5 \geq 12\%^{1)}$ | | | | | |
| 2 | Sechskantmutter | 4 | für Ankerstangen der Klasse 4.6, 4.8 | | | | | EN ISO 898-2:2012 | |
| | | 5 | für Ankerstangen der Klasse 4.6, 4.8, 5.6, 5.8 | | | | | | |
| | | 8 | für Ankerstangen der Klasse 4.6, 4.8, 5.6, 5.8, 8.8 | | | | | | |
| 3a | Unterlegscheibe | z.B.: EN ISO 7089:2000, EN ISO 7093:2000, EN ISO 7094:2000, EN ISO 887:2006 | | | | | | | |
| 3b | Verfüllscheibe | Stahl, verzinkt | | | | | | | |
| 4 | Innengewindeankerstange | 5.8 | Stahl, galvanisch verzinkt oder diffusionsverzinkt | | | $A_5 > 8\%$ | EN ISO 683-4:2018 | | |
| | | 8.8 | | | | $A_5 > 8\%$ | | | |
| Nichtrostender Stahl A2 ²⁾ | | CRC II (1.4301 / 1.4307 / 1.4311 / 1.4567 / 1.4541) | | | | | | | |
| Nichtrostender Stahl A4 | | CRC III (1.4401 / 1.4404 / 1.4571 / 1.4578) | | | | | | | |
| Hochkorrosionsbeständiger Stahl HCR | | CRC V (1.4529 / 1.4565) | | | | | | | |
| 1 | Ankerstange ³⁾ | Festigkeitsklasse | Charakteristische Zugfestigkeit | | Charakteristische Streckgrenze | | Bruchdehnung | EN 10088-1:2014 EN ISO 3506-1:2020 | |
| | | 50 | f_{uk} [N/mm ²] | 500 | f_{yk} [N/mm ²] | 210 | | | $A_5 > 8\%$ |
| | | 70 | | 700 | | 450 | | | $A_5 \geq 12\%^{1)}$ |
| 80 | 800 | 600 | | $A_5 \geq 12\%^{1)}$ | | | | | |
| 2 | Sechskantmutter ³⁾ | 50 | für Ankerstangen der Klasse 50 | | | | | EN 10088-1:2014 EN ISO 3506-2:2020 | |
| | | 70 | für Ankerstangen der Klasse 50, 70 | | | | | | |
| | | 80 | für Ankerstangen der Klasse 50, 70, 80 | | | | | | |
| 3a | Unterlegscheibe | z.B.: EN ISO 7089:2000, EN ISO 7093:2000, EN ISO 7094:2000; EN ISO 887:2006 | | | | | EN 10088-1:2014 | | |
| 3b | Verfüllscheibe | nichtrostender Stahl A4; hochkorrosionsbeständiger Stahl HCR | | | | | | | |
| 4 | Innengewindeankerstange | 50 | IG-M20 | | | $A_5 > 8 \%$ | EN 10088-1:2014 | | |
| | | 70 | IG-M6 bis IG-M16 | | | $A_5 > 8 \%$ | | | |

¹⁾ $A_5 > 8 \%$ Bruchdehnung wenn keine Anforderungen der seismischen Leistungskategorie C2 bestehen

²⁾ Festigkeitsklasse 50 und 70

³⁾ Festigkeitsklasse 70 und 80 nur bis M24

Injektionssystem VMH für Beton

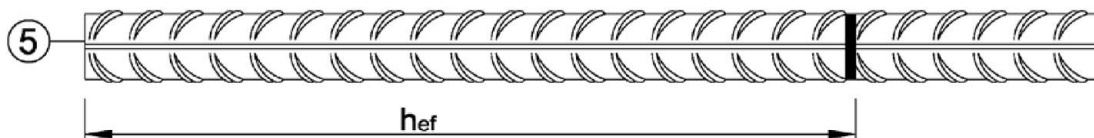
Produktbeschreibung

Werkstoffe - Ankerstange und Innengewindeankerstange

Anhang A4

Betonstahl

Ø 8, Ø 10, Ø 12, Ø 14, Ø 16, Ø 20, Ø 24, Ø 25, Ø 28, Ø 32



- Mindestwerte der bezogenen Rippenfläche $f_{R,min}$ nach EN 1992-1-1:2004+AC:2010
- Die Rippenhöhe muss $0,05d \leq h \leq 0,07d$ betragen
(d: Nenndurchmesser des Stabes; h: Rippenhöhe des Stabes)

Tabelle A2: Werkstoffe Betonstahl

| Teil | Benennung | Werkstoff |
|-------------------|---|---|
| Betonstahl | | |
| 5 | Betonstahl gemäß EN 1992-1-1:2004+AC:2010, Anhang C | Stäbe und Betonstahl vom Ring Klasse B oder C f_{yk} und k gemäß NDP oder NCL gemäß EN 1992-1-1/NA $f_{uk} = f_{tk} = k \cdot f_{yk}$ |

Injektionssystem VMH für Beton

Produktbeschreibung

Produktbeschreibung und Werkstoffe Betonstahl

Anhang A5

Spezifizierung des Verwendungszwecks

| Statische und quasi-statische Einwirkung | Nutzungsdauer 50 Jahre | Nutzungsdauer 100 Jahre |
|---|--|---|
| Ankerstangen Innengewindeankerstangen Betonstahl | M8 - M30 VMU-IG M6 - VMU-IG M20 Ø8 - Ø32 | |
| Verankerungsgrund | gerissener oder ungerissener Beton | |
| | Festigkeitsklasse C20/25 bis C50/60 verdichteter, bewehrter oder unbewehrter Normalbeton ohne Fasern gemäß EN 206:2013+A1:2016 | |
| Bohrlocherstellung | Hammerbohren / Druckluftbohren / Saugbohren | |
| Temperaturbereich ¹⁾ | I: -40°C bis +40°C II: -40°C bis +80°C III: -40°C bis +120°C IV: -40°C bis +160°C | I: -40°C bis +40°C II: -40°C bis +80°C |

| Seismische Einwirkung | Leistungskategorie C1 | Leistungskategorie C2 |
|--|--|--|
| Ankerstangen Betonstahl | M8 - M30 Ø8 - Ø32 | M12 - M24 --- |
| Verankerungsgrund | gerissener oder ungerissener Beton | |
| | Festigkeitsklasse C20/25 bis C50/60 verdichteter, bewehrter oder unbewehrter Normalbeton ohne Fasern gemäß EN 206:2013+A1:2016 | |
| Bohrlocherstellung | Hammerbohren / Druckluftbohren / Saugbohren | |
| Temperaturbereich ¹⁾ | I: -40°C bis +40°C II: -40°C bis +80°C III: -40°C bis +120°C IV: -40°C bis +160°C | I: -40°C bis +40°C II: -40°C bis +80°C III: -40°C bis +120°C IV: -40°C bis +160°C |

- ¹⁾ Temperaturbereich I: max. Langzeittemperatur +24°C und max. Kurzzeittemperatur +40°C
 Temperaturbereich II: max. Langzeittemperatur +50°C und max. Kurzzeittemperatur +80°C
 Temperaturbereich III: max. Langzeittemperatur +72°C und max. Kurzzeittemperatur +120°C
 Temperaturbereich IV: max. Langzeittemperatur +100°C und max. Kurzzeittemperatur +160°C

Injektionssystem VMH für Beton

Verwendungszweck
Spezifikationen

Anhang B1

Spezifizierung des Verwendungszwecks

Anwendungsbedingungen (Umweltbedingungen):

- Bauteile unter den Bedingungen trockener Innenräume: alle Materialien
- Für alle anderen Bedingungen gilt:
Verwendung der Werkstoffe aus Anhang A4, Tabelle A1 entsprechend der Korrosionsbeständigkeitsklasse CRC gemäß EN 1993-1-4:2006+A1:2015

Bemessung:

- Unter Berücksichtigung der zu verankernden Lasten sind prüfbare Berechnungen und Konstruktionszeichnungen anzufertigen. Auf den Konstruktionszeichnungen ist die Lage des Dübels angegeben (z.B. Lage des Dübels zur Bewehrung oder zu den Auflagern usw.)
- Die Bemessung der Verankerungen erfolgt unter der Verantwortung eines auf dem Gebiet der Verankerungen und des Betonbaus erfahrenen Ingenieurs
- Die Bemessung der Verankerungen erfolgt nach EN 1992-4:2018 und Technical Report TR 055, Fassung Februar 2018

Einbau:

- Trockener oder feuchter Beton oder wassergefüllte Bohrlöcher (ausgenommen Seewasser)
- Bohrlochherstellung durch Hammer-, Druckluft- oder Saugbohren
- Überkopfmontage erlaubt
- Einbau durch entsprechend geschultes Personal unter Verantwortung des Bauleiters
- Der Injektionsmörtel wurde für den Einbau bei einer Mindestbetontemperatur von -5°C bewertet, wobei anschließend die Temperatur im Beton nicht mit einer schnellen Geschwindigkeit ansteigen darf, z.B. von der Mindesteinbautemperatur auf 24°C innerhalb von 12 Stunden
- Innengewindeankerstangen: Schrauben und Gewindestange (inkl. Mutter und Unterlegscheibe) müssen mindestens dem Material und der Festigkeitsklasse der verwendeten Innengewindeankerstange entsprechen

Injektionssystem VMH für Beton

Verwendungszweck
Spezifikationen

Anhang B2

Tabelle B1: Montage- und Dübelkennwerte, Ankerstangen

| Ankerstange | | | M8 | M10 | M12 | M16 | M20 | M24 | M27 | M30 |
|--|---------------------------------|------|--|-----|--------------------------|-----------------|-----|-----|-----|-----|
| Durchmesser Ankerstange | $d=d_{nom}$ | [mm] | 8 | 10 | 12 | 16 | 20 | 24 | 27 | 30 |
| Bohrernennendurchmesser | d_0 | [mm] | 10 | 12 | 14 | 18 | 22 | 28 | 30 | 35 |
| Effektive Verankerungstiefe | $h_{ef,min}$ | [mm] | 60 | 60 | 70 | 80 | 90 | 96 | 108 | 120 |
| | $h_{ef,max}$ | [mm] | 160 | 200 | 240 | 320 | 400 | 480 | 540 | 600 |
| Durchgangsloch im anzuschließenden Bauteil ²⁾ | Vorsteckmontage $d_f \leq$ | [mm] | 9 | 12 | 14 | 18 | 22 | 26 | 30 | 33 |
| | Durchsteckmontage $d_f \leq$ | [mm] | 12 | 14 | 16 | 20 | 24 | 30 | 33 | 40 |
| Maximales Montagedrehmoment | $max.T_{inst} \leq$ | [Nm] | 10 | 20 | 40 (35) ¹⁾ | 60 | 100 | 170 | 250 | 300 |
| Mindestbauteildicke | h_{min} | [mm] | $h_{ef} + 30 \text{ mm} \geq 100 \text{ mm}$ | | | $h_{ef} + 2d_0$ | | | | |
| Minimaler Achsabstand | s_{min} | [mm] | 40 | 50 | 60 | 75 | 95 | 115 | 125 | 140 |
| Minimaler Randabstand | c_{min} | [mm] | 35 | 40 | 45 | 50 | 60 | 65 | 75 | 80 |

¹⁾ maximales Montagedrehmoment für M12 mit Festigkeitsklasse 4.6

²⁾ für Anwendungen unter seismischer Einwirkung darf das Durchgangsloch im Anbauteil $max. d_{nom} + 1 \text{ mm}$ betragen oder alternativ ist der Ringspalt zwischen Gewindestange und Anbauteil mit Mörtel kraftschlüssig zu verfüllen

Tabelle B2: Montage- und Dübelkennwerte, Innengewindeankerstangen

| Innengewindeankerstange | | | IG-M 6 | IG-M 8 | IG-M 10 | IG-M 12 | IG-M 16 | IG-M 20 |
|--|---------------------|------|--|--------|---------|-----------------|---------|---------|
| Innendurchmesser | d_z | [mm] | 6 | 8 | 10 | 12 | 16 | 20 |
| Außendurchmesser ¹⁾ | $d=d_{nom}$ | [mm] | 10 | 12 | 16 | 20 | 24 | 30 |
| Bohrernennendurchmesser | d_0 | [mm] | 12 | 14 | 18 | 22 | 28 | 35 |
| Effektive Verankerungstiefe | $h_{ef,min}$ | [mm] | 60 | 70 | 80 | 90 | 96 | 120 |
| | $h_{ef,max}$ | [mm] | 200 | 240 | 320 | 400 | 480 | 600 |
| Durchgangsloch im anzuschließenden Bauteil | $d_f \leq$ | [mm] | 7 | 9 | 12 | 14 | 18 | 22 |
| Maximales Montagedrehmoment | $max.T_{inst} \leq$ | [Nm] | 10 | 10 | 20 | 40 | 60 | 100 |
| Min. Einschraubtiefe | l_{IG} | [mm] | 8 | 8 | 10 | 12 | 16 | 20 |
| Mindestbauteildicke | h_{min} | [mm] | $h_{ef} + 30 \text{ mm} \geq 100 \text{ mm}$ | | | $h_{ef} + 2d_0$ | | |
| Minimaler Achsabstand | s_{min} | [mm] | 50 | 60 | 75 | 95 | 115 | 140 |
| Minimaler Randabstand | c_{min} | [mm] | 40 | 45 | 50 | 60 | 65 | 80 |

¹⁾ mit metrischem Gewinde gemäß EN 1993-1-8:2005+AC:2009

Tabelle B3: Montagekennwerte Betonstahl

| Betonstahl | | | Ø 8 | Ø 10 | Ø 12 | Ø 14 | Ø 16 | Ø 20 | Ø 24 | Ø 25 | Ø 28 | Ø 32 |
|---------------------------------------|--------------|------|--|---------|---------|-----------------|------|--------------|---------|---------|------|------|
| Durchmesser Betonstahl | $d=d_{nom}$ | [mm] | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 20 | 24 | 25 | 28 | 32 |
| Bohrernennendurchmesser ¹⁾ | d_0 | [mm] | 10 12 | 12 14 | 14 16 | 18 | 20 | 25 30 32 | 30 32 | 30 32 | 35 | 40 |
| Effektive Verankerungstiefe | $h_{ef,min}$ | [mm] | 60 | 60 | 70 | 75 | 80 | 90 | 96 | 100 | 112 | 128 |
| | $h_{ef,max}$ | [mm] | 160 | 200 | 240 | 280 | 320 | 400 | 480 | 500 | 560 | 640 |
| Mindestbauteildicke | h_{min} | [mm] | $h_{ef} + 30 \text{ mm} \geq 100 \text{ mm}$ | | | $h_{ef} + 2d_0$ | | | | | | |
| Minimaler Achsabstand | s_{min} | [mm] | 40 | 50 | 60 | 70 | 75 | 95 | 120 | 120 | 130 | 150 |
| Minimaler Randabstand | c_{min} | [mm] | 35 | 40 | 45 | 50 | 50 | 60 | 70 | 70 | 75 | 85 |

¹⁾ für Ø8, Ø10, Ø12, Ø24 und Ø25 können beide Bohrernennendurchmesser verwendet werden

Injektionssystem VMH für Beton

Verwendungszweck
Montagekennwerte

Anhang B3

Tabelle B4: Parameter für Reinigungs- und Setzzubehör







| Ankerstange | Innengewinde- ankerstange | Betonstahl | Bohrer Ø | Bürsten Ø | min. Bürsten Ø |
|---|---|---|---|---|-------------------------|
|  |  |  |  |  | |
| [-] | [-] | Ø [mm] | d ₀ [mm] | d _b [mm] | d _{b,min} [mm] |
| M8 | | 8 | 10 | 11,5 | 10,5 |
| M10 | VMU-IG M6 | 8 / 10 | 12 | 13,5 | 12,5 |
| M12 | VMU-IG M8 | 10 / 12 | 14 | 15,5 | 14,5 |
| | | 12 | 16 | 17,5 | 16,5 |
| M16 | VMU-IG M10 | 14 | 18 | 20,0 | 18,5 |
| | | 16 | 20 | 22,0 | 20,5 |
| M20 | VMU-IG M12 | | 22 | 24,0 | 22,5 |
| | | 20 | 25 | 27,0 | 25,5 |
| M24 | VMU-IG M16 | | 28 | 30,0 | 28,5 |
| M27 | | 24 / 25 | 30 | 31,8 | 30,5 |
| | | 24 / 25 | 32 | 34,0 | 32,5 |
| M30 | VMU-IG M20 | 28 | 35 | 37,0 | 35,5 |
| | | 32 | 40 | 43,5 | 40,5 |

Tabelle B5: Injektionsadapter

| Bohrer Ø |  | Einbaurichtung und Verwendung | | |
|------------------------|---|----------------------------------|----------------------------|------|
| d ₀ [mm] | [-] | ↓ | → | ↑ |
| 10 | Kein Injektionsadapter erforderlich | | | |
| 12 | | | | |
| 14 | | | | |
| 16 | | | | |
| 18 | VM-IA 18 | h _{ef} > 250mm | h _{ef} > 250mm | alle |
| 20 | VM-IA 20 | | | |
| 22 | VM-IA 22 | | | |
| 25 | VM-IA 25 | | | |
| 28 | VM-IA 28 | | | |
| 30 | VM-IA 30 | | | |
| 32 | VM-IA 32 | | | |
| 35 | VM-IA 35 | | | |
| 40 | VM-IA 40 | | | |



Saugbohrer

Bohrerenndurchmesser (d₀): alle Durchmesser
Saugbohrer (MKT Saugbohrer SB, Würth Saugbohrer oder Heller Duster Expert Saugbohrer) und einem Klasse M Staubsauger mit einem Unterdruck von mind. 253 hPa und einer Durchflussrate von mind. 42 l/s (150 m³/h)



Empfohlene Druckluftpistole (min 6 bar)

Bohrerenndurchmesser (d₀): alle Durchmesser



Ausblaspumpe (Volumen 750ml)

Bohrerdurchmesser (d₀): 10 mm bis 20 mm
Bohrlochtiefe (h₀): ≤ 10 d_{nom}
für ungerissenen Beton

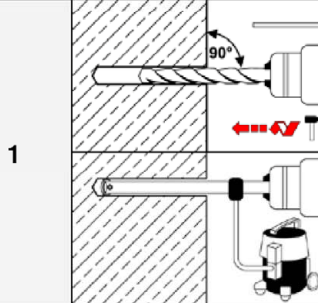
Injektionssystem VMH für Beton

Verwendungszweck
Reinigungs- und Installationszubehör

Anhang B4

Montageanweisung

Bohren



Hammerbohren oder Druckluftbohren:

Bohrloch dreh Schlagend mit vorgeschriebenem Bohrerdurchmesser (Tabelle B1, B2 oder B3) und gewählter Bohrlochtiefe erstellen. Weiter bei Schritt 2.
Bei Fehlbohrungen ist das Bohrloch zu vermörteln.

Saugbohrer: siehe Anhang B4

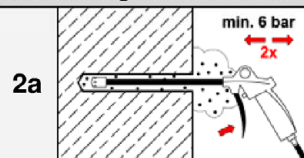
Bohrloch erstellen (Durchmesser und Bohrlochtiefe entsprechend Tabelle B1, B2 oder B3). Eine zusätzliche Reinigung ist nicht erforderlich!
Weiter bei Schritt 3.
Bei Fehlbohrungen ist das Bohrloch zu vermörteln.

Reinigung (entfällt bei Verwendung eines Saugbohrers)

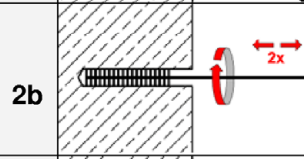
Achtung! Vor der Reinigung des Bohrlochs stehendes Wasser entfernen!

Reinigung mit Druckluft

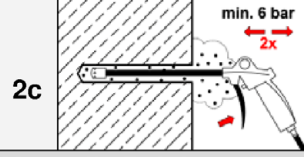
alle Untergründe und Abmessungen nach Anhang B1



Das Bohrloch vom Bohrlochgrund her mind. **2x** vollständig mit Druckluft (min. 6 bar) ausblasen bis die ausströmende Luft staubfrei ist.
Wird der Bohrlochgrund nicht erreicht, ist eine Verlängerung zu verwenden.



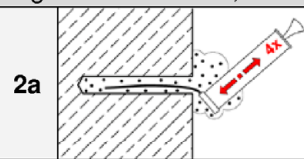
Bohrloch mit geeigneter Drahtbürste gem. Tabelle B4 (minimaler Bürstendurchmesser $d_{b,min}$ ist einzuhalten) mind. **2x** ausbürsten.
Erreicht die Bürste den Bohrlochgrund nicht, ist eine geeignete Bürstenverlängerung zu verwenden.



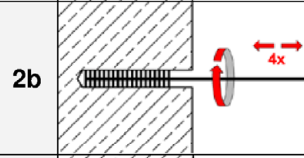
Das Bohrloch vom Bohrlochgrund her erneut mind. **2x** vollständig mit Druckluft (min. 6 bar) ausblasen bis die ausströmende Luft staubfrei ist.
Wird der Bohrlochgrund nicht erreicht, ist eine Verlängerung zu verwenden.

Manuelle Reinigung

ungerissener Beton, trocken oder feucht; Bohrlochdurchmesser $d_0 \leq 20\text{mm}$ und Bohrlochtiefe $h_0 \leq 10 d_{nom}$



Das Bohrloch vom Bohrlochgrund her mit der Ausblaspumpe mind. **4x** vollständig ausblasen bis die ausströmende Luft staubfrei ist.



Bohrloch mit geeigneter Drahtbürste gem. Tabelle B4 (minimaler Bürstendurchmesser $d_{b,min}$ ist einzuhalten) mind. **4x** ausbürsten.
Erreicht die Bürste den Bohrlochgrund nicht, ist eine geeignete Bürstenverlängerung zu verwenden.



Das Bohrloch vom Bohrlochgrund her erneut mit der Ausblaspumpe mind. **4x** vollständig ausblasen bis die ausströmende Luft staubfrei ist.

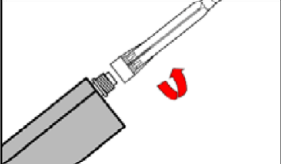
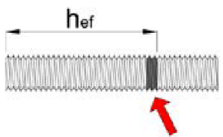
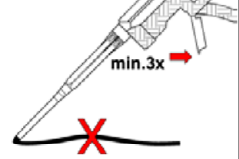
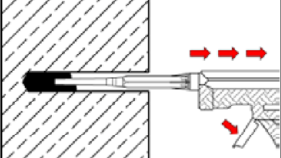
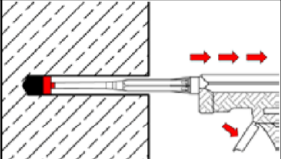
Nach der Reinigung ist das Bohrloch bis zum Injizieren des Mörtels vor erneutem Verschmutzen in geeigneter Weise zu schützen. Gegebenenfalls ist die Reinigung unmittelbar vor dem Injizieren des Mörtels zu wiederholen. Einfließendes Wasser darf nicht zur erneuten Verschmutzung des Bohrlochs führen.

Injektionssystem VMH für Beton

Verwendungszweck
Montageanweisung

Anhang B5

Montageanweisung (Fortsetzung)

| Injektion | | |
|-----------|---|--|
| 3 |  | Den mitgelieferten Statikmischer fest auf die Kartusche aufschrauben und Kartusche in eine geeignete Auspresspistole einlegen. Bei jeder Arbeitsunterbrechung länger als die empfohlene Verarbeitungszeit (Tabelle B6) und bei jeder neuen Kartusche ist der Statikmischer zu erneuern. |
| 4 |  | Vor dem Injizieren des Mörtels die geforderte Verankerungstiefe auf der Ankerstange oder dem Bewehrungsstab markieren. |
| 5 |  | Der Mörtelvorlauf ist nicht zur Befestigung der Ankerstange geeignet. Daher Vorlauf solange verwerfen, bis sich eine gleichmäßig graue Mischfarbe eingestellt hat, jedoch min. 3 volle Hübe. |
| 6a |  | Gereinigtes Bohrloch vom Bohrlochgrund her ca. zu 2/3 mit Verbundmörtel befüllen. Langsames Zurückziehen des Statikmischers aus dem Bohrloch verhindert die Bildung von Lufteinschlüssen. Wird der Bohrlochgrund nicht erreicht, ist eine passende Mischerverlängerung zu verwenden. Die Verarbeitungszeiten gemäß Tabelle B6 sind zu beachten. |
| 6b |  | Injektionsadapter mit Mischerverlängerung sind für folgende Verankerungen zu verwenden (vergl. Tabelle B5) : <ul style="list-style-type: none"> • Installationen horizontal oder vertikal nach unten mit Bohrer-Ø $d_0 \geq 18$ mm und Verankerungstiefen $h_{ef} > 250$ mm • Überkopfmontage: Bohrer-Ø $d_0 \geq 18$ mm |

Injektionssystem VMH für Beton

Verwendungszweck
Montageanweisung (Fortsetzung)

Anhang B6

Montageanweisung (Fortsetzung)

Setzen des Befestigungselementes

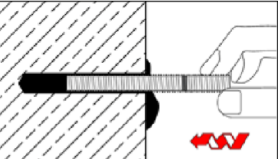
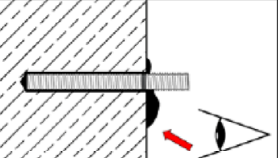
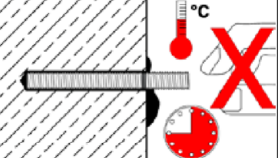
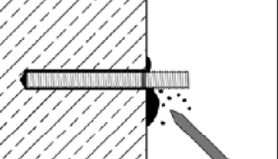
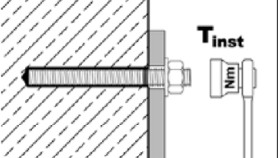
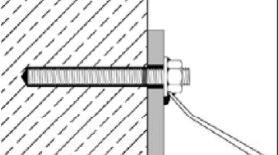
| | | |
|----|---|--|
| 7 |  | Befestigungselement mit leichten Drehbewegungen bis zur festgelegten Verankerungstiefe einsetzen. Das Befestigungselement muss frei von Schmutz, Fett, Öl und anderen Fremdmaterialien sein. |
| 8 |  | Nach der Installation muss der Ringspalt zwischen Ankerstange und Beton, bei Durchsteckmontage zusätzlich auch im Anbauteil, komplett mit Mörtel verfüllt sein. Wird bei Erreichen der Verankerungstiefe kein Mörtel an der Oberfläche sichtbar, Anwendung vor Beendigung der Verarbeitungszeit wiederholen! Bei Überkopfmontage ist die Ankerstange zu fixieren (z.B. mit Holzkeilen). |
| 9 |  | Die angegebene Aushärtezeit muss eingehalten werden. Befestigungselement während der Aushärtezeit (siehe Tabelle B6) nicht bewegen oder belasten. |
| 10 |  | Ausgetretenen Mörtel entfernen. |
| 11 |  | Nach vollständiger Aushärtung kann das Anbauteil mit dem Montagedrehmoment $\leq T_{inst}$ nach Tabelle B1 oder B2 montiert werden. |
| 12 |  | Bei der Vorsteckmontage kann optional der Ringspalt zwischen Ankerstange und Anbauteil mit Mörtel verfüllt werden. Dafür Unterlegscheibe durch Verfüllscheibe ersetzen und Mischerreduzierung auf den Statikmischer stecken. Ringspalt ist vollständig verfüllt, wenn Mörtel austritt. |

Tabelle B6: Verarbeitungs- und Aushärtezeiten

| Beton Temperatur | Verarbeitungszeit | Mindest-Aushärtezeit | |
|-----------------------------|-------------------|----------------------|----------------|
| | | trockener Beton | feuchter Beton |
| -5°C bis -1°C | 50 min | 5 h | 10 h |
| 0°C bis +4°C | 25 min | 3,5 h | 7 h |
| +5°C bis +9°C | 15 min | 2 h | 4 h |
| +10°C bis +14°C | 10 min | 1 h | 2 h |
| +15°C bis +19°C | 6 min | 40 min | 80 min |
| +20°C bis +29°C | 3 min | 30 min | 60 min |
| +30°C bis +40°C | 2 min | 30 min | 60 min |
| Kartuschentemperatur | + 5°C bis + 40°C | | |

Injektionssystem VMH für Beton

Verwendungszweck
Montageanweisung (Fortsetzung) / Verarbeitungs- und Aushärtezeiten

Anhang B7

Tabelle C1: Charakteristische Stahltragfähigkeit für Ankerstangen unter Zugbeanspruchung

| Ankerstange | | | | M8 | M10 | M12 | M16 | M20 | M24 | M27 | M30 |
|---|--|-------------------|--------------------|------------|------------|------|-----|-----|-----|-----------------|-----------------|
| Stahlversagen | | | | | | | | | | | |
| Spannungsquerschnitt | | A _s | [mm ²] | 36,6 | 58,0 | 84,3 | 157 | 245 | 353 | 459 | 561 |
| Charakteristische Widerstände unter Zugbeanspruchung ¹⁾ | | | | | | | | | | | |
| Stahl, verzinkt | Festigkeitsklasse 4.6 und 4.8 | N _{Rk,s} | [kN] | 15 (13) | 23 (21) | 34 | 63 | 98 | 141 | 184 | 224 |
| | Festigkeitsklasse 5.6 und 5.8 | N _{Rk,s} | [kN] | 18 (17) | 29 (27) | 42 | 78 | 122 | 176 | 230 | 280 |
| | Festigkeitsklasse 8.8 | N _{Rk,s} | [kN] | 29 (27) | 46 (43) | 67 | 125 | 196 | 282 | 368 | 449 |
| Nichtrostender Stahl | A2, A4 und HCR Festigkeitsklasse 50 | N _{Rk,s} | [kN] | 18 | 29 | 42 | 79 | 123 | 177 | 230 | 281 |
| | A2, A4 und HCR Festigkeitsklasse 70 | N _{Rk,s} | [kN] | 26 | 41 | 59 | 110 | 171 | 247 | _ ³⁾ | _ ³⁾ |
| | A4 und HCR Festigkeitsklasse 80 | N _{Rk,s} | [kN] | 29 | 46 | 67 | 126 | 196 | 282 | _ ³⁾ | _ ³⁾ |
| Teilsicherheitsbeiwerte ²⁾ | | | | | | | | | | | |
| Stahl, verzinkt | Festigkeitsklasse 4.6 | γ _{Ms,N} | [-] | 2,0 | | | | | | | |
| | Festigkeitsklasse 4.8 | γ _{Ms,N} | [-] | 1,5 | | | | | | | |
| | Festigkeitsklasse 5.6 | γ _{Ms,N} | [-] | 2,0 | | | | | | | |
| | Festigkeitsklasse 5.8 | γ _{Ms,N} | [-] | 1,5 | | | | | | | |
| | Festigkeitsklasse 8.8 | γ _{Ms,N} | [-] | 1,5 | | | | | | | |
| Nichtrostender Stahl | A2, A4 und HCR Festigkeitsklasse 50 | γ _{Ms,N} | [-] | 2,86 | | | | | | | |
| | A2, A4 und HCR Festigkeitsklasse 70 | γ _{Ms,N} | [-] | 1,87 | | | | | | _ ³⁾ | _ ³⁾ |
| | A4 und HCR Festigkeitsklasse 80 | γ _{Ms,N} | [-] | 1,6 | | | | | | _ ³⁾ | _ ³⁾ |

¹⁾ die charakteristischen Widerstände gelten für alle Ankerstangen mit dem hier angegebenen Spannungsquerschnitt A_s: VMU-A, V-A, VM-A. Für handelsübliche Gewindestangen mit geringerem Spannungsquerschnitt (z.B.: feuerverzinkte Gewindestangen M8, M10 gemäß EN ISO 10684:2004 + AC:2009) gelten die Werte in Klammern.

²⁾ sofern andere nationale Regelungen fehlen

³⁾ Dübelvariante nicht in ETA enthalten

Injektionssystem VMH für Beton

Leistungen

Charakteristische Stahltragfähigkeit für **Ankerstangen** unter **Zugbeanspruchung**

Anhang C1

Tabelle C2: Charakteristische Stahltragfähigkeit für Ankerstangen unter Querbeanspruchung

| Ankerstange | | | M8 | M10 | M12 | M16 | M20 | M24 | M27 | M30 | |
|--|--------------------------------------|---------------------|--------------------------|------------|------|------|-----|-----|------------------|------------------|-----|
| Stahlversagen | | | | | | | | | | | |
| Spannungsquerschnitt | | | A_s [mm ²] | 36,6 | 58,0 | 84,3 | 157 | 245 | 353 | 459 | 561 |
| Charakteristische Widerstände unter Querbeanspruchung ¹⁾ | | | | | | | | | | | |
| Stahlversagen ohne Hebelarm | | | | | | | | | | | |
| Stahl, verzinkt | Festigkeitsklasse 4.6 und 4.8 | $V^{0}_{Rk,s}$ [kN] | 9 (8) | 14 (13) | 20 | 38 | 59 | 85 | 110 | 135 | |
| | Festigkeitsklasse 5.6 und 5.8 | $V^{0}_{Rk,s}$ [kN] | 11 (10) | 17 (16) | 25 | 47 | 74 | 106 | 138 | 168 | |
| | Festigkeitsklasse 8.8 | $V^{0}_{Rk,s}$ [kN] | 15 (13) | 23 (21) | 34 | 63 | 98 | 141 | 184 | 224 | |
| Nichtrostender Stahl | A2, A4 und HCR, Festigkeitsklasse 50 | $V^{0}_{Rk,s}$ [kN] | 9 | 15 | 21 | 39 | 61 | 88 | 115 | 140 | |
| | A2, A4 und HCR, Festigkeitsklasse 70 | $V^{0}_{Rk,s}$ [kN] | 13 | 20 | 30 | 55 | 86 | 124 | .. ₃₎ | .. ₃₎ | |
| | A4 und HCR, Festigkeitsklasse 80 | $V^{0}_{Rk,s}$ [kN] | 15 | 23 | 34 | 63 | 98 | 141 | .. ₃₎ | .. ₃₎ | |
| Stahlversagen mit Hebelarm | | | | | | | | | | | |
| Stahl, verzinkt | Festigkeitsklasse 4.6 und 4.8 | $M^{0}_{Rk,s}$ [Nm] | 15 (13) | 30 (27) | 52 | 133 | 260 | 449 | 666 | 900 | |
| | Festigkeitsklasse 5.6 und 5.8 | $M^{0}_{Rk,s}$ [Nm] | 19 (16) | 37 (33) | 65 | 166 | 324 | 560 | 833 | 1123 | |
| | Festigkeitsklasse 8.8 | $M^{0}_{Rk,s}$ [Nm] | 30 (26) | 60 (53) | 105 | 266 | 519 | 896 | 1333 | 1797 | |
| Nichtrostender Stahl | A2, A4 und HCR, Festigkeitsklasse 50 | $M^{0}_{Rk,s}$ [Nm] | 19 | 37 | 66 | 167 | 325 | 561 | 832 | 1125 | |
| | A2, A4 und HCR, Festigkeitsklasse 70 | $M^{0}_{Rk,s}$ [Nm] | 26 | 52 | 92 | 232 | 454 | 784 | .. ₃₎ | .. ₃₎ | |
| | A4 und HCR, Festigkeitsklasse 80 | $M^{0}_{Rk,s}$ [Nm] | 30 | 59 | 105 | 266 | 519 | 896 | .. ₃₎ | .. ₃₎ | |
| Teilsicherheitsbeiwerte ²⁾ | | | | | | | | | | | |
| Stahl, verzinkt | Festigkeitsklasse 4.6 | $\gamma_{Ms,V}$ [-] | 1,67 | | | | | | | | |
| | Festigkeitsklasse 4.8 | $\gamma_{Ms,V}$ [-] | 1,25 | | | | | | | | |
| | Festigkeitsklasse 5.6 | $\gamma_{Ms,V}$ [-] | 1,67 | | | | | | | | |
| | Festigkeitsklasse 5.8 | $\gamma_{Ms,V}$ [-] | 1,25 | | | | | | | | |
| | Festigkeitsklasse 8.8 | $\gamma_{Ms,V}$ [-] | 1,25 | | | | | | | | |
| Nichtrostender Stahl | A2, A4 und HCR, Festigkeitsklasse 50 | $\gamma_{Ms,V}$ [-] | 2,38 | | | | | | | | |
| | A2, A4 und HCR, Festigkeitsklasse 70 | $\gamma_{Ms,V}$ [-] | 1,56 | | | | | | .. ₃₎ | .. ₃₎ | |
| | A4 und HCR, Festigkeitsklasse 80 | $\gamma_{Ms,V}$ [-] | 1,33 | | | | | | .. ₃₎ | .. ₃₎ | |

¹⁾ die charakteristischen Widerstände gelten für alle Ankerstangen mit dem hier angegebenen Spannungsquerschnitt A_s : VMU-A, V-A, VM-A. Für handelsübliche Gewindestangen mit geringerem Spannungsquerschnitt (z.B.: feuerverzinkte Gewindestangen M8, M10 gemäß EN ISO 10684:2004 + AC:2009) gelten die Werte in Klammern

²⁾ sofern andere nationale Regelungen fehlen

³⁾ Dübelvariante nicht in ETA enthalten

Injektionssystem VMH für Beton

Leistungen

Charakteristische Stahltragfähigkeit für **Ankerstangen** unter **Querbeanspruchung**

Anhang C2

Tabelle C3: Charakteristische Werte für Betonausbruch und Spalten

| Ankerstangen / Innengewindeankerstangen / Betonstahl | | | alle Größen | |
|--|------------------------|-----------------|-------------|-------------------------------------|
| Betonausbruch | | | | |
| Faktor k_1 | ungerissener Beton | $k_{ucr,N}$ | [-] | 11,0 |
| | gerissener Beton | $k_{cr,N}$ | [-] | 7,7 |
| Randabstand | | $c_{cr,N}$ | [mm] | $1,5 \cdot h_{ef}$ |
| Achsabstand | | $s_{cr,N}$ | [mm] | $2,0 \cdot c_{cr,N}$ |
| Spalten | | | | |
| Charakteristischer Widerstand | | $N^{0}_{Rk,sp}$ | [kN] | $\min (N_{Rk,p} ; N^{0}_{Rk,c})$ |
| Randabstand | $h/h_{ef} \geq 2,0$ | $c_{cr,sp}$ | [mm] | $1,0 \cdot h_{ef}$ |
| | $2,0 > h/h_{ef} > 1,3$ | | | $2 \cdot h_{ef} (2,5 - h / h_{ef})$ |
| | $h/h_{ef} \leq 1,3$ | | | $2,4 \cdot h_{ef}$ |
| Achsabstand | | $s_{cr,sp}$ | [mm] | $2,0 \cdot c_{cr,sp}$ |

Injektionssystem VMH für Beton

Leistungen
Charakteristische Werte für **Betonausbruch** und **Spalten**

Anhang C3

**Tabelle C4: Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Ankerstangen
statische und quasi-statische Einwirkung, Nutzungsdauer 50 Jahre**

| Ankerstangen | | | | M8 | M10 | M12 | M16 | M20 | M24 | M27 | M30 | |
|--|--------------------|-----------------|-----------------|---|--------|-------------------------|-----|-----|-----|------------------|-----|------|
| Stahlversagen | | | | | | | | | | | | |
| Charakteristischer Widerstand | | $N_{Rk,s}$ | [kN] | $A_s \cdot f_{uk}$ oder siehe Tabelle C1 | | | | | | | | |
| Teilsicherheitsbeiwert | | $\gamma_{Ms,N}$ | [-] | siehe Tabelle C1 | | | | | | | | |
| Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch | | | | | | | | | | | | |
| Charakteristische Verbundtragfähigkeit im ungerissenen Beton C20/25 | | | | | | | | | | | | |
| Temperaturbereich | I | 40°C / 24°C | $\tau_{Rk,ucr}$ | [N/mm ²] | 17 | 17 | 16 | 15 | 14 | 13 | 13 | 13 |
| | II | 80°C / 50°C | | | 17 | 17 | 16 | 15 | 14 | 13 | 13 | 13 |
| | III | 120°C / 72°C | | | 15 | 14 | 14 | 13 | 12 | 12 | 11 | 11 |
| | VI | 160°C / 100°C | | | 12 | 11 | 11 | 10 | 9,5 | 9,0 | 9,0 | 9,0 |
| Charakteristische Verbundtragfähigkeit im gerissenen Beton C20/25 | | | | | | | | | | | | |
| Temperaturbereich | I | 40°C / 24°C | $\tau_{Rk,cr}$ | [N/mm ²] | 7,0 | 7,5 | 8,0 | 9,0 | 8,5 | 7,0 | 7,0 | 7,0 |
| | II | 80°C / 50°C | | | 7,0 | 7,5 | 8,0 | 9,0 | 8,5 | 7,0 | 7,0 | 7,0 |
| | III | 120°C / 72°C | | | 6,0 | 6,5 | 7,0 | 7,5 | 7,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 |
| | VI | 160°C / 100°C | | | 5,5 | 5,5 | 6,0 | 6,5 | 6,0 | 5,5 | 5,5 | 5,5 |
| Reduktionsfaktor ψ^0_{sus} im Beton C20/25 | | | | | | | | | | | | |
| Temperaturbereich | I | 40°C / 24°C | ψ^0_{sus} | [-] | 0,90 | | | | | | | |
| | II | 80°C / 50°C | | | 0,87 | | | | | | | |
| | III | 120°C / 72°C | | | 0,75 | | | | | | | |
| | VI | 160°C / 100°C | | | 0,66 | | | | | | | |
| Erhöhungsfaktor für Beton | | | | ψ_c | C25/30 | | | | | | | 1,02 |
| | | | | | C30/37 | | | | | | | 1,04 |
| | | | | | C35/45 | | | | | | | 1,07 |
| | | | | | C40/50 | | | | | | | 1,08 |
| | | | | | C45/55 | | | | | | | 1,09 |
| | | | | | C50/60 | | | | | | | 1,10 |
| Betonausbruch | | | | | | | | | | | | |
| Relevante Parameter | | | | siehe Tabelle C3 | | | | | | | | |
| Spalten | | | | | | | | | | | | |
| Relevante Parameter | | | | siehe Tabelle C3 | | | | | | | | |
| Montagebeiwert | | | | | | | | | | | | |
| trockener oder feuchter Beton | Saugbohren | | γ_{inst} | [-] | 1,2 | | | | | | | |
| | manuelle Reinigung | | | | 1,2 | Keine Leistung bewertet | | | | | | |
| | Druckluftreinigung | | | | 1,0 | | | | | | | |
| wassergefülltes Bohrloch | Druckluftreinigung | | γ_{inst} | [-] | 1,4 | | | | | | | |
| Injektionssystem VMH für Beton | | | | | | | | | | Anhang C4 | | |
| Leistungen Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Ankerstangen, Nutzungsdauer 50 Jahre | | | | | | | | | | | | |

Tabelle C5: Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Ankerstangen, statische und quasi-statische Einwirkung, Nutzungsdauer 100 Jahre

| Ankerstangen | | | | M8 | M10 | M12 | M16 | M20 | M24 | M27 | M30 | |
|--|--------------------|-----------------|---------------------|---|-----|-----|-----|-------------------------|-----|-----|-----|-----|
| Stahlversagen | | | | | | | | | | | | |
| Charakteristischer Widerstand | | $N_{Rk,s}$ | [kN] | $A_s \cdot f_{uk}$ oder siehe Tabelle C1 | | | | | | | | |
| Teilsicherheitsbeiwert | | $\gamma_{Ms,N}$ | [-] | siehe Tabelle C1 | | | | | | | | |
| Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch | | | | | | | | | | | | |
| Charakteristische Verbundtragfähigkeit im ungerissenen Beton C20/25 | | | | | | | | | | | | |
| Temperaturbereich | I | 40°C / 24°C | $\tau_{Rk,ucr,100}$ | [N/mm ²] | 17 | 17 | 16 | 15 | 14 | 13 | 13 | 13 |
| | II | 80°C / 50°C | | | 17 | 17 | 16 | 15 | 14 | 13 | 13 | 13 |
| Charakteristische Verbundtragfähigkeit im gerissenen Beton C20/25 | | | | | | | | | | | | |
| Temperaturbereich | I | 40°C / 24°C | $\tau_{Rk,cr,100}$ | [N/mm ²] | 5,5 | 6,0 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 |
| | II | 80°C / 50°C | | | 5,5 | 6,0 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 |
| Erhöhungsfaktor für Beton | | ψ_c | C25/30 | 1,02 | | | | | | | | |
| | | | C30/37 | 1,04 | | | | | | | | |
| | | | C35/45 | 1,07 | | | | | | | | |
| | | | C40/50 | 1,08 | | | | | | | | |
| | | | C45/55 | 1,09 | | | | | | | | |
| | | | C50/60 | 1,10 | | | | | | | | |
| Betonausbruch | | | | | | | | | | | | |
| Relevante Parameter | | | | siehe Tabelle C3 | | | | | | | | |
| Spalten | | | | | | | | | | | | |
| Relevante Parameter | | | | siehe Tabelle C3 | | | | | | | | |
| Montagebeiwert | | | | | | | | | | | | |
| trockener oder feuchter Beton | Saugbohren | γ_{inst} | [-] | 1,2 | | | | | | | | |
| | manuelle Reinigung | | | 1,2 | | | | Keine Leistung bewertet | | | | |
| | Druckluftreinigung | | | 1,0 | | | | | | | | |
| wassergefülltes Bohrloch | Druckluftreinigung | γ_{inst} | [-] | 1,4 | | | | | | | | |

Injektionssystem VMH für Beton

Leistungen

Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Ankerstangen, 100 Jahre Nutzungsdauer

Anhang C5

Tabelle C6: Charakteristische Werte der Quertragfähigkeit für Ankerstangen, statische und quasi-statische Einwirkung

| Ankerstangen | | M8 | M10 | M12 | M16 | M20 | M24 | M27 | M30 | |
|---|------------------------------------|--|-----|-----|-----|-----|-----|------|-------------------------------|--|
| Stahlversagen ohne Hebelarm | | | | | | | | | | |
| Charakteristischer Widerstand Stahl verzinkt, Fkl 4.6, 4.8, 5.6 und 5.8 | $V_{Rk,s}^0$ [kN] | 0,6 · A _s · f _{uk} oder siehe Tabelle C2 | | | | | | | | |
| Charakteristischer Widerstand Stahl verzinkt, Fkl. 8.8 Nichtrostender Stahl A2, A4 und HCR | $V_{Rk,s}^0$ [kN] | 0,5 · A _s · f _{uk} oder siehe Tabelle C2 | | | | | | | | |
| Duktilitätsfaktor | k ₇ [-] | 1,0 | | | | | | | | |
| Teilsicherheitsbeiwert | γ _{Ms,V} [-] | siehe Tabelle C2 | | | | | | | | |
| Stahlversagen mit Hebelarm | | | | | | | | | | |
| Charakteristischer Biege­widerstand | $M_{Rk,s}^0$ [Nm] | 1,2 · W _{el} · f _{uk} oder siehe Tabelle C2 | | | | | | | | |
| Elastisches Widerstandsmoment | W _{el} [mm ³] | 31 | 62 | 109 | 277 | 541 | 935 | 1387 | 1874 | |
| Teilsicherheitsbeiwert | γ _{Ms,V} [-] | siehe Tabelle C2 | | | | | | | | |
| Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite | | | | | | | | | | |
| Pry-out Faktor | k ₈ [-] | 2,0 | | | | | | | | |
| Betonkantenbruch | | | | | | | | | | |
| Effektive Ankerlänge | l _f [mm] | min (h _{ef} ; 12 d _{nom}) | | | | | | | min (h _{ef} ; 300mm) | |
| Außendurchmesser der Ankerstange | d _{nom} [mm] | 8 | 10 | 12 | 16 | 20 | 24 | 27 | 30 | |
| Montagebeiwert | γ _{inst} [-] | 1,0 | | | | | | | | |

Injektionssystem VMH für Beton

Leistungen
Charakteristische Werte der Quertragfähigkeit für Ankerstangen

Anhang C6

Tabelle C7: Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Ankerstangen, seismische Einwirkung (Leistungskategorie C1 + C2), Nutzungsdauer 50 und 100 Jahre

| Ankerstangen | | | M8 | M10 | M12 | M16 | M20 | M24 | M27 | M30 | |
|--|-------------------------------|-----------------|----------------------|-----------------|-----|-----|-----|----------------------|-----|-----------------|-----------------|
| Stahlversagen | | | | | | | | | | | |
| Charakteristischer Widerstand | $N_{Rk,s,C1}$ | [kN] | $1,0 \cdot N_{Rk,s}$ | | | | | | | | |
| | $N_{Rk,s,C2}$ | [kN] | - ¹⁾ | | | | | $1,0 \cdot N_{Rk,s}$ | | | - ¹⁾ |
| Teilsicherheitsbeiwert | $\gamma_{Ms,N}$ | [-] | siehe Tabelle C1 | | | | | | | | |
| Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch | | | | | | | | | | | |
| Charakteristische Verbundtragfähigkeit im Beton C20/25 bis C50/60 | | | | | | | | | | | |
| Temperaturbereich | I: 40°C / 24°C | $\tau_{Rk,C1}$ | [N/mm ²] | 7,0 | 7,5 | 8,0 | 9,0 | 8,5 | 7,0 | 7,0 | 7,0 |
| | | $\tau_{Rk,C2}$ | [N/mm ²] | - ¹⁾ | | 3,6 | 3,5 | 3,3 | 2,3 | - ¹⁾ | |
| | II: 80°C / 50°C | $\tau_{Rk,C1}$ | [N/mm ²] | 7,0 | 7,5 | 8,0 | 9,0 | 8,5 | 7,0 | 7,0 | 7,0 |
| | | $\tau_{Rk,C2}$ | [N/mm ²] | - ¹⁾ | | 3,6 | 3,5 | 3,3 | 2,3 | - ¹⁾ | |
| | III: 120°C / 72°C | $\tau_{Rk,C1}$ | [N/mm ²] | 6,0 | 6,5 | 7,0 | 7,5 | 7,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 |
| | | $\tau_{Rk,C2}$ | [N/mm ²] | - ¹⁾ | | 3,1 | 3,0 | 2,8 | 2,0 | - ¹⁾ | |
| | VI: 160°C / 100°C | $\tau_{Rk,C1}$ | [N/mm ²] | 5,5 | 5,5 | 6,0 | 6,5 | 6,0 | 5,5 | 5,5 | 5,5 |
| | | $\tau_{Rk,C2}$ | [N/mm ²] | - ¹⁾ | | 2,5 | 2,7 | 2,5 | 1,8 | - ¹⁾ | |
| Montagebeiwert | | | | | | | | | | | |
| Druckluftreinigung | trockener oder feuchter Beton | γ_{inst} | [-] | 1,0 | | | | | | | |
| | wassergefülltes Bohrloch | | | 1,4 | | | | | | | |
| Saugbohren | trockener oder feuchter Beton | γ_{inst} | [-] | 1,2 | | | | | | | |

¹⁾ Keine Leistung bewertet

Tabelle C8: Charakteristische Werte der Quertragfähigkeit für Ankerstangen, seismische Einwirkung (Leistungskategorie C1 + C2)

| Ankerstangen | | | M8 | M10 | M12 | M16 | M20 | M24 | M27 | M30 |
|------------------------------------|--|----------------|------------------------|-----|-----|-----|-----|------------------------|-----|-----|
| Stahlversagen ohne Hebelarm | | | | | | | | | | |
| Charakteristischer Widerstand | $V_{Rk,s,C1}$ | [kN] | $0,7 \cdot V_{Rk,s}^0$ | | | | | | | |
| | $V_{Rk,s,C2}$ | [kN] | - ¹⁾ | | | | | $0,7 \cdot V_{Rk,s}^0$ | | |
| Teilsicherheitsbeiwert | $\gamma_{Ms,V}$ | [-] | siehe Tabelle C2 | | | | | | | |
| Faktor für Befestigungen | ohne Ringspalt | α_{gap} | [-] | 1,0 | | | | | | |
| | mit Lochspiel zwischen Ankerstange und Anbauteil | | | 0,5 | | | | | | |

¹⁾ Keine Leistung bewertet

Injektionssystem VMH für Beton

Leistungen
Charakteristische Werte für **Ankerstangen** unter **seismischer Einwirkung**

Anhang C7

Tabelle C9: Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Innengewindeankerstangen, statische und quasi-statische Einwirkung, Nutzungsdauer 50 Jahre

| Innengewindeankerstange | | | | VMU-IG M6 | VMU-IG M8 | VMU-IG M10 | VMU-IG M12 | VMU-IG M16 | VMU-IG M20 |
|--|------------------------|-----------------|----------------------|------------------|-------------------------|---------------|---------------|---------------|-------------------|
| Stahlversagen ¹⁾ | | | | | | | | | |
| Charakteristischer Widerstand Stahl, verzinkt | Fkl 5.8 | $N_{Rk,s}$ | [kN] | 10 | 17 | 29 | 42 | 76 | 123 |
| | Fkl 8.8 | $N_{Rk,s}$ | [kN] | 16 | 27 | 46 | 67 | 121 | 196 |
| Teilsicherheitsbeiwert | | $\gamma_{Ms,N}$ | [-] | 1,5 | | | | | |
| Charakteristischer Widerstand Nichtrostender Stahl A4 / HCR | Fkl. 70 | $N_{Rk,s}$ | [kN] | 14 | 26 | 41 | 59 | 110 | 124 ²⁾ |
| | Teilsicherheitsbeiwert | | $\gamma_{Ms,N}$ | [-] | 1,87 | | | | |
| Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch | | | | | | | | | |
| Charakteristische Verbundtragfähigkeit im ungerissenen Beton C20/25 | | | | | | | | | |
| Temperaturbereich | I: 40°C / 24°C | $\tau_{Rk,ucr}$ | [N/mm ²] | 17 | 16 | 15 | 14 | 13 | 13 |
| | II: 80°C / 50°C | | | 17 | 16 | 15 | 14 | 13 | 13 |
| | III: 120°C / 72°C | | | 14 | 14 | 13 | 12 | 12 | 11 |
| | VI: 160°C / 100°C | | | 11 | 11 | 10 | 9,5 | 9,0 | 9,0 |
| Charakteristische Verbundtragfähigkeit im gerissenen Beton C20/25 | | | | | | | | | |
| Temperaturbereich | I: 40°C / 24°C | $\tau_{Rk,cr}$ | [N/mm ²] | 7,5 | 8,0 | 9,0 | 8,5 | 7,0 | 7,0 |
| | II: 80°C / 50°C | | | 7,5 | 8,0 | 9,0 | 8,5 | 7,0 | 7,0 |
| | III: 120°C / 72°C | | | 6,5 | 7,0 | 7,5 | 7,0 | 6,0 | 6,0 |
| | VI: 160°C / 100°C | | | 5,5 | 6,0 | 6,5 | 6,0 | 5,5 | 5,5 |
| Reduktionsfaktor ψ_{sus}^0 im Beton C20/25 | | | | | | | | | |
| Temperaturbereich | I: 40°C / 24°C | ψ_{sus}^0 | [-] | 0,90 | | | | | |
| | II: 80°C / 50°C | | | 0,87 | | | | | |
| | III: 120°C / 72°C | | | 0,75 | | | | | |
| | VI: 160°C / 100°C | | | 0,66 | | | | | |
| Erhöhungsfaktor für Beton | | | ψ_c | C25/30 | 1,02 | | | | |
| | | | | C30/37 | 1,04 | | | | |
| | | | | C35/45 | 1,07 | | | | |
| | | | | C40/50 | 1,08 | | | | |
| | | | | C45/55 | 1,09 | | | | |
| | | | | C50/60 | 1,10 | | | | |
| Betonausbruch | | | | | | | | | |
| Relevante Parameter | | | | siehe Tabelle C3 | | | | | |
| Spalten | | | | | | | | | |
| Relevante Parameter | | | | siehe Tabelle C3 | | | | | |
| Montagebeiwert | | | | | | | | | |
| trockener oder feuchter Beton | Saugbohren | γ_{inst} | [-] | 1,2 | | | | | |
| | manuelle Reinigung | | | 1,2 | Keine Leistung bewertet | | | | |
| | Druckluftreinigung | | | 1,0 | | | | | |
| wassergefülltes Bohrloch | Druckluftreinigung | γ_{inst} | [-] | 1,4 | | | | | |

¹⁾ Befestigungsschrauben oder Gewindestangen (inkl. Scheibe und Mutter) müssen mindestens der gewählten Festigkeitsklasse der Innengewindeankerstangen entsprechen. Die charakteristischen Tragfähigkeiten für Stahlversagen gelten für die Innengewindeankerstange und die zugehörigen Befestigungsmittel

²⁾ für VMU-IG M20: Festigkeitsklasse 50

Injektionssystem VMH für Beton

Leistungen

Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Innengewindeankerstangen, 50 Jahre Nutzungsdauer

Anhang C8

Tabelle C10: Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Innengewindeankerstangen, statische und quasi-statische Einwirkung, Nutzungsdauer 100 Jahre

| Innengewindeankerstange | | | | VMU-IG M6 | VMU-IG M8 | VMU-IG M10 | VMU-IG M12 | VMU-IG M16 | VMU-IG M20 |
|--|---------------------------------------|---------------------|----------------------|------------------|-------------------------|---------------|---------------|---------------|-------------------|
| Stahlversagen ¹⁾ | | | | | | | | | |
| Charakteristischer Widerstand | Fkl 5.8 | $N_{Rk,s}$ | [kN] | 10 | 17 | 29 | 42 | 76 | 123 |
| Stahl, verzinkt | Fkl 8.8 | $N_{Rk,s}$ | [kN] | 16 | 27 | 46 | 67 | 121 | 196 |
| Teilsicherheitsbeiwert | | $\gamma_{Ms,N}$ | [-] | 1,5 | | | | | |
| Charakteristischer Widerstand | Fkl. nichtrostender Stahl A4 / HCR 70 | $N_{Rk,s}$ | [kN] | 14 | 26 | 41 | 59 | 110 | 124 ²⁾ |
| Teilsicherheitsbeiwert | | $\gamma_{Ms,N}$ | [-] | 1,87 | | | | | |
| Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch | | | | | | | | | |
| Charakteristische Verbundtragfähigkeit im ungerissenen Beton C20/25 | | | | | | | | | |
| Temperaturbereich | I: 40°C / 24°C | $\tau_{Rk,ucr,100}$ | [N/mm ²] | 17 | 16 | 15 | 14 | 13 | 13 |
| | II: 80°C / 50°C | | | 17 | 16 | 15 | 14 | 13 | 13 |
| Charakteristische Verbundtragfähigkeit im gerissenen Beton C20/25 | | | | | | | | | |
| Temperaturbereich | I: 40°C / 24°C | $\tau_{Rk,cr100}$ | [N/mm ²] | 6,0 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 |
| | II: 80°C / 50°C | | | 6,0 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 |
| Erhöhungsfaktor für Beton | | ψ_c | | C25/30 | 1,02 | | | | |
| | | | | C30/37 | 1,04 | | | | |
| | | | | C35/45 | 1,07 | | | | |
| | | | | C40/50 | 1,08 | | | | |
| | | | | C45/55 | 1,09 | | | | |
| | | | | C50/60 | 1,10 | | | | |
| Betonausbruch | | | | | | | | | |
| Relevante Parameter | | | | siehe Tabelle C3 | | | | | |
| Spalten | | | | | | | | | |
| Relevante Parameter | | | | siehe Tabelle C3 | | | | | |
| Montagebeiwert | | | | | | | | | |
| trockener oder feuchter Beton | Saugbohren | γ_{inst} | [-] | 1,2 | | | | | |
| | manuelle Reinigung | | | 1,2 | Keine Leistung bewertet | | | | |
| | Druckluftreinigung | | | 1,0 | | | | | |
| wassergefülltes Bohrloch | Druckluftreinigung | γ_{inst} | [-] | 1,4 | | | | | |

¹⁾ Befestigungsschrauben oder Gewindestangen (inkl. Scheibe und Mutter) müssen mindestens der gewählten Festigkeitsklasse der Innengewindeankerstangen entsprechen. Die charakteristischen Tragfähigkeiten für Stahlversagen gelten für die Innengewindeankerstange und die zugehörigen Befestigungsmittel

²⁾ für VMU-IG M20: Festigkeitsklasse 50

Injektionssystem VMH für Beton

Leistungen

Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Innengewindeankerstangen, 100 Jahre Nutzungsdauer

Anhang C9

Tabelle C11: Charakteristische Werte unter Querbeanspruchung für Innengewindeankerstangen, statische und quasi-statische Einwirkung

| Innengewindeankerstange | | | | VMU-IG M6 | VMU-IG M8 | VMU-IG M10 | VMU-IG M12 | VMU-IG M16 | VMU-IG M20 |
|--|---|----------|-------------------|---------------------------------|-----------|------------|------------|------------|-------------------------|
| Stahlversagen ohne Hebelarm ¹⁾ | | | | | | | | | |
| Stahl, verzinkt | Charakteristischer Widerstand | Fkl. 5.8 | $V_{Rk,s}^0$ [kN] | 6 | 10 | 17 | 25 | 45 | 74 |
| | Charakteristischer Widerstand | Fkl. 8.8 | $V_{Rk,s}^0$ [kN] | 8 | 14 | 23 | 34 | 60 | 98 |
| | Teilsicherheitsbeiwert | | $\gamma_{Ms,V}$ | [-] | 1,25 | | | | |
| Nicht-rostender Stahl | Charakteristischer Widerstand, A4 / HCR | Fkl. 70 | $V_{Rk,s}^0$ [kN] | 7 | 13 | 20 | 30 | 55 | 62 ²⁾ |
| | Teilsicherheitsbeiwert | | $\gamma_{Ms,V}$ | [-] | 1,56 | | | | |
| Duktilitätsfaktor | | | k_7 | [-] | 1,0 | | | | |
| Stahlversagen mit Hebelarm ¹⁾ | | | | | | | | | |
| Stahl, verzinkt | Charakteristischer Biege­widerstand | Fkl. 5.8 | $M_{Rk,s}^0$ [Nm] | 8 | 19 | 37 | 66 | 167 | 325 |
| | Charakteristischer Biege­widerstand | Fkl. 8.8 | $M_{Rk,s}^0$ [Nm] | 12 | 30 | 60 | 105 | 267 | 519 |
| | Teilsicherheitsbeiwert | | $\gamma_{Ms,V}$ | [-] | 1,25 | | | | |
| Nicht-rostender Stahl | Charakteristischer Biege­widerstand, A4/HCR | Fkl. 70 | $M_{Rk,s}^0$ [Nm] | 11 | 26 | 53 | 92 | 234 | 643 ²⁾ |
| | Teilsicherheitsbeiwert | | $\gamma_{Ms,V}$ | [-] | 1,56 | | | | |
| Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite | | | | | | | | | |
| Pry-out Faktor | | | k_8 | [-] | 2,0 | | | | |
| Betonkantenbruch | | | | | | | | | |
| Effektive Ankerlänge | | | l_f [mm] | min (h_{ef} ; 12 d_{nom}) | | | | | min (h_{ef} ; 300mm) |
| Außendurchmesser der Ankerstange | | | d_{nom} [mm] | 10 | 12 | 16 | 20 | 24 | 30 |
| Montagebeiwert | | | γ_{inst} | [-] | 1,0 | | | | |

¹⁾ Befestigungsschrauben oder Gewindestangen (inkl. Scheibe und Mutter) müssen mindestens der gewählten Festigkeitsklasse der Innengewindeankerstangen entsprechen (Ausnahme: VMU-IG M20). Die charakteristischen Tragfähigkeiten für Stahlversagen gelten für die Innengewindeankerstange und die zugehörigen Befestigungsmittel.

²⁾ für VMU-IG M20: Ankerstangen mit Innengewinde: Festigkeitsklasse 50;
Befestigungsschrauben oder Gewindestangen (inkl. Scheibe und Mutter): Festigkeitsklasse 70

Injektionssystem VMH für Beton

Leistungen
Charakteristische Werte unter **Querbeanspruchung** für Innengewindeankerstangen

Anhang C10

Tabelle C12: Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Betonstahl, statische und quasi-statische Einwirkung, 50 Jahre Nutzungsdauer

| Betonstahl | | | Ø 8 | Ø 10 | Ø 12 | Ø 14 | Ø 16 | Ø 20 | Ø 24 | Ø 25 | Ø 28 | Ø 32 | |
|--|--------------------|--------------------|-------------------------|------|------|------|------|-------------------------|------|------|------|------|-----|
| Stahlversagen | | | | | | | | | | | | | |
| Charakteristischer Widerstand | $N_{Rk,s}$ | [kN] | $A_s \cdot f_{uk}^{1)}$ | | | | | | | | | | |
| Stahlspannungsquerschnitt | A_s | [mm ²] | 50 | 79 | 113 | 154 | 201 | 314 | 452 | 491 | 616 | 804 | |
| Teilsicherheitsbeiwert | $\gamma_{Ms,N}$ | [-] | 1,4 ²⁾ | | | | | | | | | | |
| Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch | | | | | | | | | | | | | |
| Charakteristische Verbundtragfähigkeit im ungerissenen Beton C20/25 | | | | | | | | | | | | | |
| Temperaturbereich | I: 40°C / 24°C | $\tau_{Rk,ucr}$ | [N/mm ²] | 14 | 14 | 14 | 14 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 |
| | II: 80°C / 50°C | | | 14 | 14 | 14 | 14 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 |
| | III: 120°C / 72°C | | | 13 | 12 | 12 | 12 | 12 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 |
| | VI: 160°C / 100°C | | | 9,5 | 9,5 | 9,5 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 8,5 | 8,5 |
| Charakteristische Verbundtragfähigkeit im gerissenen Beton C20/25 | | | | | | | | | | | | | |
| Temperaturbereich | I: 40°C / 24°C | $\tau_{Rk,cr}$ | [N/mm ²] | 5,5 | 5,5 | 6,0 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 7,0 | 7,0 | 7,0 |
| | II: 80°C / 50°C | | | 5,5 | 5,5 | 6,0 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 7,0 | 7,0 | 7,0 |
| | III: 120°C / 72°C | | | 4,5 | 5,0 | 5,0 | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 6,0 | 6,0 | 6,0 |
| | VI: 160°C / 100°C | | | 4,0 | 4,5 | 4,5 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 |
| Reduktionsfaktor ψ_{sus}^0 im Beton C20/25 | | | | | | | | | | | | | |
| Temperaturbereich | I: 40°C / 24°C | ψ_{sus}^0 | [-] | 0,90 | | | | | | | | | |
| | II: 80°C / 50°C | | | 0,87 | | | | | | | | | |
| | III: 120°C / 72°C | | | 0,75 | | | | | | | | | |
| | VI: 160°C / 100°C | | | 0,66 | | | | | | | | | |
| Erhöhungsfaktor für Beton | ψ_c | [-] | C25/30 | 1,02 | | | | | | | | | |
| | | | C30/37 | 1,04 | | | | | | | | | |
| | | | C35/45 | 1,07 | | | | | | | | | |
| | | | C40/50 | 1,08 | | | | | | | | | |
| | | | C45/55 | 1,09 | | | | | | | | | |
| | | | C50/60 | 1,10 | | | | | | | | | |
| Betonausbruch | | | | | | | | | | | | | |
| Relevante Parameter | siehe Tabelle C3 | | | | | | | | | | | | |
| Spalten | | | | | | | | | | | | | |
| Relevante Parameter | siehe Tabelle C3 | | | | | | | | | | | | |
| Montagebeiwert | | | | | | | | | | | | | |
| trockener oder feuchter Beton | Saugbohren | γ_{inst} | [-] | 1,2 | | | | | | | | | |
| | manuelle Reinigung | | | 1,2 | | | | Keine Leistung bewertet | | | | | |
| | Druckluftreinigung | | | 1,0 | | | | | | | | | |
| wassergefülltes Bohrloch | Druckluftreinigung | γ_{inst} | [-] | 1,4 | | | | | | | | | |

¹⁾ f_{uk} ist den Spezifikationen des Betonstahls zu entnehmen

²⁾ sofern andere nationale Regelungen fehlen

Injektionssystem VMH für Beton

Leistungen

Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Betonstahl, 50 Jahre Nutzungsdauer

Anhang C11

Tabelle C13: Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Betonstahl, statische und quasi-statische Einwirkung, 100 Jahre Nutzungsdauer

| Betonstahl | | | | Ø 8 | Ø 10 | Ø 12 | Ø 14 | Ø 16 | Ø 20 | Ø 24 | Ø 25 | Ø 28 | Ø 32 |
|--|--------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Stahlversagen | | | | | | | | | | | | | |
| Charakteristischer Widerstand | $N_{Rk,s}$ | [kN] | $A_s \cdot f_{uk}^{1)}$ | | | | | | | | | | |
| Stahlspannungsquerschnitt | A_s | [mm ²] | 50 | 79 | 113 | 154 | 201 | 314 | 452 | 491 | 616 | 804 | |
| Teilsicherheitsbeiwert | $\gamma_{Ms,N}$ | [-] | 1,4 ²⁾ | | | | | | | | | | |
| Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch | | | | | | | | | | | | | |
| Charakteristische Verbundtragfähigkeit im ungerissenen Beton C20/25 | | | | | | | | | | | | | |
| Temperaturbereich | I: 40°C / 24°C | $\tau_{Rk,ucr,100}$ | [N/mm ²] | 14 | 14 | 14 | 14 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 |
| | II: 80°C / 50°C | | | 14 | 14 | 14 | 14 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 |
| Charakteristische Verbundtragfähigkeit im gerissenen Beton C20/25 | | | | | | | | | | | | | |
| Temperaturbereich | I: 40°C / 24°C | $\tau_{Rk,cr,100}$ | [N/mm ²] | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 |
| | II: 80°C / 50°C | | | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 |
| Erhöhungsfaktor für Beton | ψ_c | C25/30 | 1,02 | | | | | | | | | | |
| | | C30/37 | 1,04 | | | | | | | | | | |
| | | C35/45 | 1,07 | | | | | | | | | | |
| | | C40/50 | 1,08 | | | | | | | | | | |
| | | C45/55 | 1,09 | | | | | | | | | | |
| | | C50/60 | 1,10 | | | | | | | | | | |
| Betonausbruch | | | | | | | | | | | | | |
| Relevante Parameter | siehe Tabelle C3 | | | | | | | | | | | | |
| Spalten | | | | | | | | | | | | | |
| Relevante Parameter | siehe Tabelle C3 | | | | | | | | | | | | |
| Montagebeiwert | | | | | | | | | | | | | |
| trockener oder feuchter Beton | Saugbohren | γ_{inst} | [-] | 1,2 | | | | | | | | | |
| | manuelle Reinigung | | | Keine Leistung bewertet | | | | | | | | | |
| | Druckluftreinigung | | | 1,0 | | | | | | | | | |
| wassergefülltes Bohrloch | Druckluftreinigung | γ_{inst} | [-] | 1,4 | | | | | | | | | |

¹⁾ f_{uk} ist den Spezifikationen des Betonstahls zu entnehmen

²⁾ sofern andere nationale Regelungen fehlen

Injektionssystem VMH für Beton

Leistungen

Charakteristische Werte der **Zugtragfähigkeit** für **Betonstahl**, 100 Jahre Nutzungsdauer

Anhang C12

Tabelle C14: Charakteristische Werte unter **Querbeanspruchung** für **Betonstahl**, **statische** und **quasi-statische** Einwirkung

| Betonstahl | | Ø 8 | Ø 10 | Ø 12 | Ø 14 | Ø 16 | Ø 20 | Ø 24 | Ø 25 | Ø 28 | Ø 32 | | |
|--|-----------------|--------------------|--------------------------------------|------|------|------|------|------|------|-------------------------|------|------|--|
| Stahlversagen <u>ohne</u> Hebelarm | | | | | | | | | | | | | |
| Charakteristischer Widerstand | $V_{Rk,s}^0$ | [kN] | $0,50 \cdot A_s \cdot f_{uk}^{1)}$ | | | | | | | | | | |
| Stahlspannungsquerschnitt | A_s | [mm ²] | 50 | 79 | 113 | 154 | 201 | 314 | 452 | 491 | 616 | 804 | |
| Teilsicherheitsbeiwert | $\gamma_{Ms,V}$ | [-] | 1,5 ²⁾ | | | | | | | | | | |
| Duktilitätsfaktor | k_7 | [-] | 1,0 | | | | | | | | | | |
| Stahlversagen <u>mit</u> Hebelarm | | | | | | | | | | | | | |
| Charakteristischer Biege­widerstand | $M_{Rk,s}^0$ | [Nm] | $1,2 \cdot W_{el} \cdot f_{uk}^{1)}$ | | | | | | | | | | |
| Elastisches Widerstandsmoment | W_{el} | [mm ³] | 50 | 98 | 170 | 269 | 402 | 785 | 1357 | 1534 | 2155 | 3217 | |
| Teilsicherheitsbeiwert | $\gamma_{Ms,V}$ | [-] | 1,5 ²⁾ | | | | | | | | | | |
| Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite | | | | | | | | | | | | | |
| Pry-out Faktor | k_8 | [-] | 2,0 | | | | | | | | | | |
| Betonkantenbruch | | | | | | | | | | | | | |
| Effektive Ankerlänge | l_f | [mm] | min (h_{ef} ; 12 d_{nom}) | | | | | | | min (h_{ef} ; 300mm) | | | |
| Außendurchmesser des Betonstahls | d_{nom} | [mm] | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 20 | 24 | 25 | 28 | 32 | |
| Montagebeiwert | γ_{inst} | [-] | 1,0 | | | | | | | | | | |

¹⁾ ist den Spezifikationen des Betonstahls zu entnehmen

²⁾ sofern andere nationale Regelungen fehlen

Injektionssystem VMH für Beton

Leistungen

Charakteristische Werte unter **Querbeanspruchung** für **Betonstahl**

Anhang C13

Tabelle C15: Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Betonstahl, seismische Einwirkung (Leistungskategorie C1), Nutzungsdauer 50 und 100 Jahre

| Betonstahl | | | | Ø 8 | Ø 10 | Ø 12 | Ø 14 | Ø 16 | Ø 20 | Ø 24 | Ø 25 | Ø 28 | Ø 32 |
|--|--------------------------|--------------------|-------------------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Stahlversagen | | | | | | | | | | | | | |
| Charakteristischer Widerstand | $N_{Rk,s,C1}$ | [kN] | $A_s \cdot f_{uk}^{1)}$ | | | | | | | | | | |
| Stahlspannungsquerschnitt | A_s | [mm ²] | 50 | 79 | 113 | 154 | 201 | 314 | 452 | 491 | 616 | 804 | |
| Teilsicherheitsbeiwert | $\gamma_{Ms,N}$ | [-] | 1,4 ²⁾ | | | | | | | | | | |
| Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch | | | | | | | | | | | | | |
| Charakteristische Verbundtragfähigkeit im Beton C20/25 bis C50/60 | | | | | | | | | | | | | |
| Temperaturbereich | I: 40°C / 24°C | $\tau_{Rk,C1}$ | [N/mm ²] | 5,5 | 5,5 | 6,0 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 7,0 | 7,0 | 7,0 |
| | II: 80°C / 50°C | | | 5,5 | 5,5 | 6,0 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 7,0 | 7,0 | 7,0 |
| | III: 120°C / 72°C | | | 4,5 | 5,0 | 5,0 | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 6,0 | 6,0 | 6,0 |
| | VI: 160°C / 100°C | | | 4,0 | 4,5 | 4,5 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 |
| Montagebeiwert | | | | | | | | | | | | | |
| trockener oder feuchter Beton | Saugbohren | γ_{inst} | [-] | 1,2 | | | | | | | | | |
| | wassergefülltes Bohrloch | Druckluftreinigung | γ_{inst} | [-] | 1,0 | | | | | | | | |
| | | | γ_{inst} | [-] | 1,4 | | | | | | | | |

¹⁾ ist den Spezifikationen des Betonstahls zu entnehmen

²⁾ sofern andere nationale Regelungen fehlen

Tabelle C16: Charakteristische Werte der Quertragfähigkeit für Betonstahl, seismischer Einwirkung (Leistungskategorie C1)

| Betonstahl | | | | Ø 8 | Ø 10 | Ø 12 | Ø 14 | Ø 16 | Ø 20 | Ø 24 | Ø 25 | Ø 28 | Ø 32 |
|------------------------------------|-----------------|--------------------|------------------------------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Stahlversagen ohne Hebelarm | | | | | | | | | | | | | |
| Charakteristischer Widerstand | $V_{Rk,s,C1}$ | [kN] | $0,35 \cdot A_s \cdot f_{uk}^{1)}$ | | | | | | | | | | |
| Stahlspannungsquerschnitt | A_s | [mm ²] | 50 | 79 | 113 | 154 | 201 | 314 | 452 | 491 | 616 | 804 | |
| Teilsicherheitsbeiwert | $\gamma_{Ms,V}$ | [-] | 1,5 ²⁾ | | | | | | | | | | |

¹⁾ ist den Spezifikationen des Betonstahls zu entnehmen

²⁾ sofern andere nationale Regelungen fehlen

Injektionssystem VMH für Beton

Leistungen

Charakteristische Werte für **Betonstahl** unter **seismischer Einwirkung**

Anhang C14

Tabelle C17: Verschiebung unter Zugbeanspruchung (Ankerstange)

| Ankerstange | | M8 | M10 | M12 | M16 | M20 | M24 | M27 | M30 | |
|--|----------------------------|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Verschiebungsfaktoren ¹⁾ ungerissener Beton, statische und quasi-statische Einwirkung, Nutzungsdauer 50 und 100 Jahre | | | | | | | | | | |
| Temperaturbereich I: 40°C / 24°C | δ_{N0} -Faktor | [mm [N/mm ²] | 0,031 | 0,032 | 0,034 | 0,037 | 0,039 | 0,042 | 0,044 | 0,046 |
| | $\delta_{N\infty}$ -Faktor | | 0,040 | 0,042 | 0,044 | 0,047 | 0,051 | 0,054 | 0,057 | 0,060 |
| Temperaturbereich III: 120°C / 72°C | δ_{N0} -Faktor | | 0,032 | 0,034 | 0,035 | 0,038 | 0,041 | 0,044 | 0,046 | 0,048 |
| | $\delta_{N\infty}$ -Faktor | | 0,042 | 0,044 | 0,045 | 0,049 | 0,053 | 0,056 | 0,059 | 0,062 |
| Temperaturbereich VI: 160°C / 100°C | δ_{N0} -Faktor | | 0,121 | 0,126 | 0,131 | 0,142 | 0,153 | 0,163 | 0,171 | 0,179 |
| | $\delta_{N\infty}$ -Faktor | | 0,124 | 0,129 | 0,135 | 0,146 | 0,157 | 0,168 | 0,176 | 0,184 |
| Verschiebungsfaktoren ¹⁾ gerissener Beton, statische und quasi-statische Einwirkung, Nutzungsdauer 50 und 100 Jahre | | | | | | | | | | |
| Temperaturbereich I: 40°C / 24°C | δ_{N0} -Faktor | [mm [N/mm ²] | 0,081 | 0,083 | 0,085 | 0,090 | 0,095 | 0,099 | 0,103 | 0,106 |
| | $\delta_{N\infty}$ -Faktor | | 0,104 | 0,107 | 0,110 | 0,116 | 0,122 | 0,128 | 0,133 | 0,137 |
| Temperaturbereich III: 120°C / 72°C | δ_{N0} -Faktor | | 0,084 | 0,086 | 0,088 | 0,093 | 0,098 | 0,103 | 0,107 | 0,110 |
| | $\delta_{N\infty}$ -Faktor | | 0,108 | 0,111 | 0,114 | 0,121 | 0,127 | 0,133 | 0,138 | 0,143 |
| Temperaturbereich VI: 160°C / 100°C | δ_{N0} -Faktor | | 0,312 | 0,321 | 0,330 | 0,349 | 0,367 | 0,385 | 0,399 | 0,412 |
| | $\delta_{N\infty}$ -Faktor | | 0,321 | 0,330 | 0,340 | 0,358 | 0,377 | 0,396 | 0,410 | 0,424 |
| Verschiebung, seismische Einwirkung (C2) | | | | | | | | | | |
| Alle Temperatur- bereiche | $\delta_{N,C2}$ (DLS) | [mm] | -2) | 0,24 | 0,27 | 0,29 | 0,27 | -2) | | |
| | $\delta_{N,C2}$ (ULS) | | | 0,55 | 0,51 | 0,50 | 0,58 | | | |

¹⁾ Berechnung der Verschiebung

$\delta_{N0} = \delta_{N0}$ -Faktor $\cdot \tau$; τ : einwirkende Verbundspannung unter Zugbeanspruchung

$\delta_{N\infty} = \delta_{N\infty}$ -Faktor $\cdot \tau$;

²⁾ Keine Leistung bewertet

Tabelle C18: Verschiebung unter Querbeanspruchung (Ankerstange)

| Ankerstange | | M8 | M10 | M12 | M16 | M20 | M24 | M27 | M30 | |
|---|----------------------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Verschiebungsfaktoren ¹⁾ gerissener und ungerissener Beton, statische und quasi-statische Einwirkung | | | | | | | | | | |
| Alle Temperatur- bereiche | δ_{V0} -Faktor | [mm/(kN)] | 0,06 | 0,06 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,03 |
| | $\delta_{V\infty}$ -Faktor | | 0,09 | 0,08 | 0,08 | 0,06 | 0,06 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| Verschiebung, seismische Einwirkung (C2) | | | | | | | | | | |
| Alle Temperatur- bereiche | $\delta_{V,C2}$ (DLS) | [mm] | -2) | 3,6 | 3,0 | 3,1 | 3,5 | -2) | | |
| | $\delta_{V,C2}$ (ULS) | | | 7,0 | 6,6 | 7,0 | 9,3 | | | |

¹⁾ Berechnung der Verschiebung

$\delta_{V0} = \delta_{V0}$ -Faktor $\cdot V$; V : einwirkende Querkraft

$\delta_{V\infty} = \delta_{V\infty}$ -Faktor $\cdot V$;

²⁾ Keine Leistung bewertet

Injektionssystem VMH für Beton

Leistungen
Verschiebung (Ankerstange)

Anhang C15

Tabelle C19: Verschiebung unter Zugbeanspruchung (Innengewindeankerstange)

| Innengewindeankerstange | | VMU-IG M 6 | VMU-IG M 8 | VMU-IG M 10 | VMU-IG M 12 | VMU-IG M 16 | VMU-IG M 20 | |
|---|----------------------------|----------------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------|
| Verschiebungsfaktoren¹⁾ ungerissener Beton, statische und quasi-statische Einwirkung, Nutzungsdauer 50 und 100 Jahre | | | | | | | | |
| Temperaturbereich I: 40°C / 24°C II: 80°C / 50°C | δ_{N0} -Faktor | mm [N/mm ²] | 0,032 | 0,034 | 0,037 | 0,039 | 0,042 | 0,046 |
| | $\delta_{N\infty}$ -Faktor | | 0,042 | 0,044 | 0,047 | 0,051 | 0,054 | 0,060 |
| Temperaturbereich III: 120°C / 72°C | δ_{N0} -Faktor | | 0,034 | 0,035 | 0,038 | 0,041 | 0,044 | 0,048 |
| | $\delta_{N\infty}$ -Faktor | | 0,044 | 0,045 | 0,049 | 0,053 | 0,056 | 0,062 |
| Temperaturbereich VI: 160°C / 100°C | δ_{N0} -Faktor | | 0,126 | 0,131 | 0,142 | 0,153 | 0,163 | 0,179 |
| | $\delta_{N\infty}$ -Faktor | | 0,129 | 0,135 | 0,146 | 0,157 | 0,168 | 0,184 |
| Verschiebungsfaktoren¹⁾ gerissener Beton, statische und quasi-statische Einwirkung, Nutzungsdauer 50 und 100 Jahre | | | | | | | | |
| Temperaturbereich I: 40°C / 24°C II: 80°C / 50°C | δ_{N0} -Faktor | mm [N/mm ²] | 0,083 | 0,085 | 0,090 | 0,095 | 0,099 | 0,106 |
| | $\delta_{N\infty}$ -Faktor | | 0,107 | 0,110 | 0,116 | 0,122 | 0,128 | 0,137 |
| Temperaturbereich III: 120°C / 72°C | δ_{N0} -Faktor | | 0,086 | 0,088 | 0,093 | 0,098 | 0,103 | 0,110 |
| | $\delta_{N\infty}$ -Faktor | | 0,111 | 0,114 | 0,121 | 0,127 | 0,133 | 0,143 |
| Temperaturbereich VI: 160°C / 100°C | δ_{N0} -Faktor | | 0,321 | 0,330 | 0,349 | 0,367 | 0,385 | 0,412 |
| | $\delta_{N\infty}$ -Faktor | | 0,330 | 0,340 | 0,358 | 0,377 | 0,396 | 0,424 |

¹⁾ Berechnung der Verschiebung

$$\delta_{N0} = \delta_{N0}\text{-Faktor} \cdot \tau;$$

τ : einwirkende Verbundspannung unter Zugbeanspruchung

$$\delta_{N\infty} = \delta_{N\infty}\text{-Faktor} \cdot \tau;$$

Tabelle C20: Verschiebung unter Querbeanspruchung (Innengewindeankerstange)

| Innengewindeankerstange | | VMU-IG M 6 | VMU-IG M 8 | VMU-IG M 10 | VMU-IG M 12 | VMU-IG M 16 | VMU-IG M 20 | |
|--|----------------------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------|
| Verschiebungsfaktoren¹⁾ gerissener und ungerissener Beton, statische und quasi-statische Einwirkung | | | | | | | | |
| Alle Temperaturbereiche | δ_{V0} -Faktor | [mm/(kN)] | 0,07 | 0,06 | 0,06 | 0,05 | 0,04 | 0,04 |
| | $\delta_{V\infty}$ -Faktor | | 0,10 | 0,09 | 0,08 | 0,08 | 0,06 | 0,06 |

¹⁾ Berechnung der Verschiebung

$$\delta_{V0} = \delta_{V0}\text{-Faktor} \cdot V;$$

V: einwirkende Querkraft

$$\delta_{V\infty} = \delta_{V\infty}\text{-Faktor} \cdot V;$$

Injektionssystem VMH für Beton

Leistungen

Verschiebungen (Innengewindeankerstange)

Anhang C16

Tabelle C21: Verschiebung unter Zugbeanspruchung (Betonstahl)

| Betonstahl | | Ø 8 | Ø 10 | Ø 12 | Ø 14 | Ø 16 | Ø 20 | Ø 24 | Ø 25 | Ø 28 | Ø 32 | |
|---|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Verschiebungsfaktoren¹⁾ ungerissener Beton, statische und quasi-statische Einwirkung, Nutzungsdauer 50 und 100 Jahre | | | | | | | | | | | | |
| Temperaturbereich I: 40°C / 24°C II: 80°C / 50°C | δ_{N0} -Faktor | mm [N/mm ²] | 0,031 | 0,032 | 0,034 | 0,035 | 0,037 | 0,039 | 0,042 | 0,043 | 0,045 | 0,048 |
| | $\delta_{N\infty}$ -Faktor | | 0,040 | 0,042 | 0,044 | 0,045 | 0,047 | 0,051 | 0,054 | 0,055 | 0,058 | 0,063 |
| Temperaturbereich III: 120°C / 72°C | δ_{N0} -Faktor | | 0,032 | 0,034 | 0,035 | 0,036 | 0,038 | 0,041 | 0,044 | 0,045 | 0,047 | 0,050 |
| | $\delta_{N\infty}$ -Faktor | | 0,042 | 0,044 | 0,045 | 0,047 | 0,049 | 0,053 | 0,056 | 0,057 | 0,060 | 0,065 |
| Temperaturbereich VI: 160°C / 100°C | δ_{N0} -Faktor | | 0,121 | 0,126 | 0,131 | 0,137 | 0,142 | 0,153 | 0,163 | 0,164 | 0,172 | 0,186 |
| | $\delta_{N\infty}$ -Faktor | | 0,124 | 0,129 | 0,135 | 0,141 | 0,146 | 0,157 | 0,168 | 0,169 | 0,177 | 0,192 |
| Verschiebungsfaktoren¹⁾ gerissener Beton, statische und quasi-statische Einwirkung, Nutzungsdauer 50 und 100 Jahre | | | | | | | | | | | | |
| Temperaturbereich I: 40°C / 24°C II: 80°C / 50°C | δ_{N0} -Faktor | | mm [N/mm ²] | 0,081 | 0,083 | 0,085 | 0,087 | 0,090 | 0,095 | 0,099 | 0,099 | 0,103 |
| | $\delta_{N\infty}$ -Faktor | 0,104 | | 0,107 | 0,110 | 0,113 | 0,116 | 0,122 | 0,128 | 0,128 | 0,133 | 0,141 |
| Temperaturbereich III: 120°C / 72°C | δ_{N0} -Faktor | 0,084 | | 0,086 | 0,088 | 0,090 | 0,093 | 0,098 | 0,103 | 0,103 | 0,107 | 0,113 |
| | $\delta_{N\infty}$ -Faktor | 0,108 | | 0,111 | 0,114 | 0,118 | 0,121 | 0,127 | 0,133 | 0,133 | 0,138 | 0,148 |
| Temperaturbereich VI: 160°C / 100°C | δ_{N0} -Faktor | 0,312 | | 0,321 | 0,330 | 0,340 | 0,349 | 0,367 | 0,385 | 0,385 | 0,399 | 0,425 |
| | $\delta_{N\infty}$ -Faktor | 0,321 | | 0,330 | 0,340 | 0,349 | 0,358 | 0,377 | 0,396 | 0,396 | 0,410 | 0,449 |

¹⁾ Berechnung der Verschiebung

$$\delta_{N0} = \delta_{N0}\text{-Faktor} \cdot \tau; \quad \tau: \text{einwirkende Verbundspannung unter Zugbeanspruchung}$$

$$\delta_{N\infty} = \delta_{N\infty}\text{-Faktor} \cdot \tau;$$

Tabelle C22: Verschiebung unter Querbeanspruchung (Betonstahl)

| Betonstahl | | Ø 8 | Ø 10 | Ø 12 | Ø 14 | Ø 16 | Ø 20 | Ø 24 | Ø 25 | Ø 28 | Ø 32 | |
|--|----------------------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Verschiebungsfaktoren¹⁾ gerissener und ungerissener Beton, statische und quasi-statische Einwirkung | | | | | | | | | | | | |
| Alle Temperatur- bereiche | δ_{V0} -Faktor | [mm/(kN)] | 0,06 | 0,05 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 |
| | $\delta_{V\infty}$ -Faktor | | 0,09 | 0,08 | 0,08 | 0,06 | 0,06 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,04 | 0,04 |

¹⁾ Berechnung der Verschiebung

$$\delta_{V0} = \delta_{V0}\text{-Faktor} \cdot V; \quad V: \text{einwirkende Querkraft}$$

$$\delta_{V\infty} = \delta_{V\infty}\text{-Faktor} \cdot V;$$

Injektionssystem VMH für Beton

Leistungen
Verschiebung (Betonstahl)

Anhang C17