

Zulassungsstelle für Bauprodukte und Bauarten

Bautechnisches Prüfamts

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



## Europäische Technische Bewertung

**ETA-17/0716**  
**vom 22. November 2019**

### Allgemeiner Teil

Technische Bewertungsstelle, die  
die Europäische Technische Bewertung  
ausstellt

Handelsname des Bauprodukts

Produktfamilie,  
zu der das Bauprodukt gehört

Hersteller

Herstellungsbetrieb

Diese Europäische Technische Bewertung  
enthält

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

Diese Fassung ersetzt

Deutsches Institut für Bautechnik

Injektionssystem VMH für Beton

Verbunddübel zur Verankerung in Beton

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

Werk 1, D  
Werk 2, D

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

EAD 330499-01-0601

ETA-17/0716 vom 6. Dezember 2018

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 besteht. Das Stahlteil ist eine Gewindestange mit Scheibe und Sechskantmutter in den Größen M8 bis M30 oder ein Betonstahl in den Größen Ø8 bis Ø32 mm oder einer Innengewindestange VMU-IG-M6 bis VMU-IG-M20.

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 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 C1, C3, C6, C8 |
| Charakteristischer Widerstand unter Querbeanspruchung (statische und quasi-statische Einwirkungen) | Siehe Anhang C2, C4, C7, C9 |
| Verschiebungen (statische und quasi-statische Einwirkungen)                                        | Siehe Anhang C11 bis C13    |
| Charakteristischer Widerstand und Verschiebungen für seismische Leitungskategorie C1 und C2        | Siehe Anhang C5, C10, C11   |
| Dauerhaftigkeit                                                                                    | Siehe Anhang B1             |

#### 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.

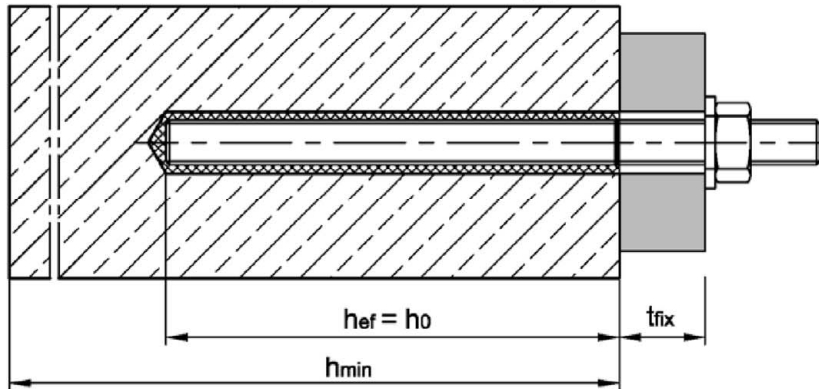
Ausgestellt in Berlin am 22. November 2019 vom Deutschen Institut für Bautechnik

BD Dipl.-Ing. Andreas Kummerow  
Abteilungsleiter

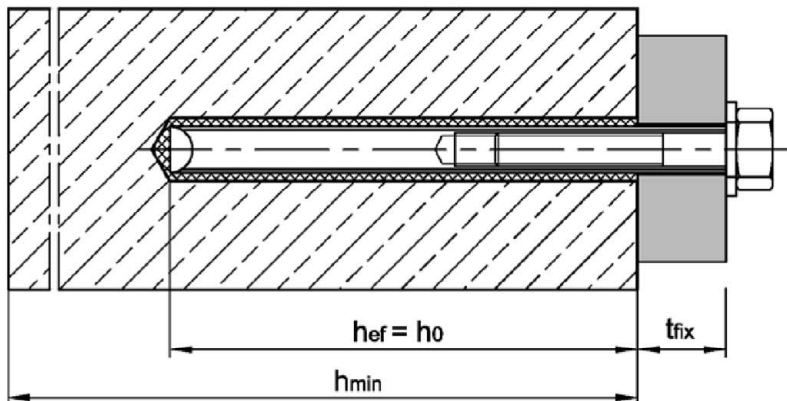
Beglaubigt:

### Einbauzustand Ankerstange M8 bis M30

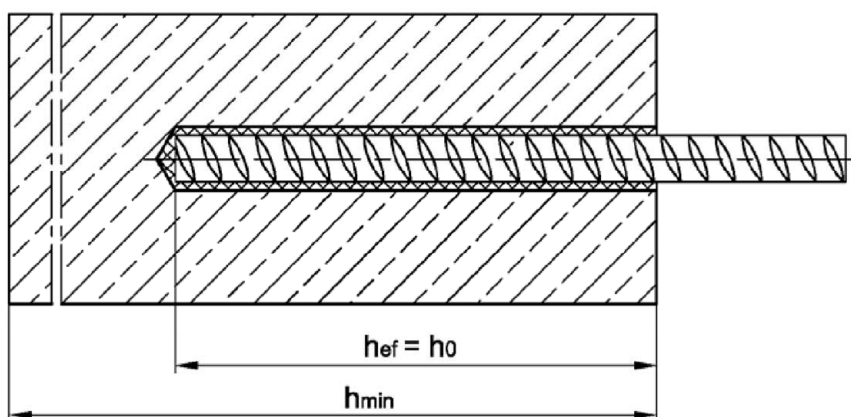
Vorsteckmontage oder Durchsteckmontage (mit verfülltem Ringspalt)



### Einbauzustand Innengewindeankerstange VMU-IG M6 bis VMU-IG M20



### Einbauzustand Betonstahl Ø8 bis Ø32



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

### Injektionssystem VMH für Beton

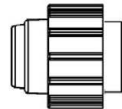
**Produktbeschreibung**  
Einbauzustand

**Anhang A1**

## Kartusche: Injektionsmörtel VMH

150 ml, 280 ml, 300 ml bis 333 ml und 380 ml bis 420 ml Kartusche (Typ: coaxial)

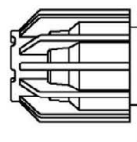
Schraubverschluss



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

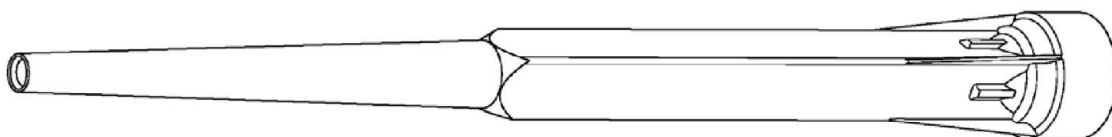
235 ml, 345 ml bis 360 ml und 825 ml Kartusche (Typ: "side-by-side")

Schraubverschluss

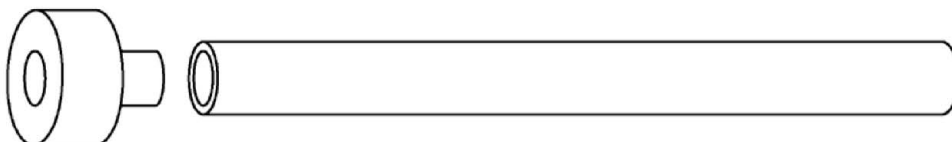


Aufdruck: VMH,  
Verarbeitungshinweise, Chargennummer, Haltbarkeit,  
Gefahrennummer, Lagertemperatur, Aushärtezeit und  
Verarbeitungszeit (abhängig von der Temperatur),  
optional mit Kolbenwegskala

## Statikmischer



## Injektionsadapter mit Mischerverlängerung



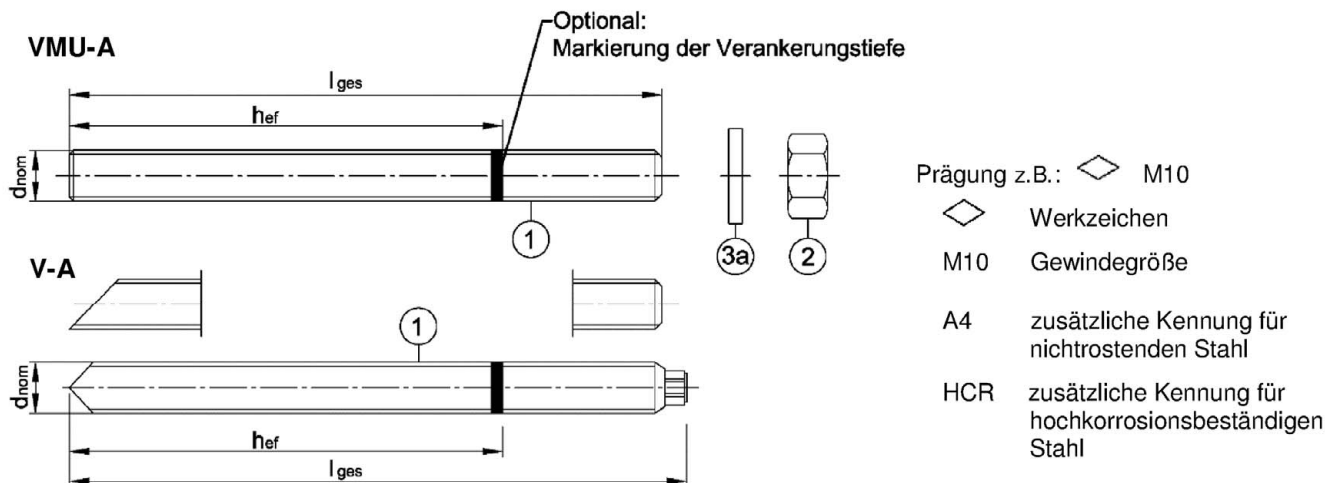
### Injektionssystem VMH für Beton

**Produktbeschreibung**  
Kartuschen und Statikmischer

**Anhang A2**

## Ankerstangen

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



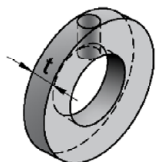
**Ankerstange VM-A** (Meterware zum Ablängen)  
M8, M10, M12, M16, M20, M24, M27, M30 (verzinkt, A2, A4, HCR)

### Handelsübliche Gewindestange

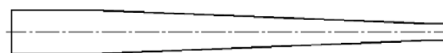
M8, M10, M12, M16, M20, M24, M27, M30 (verzinkt, A2, A4, HCR) mit:

- 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

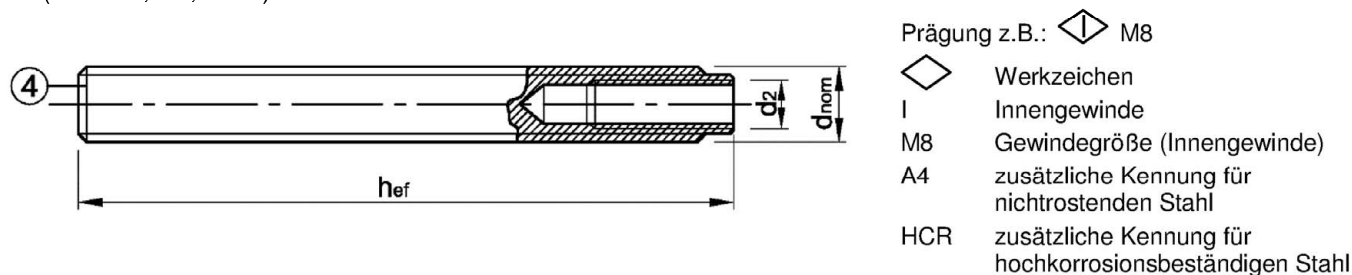


Dicke der Verfüllscheibe  
Für Durchmesser  
< M24:  $t = 5 \text{ mm}$   
 $\geq M24$ :  $t = 6 \text{ mm}$



## Innengewindeankerstange

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



## Injektionssystem VMH für Beton

### Produktbeschreibung

Ankerstange und Innengewindeankerstange

## Anhang A3



**Tabelle A1: Werkstoffe - Ankerstange und Innengewindeankerstange**

| Teil                                                                                                                                                                                                                                                       | Benennung                     |                        | Werkstoff                                                                      |     |                                   |                      |                                    |                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----|-----------------------------------|----------------------|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Stahl, verzinkt</b><br>galvanisch verzinkt      ≥ 5 µm      gemäß EN ISO 4042:1999 oder<br>feuerverzinkt      ≥ 40 µm      gemäß EN ISO 1461:2009, EN ISO 10684:2004+AC:2009 oder<br>diffusionsverzinkt      ≥ 45 µm      gemäß EN ISO 17668:2016       |                               |                        |                                                                                |     |                                   |                      |                                    |                                                                                                |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                          | Ankerstange                   | Festigkeits-<br>klasse | Charakteristische<br>Zugfestigkeit                                             |     | Charakteristische<br>Streckgrenze |                      | Bruch-<br>dehnung                  | EN 10087:1998,<br>EN 10263:2001;<br><br>handelsübliche<br>Gewindestangen:<br>EN ISO 898-1:2013 |
|                                                                                                                                                                                                                                                            |                               | 4.6                    | f <sub>uk</sub><br>[N/mm²]                                                     | 400 | f <sub>yk</sub><br>[N/mm²]        | 240                  | A <sub>5</sub> > 8 %               |                                                                                                |
|                                                                                                                                                                                                                                                            |                               | 4.8                    |                                                                                | 400 |                                   | 320                  | A <sub>5</sub> > 8 %               |                                                                                                |
|                                                                                                                                                                                                                                                            |                               | 5.6                    |                                                                                | 500 |                                   | 300                  | A <sub>5</sub> > 8 %               |                                                                                                |
|                                                                                                                                                                                                                                                            |                               | 5.8                    |                                                                                | 500 |                                   | 400                  | A <sub>5</sub> > 8 %               |                                                                                                |
|                                                                                                                                                                                                                                                            |                               | 8.8                    |                                                                                | 800 |                                   | 640                  | A <sub>5</sub> ≥ 12% <sup>1)</sup> |                                                                                                |
| 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                     |     |                                   |                      |                                    |                                                                                                |
| 3b                                                                                                                                                                                                                                                         | Verfüllscheibe                |                        | Stahl, verzinkt                                                                |     |                                   |                      |                                    |                                                                                                |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                          | Innengewinde-<br>ankerstange  | 5.8                    | Stahl, galvanisch verzinkt oder<br>diffusionsverzinkt                          |     |                                   | A <sub>5</sub> > 8%  | EN 10087:1998                      |                                                                                                |
|                                                                                                                                                                                                                                                            |                               | 8.8                    |                                                                                |     |                                   | A <sub>5</sub> > 8%  |                                    |                                                                                                |
| <b>Nichtrostender Stahl A2<sup>2)</sup></b> (z.B.: 1.4301 / 1.4307 / 1.4311 / 1.4567 / 1.4541)<br><b>Nichtrostender Stahl A4</b> (z.B.: 1.4401 / 1.4404 / 1.4571 / 1.4578 / 1.4362)<br><b>Hochkorrosionsbeständiger Stahl HCR</b> (z.B.: 1.4529 / 1.4565 ) |                               |                        |                                                                                |     |                                   |                      |                                    |                                                                                                |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                          | Ankerstange <sup>3)</sup>     | Festigkeits-<br>klasse | Charakteristische<br>Zugfestigkeit                                             |     | Charakteristische<br>Streckgrenze |                      | Bruch-<br>dehnung                  | EN 10088-1:2014<br>EN ISO 3506-1:2009                                                          |
|                                                                                                                                                                                                                                                            |                               | 50                     | f <sub>uk</sub><br>[N/mm²]                                                     | 500 | f <sub>yk</sub><br>[N/mm²]        | 210                  | A <sub>5</sub> > 8%                |                                                                                                |
|                                                                                                                                                                                                                                                            |                               | 70                     |                                                                                | 700 |                                   | 450                  | A <sub>5</sub> ≥ 12% <sup>1)</sup> |                                                                                                |
|                                                                                                                                                                                                                                                            |                               | 80                     |                                                                                | 800 |                                   | 600                  | A <sub>5</sub> ≥ 12% <sup>1)</sup> |                                                                                                |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                          | Sechskantmutter <sup>3)</sup> | 50                     | für Ankerstangen der Klasse 50                                                 |     |                                   |                      |                                    | EN 10088-1:2014<br>EN ISO 3506-2:2009                                                          |
|                                                                                                                                                                                                                                                            |                               | 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,<br>EN ISO 7094:2000; EN ISO 887:2006 |     |                                   |                      |                                    | EN 10088-1:2014                                                                                |
| 3b                                                                                                                                                                                                                                                         | Verfüllscheibe                |                        | Nichtrostender Stahl A4;<br>hochkorrosionsbeständiger Stahl                    |     |                                   |                      |                                    |                                                                                                |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                          | Innengewinde-<br>ankerstange  | 50                     | IG-M20                                                                         |     |                                   | A <sub>5</sub> > 8 % | EN 10088-1:2014                    |                                                                                                |
|                                                                                                                                                                                                                                                            |                               | 70                     | IG-M6 bis IG-M16                                                               |     |                                   | A <sub>5</sub> > 8 % |                                    |                                                                                                |

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

<sup>2)</sup> Festigkeitsklasse 50 und 70

<sup>3)</sup> Festigkeitsklasse 70 und 80 nur bis M24

## Injektionssystem VMH für Beton

### Produktbeschreibung

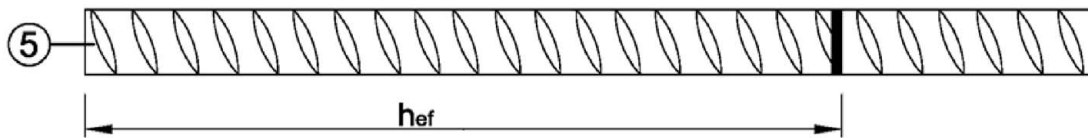
Werkstoffe - Ankerstange und Innengewindeankerstange

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

Injektionssystem VMH für Beton

**Produktbeschreibung**

Produktbeschreibung und Werkstoffe Betonstahl

**Anhang A5**

## Spezifizierung des Verwendungszwecks

| Injektionssystem VMH                         |                       | Ankerstangen                                                                            | Innengewinde-<br>ankerstangen                                 | Betonstahl |
|----------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------|
| Statische oder quasi-statische<br>Einwirkung |                       | M8 - M30<br>verzinkt, A2, A4, HCR                                                       | VMU-IG M6 -<br>VMU-IG M20<br>verzinkt <sup>1)</sup> , A4, HCR | Ø8 - Ø32   |
| Seismische<br>Einwirkung                     | Leistungskategorie C1 | M8 - M30<br>verzinkt <sup>1)</sup> , A4, HCR                                            | -                                                             | Ø8 - Ø32   |
|                                              | Leistungskategorie C2 | M12 - M24<br>verzinkt <sup>1)</sup> (Fkl. 8.8),<br>A4, HCR (Fkl. ≥ 70)                  | -                                                             | -          |
| Verankerungsgrund                            |                       | verdichteter, bewehrter oder unbewehrter Normalbeton (ohne Fasern),<br>gem. EN 206:2013 |                                                               |            |
|                                              |                       | Festigkeitsklasse C20/25 bis C50/60, gem. EN 206:2013                                   |                                                               |            |
|                                              |                       | gerissener oder ungerissener Beton                                                      |                                                               |            |
| Temperaturbereich I                          | -40 °C bis +80 °C     | max. Langzeit-Temperatur +50 °C und max. Kurzzeit-Temperatur +80 °C                     |                                                               |            |
| Temperaturbereich II                         | -40 °C bis +120 °C    | max. Langzeit-Temperatur +72 °C und max. Kurzzeit-Temperatur +120 °C                    |                                                               |            |
| Temperaturbereich III                        | -40 °C bis +160 °C    | max. Langzeit-Temperatur +100 °C und max. Kurzzeit-Temperatur +160 °C                   |                                                               |            |

<sup>1)</sup> Ausgenommen feuerverzinkt

### Anwendungsbedingungen (Umweltbedingungen):

- Bauteile unter den Bedingungen trockener Innenräume (alle Materialien).
- Für alle anderen Bedingungen gemäß EN 1993-1-4:2006+A1:2015 entsprechend der Korrosionsbeständigkeitsklassen:
  - Nichtrostender Stahl A2 nach Anhang A4, Tabelle A1: CRC II
  - Nichtrostender Stahl A4 nach Anhang A4, Tabelle A1: CRC III
  - Hochkorrosionsbeständiger Stahl HCR nach Anhang A4, Tabelle A1: CRC V

### 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

### Einbau:

- Trockener oder feuchter Beton oder wassergefüllte Bohrlöcher (ausgenommen Seewasser)
- Bohrlochherstellung durch Hammer- oder Pressluft- oder Saugbohren
- Überkopfmontage erlaubt
- Einbau durch entsprechend geschultes Personal unter Verantwortung des Bauleiters
- 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 B1

**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  |
| Bohrernennndurchmesser                                   | $d_0$                        | [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 <sup>2)</sup> | 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  |
| Montagedrehmoment                                        | $T_{inst} \leq$              | [Nm] | 10                                                | 20  | 40<br>(35) <sup>1)</sup> | 60              | 100 | 170 | 250 | 300 |
| Mindestbauteildicke                                      | $h_{min}$                    | [mm] | $h_{ef} + 30 \text{ mm}$<br>$\geq 100 \text{ mm}$ |     |                          | $h_{ef} + 2d_0$ |     |     |     |     |
| 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  |

<sup>1)</sup> Drehmoment für M12 mit Festigkeitsklasse 4.6

<sup>2)</sup> 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                           | $d_2$           | [mm] | 6                                                 | 8      | 10      | 12              | 16      | 20      |
| Außendurchmesser <sup>1)</sup>             | $d=d_{nom}$     | [mm] | 10                                                | 12     | 16      | 20              | 24      | 30      |
| Bohrernennndurchmesser                     | $d_0$           | [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      |
| Montagedrehmoment                          | $T_{inst} \leq$ | [Nm] | 10                                                | 10     | 20      | 40              | 60      | 100     |
| Min. Einschraubtiefe                       | $l_{IG}$        | [mm] | 8                                                 | 8      | 10      | 12              | 16      | 20      |
| Mindestbauteildicke                        | $h_{min}$       | [mm] | $h_{ef} + 30 \text{ mm}$<br>$\geq 100 \text{ mm}$ |        |         | $h_{ef} + 2d_0$ |         |         |
| minimaler Achsabstand                      | $s_{min}$       | [mm] | 50                                                | 60     | 75      | 95              | 115     | 140     |
| minimaler Randabstand                      | $c_{min}$       | [mm] | 40                                                | 45     | 50      | 60              | 65      | 80      |

<sup>1)</sup> 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   |
| Bohrernennndurchmesser <sup>1)</sup> | $d_0$        | [mm] | 10   12                                           | 12   14 | 14   16 | 18              | 20   | 25   | 32   | 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] | $h_{ef} + 30 \text{ mm}$<br>$\geq 100 \text{ mm}$ |         |         | $h_{ef} + 2d_0$ |      |      |      |      |      |      |
| 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   |

<sup>1)</sup> Für Ø8, Ø10 und Ø12 können beide Bohrernennndurchmesser verwendet werden

**Injektionssystem VMH für Beton**

**Verwendungszweck**  
Montagekennwerte

**Anhang B2**

**Tabelle B4: Parameter für Reinigungs- und Setzzubehör**

| Ankerstange<br> | Innengewinde-<br>ankerstange<br> | Betonstahl<br> | Bohrer Ø<br> | Bürsten Ø<br> | min. BürstenØ           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| [-]                                                                                              | [-]                                                                                                               | Ø [mm]                                                                                          | d <sub>0</sub> [mm]                                                                           | d <sub>b</sub> [mm]                                                                              | d <sub>b,min</sub> [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                                                                                              |                                                                                                                   |                                                                                                 | 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<br> |  | Einbaurichtung und<br>Verwendung |                            |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------|------|
| d <sub>0</sub><br>[mm]                                                                          | [-]                                                                                 | ↓                                | →                          | ↑    |
| 10                                                                                              | Kein<br>Injektionsadapter<br>erforderlich                                           |                                  |                            |      |
| 12                                                                                              |                                                                                     |                                  |                            |      |
| 14                                                                                              |                                                                                     |                                  |                            |      |
| 16                                                                                              |                                                                                     |                                  |                            |      |
| 18                                                                                              | VM-IA 18                                                                            | h <sub>ef</sub> ><br>250mm       | h <sub>ef</sub> ><br>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                                                                            |                                  |                            |      |



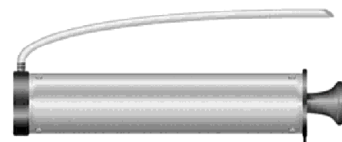
**Saugbohrer**

Bohrerinnendurchmesser (d<sub>0</sub>): 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



**Empfohlene Druckluftpistole (min 6 bar)**

Bohrerinnendurchmesser (d<sub>0</sub>):  
alle Durchmesser



**Ausblaspumpe (Volumen 750ml)**

Bohrerdurchmesser (d<sub>0</sub>): 10 mm bis 20 mm  
Bohrlochtiefe (h<sub>0</sub>): ≤ 10 d<sub>nom</sub>  
für ungerissenen Beton

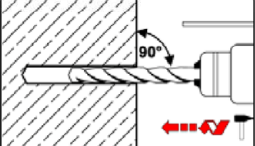
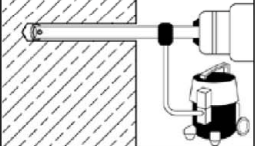
**Injektionssystem VMH für Beton**

**Verwendungszweck**  
Reinigungs- und Installationszubehör

**Anhang B3**

## Montageanweisung

### Bohrlocherstellung

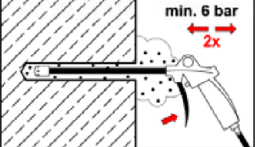
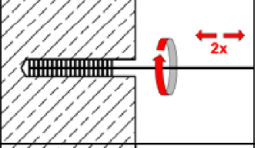
|   |    |                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---|----|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 1a |  | <b>Hammerbohren oder Druckluftbohren</b><br>Bohrloch dreh Schlagend mit vorgeschriebenem Bohrerdurchmesser (Tabelle B1, B2 oder B3) und gewählter Bohrlochtiefe erstellen. Weiter mit <u>Schritt 2</u> .<br>Bei Fehlbohrungen ist das Bohrloch zu vermörteln.                                                                                 |
|   | 1b |  | <b>Saugbohren:</b> siehe Anhang B3<br>Bohrloch dreh Schlagend mit vorgeschriebenem Bohrerdurchmesser (Tabelle B1, B2 oder B3) und gewählter Bohrlochtiefe erstellen. Dieses Bohrverfahren entfernt den Staub und reinigt das Bohrloch während des Bohrens. Weiter bei <u>Schritt 3</u> .<br>Bei Fehlbohrungen ist das Bohrloch zu vermörteln. |

### Reinigung (entfällt bei Verwendung eines Saugbohrers)

**Achtung! Vor der Reinigung des Bohrlochs stehendes Wasser entfernen!**

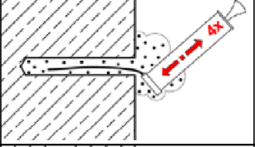
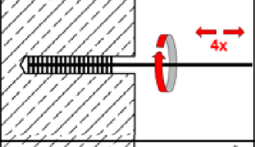
#### Reinigung mit Druckluft

alle Untergründe und Abmessungen nach Anhang B1

|    |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2a |   | Das Bohrloch vom Bohrlochgrund her mind. <b>2x</b> vollständig mit Druckluft (min. 6 bar) ausblasen bis die ausströmende Luft staubfrei ist.<br>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. <b>2x</b> ausbürsten.<br>Erreicht die Bürste den Bohrlochgrund nicht, ist eine geeignete Bürstenverlängerung zu verwenden. |
|    |  | Das Bohrloch vom Bohrlochgrund her erneut mind. <b>2x</b> vollständig mit Druckluft (min. 6 bar) ausblasen bis die ausströmende Luft staubfrei ist.<br>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  $h_0 \leq 10 d_{nom}$

|    |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2a |  | Das Bohrloch vom Bohrlochgrund her mit der Ausblaspumpe mind. <b>4x</b> vollständig ausblasen.                                                                                                                                                  |
|    |  | Bohrloch mit geeigneter Drahtbürste gem. Tabelle B4 (minimaler Bürstendurchmesser $d_{b,min}$ ist einzuhalten) mind. <b>4x</b> ausbürsten.<br>Erreicht die Bürste den Bohrlochgrund nicht, ist eine geeignete Bürstenverlängerung zu verwenden. |
|    |  | Das Bohrloch vom Bohrlochgrund her erneut mit der Ausblaspumpe mind. <b>4x</b> vollständig ausblasen.                                                                                                                                           |

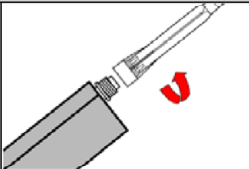
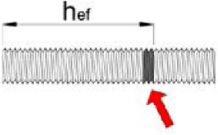
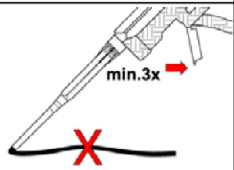
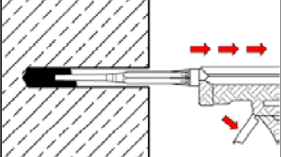
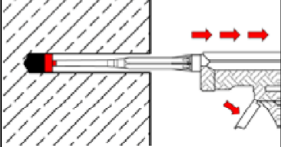
Nach der Reinigung ist das Bohrloch bis zum Injizieren des Mörtels vor erneutem Verschmutzen in geeigneter Weise zu schützen. Gegebenenfalls ist die Reinigung unmittelbar vor dem Injizieren des Mörtels zu wiederholen. Einfließendes Wasser darf nicht zur erneuten Verschmutzung des Bohrlochs führen.

### Injektionssystem VMH für Beton

Verwendungszweck  
Montageanweisung

Anhang B4

## Montageanweisung (Fortsetzung)

| Injektion |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3         |    | Den mitgelieferten Statikmischer fest auf die Kartusche aufschrauben und Kartusche in eine geeignete Auspresspistole einlegen.<br>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 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 Mischerverlängerungen sind für folgende Verankerungen zu verwenden (vergl. Tabelle B5): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Installationen horizontal oder vertikal nach unten mit Bohrer-Ø <math>d_0 \geq 18</math> mm und Verankerungstiefen <math>h_{ef} &gt; 250</math> mm</li> <li>• Überkopfmontage: Bohrer-Ø <math>d_0 \geq 18</math> mm</li> </ul> |

### Injektionssystem VMH für Beton

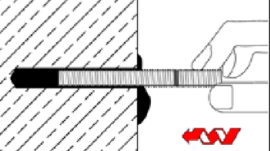
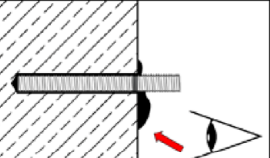
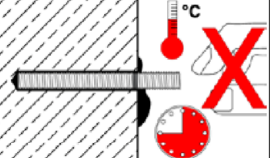
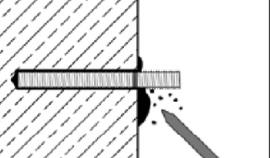
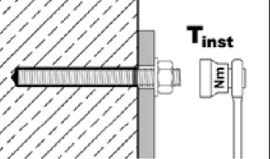
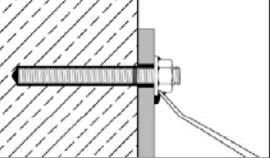
Verwendungszweck  
Montageanweisung (Fortsetzung)

Anhang B5



## Montageanweisung (Fortsetzung)

### Setzen des Befestigungselementes

|    |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7  |    | Befestigungselement mit leichten Drehbewegungen bis zur festgelegten Verankerungstiefe einsetzen.<br><br>Die Ankerstange muss schmutz-, fett- und ölfrei 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!<br>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 zulässigen Drehmoment $T_{inst}$ nach Tabelle B1 oder B2 montiert werden.                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 12 |  | Bei der Vorsteckmontage kann optional der Ringspalt zwischen Ankerstange und Anbauteil mit Mörtel verfüllt werden.<br>Dafür Unterlegscheibe durch Verfüllscheibe ersetzen und Mischerreduzierung auf den Statikmischer stecken.<br>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         |
| <b>Kartuschentemperatur</b> | + 5°C bis + 40°C  |                      |                |

### Injektionssystem VMH für Beton

**Verwendungszweck**  
Montageanweisung (Fortsetzung)  
Verarbeitungs- und Aushärtezeiten

### Anhang B6



**Tabelle C1: Charakteristische Stahltragfähigkeit für Ankerstangen unter Zugbeanspruchung**

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

<sup>1)</sup> 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.

<sup>2)</sup> Sofern andere nationale Regelungen fehlen

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

<sup>1)</sup> 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

<sup>2)</sup> Sofern andere nationale Regelungen fehlen

**Injektionssystem VMH für Beton**

**Leistungen**

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

**Anhang C2**

**Tabelle C3:** Charakteristische Werte der **Zugtragfähigkeit** für **Ankerstangen**  
unter statischer oder quasi-statischer Belastung

| Ankerstangen                                                               |                        |                 |                 | M8                                          | M10                                 | M12 | M16 | M20 | M24 | M27 | M30 |     |
|----------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------|-----------------|---------------------------------------------|-------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Stahlversagen                                                              |                        |                 |                 |                                             |                                     |     |     |     |     |     |     |     |
| Charakteristischer Widerstand                                              |                        | $N_{Rk,s}$      | [kN]            | $A_s \cdot f_{uk}$<br>oder siehe Tabelle C1 |                                     |     |     |     |     |     |     |     |
| Teilsicherheitsbeiwert                                                     |                        | $\gamma_{Ms,N}$ | [-]             | siehe Tabelle C1                            |                                     |     |     |     |     |     |     |     |
| Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch                 |                        |                 |                 |                                             |                                     |     |     |     |     |     |     |     |
| Charakteristische Verbundtragfähigkeit im <u>ungerissenen</u> Beton C20/25 |                        |                 |                 |                                             |                                     |     |     |     |     |     |     |     |
| Temperaturbereich I:                                                       |                        | 80°C / 50°C     | $\tau_{Rk,ucr}$ | [N/mm²]                                     | 17                                  | 17  | 16  | 15  | 14  | 13  | 13  | 13  |
| Temperaturbereich II:                                                      |                        | 120°C / 72°C    | $\tau_{Rk,ucr}$ | [N/mm²]                                     | 15                                  | 14  | 14  | 13  | 12  | 12  | 11  | 11  |
| Temperaturbereich III:                                                     |                        | 160°C / 100°C   | $\tau_{Rk,ucr}$ | [N/mm²]                                     | 12                                  | 11  | 11  | 10  | 9,5 | 9,0 | 9,0 | 9,0 |
| Charakteristische Verbundtragfähigkeit im <u>gerissenen</u> Beton C20/25   |                        |                 |                 |                                             |                                     |     |     |     |     |     |     |     |
| Temperaturbereich I:                                                       |                        | 80°C / 50°C     | $\tau_{Rk,cr}$  | [N/mm²]                                     | 7,0                                 | 7,5 | 8,0 | 9,0 | 8,5 | 7,0 | 7,0 | 7,0 |
| Temperaturbereich II:                                                      |                        | 120°C / 72°C    | $\tau_{Rk,cr}$  | [N/mm²]                                     | 6,0                                 | 6,5 | 7,0 | 7,5 | 7,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 |
| Temperaturbereich III:                                                     |                        | 160°C / 100°C   | $\tau_{Rk,cr}$  | [N/mm²]                                     | 5,5                                 | 5,5 | 6,0 | 6,5 | 6,0 | 5,5 | 5,5 | 5,5 |
| Reduktionsfaktor $\psi^0_{sus}$ im Beton C20/25                            |                        |                 |                 |                                             |                                     |     |     |     |     |     |     |     |
| Temperaturbereich I:                                                       |                        | 80°C / 50°C     | $\psi^0_{sus}$  | [-]                                         | 0,79                                |     |     |     |     |     |     |     |
| Temperaturbereich II:                                                      |                        | 120°C / 72°C    | $\psi^0_{sus}$  | [-]                                         | 0,75                                |     |     |     |     |     |     |     |
| Temperaturbereich III:                                                     |                        | 160°C / 100°C   | $\psi^0_{sus}$  | [-]                                         | 0,66                                |     |     |     |     |     |     |     |
| Erhöhungsfaktor für Beton                                                  |                        |                 | $\psi_c$        | 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                                                              |                        |                 |                 |                                             |                                     |     |     |     |     |     |     |     |
| Faktor $k_1$                                                               | ungerissener Beton     |                 | $k_{ucr,N}$     | [-]                                         | 11,0                                |     |     |     |     |     |     |     |
|                                                                            | gerissener Beton       |                 | $k_{cr,N}$      | [-]                                         | 7,7                                 |     |     |     |     |     |     |     |
| Spalten                                                                    |                        |                 |                 |                                             |                                     |     |     |     |     |     |     |     |
| Randabstand                                                                | $h/h_{ef} \geq 2,0$    |                 | $c_{cr,sp}$     | [mm]                                        | $1,0 h_{ef}$                        |     |     |     |     |     |     |     |
|                                                                            | $2,0 > h/h_{ef} > 1,3$ |                 |                 |                                             | $2 \cdot h_{ef} (2,5 - h / h_{ef})$ |     |     |     |     |     |     |     |
|                                                                            | $h/h_{ef} \leq 1,3$    |                 |                 |                                             | $2,4 h_{ef}$                        |     |     |     |     |     |     |     |
| Achsabstand                                                                |                        |                 | $s_{cr,sp}$     | [mm]                                        | $2 c_{cr,sp}$                       |     |     |     |     |     |     |     |
| Montagebeiwert                                                             |                        |                 |                 |                                             |                                     |     |     |     |     |     |     |     |
| trockener oder feuchter Beton                                              | Saugbohren             |                 | $\gamma_{inst}$ | [-]                                         | 1,2                                 |     |     |     |     |     |     |     |
|                                                                            | Manuelle Reinigung     |                 | $\gamma_{inst}$ | [-]                                         | 1,2                                 |     |     | NPA |     |     |     |     |
|                                                                            | Druckluftreinigung     |                 | $\gamma_{inst}$ | [-]                                         | 1,0                                 |     |     |     |     |     |     |     |
| $\gamma_{inst}$                                                            |                        |                 | [-]             | 1,4                                         |                                     |     |     |     |     |     |     |     |
| wassergefülltes Bohrloch                                                   |                        |                 |                 |                                             |                                     |     |     |     |     |     |     |     |

#### Injektionssystem VMH für Beton

**Leistungen**  
Charakteristische Werte der **Zugtragfähigkeit** für **Ankerstangen**

**Anhang C3**

**Tabelle C4:** Charakteristische Werte der **Quertragfähigkeit** für **Ankerstangen**  
unter statischer oder quasi-statischer Belastung

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

**Injektionssystem VMH für Beton**

**Leistungen**  
Charakteristische Werte der **Quertragfähigkeit** für **Ankerstangen**

**Anhang C4**

**Tabelle C5:** Charakteristische Werte der **Zugtragfähigkeit** für **Ankerstangen**  
unter **seismischer Belastung**, Leistungskategorie **C1 + C2**<sup>1)</sup>

| Ankerstangen                                               |                               |                   |         | M8                   | M10 | M12                  | M16 | M20 | M24 | M27 | M30 |
|------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------|---------|----------------------|-----|----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Stahlversagen                                              |                               |                   |         |                      |     |                      |     |     |     |     |     |
| Charakteristischer Widerstand                              |                               | $N_{Rk,s,eq,C1}$  | [kN]    | $1,0 \cdot N_{Rk,s}$ |     |                      |     |     |     |     |     |
|                                                            |                               | $N_{Rk,s,eq,C2}$  | [kN]    | NPA                  |     | $1,0 \cdot N_{Rk,s}$ |     |     |     | NPA |     |
| Teilsicherheitsbeiwert                                     |                               | $\gamma_{Ms,N}$   | [-]     | siehe Tabelle C1     |     |                      |     |     |     |     |     |
| Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch |                               |                   |         |                      |     |                      |     |     |     |     |     |
| Charakteristische Verbundtragfähigkeit                     |                               |                   |         |                      |     |                      |     |     |     |     |     |
| Temperaturbereich                                          | I: 80°C / 50°C                | $\tau_{Rk,eq,C1}$ | [N/mm²] | 7,0                  | 7,5 | 8,0                  | 9,0 | 8,5 | 7,0 | 7,0 | 7,0 |
|                                                            |                               | $\tau_{Rk,eq,C2}$ | [N/mm²] | NPA                  |     | 3,6                  | 3,5 | 3,3 | 2,3 | NPA |     |
|                                                            | II: 120°C / 72°C              | $\tau_{Rk,eq,C1}$ | [N/mm²] | 6,0                  | 6,5 | 7,0                  | 7,5 | 7,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 |
|                                                            |                               | $\tau_{Rk,eq,C2}$ | [N/mm²] | NPA                  |     | 3,1                  | 3,0 | 2,8 | 2,0 | NPA |     |
|                                                            | III: 160°C / 100°C            | $\tau_{Rk,eq,C1}$ | [N/mm²] | 5,5                  | 5,5 | 6,0                  | 6,5 | 6,0 | 5,5 | 5,5 | 5,5 |
|                                                            |                               | $\tau_{Rk,eq,C2}$ | [N/mm²] | NPA                  |     | 2,5                  | 2,7 | 2,5 | 1,8 | NPA |     |
| Montagebeiwert                                             |                               |                   |         |                      |     |                      |     |     |     |     |     |
| Druckluftreinigung                                         | trockener oder feuchter Beton | $\gamma_{inst}$   | [-]     | 1,0                  |     |                      |     |     |     |     |     |
|                                                            | wassergefülltes Bohrloch      |                   |         | 1,4                  |     |                      |     |     |     |     |     |
| Saugbohren                                                 | trockener oder feuchter Beton | $\gamma_{inst}$   | [-]     | 1,2                  |     |                      |     |     |     |     |     |

<sup>1)</sup> Werkstoffe und Festigkeitsklassen nach Anhang B1

**Tabelle C6:** Charakteristische Werte der **Quertragfähigkeit** für **Ankerstangen**  
unter **seismischer Belastung**, Leistungskategorie **C1 + C2**<sup>1)</sup>

| Ankerstangen                        |                                                  |                | M8                            | M10 | M12                    | M16 | M20 | M24 | M27 | M30 |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------|-------------------------------|-----|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Stahlversagen <u>ohne</u> Hebelarm  |                                                  |                |                               |     |                        |     |     |     |     |     |
| Charakteristischer Widerstand       | $V_{Rk,s,eq,C1}$                                 | [kN]           | $0,7 \cdot V_{Rk,s}^0$        |     |                        |     |     |     |     |     |
|                                     | $V_{Rk,s,eq,C2}$                                 | [kN]           | NPA                           |     | $0,7 \cdot V_{Rk,s}^0$ |     |     |     | NPA |     |
| Teilsicherheitsbeiwert              | $\gamma_{Ms,V}$                                  | [-]            | siehe Tabelle C2              |     |                        |     |     |     |     |     |
| Stahlversagen <u>mit</u> Hebelarm   |                                                  |                |                               |     |                        |     |     |     |     |     |
| Charakteristischer Biege­widerstand | $M_{Rk,s,eq}^0$                                  | [Nm]           | Leistung nicht bewertet (NPA) |     |                        |     |     |     |     |     |
| Montagebeiwert                      | $\gamma_{inst}$                                  | [-]            | 1,0                           |     |                        |     |     |     |     |     |
| Faktor für Befestigungen            | ohne Ringspalt                                   | $\alpha_{gap}$ | [-]                           | 1,0 |                        |     |     |     |     |     |
|                                     | mit Lochspiel zwischen Ankerstange und Anbauteil |                |                               | 0,5 |                        |     |     |     |     |     |

<sup>1)</sup> Werkstoffe und Festigkeitsklassen nach Anhang B1

## Injektionssystem VMH für Beton

### Leistungen

Charakteristische Werte unter **seismischer Belastung** für **Ankerstangen**

## Anhang C5

**Tabelle C7: Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Innengewindeankerstangen**  
unter statischer oder quasi-statischer Belastung

| Innengewindeankerstange                                                    |                               |                               |                      | VMU-IG<br>M 6                                    | VMU-IG<br>M 8 | VMU-IG<br>M 10 | VMU-IG<br>M 12 | VMU-IG<br>M 16 | VMU-IG<br>M 20    |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------|--------------------------------------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|-------------------|
| Stahlversagen <sup>1)</sup>                                                |                               |                               |                      |                                                  |               |                |                |                |                   |
| Charakteristischer Widerstand<br>Stahl, verzinkt                           | Fkl 5.8                       | N <sub>Rk,s</sub>             | [kN]                 | 10                                               | 17            | 29             | 42             | 76             | 123               |
|                                                                            | Fkl 8.8                       | N <sub>Rk,s</sub>             | [kN]                 | 16                                               | 27            | 46             | 67             | 121            | 196               |
| Teilsicherheitsbeiwert                                                     |                               | γ <sub>Ms,N</sub>             | [-]                  | 1,5                                              |               |                |                |                |                   |
| Charakteristischer Widerstand<br>Nichtrostender Stahl A4 / HCR             | Fkl. 70                       | N <sub>Rk,s</sub>             | [kN]                 | 14                                               | 26            | 41             | 59             | 110            | 124 <sup>2)</sup> |
|                                                                            |                               |                               |                      |                                                  |               |                |                |                |                   |
| Teilsicherheitsbeiwert                                                     |                               | γ <sub>Ms,N</sub>             | [-]                  | 1,87                                             |               |                |                |                | 2,86              |
| Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch                 |                               |                               |                      |                                                  |               |                |                |                |                   |
| Charakteristische Verbundtragfähigkeit im <u>ungerissenen</u> Beton C20/25 |                               |                               |                      |                                                  |               |                |                |                |                   |
| Temperatur-<br>bereich                                                     | I: 80°C / 50°C                | τ <sub>Rk,ucr</sub>           | [N/mm <sup>2</sup> ] | 17                                               | 16            | 15             | 14             | 13             | 13                |
|                                                                            | II: 120°C / 72°C              | τ <sub>Rk,ucr</sub>           | [N/mm <sup>2</sup> ] | 14                                               | 14            | 13             | 12             | 12             | 11                |
|                                                                            | III: 160°C / 100°C            | τ <sub>Rk,ucr</sub>           | [N/mm <sup>2</sup> ] | 11                                               | 11            | 10             | 9,5            | 9,0            | 9,0               |
| Charakteristische Verbundtragfähigkeit im <u>gerissenen</u> Beton C20/25   |                               |                               |                      |                                                  |               |                |                |                |                   |
| Temperatur-<br>bereich                                                     | I: 80°C / 50°C                | τ <sub>Rk,cr</sub>            | [N/mm <sup>2</sup> ] | 7,5                                              | 8,0           | 9,0            | 8,5            | 7,0            | 7,0               |
|                                                                            | II: 120°C / 72°C              | τ <sub>Rk,cr</sub>            | [N/mm <sup>2</sup> ] | 6,5                                              | 7,0           | 7,5            | 7,0            | 6,0            | 6,0               |
|                                                                            | III: 160°C / 100°C            | τ <sub>Rk,cr</sub>            | [N/mm <sup>2</sup> ] | 5,5                                              | 6,0           | 6,5            | 6,0            | 5,5            | 5,5               |
| Reduktionsfaktor ψ <sup>0</sup> <sub>sus</sub> im Beton C20/25             |                               |                               |                      |                                                  |               |                |                |                |                   |
| Temperatur-<br>bereich                                                     | I: 80°C / 50°C                | ψ <sup>0</sup> <sub>sus</sub> | [-]                  | 0,79                                             |               |                |                |                |                   |
|                                                                            | II: 120°C / 72°C              | ψ <sup>0</sup> <sub>sus</sub> | [-]                  | 0,75                                             |               |                |                |                |                   |
|                                                                            | III: 160°C / 100°C            | ψ <sup>0</sup> <sub>sus</sub> | [-]                  | 0,66                                             |               |                |                |                |                   |
| Erhöhungsfaktor für Beton                                                  |                               |                               | ψ <sub>c</sub>       | 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                                                              |                               |                               |                      |                                                  |               |                |                |                |                   |
| Faktor k <sub>1</sub>                                                      | ungerissener Beton            | k <sub>ucr,N</sub>            | [-]                  | 11,0                                             |               |                |                |                |                   |
|                                                                            | gerissener Beton              | k <sub>cr,N</sub>             | [-]                  | 7,7                                              |               |                |                |                |                   |
| Spalten                                                                    |                               |                               |                      |                                                  |               |                |                |                |                   |
| Randabstand                                                                | h/h <sub>ef</sub> ≥ 2,0       | c <sub>cr,sp</sub>            | [mm]                 | 1,0 h <sub>ef</sub>                              |               |                |                |                |                   |
|                                                                            | 2,0 > h/h <sub>ef</sub> > 1,3 |                               |                      | 2 · h <sub>ef</sub> (2,5 – h / h <sub>ef</sub> ) |               |                |                |                |                   |
|                                                                            | h/h <sub>ef</sub> ≤ 1,3       |                               |                      | 2,4 h <sub>ef</sub>                              |               |                |                |                |                   |
| Achsabstand                                                                |                               | s <sub>cr,sp</sub>            | [mm]                 | 2 c <sub>cr,sp</sub>                             |               |                |                |                |                   |
| Montagebeiwert                                                             |                               |                               |                      |                                                  |               |                |                |                |                   |
| trockener oder<br>feuchter Beton                                           | Saugbohren                    | γ <sub>inst</sub>             | [-]                  | 1,2                                              |               |                |                |                |                   |
|                                                                            | Manuelle Reinigung            | γ <sub>inst</sub>             | [-]                  | 1,2                                              |               | NPA            |                |                |                   |
|                                                                            |                               | γ <sub>inst</sub>             | [-]                  | 1,0                                              |               |                |                |                |                   |
| wassergefülltes<br>Bohrloch                                                | Druckluftreinigung            | γ <sub>inst</sub>             | [-]                  | 1,4                                              |               |                |                |                |                   |

<sup>1)</sup> 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

<sup>2)</sup> Für VMU-IG M20: Festigkeitsklasse 50

## Injektionssystem VMH für Beton

### Leistungen

Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Innengewindeankerstangen

## Anhang C6



**Tabelle C8:** Charakteristische Werte unter **Querbeanspruchung** für  
**Innengewindeankerstangen** unter statischer oder quasi-statischer Belastung

| Innengewindeankerstange                          |                                            |          |                     | VMU-IG<br>M 6                   | VMU-IG<br>M 8 | VMU-IG<br>M 10 | VMU-IG<br>M 12 | VMU-IG<br>M 16 | VMU-IG<br>M 20          |
|--------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------|---------------------|---------------------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|-------------------------|
| Stahlversagen <u>ohne</u> Hebelarm <sup>1)</sup> |                                            |          |                     |                                 |               |                |                |                |                         |
| Stahl, verzinkt                                  | Charakteristischer Widerstand              | Fkl. 5.8 | $V^0_{Rk,s}$ [kN]   | 5                               | 9             | 15             | 21             | 38             | 61                      |
|                                                  | Charakteristischer Widerstand              | Fkl. 8.8 | $V^0_{Rk,s}$ [kN]   | 8                               | 14            | 23             | 34             | 60             | 98                      |
|                                                  | Teilsicherheitsbeiwert                     |          | $\gamma_{Ms,V}$ [-] | 1,25                            |               |                |                |                |                         |
| Nicht-rostender Stahl                            | Charakteristischer Widerstand, A4 / HCR    | Fkl. 70  | $V^0_{Rk,s}$ [kN]   | 7                               | 13            | 20             | 30             | 55             | 62 <sup>2)</sup>        |
|                                                  | Teilsicherheitsbeiwert                     |          | $\gamma_{Ms,V}$ [-] | 1,56                            |               |                |                |                | 2,38                    |
| Duktilitätsfaktor                                |                                            |          | $k_7$ [-]           | 1,0                             |               |                |                |                |                         |
| Stahlversagen <u>mit</u> Hebelarm <sup>1)</sup>  |                                            |          |                     |                                 |               |                |                |                |                         |
| Stahl, verzinkt                                  | Charakteristischer Biege­widerstand        | Fkl. 5.8 | $M^0_{Rk,s}$ [Nm]   | 8                               | 19            | 37             | 66             | 167            | 325                     |
|                                                  | Charakteristischer Biege­widerstand        | Fkl. 8.8 | $M^0_{Rk,s}$ [Nm]   | 12                              | 30            | 60             | 105            | 267            | 519                     |
|                                                  | Teilsicherheitsbeiwert                     |          | $\gamma_{Ms,V}$ [-] | 1,25                            |               |                |                |                |                         |
| Nicht-rostender Stahl                            | Charakteristischer Biege­widerstand A4/HCR | Fkl. 70  | $M^0_{Rk,s}$ [Nm]   | 11                              | 26            | 53             | 92             | 234            | 643 <sup>2)</sup>       |
|                                                  | Teilsicherheitsbeiwert                     |          | $\gamma_{Ms,V}$ [-] | 1,56                            |               |                |                |                | 2,38                    |
| 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                                   |                                            |          | $\gamma_{inst}$ [-] | 1,0                             |               |                |                |                |                         |

<sup>1)</sup> 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.

<sup>2)</sup> 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 C7

**Tabelle C9:** Charakteristische Werte der **Zugtragfähigkeit** für **Betonstahl** unter statischer oder quasi-statischer Belastung

| 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 <sub>Rk,s</sub>             | [kN]           | A <sub>s</sub> • f <sub>uk</sub> <sup>1)</sup> |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Stahlspannungsquerschnitt                                                  |                              | A <sub>s</sub>                | [mm²]          | 50                                             | 79   | 113  | 154  | 201  | 314  | 452  | 491  | 616  | 804  |
| Teilsicherheitsbeiwert                                                     |                              | γ <sub>Ms,N</sub>             | [-]            | 1,4 <sup>2)</sup>                              |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch                 |                              |                               |                |                                                |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Charakteristische Verbundtragfähigkeit im <u>ungerissenen</u> Beton C20/25 |                              |                               |                |                                                |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Temperaturbereich                                                          | I: 80°C / 50°C               | τ <sub>Rk,ucr</sub>           | [N/mm²]        | 14                                             | 14   | 14   | 14   | 13   | 13   | 13   | 13   | 13   | 13   |
|                                                                            | II: 120°C / 72°C             | τ <sub>Rk,ucr</sub>           | [N/mm²]        | 13                                             | 12   | 12   | 12   | 12   | 11   | 11   | 11   | 11   | 11   |
|                                                                            | III: 160°C / 100°C           | τ <sub>Rk,ucr</sub>           | [N/mm²]        | 9,5                                            | 9,5  | 9,5  | 9,0  | 9,0  | 9,0  | 9,0  | 9,0  | 8,5  | 8,5  |
| Charakteristische Verbundtragfähigkeit im <u>gerissenen</u> Beton C20/25   |                              |                               |                |                                                |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Temperaturbereich                                                          | I: 80°C / 50°C               | τ <sub>Rk,cr</sub>            | [N/mm²]        | 5,5                                            | 5,5  | 6,0  | 6,5  | 6,5  | 6,5  | 6,5  | 7,0  | 7,0  | 7,0  |
|                                                                            | II: 120°C / 72°C             | τ <sub>Rk,cr</sub>            | [N/mm²]        | 4,5                                            | 5,0  | 5,0  | 5,5  | 5,5  | 5,5  | 5,5  | 6,0  | 6,0  | 6,0  |
|                                                                            | III: 160°C / 100°C           | τ <sub>Rk,cr</sub>            | [N/mm²]        | 4,0                                            | 4,5  | 4,5  | 5,0  | 5,0  | 5,0  | 5,0  | 5,0  | 5,0  | 5,0  |
| Reduktionsfaktor ψ <sup>0</sup> <sub>sus</sub> im Beton C20/25             |                              |                               |                |                                                |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Temperaturbereich                                                          | I: 80°C / 50°C               | ψ <sup>0</sup> <sub>sus</sub> | [-]            | 0,79                                           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                                                                            | II: 120°C / 72°C             | ψ <sup>0</sup> <sub>sus</sub> | [-]            | 0,75                                           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                                                                            | III: 160°C / 100°C           | ψ <sup>0</sup> <sub>sus</sub> | [-]            | 0,66                                           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Erhöhungsfaktor für Beton                                                  |                              |                               | ψ <sub>c</sub> | 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                                                              |                              |                               |                |                                                |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Faktor k <sub>1</sub>                                                      | ungerissener Beton           | k <sub>ucr,N</sub>            | [-]            | 11,0                                           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                                                                            | gerissener Beton             | k <sub>cr,N</sub>             | [-]            | 7,7                                            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Spalten                                                                    |                              |                               |                |                                                |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Randabstand                                                                | h/h <sub>ef</sub> ≥ 2,0      | c <sub>cr,sp</sub>            | [mm]           | 1,0 h <sub>ef</sub>                            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                                                                            | 2,0> h/h <sub>ef</sub> > 1,3 |                               |                | 2 • h <sub>ef</sub> (2,5 – h/h <sub>ef</sub> ) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                                                                            | h/h <sub>ef</sub> ≤ 1,3      |                               |                | 2,4 h <sub>ef</sub>                            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Achsabstand                                                                |                              | s <sub>cr,sp</sub>            | [mm]           | 2 c <sub>cr,sp</sub>                           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Montagebeiwert                                                             |                              |                               |                |                                                |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| trockener oder feuchter Beton                                              | Saugbohren                   | γ <sub>inst</sub>             | [-]            | 1,2                                            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                                                                            | Manuelle Reinigung           | γ <sub>inst</sub>             | [-]            | 1,2                                            |      |      |      |      | NPA  |      |      |      |      |
|                                                                            | Druckluftreinigung           | γ <sub>inst</sub>             | [-]            | 1,0                                            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| wassergefülltes Bohrloch                                                   |                              | γ <sub>inst</sub>             | [-]            | 1,4                                            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

<sup>1)</sup>  $f_{yk}$  ist den Spezifikationen des Betonstahls zu entnehmen

<sup>2)</sup> Sofern andere nationale Regelungen fehlen

## Injektionssystem VMH für Beton

### Leistungen

Charakteristische Werte der **Zugtragfähigkeit** für **Betonstahl**

**Anhang C8**

**Tabelle C10:** Charakteristische Werte der **Quertragfähigkeit** für **Betonstahl**  
unter statischer oder quasi-statischer Belastung

| 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               | $V^0_{Rk,s}$    | [kN]  | $0,50 \cdot A_s \cdot f_{uk}^{1)}$   |      |      |      |      |      |      |                       |      |      |
| Stahlspannungsquerschnitt                   | $A_s$           | [mm²] | 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         | $M^0_{Rk,s}$    | [Nm]  | $1,2 \cdot W_{el} \cdot f_{uk}^{1)}$ |      |      |      |      |      |      |                       |      |      |
| Elastisches Widerstandsmoment               | $W_{el}$        | [mm³] | 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                              | $\gamma_{inst}$ | [-]   | 1,0                                  |      |      |      |      |      |      |                       |      |      |

<sup>1)</sup> ist den Spezifikationen des Betonstahls zu entnehmen

<sup>2)</sup> Sofern andere nationale Regelungen fehlen

**Injektionssystem VMH für Beton**

**Leistungen**  
Charakteristische Werte der **Quertragfähigkeit** für **Betonstahl**

**Anhang C9**

**Tabelle C11: Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Betonstahl**  
unter **seismischer Belastung**, Leistungskategorie **C1**

| Betonstahl                                                 |                    |                  |                   | Ø 8                     | Ø 10 | Ø 12 | Ø 14 | Ø 16 | Ø 20 | Ø 24 | Ø 25 | Ø 28 | Ø 32 |     |
|------------------------------------------------------------|--------------------|------------------|-------------------|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| Stahlversagen                                              |                    |                  |                   |                         |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| Charakteristischer Widerstand                              |                    | $N_{Rk,s,eq,C1}$ | [kN]              | $A_s \cdot f_{uk}^{1)}$ |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| Stahlspannungsquerschnitt                                  |                    | $A_s$            | [mm²]             | 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     |                    |                  |                   |                         |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| Temperaturbereich                                          | I:                 | 80°C / 50°C      | $\tau_{Rk,eq,C1}$ | [N/mm²]                 | 5,5  | 5,5  | 6,0  | 6,5  | 6,5  | 6,5  | 6,5  | 7,0  | 7,0  | 7,0 |
|                                                            | II:                | 120°C / 72°C     | $\tau_{Rk,eq,C1}$ | [N/mm²]                 | 4,5  | 5,0  | 5,0  | 5,5  | 5,5  | 5,5  | 5,5  | 6,0  | 6,0  | 6,0 |
|                                                            | III:               | 160°C / 100°C    | $\tau_{Rk,eq,C1}$ | [N/mm²]                 | 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         | $\gamma_{inst}$  | [-]               | 1,2                     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
|                                                            | Druckluftreinigung | $\gamma_{inst}$  | [-]               | 1,0                     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| wassergefülltes Bohrloch                                   |                    |                  | $\gamma_{inst}$   | [-]                     | 1,4  |      |      |      |      |      |      |      |      |     |

<sup>1)</sup> ist den Spezifikationen des Betonstahls zu entnehmen

<sup>2)</sup> Sofern andere nationale Regelungen fehlen

**Tabelle C12: Charakteristische Werte der Quertragfähigkeit für Betonstahl**  
unter **seismischer Belastung**, Leistungskategorie **C1**

| 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       | $V_{Rk,s,eq,C1}$   | [kN]  | $0,35 \cdot A_s \cdot f_{uk}^{1)}$ |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Stahlspannungsquerschnitt           | $A_s$              | [mm²] | 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 | $M^0_{Rk,s,eq,C1}$ | [Nm]  | Leistung nicht bewertet (NPA)      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Montagebeiwert                      | $\gamma_{inst}$    | [-]   | 1,0                                |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

<sup>1)</sup> ist den Spezifikationen des Betonstahls zu entnehmen

<sup>2)</sup> Sofern andere nationale Regelungen fehlen

## Injektionssystem VMH für Beton

### Leistungen

Charakteristische Werte unter **seismischer Belastung** für **Betonstahl**

## Anhang C10

**Tabelle C13: Verschiebung unter Zugbeanspruchung (Ankerstange)**

| Ankerstange                                                                                                      |                            |                           | M8    | M10   | M12   | M16   | M20   | M24   | M27   | M30   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Verschiebungsfaktoren<sup>1)</sup> für ungerissener Beton unter statischer und quasi-statischer Belastung</b> |                            |                           |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Temperaturbereich<br>I: 80°C / 50°C                                                                              | $\delta_{N0}$ -Faktor      | [mm/(N/mm <sup>2</sup> )] | 0,031 | 0,032 | 0,034 | 0,037 | 0,039 | 0,042 | 0,044 | 0,046 |
|                                                                                                                  | $\delta_{N\infty}$ -Faktor | [mm/(N/mm <sup>2</sup> )] | 0,040 | 0,042 | 0,044 | 0,047 | 0,051 | 0,054 | 0,057 | 0,060 |
| Temperaturbereich<br>II: 120°C / 72°C                                                                            | $\delta_{N0}$ -Faktor      | [mm/(N/mm <sup>2</sup> )] | 0,032 | 0,034 | 0,035 | 0,038 | 0,041 | 0,044 | 0,046 | 0,048 |
|                                                                                                                  | $\delta_{N\infty}$ -Faktor | [mm/(N/mm <sup>2</sup> )] | 0,042 | 0,044 | 0,045 | 0,049 | 0,053 | 0,056 | 0,059 | 0,062 |
| Temperaturbereich<br>III: 160°C / 100°C                                                                          | $\delta_{N0}$ -Faktor      | [mm/(N/mm <sup>2</sup> )] | 0,121 | 0,126 | 0,131 | 0,142 | 0,153 | 0,163 | 0,171 | 0,179 |
|                                                                                                                  | $\delta_{N\infty}$ -Faktor | [mm/(N/mm <sup>2</sup> )] | 0,124 | 0,129 | 0,135 | 0,146 | 0,157 | 0,168 | 0,176 | 0,184 |
| <b>Verschiebungsfaktoren<sup>1)</sup> für gerissener Beton unter statischer und quasi-statischer Belastung</b>   |                            |                           |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Temperaturbereich<br>I: 80°C / 50°C                                                                              | $\delta_{N0}$ -Faktor      | [mm/(N/mm <sup>2</sup> )] | 0,081 | 0,083 | 0,085 | 0,090 | 0,095 | 0,099 | 0,103 | 0,106 |
|                                                                                                                  | $\delta_{N\infty}$ -Faktor | [mm/(N/mm <sup>2</sup> )] | 0,104 | 0,107 | 0,110 | 0,116 | 0,122 | 0,128 | 0,133 | 0,137 |
| Temperaturbereich<br>II: 120°C / 72°C                                                                            | $\delta_{N0}$ -Faktor      | [mm/(N/mm <sup>2</sup> )] | 0,084 | 0,086 | 0,088 | 0,093 | 0,098 | 0,103 | 0,107 | 0,110 |
|                                                                                                                  | $\delta_{N\infty}$ -Faktor | [mm/(N/mm <sup>2</sup> )] | 0,108 | 0,111 | 0,114 | 0,121 | 0,127 | 0,133 | 0,138 | 0,143 |
| Temperaturbereich<br>III: 160°C / 100°C                                                                          | $\delta_{N0}$ -Faktor      | [mm/(N/mm <sup>2</sup> )] | 0,312 | 0,321 | 0,330 | 0,349 | 0,367 | 0,385 | 0,399 | 0,412 |
|                                                                                                                  | $\delta_{N\infty}$ -Faktor | [mm/(N/mm <sup>2</sup> )] | 0,321 | 0,330 | 0,340 | 0,358 | 0,377 | 0,396 | 0,410 | 0,424 |
| <b>Gerissener Beton unter seismischer Belastung (C2)</b>                                                         |                            |                           |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Alle Temperatur-<br>bereiche                                                                                     | $\delta_{N,eq}$ (DLS)      | [mm]                      | NPA   |       |       | 0,24  | 0,27  | 0,29  | 0,27  | NPA   |
|                                                                                                                  | $\delta_{N,eq}$ (ULS)      | [mm]                      |       |       |       |       |       |       |       |       |

<sup>1)</sup> Berechnung der Verschiebung

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

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

**Tabelle C14: Verschiebung unter Querbeanspruchung (Ankerstange)**

| Ankerstange                                                                                          |                            |           | M 8  | M 10 | M 12 | M 16 | M 20 | M24  | M 27 | M 30 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <b>Verschiebungsfaktoren<sup>1)</sup> für Beton unter statischer und quasi-statischer Einwirkung</b> |                            |           |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Alle Temperatur-<br>bereiche                                                                         | $\delta_{V0}$ -Faktor      | [mm/(kN)] | 0,06 | 0,06 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,03 |
|                                                                                                      | $\delta_{V\infty}$ -Faktor | [mm/(kN)] | 0,09 | 0,08 | 0,08 | 0,06 | 0,06 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| <b>Gerissener Beton unter seismischer Belastung (C2)</b>                                             |                            |           |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Alle Temperatur-<br>bereiche                                                                         | $\delta_{V,eq}$ (DLS)      | [mm]      | NPA  |      |      | 3,6  | 3,0  | 3,1  | 3,5  | NPA  |
|                                                                                                      | $\delta_{V,eq}$ (ULS)      | [mm]      |      |      |      |      |      |      |      |      |

<sup>1)</sup> 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**  
Verschiebung (Ankerstange)

**Anhang C11**

**Tabelle C15: Verschiebung unter Zugbeanspruchung (Innengewindeankerstange)**

| Innengewindeankerstange                                                                                          |                            |                           | VMU-IG<br>M 6 | VMU-IG<br>M 8 | VMU-IG<br>M 10 | VMU-IG<br>M 12 | VMU-IG<br>M 16 | VMU-IG<br>M 20 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>Verschiebungsfaktoren<sup>1)</sup> für ungerissener Beton unter statischer und quasi-statischer Belastung</b> |                            |                           |               |               |                |                |                |                |
| Temperaturbereich I:<br>80°C / 50°C                                                                              | $\delta_{N0}$ -Faktor      | [mm/(N/mm <sup>2</sup> )] | 0,032         | 0,034         | 0,037          | 0,039          | 0,042          | 0,046          |
|                                                                                                                  | $\delta_{N\infty}$ -Faktor | [mm/(N/mm <sup>2</sup> )] | 0,042         | 0,044         | 0,047          | 0,051          | 0,054          | 0,060          |
| Temperaturbereich II:<br>120°C / 72°C                                                                            | $\delta_{N0}$ -Faktor      | [mm/(N/mm <sup>2</sup> )] | 0,034         | 0,035         | 0,038          | 0,041          | 0,044          | 0,048          |
|                                                                                                                  | $\delta_{N\infty}$ -Faktor | [mm/(N/mm <sup>2</sup> )] | 0,044         | 0,045         | 0,049          | 0,053          | 0,056          | 0,062          |
| Temperaturbereich III:<br>160°C / 100°C                                                                          | $\delta_{N0}$ -Faktor      | [mm/(N/mm <sup>2</sup> )] | 0,126         | 0,131         | 0,142          | 0,153          | 0,163          | 0,179          |
|                                                                                                                  | $\delta_{N\infty}$ -Faktor | [mm/(N/mm <sup>2</sup> )] | 0,129         | 0,135         | 0,146          | 0,157          | 0,168          | 0,184          |
| <b>Verschiebungsfaktoren<sup>1)</sup> für gerissener Beton unter statischer und quasi-statischer Belastung</b>   |                            |                           |               |               |                |                |                |                |
| Temperaturbereich I:<br>80°C / 50°C                                                                              | $\delta_{N0}$ -Faktor      | [mm/(N/mm <sup>2</sup> )] | 0,083         | 0,085         | 0,090          | 0,095          | 0,099          | 0,106          |
|                                                                                                                  | $\delta_{N\infty}$ -Faktor | [mm/(N/mm <sup>2</sup> )] | 0,107         | 0,110         | 0,116          | 0,122          | 0,128          | 0,137          |
| Temperaturbereich II:<br>120°C / 72°C                                                                            | $\delta_{N0}$ -Faktor      | [mm/(N/mm <sup>2</sup> )] | 0,086         | 0,088         | 0,093          | 0,098          | 0,103          | 0,110          |
|                                                                                                                  | $\delta_{N\infty}$ -Faktor | [mm/(N/mm <sup>2</sup> )] | 0,111         | 0,114         | 0,121          | 0,127          | 0,133          | 0,143          |
| Temperaturbereich III:<br>160°C / 100°C                                                                          | $\delta_{N0}$ -Faktor      | [mm/(N/mm <sup>2</sup> )] | 0,321         | 0,330         | 0,349          | 0,367          | 0,385          | 0,412          |
|                                                                                                                  | $\delta_{N\infty}$ -Faktor | [mm/(N/mm <sup>2</sup> )] | 0,330         | 0,340         | 0,358          | 0,377          | 0,396          | 0,424          |

<sup>1)</sup> Berechnung der Verschiebung

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

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

**Tabelle C16: Verschiebung unter Querbeanspruchung (Innengewindeankerstange)**

| Innengewindeankerstange                                                                |                            |           | VMU-IG<br>M 6 | VMU-IG<br>M 8 | VMU-IG<br>M 10 | VMU-IG<br>M 12 | VMU-IG<br>M 16 | VMU-IG<br>M 20 |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>Verschiebungsfaktoren<sup>1)</sup> unter statischer, quasi-statischer Belastung</b> |                            |           |               |               |                |                |                |                |
| Alle Temperaturbereiche                                                                | $\delta_{V0}$ -Faktor      | [mm/(kN)] | 0,07          | 0,06          | 0,06           | 0,05           | 0,04           | 0,04           |
|                                                                                        | $\delta_{V\infty}$ -Faktor | [mm/(kN)] | 0,10          | 0,09          | 0,08           | 0,08           | 0,06           | 0,06           |

<sup>1)</sup> 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 C12**



**Tabelle C17: 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  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Verschiebungsfaktoren<sup>1)</sup> für ungerissener Beton unter statischer und quasi-statischer Belastung</b> |                            |                           |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Temperaturbereich<br>I: 80°C / 50°C                                                                              | $\delta_{N0}$ -Faktor      | [mm/(N/mm <sup>2</sup> )] | 0,031 | 0,032 | 0,034 | 0,035 | 0,037 | 0,039 | 0,042 | 0,043 | 0,045 | 0,048 |
|                                                                                                                  | $\delta_{N\infty}$ -Faktor | [mm/(N/mm <sup>2</sup> )] | 0,040 | 0,042 | 0,044 | 0,045 | 0,047 | 0,051 | 0,054 | 0,055 | 0,058 | 0,063 |
| Temperaturbereich<br>II: 120°C / 72°C                                                                            | $\delta_{N0}$ -Faktor      | [mm/(N/mm <sup>2</sup> )] | 0,032 | 0,034 | 0,035 | 0,036 | 0,038 | 0,041 | 0,044 | 0,045 | 0,047 | 0,050 |
|                                                                                                                  | $\delta_{N\infty}$ -Faktor | [mm/(N/mm <sup>2</sup> )] | 0,042 | 0,044 | 0,045 | 0,047 | 0,049 | 0,053 | 0,056 | 0,057 | 0,060 | 0,065 |
| Temperaturbereich<br>III: 160°C / 100°C                                                                          | $\delta_{N0}$ -Faktor      | [mm/(N/mm <sup>2</sup> )] | 0,121 | 0,126 | 0,131 | 0,137 | 0,142 | 0,153 | 0,163 | 0,164 | 0,172 | 0,186 |
|                                                                                                                  | $\delta_{N\infty}$ -Faktor | [mm/(N/mm <sup>2</sup> )] | 0,124 | 0,129 | 0,135 | 0,141 | 0,146 | 0,157 | 0,168 | 0,169 | 0,177 | 0,192 |
| <b>Verschiebungsfaktoren<sup>1)</sup> für gerissener Beton unter statischer und quasi-statischer Belastung</b>   |                            |                           |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Temperaturbereich<br>I: 80°C / 50°C                                                                              | $\delta_{N0}$ -Faktor      | [mm/(N/mm <sup>2</sup> )] | 0,081 | 0,083 | 0,085 | 0,087 | 0,090 | 0,095 | 0,099 | 0,099 | 0,103 | 0,108 |
|                                                                                                                  | $\delta_{N\infty}$ -Faktor | [mm/(N/mm <sup>2</sup> )] | 0,104 | 0,107 | 0,110 | 0,113 | 0,116 | 0,122 | 0,128 | 0,128 | 0,133 | 0,141 |
| Temperaturbereich<br>II: 120°C / 72°C                                                                            | $\delta_{N0}$ -Faktor      | [mm/(N/mm <sup>2</sup> )] | 0,084 | 0,086 | 0,088 | 0,090 | 0,093 | 0,098 | 0,103 | 0,103 | 0,107 | 0,113 |
|                                                                                                                  | $\delta_{N\infty}$ -Faktor | [mm/(N/mm <sup>2</sup> )] | 0,108 | 0,111 | 0,114 | 0,118 | 0,121 | 0,127 | 0,133 | 0,133 | 0,138 | 0,148 |
| Temperaturbereich<br>III: 160°C / 100°C                                                                          | $\delta_{N0}$ -Faktor      | [mm/(N/mm <sup>2</sup> )] | 0,312 | 0,321 | 0,330 | 0,340 | 0,349 | 0,367 | 0,385 | 0,385 | 0,399 | 0,425 |
|                                                                                                                  | $\delta_{N\infty}$ -Faktor | [mm/(N/mm <sup>2</sup> )] | 0,321 | 0,330 | 0,340 | 0,349 | 0,358 | 0,377 | 0,396 | 0,396 | 0,410 | 0,449 |

<sup>1)</sup> Berechnung der Verschiebung

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

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

**Tabelle C18: 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 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <b>Verschiebungsfaktoren<sup>1)</sup> unter statischer und quasi-statischer Belastung</b> |                            |           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Alle<br>Temperaturbereiche                                                                | $\delta_{V0}$ -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 | [mm/(kN)] | 0,09 | 0,08 | 0,08 | 0,06 | 0,06 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,04 | 0,04 |

<sup>1)</sup> 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**  
Verschiebung (Betonstahl)

**Anhang C13**