

Zulassungsstelle für Bauprodukte und Bauarten

Bautechnisches Prüfamt

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



## Europäische Technische Bewertung

**ETA-17/0872**  
**vom 31. Juli 2023**

### 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 FMZ für Beton

Injektionssystem zur Verankerung im Beton

Market Tech (Beijing) Co., Ltd  
Room 121211, unit 2, building 3, No. 1  
Futong East Street  
BEIJING, CHAOYANG DISTRICT  
VOLKSREPUBLIK CHINA

Manufacturing plant no. 1  
Manufacturing plant no. 2

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

330499-01-0601, Edition 04/2020

ETA-17/0872 vom 8. Dezember 2017

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

Der "Injektionssystem FMZ für Beton" ist ein Verbunddübel, der aus einer Mörtelkartusche mit Injektionsmörtel FMZ oder FMZ Polar 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  $\varnothing$  8 bis  $\varnothing$  32 mm oder eine Innengewindestange FMZ-IG-M6 bis FMZ-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 B 2, C 1, C 3, C 4, C 7 und C 9 |
| Charakteristischer Widerstand unter Querbeanspruchung (statische und quasi-statische Einwirkungen) | Siehe Anhang C 2, C 5, C 8, C 10             |
| Verschiebungen unter Kurzzeit- und Langzeitbelastung                                               | Siehe Anhang C 12 bis C 14                   |
| Charakteristischer Widerstand für seismische Leitungskategorie C1                                  | Siehe Anhang C 6 und C 11                    |
| Charakteristischer Widerstand und Verschiebungen für seismische Leitungskategorie C2               | Leistung nicht bewertet                      |

#### 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.

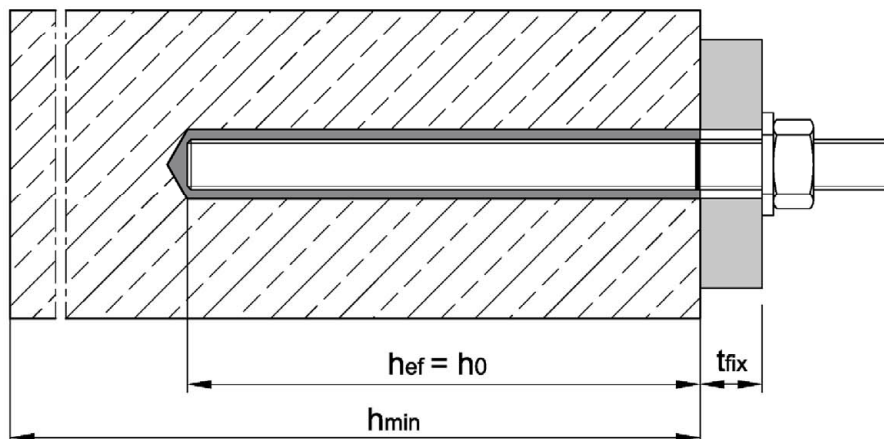
Ausgestellt in Berlin am 31. Juli 2023 vom Deutschen Institut für Bautechnik

Dipl.-Ing. Beatrix Wittstock  
Referatsleiterin

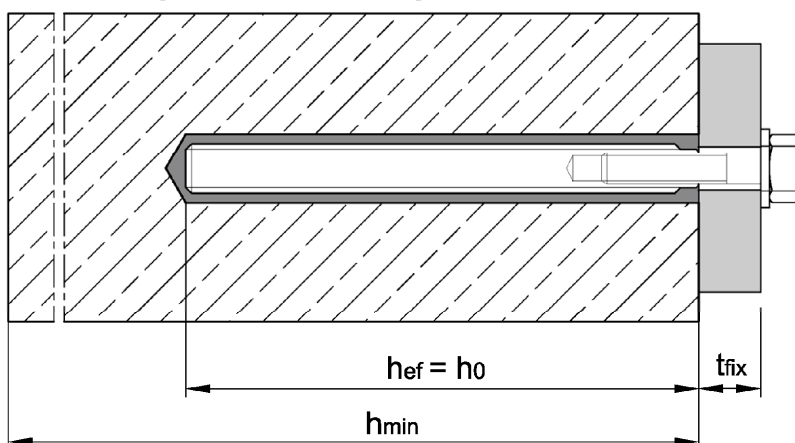
Beglaubigt  
Baderschneider

### Einbauzustand Ankerstange M8 bis M30

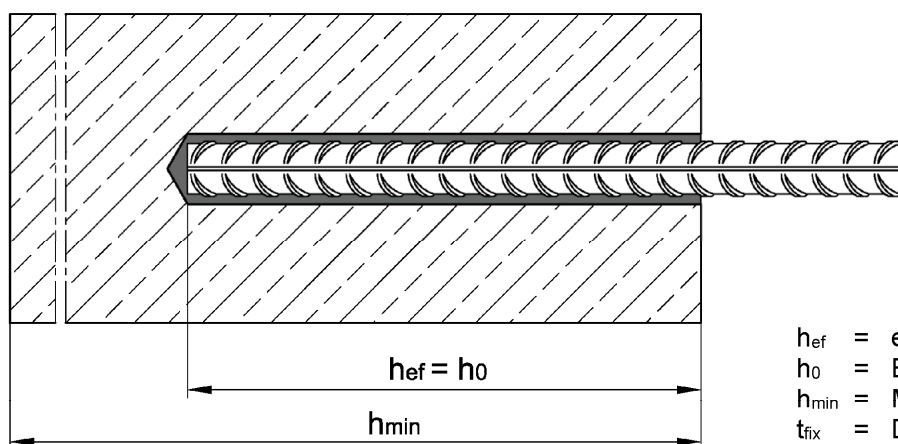
Vorsteckmontage oder Durchsteckmontage (optional mit verfülltem Ringspalt)



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



### Einbauzustand Betonstahl ø8 bis ø32



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

Injektionssystem FMZ für Beton

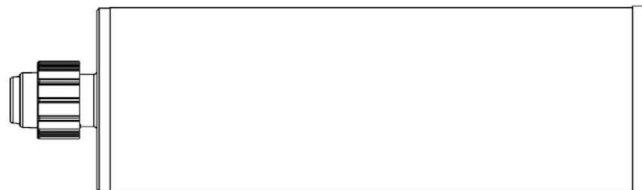
Produktbeschreibung  
Einbauzustand

Anhang A1

## Kartusche FMZ oder FMZ Polar

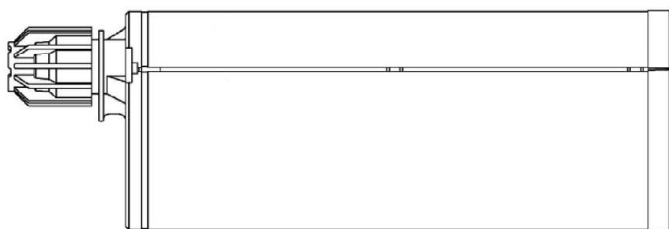
### Koaxial Kartusche

150 ml,  
280 ml,  
300 ml bis 333 ml  
380 ml bis 420 ml



### Side-by-side Kartusche

235 ml,  
345 ml bis 360 ml  
825 ml



### Schlauchfolienkartusche

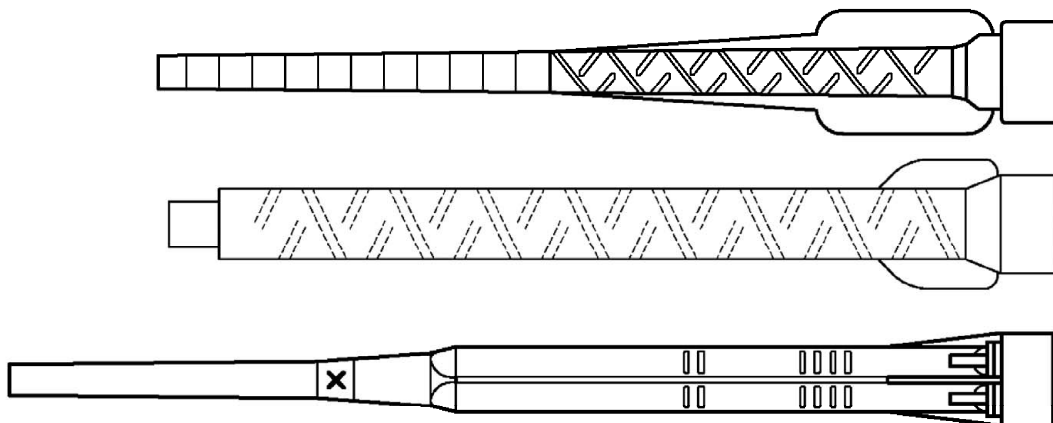
165 ml  
300 ml



### Kartuschenaufdruck:

FMZ oder FMZ Polar,  
Verarbeitungshinweise, Chargennummer, Haltbarkeitsdatum, Gefahrennummern,  
Lagertemperatur, Aushärtezeit und Verarbeitungszeit (abhängig von der Temperatur), sowohl mit  
als auch ohne Kolbenwegskala

### Statikmischer



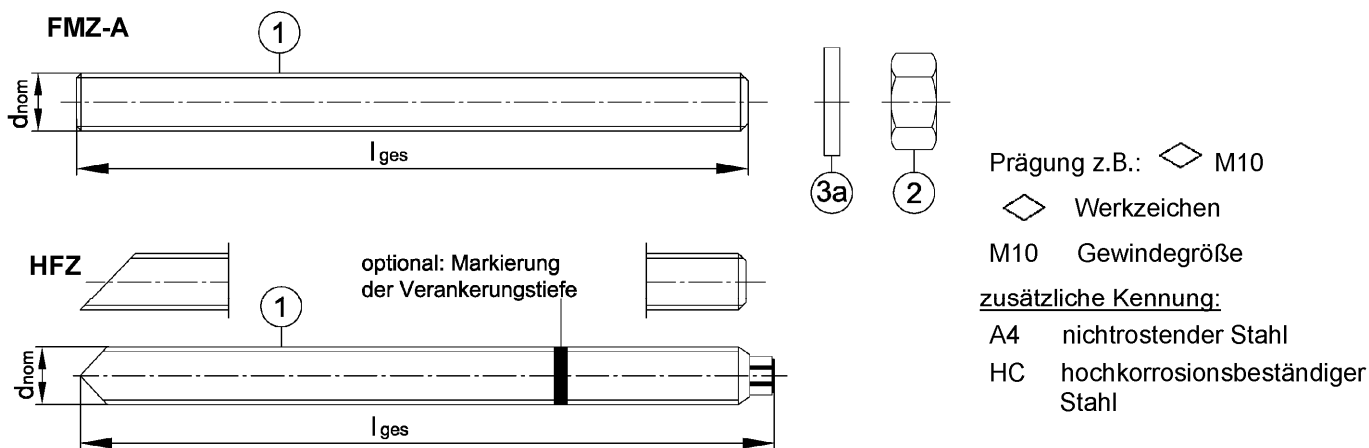
Injektionssystem FMZ für Beton

Produktbeschreibung  
Kartuschen und Zubehör

Anhang A2

## Ankerstangen

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



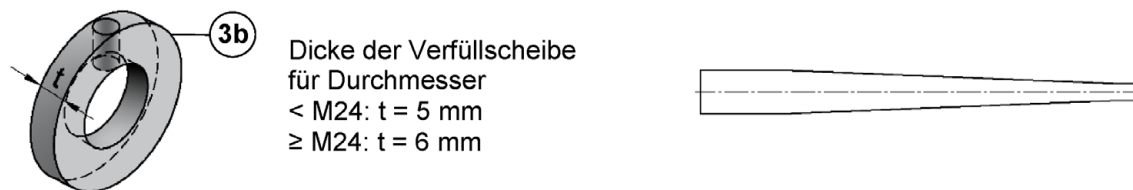
**Ankerstange HFT (Meterware zum Ablängen)**  
**M8, M10, M12, M16, M20, M24, M27, M30** (verzinkt, A2, A4, HCR)

### Handelsübliche Gewindestange

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

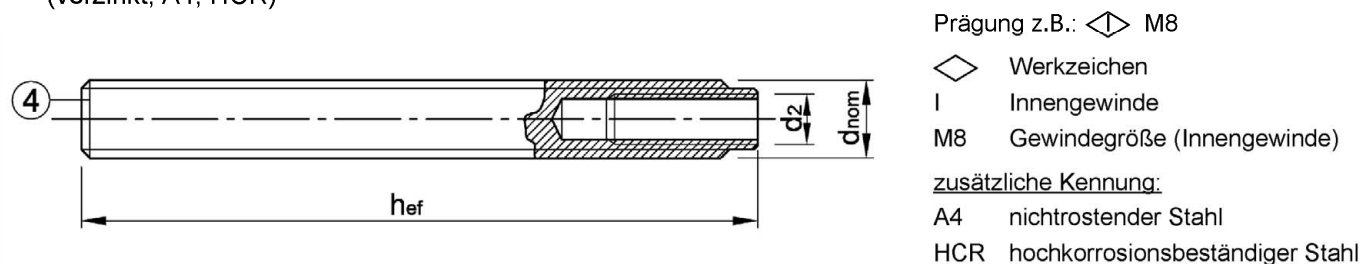
- Werkstoff, Abmessungen und mechanische Eigenschaften gemäß Tabelle A1
- Stahl verzinkt: nach EN ISO 898-1:2013 bzw. EN ISO 898-2:2022
- Nichtrostender Stahl oder hochkorrosionsbeständiger Stahl: nach EN ISO 3506-1:2020 oder EN ISO 3506-2:2020
- Abnahmeprüfzeugnis 3.1 gemäß EN 10204:2004

## Verfüllscheibe VS und Mischerreduzierung zum Verfüllen des Ringspalts zwischen Anker und Anbauteil



## Innengewindeankerstange

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



## Injektionssystem FMZ für Beton

### Produktbeschreibung

Ankerstangen und Innengewindeankerstange

## Anhang A3

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

| Teil                                                                                                                   | Benennung                     |                                                                                | Werkstoff                                           |     |                                   |     |                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----|-----------------------------------|-----|----------------------|
| Stahl, verzinkt<br>galvanisch verzinkt ≥ 5 µm, feuerverzinkt ≥ 40 µm (im Mittel 50 µm) oder diffusionsverzinkt ≥ 45 µm |                               |                                                                                |                                                     |     |                                   |     |                      |
| 1                                                                                                                      | Ankerstange                   | Festigkeits-<br>klasse                                                         | Charakteristische<br>Zugfestigkeit                  |     | Charakteristische<br>Streckgrenze |     | Bruchdehnung         |
|                                                                                                                        |                               | 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> > 8 % |
| 2                                                                                                                      | Sechskantmutter               | 4                                                                              | für Ankerstangen der Klasse 4.6, 4.8                |     |                                   |     |                      |
|                                                                                                                        |                               | 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;<br>EN ISO 887:2006 |                                                     |     |                                   |     |                      |
| 3b                                                                                                                     | Verfüllscheibe VS             | Stahl, verzinkt                                                                |                                                     |     |                                   |     |                      |
| 4                                                                                                                      | Innengewinde-<br>ankerstange  | 5.8                                                                            | Stahl, galvanisch verzinkt oder                     |     |                                   |     | A <sub>5</sub> > 8%  |
|                                                                                                                        |                               | 8.8                                                                            | diffusionsverzinkt                                  |     |                                   |     | A <sub>5</sub> > 8%  |
| Nichtrostender Stahl A2 <sup>1)</sup>                                                                                  |                               |                                                                                | CRC II (1.4301 / 1.4307 / 1.4311 / 1.4567 / 1.4541) |     |                                   |     |                      |
| Nichtrostender Stahl A4                                                                                                |                               |                                                                                | CRC III (1.4401 / 1.4404 / 1.4571 / 1.4578)         |     |                                   |     |                      |
| Hochkorrosionsbeständiger Stahl HCR                                                                                    |                               |                                                                                | CRC V (1.4529 / 1.4565 )                            |     |                                   |     |                      |
| 1                                                                                                                      | Ankerstange <sup>2)</sup>     | Festigkeits-<br>klasse                                                         | Charakteristische<br>Zugfestigkeit                  |     | Charakteristische<br>Streckgrenze |     | Bruchdehnung         |
|                                                                                                                        |                               | 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> > 8 % |
|                                                                                                                        |                               | 80                                                                             |                                                     | 800 |                                   | 600 | A <sub>5</sub> > 8 % |
| 2                                                                                                                      | Sechskantmutter <sup>2)</sup> | 50                                                                             | für Ankerstangen der Klasse 50                      |     |                                   |     |                      |
|                                                                                                                        |                               | 70                                                                             | für Ankerstangen der Klasse 50, 70                  |     |                                   |     |                      |
|                                                                                                                        |                               | 80                                                                             | für Ankerstangen der Klasse 50, 70, 80              |     |                                   |     |                      |
| 3a                                                                                                                     | Unterlegscheibe               | z.B.: EN ISO 7089:2000, EN ISO 7093:2000, EN ISO 7094:2000;<br>EN ISO 887:2006 |                                                     |     |                                   |     |                      |
| 3b                                                                                                                     | Verfüllscheibe VS             | nichtrostender Stahl A4;<br>hochkorrosionsbeständiger Stahl HCR                |                                                     |     |                                   |     |                      |
| 4                                                                                                                      | Innengewinde-<br>ankerstange  | 50                                                                             | IG-M20                                              |     |                                   |     | A <sub>5</sub> > 8 % |
|                                                                                                                        |                               | 70                                                                             | IG-M6 bis IG-M16                                    |     |                                   |     | A <sub>5</sub> > 8 % |

<sup>1)</sup> Festigkeitsklasse 50 und 70

<sup>2)</sup> Festigkeitsklasse 70 und 80 nur bis M24

## Injektionssystem FMZ für Beton

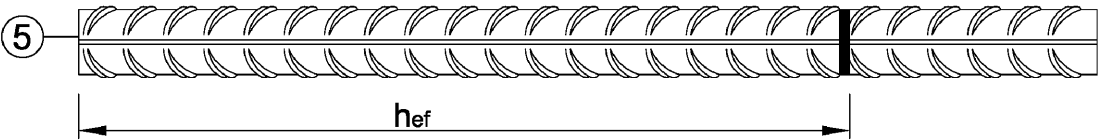
**Produktbeschreibung**  
Werkstoffe Ankerstangen und Innengewindeankerstangen

**Anhang A4**



Betonstahl

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



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

Tabelle A2: Werkstoffe Betonstahl

| Teil       | Benennung                                                 | Werkstoff                                                                                                                                       |
|------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Betonstahl |                                                           |                                                                                                                                                 |
| 5          | Betonstahl gemäß<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 NCI gemäß EN 1992-1-1/NA<br>$f_{uk} = f_{tk} = k \cdot f_{yk}$ |

Injektionssystem FMZ für Beton

Produktbeschreibung  
Produktbeschreibung und Werkstoffe Betonstahl

Anhang A5

## Spezifizierung des Verwendungszwecks

| Injektionssystem FMZ                       | Ankerstangen                                                                                                                                                                                                | Innengewinde-<br>ankerstangen                                       | Betonstahl |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------|
| Statische und quasi-statische Einwirkungen | M8 - M30                                                                                                                                                                                                    | FMZ-IG M6 – FMZ-IG M20<br>(verzinkt , A4, HCR)                      | Ø8 - Ø32   |
| Seismische Einwirkung Kategorie C1         | M8 - M30                                                                                                                                                                                                    | - <sup>1)</sup>                                                     | Ø8 - Ø32   |
| Verankerungsgrund                          | verdichteter, bewehrter oder unbewehrter Normalbeton<br>(ohne Fasern), gem. EN 206-1:2013 + A1:2016<br>Festigkeitsklasse C20/25 bis C50/60, gem. EN 206-1:2013+A1:2016<br>gerissener und ungerissener Beton |                                                                     |            |
| Temperaturbereich I                        | -40°C bis +40 °C                                                                                                                                                                                            | max. Langzeit-Temperatur +24 °C und max. Kurzzeit-Temperatur +40°C  |            |
| Temperaturbereich II                       | -40°C bis +80 °C                                                                                                                                                                                            | max. Langzeit-Temperatur +50 °C und max. Kurzzeit-Temperatur +80°C  |            |
| Temperaturbereich III                      | -40°C bis +120 °C                                                                                                                                                                                           | max. Langzeit-Temperatur +72 °C und max. Kurzzeit-Temperatur +120°C |            |

<sup>1)</sup> Keine Leistung bewertet

### Anwendungsbedingungen (Umweltbedingungen):

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

### Bemessung:

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

### Einbau:

- Trockener oder feuchter Beton: M8 bis M30, FMZ-IG M6 bis FMZ-IG M20, Betonstahl Ø8 bis Ø32
- Wassergefüllte Bohrlöcher (nicht Seewasser): M8 bis M16, FMZ-IG M6 bis FMZ-IG M10, Betonstahl Ø8 bis Ø16
- Bohrlochherstellung durch Hammer- oder Druckluftbohren oder Saugbohren
- Einbaurichtung D3: Einbau nach unten, horizontal oder nach oben (Überkopfmontage)
- Einbau durch entsprechend geschultes Personal unter Verantwortung des Bauleiters
- Der Injektionsmörtel wurde für den Einbau bei einer Mindestbetontemperatur von -10°C bzw. -20°C bewertet, wobei anschließend die Temperatur im Beton nicht mit einer schnellen Geschwindigkeit ansteigen darf, z.B. von der Mindesteinbautemperatur auf 24°C innerhalb von 12 Stunden.
- Innengewindeankerstange: Schrauben und Gewindestange (inkl. Mutter und Unterlegscheibe) müssen mindestens dem Material und der Festigkeitsklasse der verwendeten Innengewindeankerstange entsprechen

## Injektionssystem FMZ für Beton

Verwendungszweck  
Spezifikationen

Anhang B1

**Tabelle B1: Montage- und Dübelkennwerte, Ankerstange**

| Ankerstange                                        |                        |            | M8                         | M10 | M12                      | M16             | M20 | M24 | M27 | M30 |
|----------------------------------------------------|------------------------|------------|----------------------------|-----|--------------------------|-----------------|-----|-----|-----|-----|
| Durchmesser Ankerstange                            | $d=d_{nom}$            | [mm]       | 8                          | 10  | 12                       | 16              | 20  | 24  | 27  | 30  |
| Bohrernenndurchmesser                              | $d_0$                  | [mm]       | 10                         | 12  | 14                       | 18              | 24  | 28  | 32  | 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<br>anzuschließenden<br>Anbauteil | Vorsteck-<br>montage   | $d_f \leq$ | [mm]                       | 9   | 12                       | 14              | 18  | 22  | 26  | 30  |
|                                                    | Durchsteck-<br>montage | $d_f \leq$ | [mm]                       | 12  | 14                       | 16              | 20  | 26  | 30  | 33  |
| Montagedrehmoment                                  | $\max T_{inst} \leq$   | [Nm]       | 10                         | 20  | 40<br>(35) <sup>1)</sup> | 80              | 120 | 160 | 180 | 200 |
| Mindestbauteildicke                                | $h_{min}$              | [mm]       | $h_{ef} + 30mm \geq 100mm$ |     |                          | $h_{ef} + 2d_0$ |     |     |     |     |
| Minimaler Achsabstand                              | $s_{min}$              | [mm]       | 40                         | 50  | 60                       | 80              | 100 | 120 | 135 | 150 |
| Minimaler Randabstand                              | $c_{min}$              | [mm]       | 40                         | 50  | 60                       | 80              | 100 | 120 | 135 | 150 |

<sup>1)</sup> Maximales Montagedrehmoment für Festigkeitsklasse 4.6

**Tabelle B2: Montage- und Dübelkennwerte, Innengewindeankerstange**

| 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      |
| Bohrernenndurchmesser                           | $d_0$                | [mm] | 12                                           | 14     | 18      | 24              | 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<br>anzuschließenden Anbauteil | $d_f \leq$           | [mm] | 7                                            | 9      | 12      | 14              | 18      | 22      |
| Montagedrehmoment                               | $\max T_{inst} \leq$ | [Nm] | 10                                           | 10     | 20      | 40              | 60      | 100     |
| Min. Einschraubtiefe                            | $l_{IG}$             | [mm] | 8                                            | 8      | 10      | 12              | 16      | 20      |
| Mindestbauteildicke                             | $h_{min}$            | [mm] | $h_{ef} + 30 \text{ mm} \geq 100 \text{ mm}$ |        |         | $h_{ef} + 2d_0$ |         |         |
| Minimaler Achsabstand                           | $s_{min}$            | [mm] | 50                                           | 60     | 80      | 100             | 120     | 150     |
| Minimaler Randabstand                           | $c_{min}$            | [mm] | 50                                           | 60     | 80      | 100             | 120     | 150     |

<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 25 | Ø 28 | Ø 32 |
|-------------------------------------|--------------|------|----------------------------------------------|------|------|-----------------|------|------|------|------|------|
| Durchmesser Betonstahl              | $d=d_{nom}$  | [mm] | 8                                            | 10   | 12   | 14              | 16   | 20   | 25   | 28   | 32   |
| Bohrernenndurchmesser <sup>1)</sup> | $d_0$        | [mm] | 10                                           | 12   | 14   | 16              | 18   | 20   | 25   | 32   | 40   |
| Effektive<br>Verankerungstiefe      | $h_{ef,min}$ | [mm] | 60                                           | 60   | 70   | 75              | 80   | 90   | 100  | 112  | 128  |
|                                     | $h_{ef,max}$ | [mm] | 160                                          | 200  | 240  | 280             | 320  | 400  | 500  | 560  | 640  |
| Mindestbauteildicke                 | $h_{min}$    | [mm] | $h_{ef} + 30 \text{ mm} \geq 100 \text{ mm}$ |      |      | $h_{ef} + 2d_0$ |      |      |      |      |      |
| Minimaler Achsabstand               | $s_{min}$    | [mm] | 40                                           | 50   | 60   | 70              | 80   | 100  | 125  | 140  | 160  |
| Minimaler Randabstand               | $c_{min}$    | [mm] | 40                                           | 50   | 60   | 70              | 80   | 100  | 125  | 140  | 160  |

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

## Injektionssystem FMZ für Beton

Verwendungszweck  
Montagekennwerte

Anhang B2

Tabelle B4: Parameter für Reinigungs- und Setzzubehör

| Anker-<br>stange                                                                  | Innen-<br>gewinde-<br>ankerstange                                                 | Beton-<br>stahl                                                                   | Bohrer<br>Ø                                                                       | Bürsten<br>Ø                                                                      | min.<br>Bürsten<br>Ø                                                               | Injektionsadapter                                                                  |                                                         |                            |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------|------|
|  |  |  |  |  |  |  | Einbaurichtung und Verwendung<br>von Injektionsadaptern |                            |      |
| [-]                                                                               | [-]                                                                               | Ø<br>[mm]                                                                         | d <sub>0</sub><br>[mm]                                                            | d <sub>b</sub><br>[mm]                                                            | d <sub>b,min</sub><br>[mm]                                                         | [-]                                                                                | ↓                                                       | →                          | ↑    |
| M8                                                                                |                                                                                   | 8                                                                                 | 10                                                                                | 12                                                                                | 10,5                                                                               | Kein<br>Injektionsadapter<br>erforderlich                                          |                                                         |                            |      |
| M10                                                                               | FMZ-IG M 6                                                                        | 8 / 10                                                                            | 12                                                                                | 14                                                                                | 12,5                                                                               |                                                                                    |                                                         |                            |      |
| M12                                                                               | FMZ-IG M 8                                                                        | 10 / 12                                                                           | 14                                                                                | 16                                                                                | 14,5                                                                               |                                                                                    |                                                         |                            |      |
|                                                                                   |                                                                                   | 12                                                                                | 16                                                                                | 18                                                                                | 16,5                                                                               |                                                                                    |                                                         |                            |      |
| M16                                                                               | FMZ-IG M10                                                                        | 14                                                                                | 18                                                                                | 20                                                                                | 18,5                                                                               | VM-IA 18                                                                           | h <sub>ef</sub> ><br>250mm                              | h <sub>ef</sub> ><br>250mm | alle |
|                                                                                   |                                                                                   | 16                                                                                | 20                                                                                | 22                                                                                | 20,5                                                                               | VM-IA 20                                                                           |                                                         |                            |      |
| M20                                                                               | FMZ-IG M12                                                                        |                                                                                   | 24                                                                                | 26                                                                                | 24,5                                                                               | VM-IA 24                                                                           |                                                         |                            |      |
|                                                                                   |                                                                                   | 20                                                                                | 25                                                                                | 27                                                                                | 25,5                                                                               | VM-IA 25                                                                           |                                                         |                            |      |
| M24                                                                               | FMZ-IG M16                                                                        |                                                                                   | 28                                                                                | 30                                                                                | 28,5                                                                               | VM-IA 28                                                                           |                                                         |                            |      |
| M27                                                                               |                                                                                   | 25                                                                                | 32                                                                                | 34                                                                                | 32,5                                                                               | VM-IA 32                                                                           |                                                         |                            |      |
| M30                                                                               | FMZ-IG M20                                                                        | 28                                                                                | 35                                                                                | 37                                                                                | 35,5                                                                               | VM-IA 35                                                                           |                                                         |                            |      |
|                                                                                   |                                                                                   | 32                                                                                | 40                                                                                | 41,5                                                                              | 40,5                                                                               | VM-IA 40                                                                           |                                                         |                            |      |



**Ausblaspumpe (Volumen 750ml)**  
Bohrerdurchmesser (d<sub>0</sub>): 10 mm bis 20 mm  
Verankerungstiefe (h<sub>ef</sub>): ≤ 10 d<sub>nom</sub>  
für ungerissenen Beton



**Empfohlene Druckluftpistole (min 6 bar)**  
Alle Anwendungen



**Injektionsadapter für Überkopf-  
oder Horizontalmontage**  
Bohrerdurchmesser (d<sub>0</sub>):  
18 mm bis 40 mm



**Stahlbürste**  
Bohrerdurchmesser (d<sub>0</sub>): alle Durchmesser

Injektionssystem FMZ für Beton

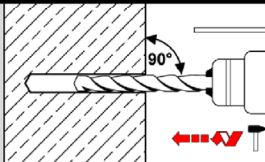
**Verwendungszweck**  
Reinigungs- und Installationszubehör

**Anhang B3**

## Montageanweisung

### Bohrlocherstellung

1



Bohrloch dreh Schlagend mit vorgeschriebenem Bohrverfahren (siehe Anhang B1), Bohrer Durchmesser (siehe Tabelle B4) und gewählter Bohrlochtiefe erstellen. Bei Fehlbohrungen ist das Bohrloch zu vermörteln.

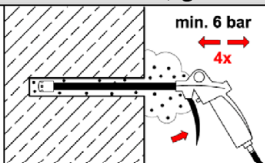
### Reinigung, alle Bohrarten

**Achtung! Vor dem Reinigen des Bohrloches stehendes Wasser entfernen!**

#### Reinigung mit Druckluft

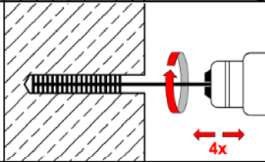
(alle Durchmesser, gerissener und ungerissener Beton)

2a



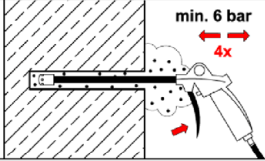
Das Bohrloch vom Bohrlochgrund her **4x** vollständig mit Druckluft (min. 6 bar) ausblasen, bis die ausströmende Luft staubfrei ist. Bei tiefen Bohrlöchern sind Verlängerungen zu verwenden.

2b



Bohrloch mit geeigneter Drahtbürste gem. Tabelle B4 (minimaler Bürstendurchmesser  $d_{b,min}$  ist einzuhalten und zu überprüfen) **4x** ausbürsten. Bei tiefen Bohrlöchern Bürstenverlängerung benutzen.

2c



Anschließend das Bohrloch vom Bohrlochgrund her erneut **4x** vollständig mit Druckluft (min. 6 bar) ausblasen, bis die ausströmende Luft staubfrei ist. Bei tiefen Bohrlöchern sind Verlängerungen zu verwenden.

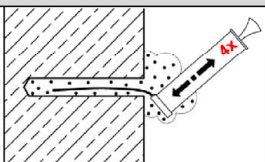
2

#### Manuelle Reinigung

ungerissener Beton: Bohrer Durchmesser  $d_0 \leq 20\text{mm}$  und Verankerungstiefe  $h_{ef} \leq 10 d_{nom}$

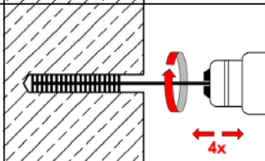
gerissener Beton: Bohrer Durchmesser:  $14\text{mm} \leq d_0 \leq 20\text{mm}$  und Verankerungstiefe  $h_{ef} \leq 10 d_{nom}$

2a



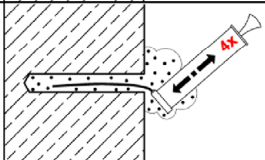
Das Bohrloch vom Bohrlochgrund her mit der Ausblaspumpe **4x** vollständig ausblasen, bis die ausströmende Luft staubfrei ist.

2b



Bohrloch mit geeigneter Drahtbürste **4x** ausbürsten (minimaler Bürstendurchmesser  $d_{b,min}$  ist gem. Tabelle B4 einzuhalten und zu überprüfen). Bei tiefen Bohrlöchern Bürstenverlängerung benutzen.

2c



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

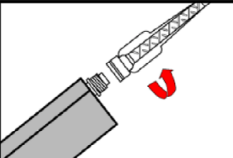
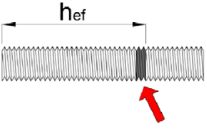
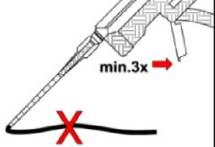
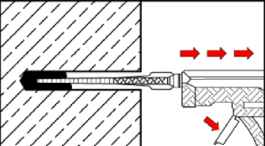
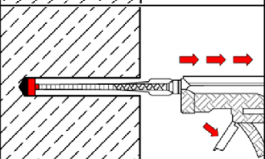
**Nach der Reinigung ist das Bohrloch bis zum Injizieren des Mörtels vor erneutem Verschmutzen in geeigneter Weise zu schützen. Gegebenenfalls ist die Reinigung unmittelbar vor dem Injizieren des Mörtels zu wiederholen. Einfließendes Wasser darf nicht zur erneuten Verschmutzung des Bohrlochs führen.**

### Injektionssystem FMZ 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. Bei jeder Arbeitsunterbrechung länger als die empfohlene Verarbeitungszeit (Tabelle B5 bzw. Tabelle B6) und bei jeder neuen Kartusche ist der Statikmischer zu erneuern.                                                                            |
| 4         |    | Vor dem Injizieren des Mörtels die geforderte Verankerungstiefe auf dem Befestigungselement markieren.                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 5         |    | Der Mörtelvorlauf ist nicht zur Befestigung der Ankerstange / des Bewehrungsstabs geeignet. Daher Vorlauf solange verwerfen, bis sich eine gleichmäßig graue Mischfarbe eingestellt hat, jedoch min. 3 volle Hübe. Bei Schlauchfolienkartuschen sind mind. 6 volle Hübe zu verwerfen.                                                                                              |
| 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. Bei Verankerungstiefen größer 190mm passende Mischverlängerung verwenden. Die temperaturrelevanten Verarbeitungszeiten sind zu beachten (Tabelle B5 bzw. Tabelle B6).                    |
| 6b        |  | Injektionsadapter mit Mischverlängerungen nach Anhang B3 sind für folgende Verankerungen zu verwenden: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Installationen horizontal oder vertikal nach unten mit Bohrloch-Ø <math>d_0 \geq 18</math> mm und Verankerungstiefen <math>h_{ef} &gt; 250</math> mm</li> <li>• Überkopfmontage: Bohrloch-Ø <math>d_0 \geq 18</math> mm</li> </ul> |

Injektionssystem FMZ für Beton

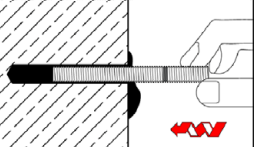
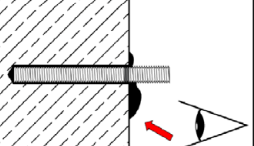
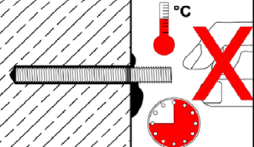
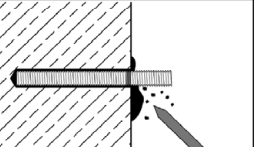
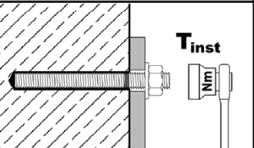
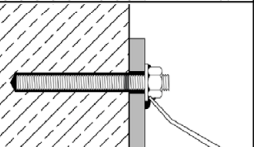
Verwendungszweck  
Montageanweisung (Fortsetzung)

Anhang B5



## Montageanweisung (Fortsetzung)

### Setzen des Befestigungselementes

|    |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7  |    | Befestigungselement mit leichten Drehbewegungen bis zur festgelegten Verankerungstiefe einsetzen.<br>Das Befestigungselement muss frei von Schmutz, Fett, Öl und anderen Fremdmaterialien sein.                                                                                                     |
| 8  |    | Nach der Installation muss der Ringspalt komplett mit Mörtel verfüllt sein. Wird kein Mörtel an der Betonoberfläche sichtbar, Anwendung vor Beendigung der Arbeitszeit wiederholen!<br>Bei Überkopfmontage ist die Ankerstange zu fixieren (z.B. mit Holzkeilen).                                   |
| 9  |    | Die angegebene Aushärtezeit muss eingehalten werden. Befestigungselement während der Aushärtezeit (Tabelle B5 bzw. Tabelle B6) nicht bewegen oder belasten.                                                                                                                                         |
| 10 |   | Ausgetretenen Mörtel entfernen.                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 11 |  | Nach vollständiger Aushärtung kann das Anbauteil mit dem Montagedrehmoment $\leq T_{inst}$ nach Tabelle B1 oder B2 montiert werden.                                                                                                                                                                 |
| 12 |  | Bei der Vorsteckmontage kann optional der Ringspalt zwischen Ankerstange und Anbauteil mit Mörtel verfüllt werden. Dafür Unterlegscheibe durch Verfüllscheibe <b>VS</b> ersetzen und Mischerreduzierung auf den Statikmischer stecken.<br>Ringspalt ist vollständig verfüllt, wenn Mörtel austritt. |

Injektionssystem FMZ für Beton

Verwendungszweck  
Montageanweisung (Fortsetzung)

Anhang B6

**Tabelle B5: Maximale Verarbeitungs- und minimale Aushärtezeiten, FMZ**

| Beton Temperatur            | Maximale Verarbeitungszeit | Mindest-Aushärtezeit in trockenem Beton <sup>1)</sup> |
|-----------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------------|
| - 10°C bis - 6°C            | 90 min <sup>2)</sup>       | 24 h <sup>2)</sup>                                    |
| - 5°C bis - 1°C             | 90 min                     | 14 h                                                  |
| 0°C bis + 4°C               | 45 min                     | 7 h                                                   |
| + 5°C bis + 9°C             | 25 min                     | 2 h                                                   |
| + 10°C bis + 19°C           | 15 min                     | 80 min                                                |
| + 20°C bis + 29°C           | 6 min                      | 45 min                                                |
| + 30°C bis + 34°C           | 4 min                      | 25 min                                                |
| + 35°C bis + 39°C           | 2 min                      | 20 min                                                |
| + 40°C                      | 1,5 min                    | 15 min                                                |
| <b>Kartuschentemperatur</b> | <b>+ 5°C bis + 40°C</b>    |                                                       |

<sup>1)</sup> Die Aushärtezeiten in feuchtem Beton sind zu verdoppeln

<sup>2)</sup> Die Kartuschentemperatur muss min. +15°C betragen

**Tabelle B6: Maximale Verarbeitungs- und minimale Aushärtezeiten, FMZ Polar**

| Beton Temperatur            | Maximale Verarbeitungszeit | Mindest-Aushärtezeit in trockenem Beton <sup>1)</sup> |
|-----------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------------|
| - 20°C bis - 16°C           | 75 min                     | 24 h                                                  |
| - 15°C bis - 11°C           | 55 min                     | 16 h                                                  |
| - 10°C bis - 6°C            | 35 min                     | 10 h                                                  |
| - 5°C bis - 1°C             | 20 min                     | 5 h                                                   |
| 0°C bis + 4°C               | 10 min                     | 2,5 h                                                 |
| + 5°C bis + 9°C             | 6 min                      | 80 min                                                |
| + 10°C                      | 6 min                      | 60 min                                                |
| <b>Kartuschentemperatur</b> | <b>- 20°C bis + 10°C</b>   |                                                       |

<sup>1)</sup> Die Aushärtezeiten in feuchtem Beton sind zu verdoppeln

**Injektionssystem FMZ für Beton**

**Verwendungszweck**  
Verarbeitungs- und Aushärtezeiten

**Anhang B7**



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

| Ankerstange                                                               |                                        |                 |      | M8         | M10        | M12  | M16 | M20 | M24 | M27             | M30             |
|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------|------|------------|------------|------|-----|-----|-----|-----------------|-----------------|
| <b>Stahlversagen</b>                                                      |                                        |                 |      |            |            |      |     |     |     |                 |                 |
| Spannungsquerschnitt $A_s$ [mm <sup>2</sup> ]                             |                                        |                 |      | 36,6       | 58,0       | 84,3 | 157 | 245 | 353 | 459             | 561             |
| <b>Charakteristische Widerstände unter Zugbeanspruchung <sup>1)</sup></b> |                                        |                 |      |            |            |      |     |     |     |                 |                 |
| Stahl,<br>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<br>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 | _ <sup>3)</sup> | _ <sup>3)</sup> |
|                                                                           | A4 und HCR<br>Festigkeitsklasse 80     | $N_{Rk,s}$      | [kN] | 29         | 46         | 67   | 126 | 196 | 282 | _ <sup>3)</sup> | _ <sup>3)</sup> |
| <b>Teilsicherheitsbeiwerte <sup>2)</sup></b>                              |                                        |                 |      |            |            |      |     |     |     |                 |                 |
| Stahl,<br>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<br>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       |            |      |     |     |     | _ <sup>3)</sup> | _ <sup>3)</sup> |
|                                                                           | A4 und HCR<br>Festigkeitsklasse 80     | $\gamma_{Ms,N}$ | [-]  | 1,6        |            |      |     |     |     | _ <sup>3)</sup> | _ <sup>3)</sup> |

<sup>1)</sup> Die charakteristischen Widerstände gelten für alle Ankerstangen mit dem hier angegebenen Spannungsquerschnitt  $A_s$ : FMZ-A, HFZ, HFT. 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

<sup>3)</sup> Dübelsvariante nicht in ETA enthalten

**Injektionssystem FMZ für Beton**

**Leistung**

Charakteristische Stahltragfähigkeiten für **Ankerstangen** unter **Zugbeanspruchung**

**Anhang C1**

**Tabelle C2: Charakteristische Stahltragfähigkeiten für Ankerstangen unter Querbeanspruchung**

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

<sup>1)</sup> Die charakteristischen Widerstände gelten für alle Ankerstangen mit dem hier angegebenen Spannungsquerschnitt  $A_s$ : FMZ-A, HFZ, HFT. 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

<sup>3)</sup> Dübelvariante nicht in ETA enthalten

### Injektionssystem FMZ für Beton

#### Leistung

Charakteristische Stahltragfähigkeiten für **Ankerstangen** unter **Querbeanspruchung**

### Anhang C2

**Tabelle C3: Charakteristische Werte für Betonausbruch und Spalten**

| Ankerstangen / Innengewindeankerstangen / Betonstahl |                        |             |      | alle Größen                         |
|------------------------------------------------------|------------------------|-------------|------|-------------------------------------|
| <b>Betonausbruch</b>                                 |                        |             |      |                                     |
| Faktor $k_1$                                         | ungerissener Beton     | $k_{ucr,N}$ | [-]  | 11,0                                |
|                                                      | gerissener Beton       | $k_{cr,N}$  | [-]  | 7,7                                 |
| Randabstand                                          |                        | $c_{cr,N}$  | [mm] | $1,5 \cdot h_{ef}$                  |
| Achsabstand                                          |                        | $s_{cr,N}$  | [mm] | $2 \cdot c_{cr,N}$                  |
| <b>Spalten</b>                                       |                        |             |      |                                     |
| Randabstand                                          | $h/h_{ef} \geq 2,0$    | $c_{cr,sp}$ | [mm] | $1,0 \cdot h_{ef}$                  |
|                                                      | $2,0 > h/h_{ef} > 1,3$ |             |      | $2 \cdot h_{ef} (2,5 - h / h_{ef})$ |
|                                                      | $h/h_{ef} \leq 1,3$    |             |      | $2,4 \cdot h_{ef}$                  |
| Achsabstand                                          |                        | $s_{cr,sp}$ | [mm] | $2 \cdot c_{cr,sp}$                 |

**Injektionssystem FMZ für Beton**

**Leistung**  
Charakteristische Werte für **Betonausbruch** und **Spalten**

**Anhang C3**

**Tabelle C4: Charakteristische Werte für Ankerstangen bei Zugbeanspruchung**

| Ankerstange                                                                       |                                                                          |                              |                                                           | M8               | M10                                        | M12  | M16 | M20 | M24                     | M27       | M30 |     |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------|--------------------------------------------|------|-----|-----|-------------------------|-----------|-----|-----|-----|
| Stahlversagen                                                                     |                                                                          |                              |                                                           |                  |                                            |      |     |     |                         |           |     |     |     |
| Charakteristischer Widerstand                                                     |                                                                          |                              | $N_{Rk,s}$                                                | [kN]             | $A_s \cdot f_{uk}$ (oder siehe Tabelle C1) |      |     |     |                         |           |     |     |     |
| Teilsicherheitsbeiwert                                                            |                                                                          |                              | $\gamma_{Ms,N}$                                           | [-]              | siehe Tabelle C1                           |      |     |     |                         |           |     |     |     |
| Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch                        |                                                                          |                              |                                                           |                  |                                            |      |     |     |                         |           |     |     |     |
| Charakteristische Verbundtragfähigkeit im <u>ungerissenen</u> Beton C20/25        |                                                                          |                              |                                                           |                  |                                            |      |     |     |                         |           |     |     |     |
| Temperaturbereich                                                                 | I: 40°C/24°C                                                             | trockener und feuchter Beton | $\tau_{Rk,ucr}$                                           | [N/mm²]          | 10                                         | 12   | 12  | 12  | 12                      | 11        | 10  | 9   |     |
|                                                                                   | II: 80°C/50°C                                                            |                              |                                                           |                  | 7,5                                        | 9    | 9   | 9   | 9                       | 8,5       | 7,5 | 6,5 |     |
|                                                                                   | III: 120°C/72°C                                                          |                              |                                                           |                  | 5,5                                        | 6,5  | 6,5 | 6,5 | 6,5                     | 6,5       | 5,5 | 5,0 |     |
|                                                                                   | I: 40°C/24°C                                                             | wassergefülltes Bohrloch     | $\tau_{Rk,ucr}$                                           | [N/mm²]          | 7,5                                        | 8,5  | 8,5 | 8,5 | Leistung nicht bewertet |           |     |     |     |
|                                                                                   | II: 80°C/50°C                                                            |                              |                                                           |                  | 5,5                                        | 6,5  | 6,5 | 6,5 |                         |           |     |     |     |
|                                                                                   | III: 120°C/72°C                                                          |                              |                                                           |                  | 4,0                                        | 5,0  | 5,0 | 5,0 |                         |           |     |     |     |
|                                                                                   | Charakteristische Verbundtragfähigkeit im <u>gerissenen</u> Beton C20/25 |                              |                                                           |                  |                                            |      |     |     |                         |           |     |     |     |
|                                                                                   | Temperaturbereich                                                        | I: 40°C/24°C                 | trockener und feuchter Beton                              | $\tau_{Rk,cr}$   | [N/mm²]                                    | 4,0  | 5,0 | 5,5 | 5,5                     | 5,5       | 5,5 | 6,5 | 6,5 |
|                                                                                   |                                                                          | II: 80°C/50°C                |                                                           |                  |                                            | 2,5  | 3,5 | 4,0 | 4,0                     | 4,0       | 4,0 | 4,5 | 4,5 |
| III: 120°C/72°C                                                                   |                                                                          | 2,0                          |                                                           |                  |                                            | 2,5  | 3,0 | 3,0 | 3,0                     | 3,0       | 3,5 | 3,5 |     |
| I: 40°C/24°C                                                                      |                                                                          | wassergefülltes Bohrloch     | $\tau_{Rk,cr}$                                            | [N/mm²]          | 4,0                                        | 4,0  | 5,5 | 5,5 | Leistung nicht bewertet |           |     |     |     |
| II: 80°C/50°C                                                                     |                                                                          |                              |                                                           |                  | 2,5                                        | 3,0  | 4,0 | 4,0 |                         |           |     |     |     |
| III: 120°C/72°C                                                                   |                                                                          |                              |                                                           |                  | 2,0                                        | 2,5  | 3,0 | 3,0 |                         |           |     |     |     |
| Reduktionsfaktor $\psi^0_{sus}$ im gerissenen und ungerissenen Beton C20/25       |                                                                          |                              |                                                           |                  |                                            |      |     |     |                         |           |     |     |     |
| Temperaturbereich                                                                 |                                                                          | I: 40°C/24°C                 | trockener und feuchter Beton;<br>wassergefülltes Bohrloch | $\psi^0_{sus}$   | [-]                                        | 0,73 |     |     |                         |           |     |     |     |
|                                                                                   |                                                                          | II: 80°C/50°C                |                                                           |                  |                                            | 0,65 |     |     |                         |           |     |     |     |
|                                                                                   | III: 120°C/72°C                                                          | 0,57                         |                                                           |                  |                                            |      |     |     |                         |           |     |     |     |
| Erhöhungsfaktoren für $\tau_{Rk}$<br>$\tau_{Rk} = \psi_c \cdot \tau_{Rk}(C20/25)$ |                                                                          |                              | $\psi_c$                                                  | 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                                                                     |                                                                          |                              |                                                           |                  |                                            |      |     |     |                         |           |     |     |     |
| Relevante Parameter                                                               |                                                                          |                              |                                                           | siehe Tabelle C3 |                                            |      |     |     |                         |           |     |     |     |
| Spalten                                                                           |                                                                          |                              |                                                           |                  |                                            |      |     |     |                         |           |     |     |     |
| Relevante Parameter                                                               |                                                                          |                              |                                                           | siehe Tabelle C3 |                                            |      |     |     |                         |           |     |     |     |
| Montagebeiwert                                                                    |                                                                          |                              |                                                           |                  |                                            |      |     |     |                         |           |     |     |     |
| trockener und feuchter Beton                                                      |                                                                          |                              | $\gamma_{inst}$                                           | [-]              | 1,0                                        | 1,2  |     |     |                         |           |     |     |     |
| wassergefülltes Bohrloch                                                          |                                                                          |                              | $\gamma_{inst}$                                           | [-]              | 1,4                                        |      |     |     | Leistung nicht bewertet |           |     |     |     |
| Injektionssystem FMZ für Beton                                                    |                                                                          |                              |                                                           |                  |                                            |      |     |     |                         | Anhang C4 |     |     |     |
| Leistung<br>Charakteristische Werte für Ankerstangen bei Zugbeanspruchung         |                                                                          |                              |                                                           |                  |                                            |      |     |     |                         |           |     |     |     |

**Tabelle C5: Charakteristische Werte für Ankerstangen bei Querbeanspruchung**

| Ankerstange                                                                                                                       |                   |       | M8                                                              | M10 | M12 | M16 | M20 | M24 | M27                          | M30  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------|-----------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------------------------------|------|
| Stahlversagen ohne Hebelarm                                                                                                       |                   |       |                                                                 |     |     |     |     |     |                              |      |
| Charakteristischer Widerstand, Stahl verzinkt, Festigkeitsklassen 4.6, 4.8, 5.6, 5.8                                              | $V_{Rk,s}^0$      | [kN]  | 0,6 · A <sub>s</sub> · f <sub>uk</sub> (oder siehe Tabelle C2)  |     |     |     |     |     |                              |      |
| Charakteristischer Widerstand, Stahl verzinkt, Festigkeitsklasse 8.8, nichtrostender Stahl A2 / A4 / HCR, alle Festigkeitsklassen | $V_{Rk,s}^0$      | [kN]  | 0,5 · A <sub>s</sub> · f <sub>uk</sub> (oder siehe Tabelle C2)  |     |     |     |     |     |                              |      |
| Duktilitätsfaktor                                                                                                                 | k <sub>7</sub>    | [-]   | 1,0                                                             |     |     |     |     |     |                              |      |
| Teilsicherheitsbeiwert                                                                                                            | γ <sub>Ms,V</sub> | [-]   | siehe Tabelle C2                                                |     |     |     |     |     |                              |      |
| Stahlversagen mit Hebelarm                                                                                                        |                   |       |                                                                 |     |     |     |     |     |                              |      |
| Charakteristischer Biege­widerstand                                                                                               | $M_{Rk,s}^0$      | [Nm]  | 1,2 · W <sub>el</sub> · f <sub>uk</sub> (oder siehe Tabelle C2) |     |     |     |     |     |                              |      |
| Elastisches Widerstandsmoment                                                                                                     | W <sub>el</sub>   | [mm³] | 31                                                              | 62  | 109 | 277 | 541 | 935 | 1387                         | 1874 |
| Teilsicherheitsbeiwert                                                                                                            | γ <sub>Ms,V</sub> | [-]   | siehe Tabelle C1                                                |     |     |     |     |     |                              |      |
| 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 des Dübels                                                                                                       | d <sub>nom</sub>  | [mm]  | 8                                                               | 10  | 12  | 16  | 20  | 24  | 27                           | 30   |
| Montagebeiwert                                                                                                                    | γ <sub>inst</sub> | [-]   | 1,0                                                             |     |     |     |     |     |                              |      |

**Injektionssystem FMZ für Beton**

**Leistung**

Charakteristische Werte für Ankerstangen bei Querbeanspruchung

**Anhang C5**

**Tabelle C6: Charakteristische Werte für Ankerstangen unter Zugbeanspruchung, seismische Beanspruchung, Leistungskategorie C1**

| Ankerstange                                                       |                 |                              |                 | M8      | M10                  | M12 | M16 | M20 | M24                     | M27 | M30 |     |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------------|-----------------|---------|----------------------|-----|-----|-----|-------------------------|-----|-----|-----|
| Stahlversagen                                                     |                 |                              |                 |         |                      |     |     |     |                         |     |     |     |
| Charakteristischer Widerstand                                     |                 |                              | $N_{Rk,s,C1}$   | [kN]    | $1,0 \cdot N_{Rk,s}$ |     |     |     |                         |     |     |     |
| Teilsicherheitsbeiwert                                            |                 |                              | $\gamma_{Ms,N}$ | [-]     | siehe Tabelle C1     |     |     |     |                         |     |     |     |
| Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch        |                 |                              |                 |         |                      |     |     |     |                         |     |     |     |
| Charakteristische Verbundtragfähigkeit in Beton C20/25 bis C50/60 |                 |                              |                 |         |                      |     |     |     |                         |     |     |     |
| Temperaturbereich                                                 | I: 40°C/24°C    | trockener und feuchter Beton | $\tau_{Rk,C1}$  | [N/mm²] | 2,5                  | 3,1 | 3,7 | 3,7 | 3,7                     | 3,8 | 4,5 | 4,5 |
|                                                                   | II: 80°C/50°C   |                              |                 |         | 1,6                  | 2,2 | 2,7 | 2,7 | 2,7                     | 2,8 | 3,1 | 3,1 |
|                                                                   | III: 120°C/72°C |                              |                 |         | 1,3                  | 1,6 | 2,0 | 2,0 | 2,0                     | 2,1 | 2,4 | 2,4 |
|                                                                   | I: 40°C/24°C    | wassergefülltes Bohrloch     | $\tau_{Rk,C1}$  | [N/mm²] | 2,5                  | 2,5 | 3,7 | 3,7 | Leistung nicht bewertet |     |     |     |
|                                                                   | II: 80°C/50°C   |                              |                 |         | 1,6                  | 1,9 | 2,7 | 2,7 |                         |     |     |     |
|                                                                   | III: 120°C/72°C |                              |                 |         | 1,3                  | 1,6 | 2,0 | 2,0 |                         |     |     |     |
| Montagebeiwert                                                    |                 |                              |                 |         |                      |     |     |     |                         |     |     |     |
| trockener und feuchter Beton                                      |                 |                              | $\gamma_{inst}$ | [-]     | 1,0                  | 1,2 |     |     |                         |     |     |     |
| wassergefülltes Bohrloch                                          |                 |                              | $\gamma_{inst}$ | [-]     | 1,4                  |     |     |     | Leistung nicht bewertet |     |     |     |

**Tabelle C7: Charakteristische Werte für Ankerstangen unter Querbeanspruchung, seismische Beanspruchung, Leistungskategorie C1**

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

Injektionssystem FMZ für Beton

**Leistung**

Charakteristische Werte für Ankerstangen bei seismischer Beanspruchung, Kategorie C1

**Anhang C6**

**Tabelle C8: Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Innengewindeankerstangen**

| Innengewindeankerstange                                                                              |                 |                                                           |                               | IG-M 6           | IG-M 8 | IG-M 10 | IG-M 12 | IG-M 16                 | IG-M20 |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------|--------|---------|---------|-------------------------|--------|-------------------|
| Stahlversagen <sup>1)</sup>                                                                          |                 |                                                           |                               |                  |        |         |         |                         |        |                   |
| Charakteristischer Widerstand,<br>Stahl verzinkt, Festigkeitsklasse                                  |                 | 5.8                                                       | N <sub>Rk,s</sub>             | [kN]             | 10     | 17      | 29      | 42                      | 76     | 123               |
|                                                                                                      |                 | 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> |
|                                                                                                      |                 |                                                           | γ <sub>Ms,N</sub>             | [-]              | 1,87   |         |         |                         |        | 2,86              |
| Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch                                           |                 |                                                           |                               |                  |        |         |         |                         |        |                   |
| Charakteristische Verbundtragfähigkeit im <u>ungerissenen</u> Beton C20/25                           |                 |                                                           |                               |                  |        |         |         |                         |        |                   |
| Temperaturbereich                                                                                    | I: 40°C/24°C    | trockener und feuchter Beton                              | τ <sub>Rk,ucr</sub>           | [N/mm²]          | 12     | 12      | 12      | 12                      | 11     | 9,0               |
|                                                                                                      | II: 80°C/50°C   |                                                           |                               |                  | 9,0    | 9,0     | 9,0     | 9,0                     | 8,5    | 6,5               |
|                                                                                                      | III: 120°C/72°C |                                                           |                               |                  | 6,5    | 6,5     | 6,5     | 6,5                     | 6,5    | 5,0               |
|                                                                                                      | I: 40°C/24°C    | wassergefülltes Bohrloch                                  | τ <sub>Rk,ucr</sub>           | [N/mm²]          | 8,5    | 8,5     | 8,5     | Leistung nicht bewertet |        |                   |
|                                                                                                      | II: 80°C/50°C   |                                                           |                               |                  | 6,5    | 6,5     | 6,5     |                         |        |                   |
|                                                                                                      | III: 120°C/72°C |                                                           |                               |                  | 5,0    | 5,0     | 5,0     |                         |        |                   |
| Charakteristische Verbundtragfähigkeit im <u>gerissenen</u> Beton C20/25                             |                 |                                                           |                               |                  |        |         |         |                         |        |                   |
| Temperaturbereich                                                                                    | I: 40°C/24°C    | trockener und feuchter Beton                              | τ <sub>Rk,cr</sub>            | [N/mm²]          | 5,0    | 5,5     | 5,5     | 5,5                     | 5,5    | 6,5               |
|                                                                                                      | II: 80°C/50°C   |                                                           |                               |                  | 3,5    | 4,0     | 4,0     | 4,0                     | 4,0    | 4,5               |
|                                                                                                      | III: 120°C/72°C |                                                           |                               |                  | 2,5    | 3,0     | 3,0     | 3,0                     | 3,0    | 3,5               |
|                                                                                                      | I: 40°C/24°C    | wassergefülltes Bohrloch                                  | τ <sub>Rk,cr</sub>            | [N/mm²]          | 4,0    | 5,5     | 5,5     | Leistung nicht bewertet |        |                   |
|                                                                                                      | II: 80°C/50°C   |                                                           |                               |                  | 3,0    | 4,0     | 4,0     |                         |        |                   |
|                                                                                                      | III: 120°C/72°C |                                                           |                               |                  | 2,5    | 3,0     | 3,0     |                         |        |                   |
| Reduktionsfaktor ψ <sup>0</sup> <sub>sus</sub> im gerissenen und ungerissenen Beton C20/25           |                 |                                                           |                               |                  |        |         |         |                         |        |                   |
| Temperaturbereich                                                                                    | I: 40°C/24°C    | trockener und feuchter Beton;<br>wassergefülltes Bohrloch | ψ <sup>0</sup> <sub>sus</sub> | [-]              | 0,73   |         |         |                         |        |                   |
|                                                                                                      | II: 80°C/50°C   |                                                           |                               |                  | 0,65   |         |         |                         |        |                   |
|                                                                                                      | III: 120°C/72°C |                                                           |                               |                  | 0,57   |         |         |                         |        |                   |
| Erhöhungsfaktoren für τ <sub>Rk</sub><br>τ <sub>Rk</sub> = ψ <sub>c</sub> · τ <sub>Rk</sub> (C20/25) |                 |                                                           |                               | 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 und Spalten                                                                            |                 |                                                           |                               |                  |        |         |         |                         |        |                   |
| Relevante Parameter                                                                                  |                 |                                                           | [-]                           | siehe Tabelle C3 |        |         |         |                         |        |                   |
| Montagebeiwert                                                                                       |                 |                                                           |                               |                  |        |         |         |                         |        |                   |
| trockener und feuchter Beton                                                                         |                 |                                                           | γ <sub>inst</sub>             | [-]              | 1,2    |         |         |                         |        |                   |
| wassergefülltes Bohrloch                                                                             |                 |                                                           | γ <sub>inst</sub>             | [-]              | 1,4    |         |         | Leistung nicht bewertet |        |                   |

<sup>1)</sup> Befestigungsschrauben oder Gewindestangen (inkl. Scheibe und Mutter) müssen mindestens der gewählten Festigkeitsklasse der Innengewindeankerstangen entsprechen. Die charakteristische Tragfähigkeit für Stahlversagen gelten für die Innengewindeankerstange und die zugehörigen Befestigungsmittel.

<sup>2)</sup> Für FMZ-IG M20: Ankerstangen mit Innengewinde: Festigkeitsklasse 50, Befestigungsschrauben oder Gewindestangen (inkl. Scheibe und Mutter): Festigkeitsklasse 70

## Injektionssystem FMZ für Beton

**Leistung**  
Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Innengewindeankerstange

**Anhang C7**



**Tabelle C9: Charakteristische Werte für Innengewindeankerstange bei Querbeanspruchung**

| Innengewindeankerstange                                                               |     |                                |          | IG-M 6                                      | IG-M 8 | IG-M 10 | IG-M 12 | IG-M 16 | IG-M 20           |                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----|--------------------------------|----------|---------------------------------------------|--------|---------|---------|---------|-------------------|-------------------------------------|
| Stahlversagen <u>ohne</u> Hebelarm <sup>1)</sup>                                      |     |                                |          |                                             |        |         |         |         |                   |                                     |
| Charakteristischer Widerstand, Stahl verzinkt, Festigkeitsklasse                      | 5.8 | V <sup>0</sup> <sub>RK,s</sub> | [kN]     | 6                                           | 10     | 17      | 25      | 45      | 74                |                                     |
|                                                                                       | 8.8 | V <sup>0</sup> <sub>RK,s</sub> | [kN]     | 8                                           | 14     | 23      | 34      | 60      | 98                |                                     |
| Teilsicherheitsbeiwert                                                                |     | γ <sub>Ms,V</sub>              | [-]      | 1,25                                        |        |         |         |         |                   |                                     |
| Charakteristischer Widerstand, nichtrostender Stahl A4 / HCR, Festigkeitsklasse       | 70  | V <sup>0</sup> <sub>RK,s</sub> | [kN]     | 7                                           | 13     | 20      | 30      | 55      | 62 <sup>2)</sup>  |                                     |
| Teilsicherheitsbeiwert                                                                |     | γ <sub>Ms,V</sub>              | [-]      | 1,56                                        |        |         |         |         |                   | 2,38                                |
| Duktilitätsfaktor                                                                     |     | k <sub>7</sub>                 | [-]      | 1,0                                         |        |         |         |         |                   |                                     |
| Stahlversagen <u>mit</u> Hebelarm <sup>1)</sup>                                       |     |                                |          |                                             |        |         |         |         |                   |                                     |
| Charakteristischer Biege­widerstand, Stahl verzinkt, Festigkeitsklasse                | 5.8 | M <sup>0</sup> <sub>RK,s</sub> | [Nm]     | 8                                           | 19     | 37      | 66      | 167     | 325               |                                     |
|                                                                                       | 8.8 | M <sup>0</sup> <sub>RK,s</sub> | [Nm]     | 12                                          | 30     | 60      | 105     | 267     | 519               |                                     |
| Teilsicherheitsbeiwert                                                                |     | γ <sub>Ms,V</sub>              | [-]      | 1,25                                        |        |         |         |         |                   |                                     |
| Charakteristischer Biege­widerstand, nichtrostender Stahl A4 / HCR, Festigkeitsklasse | 70  | M <sup>0</sup> <sub>RK,s</sub> | [Nm]     | 11                                          | 26     | 53      | 92      | 234     | 643 <sup>2)</sup> |                                     |
| Teilsicherheitsbeiwert                                                                |     | γ <sub>Ms,V</sub>              | [-]      | 1,56                                        |        |         |         |         |                   | 2,38                                |
| Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite                                           |     |                                |          |                                             |        |         |         |         |                   |                                     |
| Pry-out Faktor                                                                        |     | k <sub>8</sub>                 | [-]      | 2,0                                         |        |         |         |         |                   |                                     |
| Betonkantenbruch                                                                      |     |                                |          |                                             |        |         |         |         |                   |                                     |
| Effektive Ankerlänge                                                                  |     | l <sub>f</sub>                 | [mm<br>] | min(h <sub>ef</sub> ; 12 d <sub>nom</sub> ) |        |         |         |         |                   | min<br>(h <sub>ef</sub> ;<br>300mm) |
| Außendurchmesser der Ankerstange                                                      |     | d <sub>nom</sub>               | [mm<br>] | 10                                          | 12     | 16      | 20      | 24      | 30                |                                     |
| Montagebeiwert                                                                        |     | γ <sub>inst</sub>              | [-]      | 1,0                                         |        |         |         |         |                   |                                     |

<sup>1)</sup> Befestigungsschrauben oder Gewindestangen (inkl. Scheibe und Mutter) müssen mindestens der gewählten Festigkeitsklasse der Innengewindeankerstangen entsprechen. Die charakteristische Tragfähigkeit für Stahlversagen gelten für die Innengewindeankerstange und die zugehörigen Befestigungsmittel.

<sup>2)</sup> Für FMZ-IG M20: Ankerstangen mit Innengewinde: Festigkeitsklasse 50, Befestigungsschrauben oder Gewindestangen (inkl. Scheibe und Mutter): Festigkeitsklasse 70

#### Injektionssystem FMZ für Beton

#### Leistung

Charakteristische Werte für Innengewindeankerstange bei Querbeanspruchung

#### Anhang C8

**Tabelle C10: Charakteristische Werte für Betonstahl bei Zugbeanspruchung**

| Betonstahl                                                                                           |                 |                                                           |                               | Ø 8            | Ø 10                                           | Ø 12 | Ø 14 | Ø 16 | Ø 20 | 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                     | 491  | 616  | 804 |
| Teilsicherheitsbeiwert                                                                               |                 |                                                           | γ <sub>Ms,N</sub>             | [-]            | 1,4 <sup>2)</sup>                              |      |      |      |      |                         |      |      |     |
| Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch                                           |                 |                                                           |                               |                |                                                |      |      |      |      |                         |      |      |     |
| Charakteristische Verbundtragfähigkeit im ungerissenen Beton C20/25                                  |                 |                                                           |                               |                |                                                |      |      |      |      |                         |      |      |     |
| Temperaturbereich                                                                                    | I: 40°C/24°C    | trockener und feuchter Beton                              | τ <sub>Rk,ucr</sub>           | [N/mm²]        | 10                                             | 12   | 12   | 12   | 12   | 12                      | 11   | 10   | 8,5 |
|                                                                                                      | II: 80°C/50°C   |                                                           |                               |                | 7,5                                            | 9,0  | 9,0  | 9,0  | 9,0  | 9,0                     | 8,0  | 7,0  | 6,0 |
|                                                                                                      | III: 120°C/72°C |                                                           |                               |                | 5,5                                            | 6,5  | 6,5  | 6,5  | 6,5  | 6,5                     | 6,0  | 5,0  | 4,5 |
|                                                                                                      | I: 40°C/24°C    | wassergefülltes Bohrloch                                  | τ <sub>Rk,ucr</sub>           | [N/mm²]        | 7,5                                            | 8,5  | 8,5  | 8,5  | 8,5  | Leistung nicht bewertet |      |      |     |
|                                                                                                      | II: 80°C/50°C   |                                                           |                               |                | 5,5                                            | 6,5  | 6,5  | 6,5  | 6,5  |                         |      |      |     |
|                                                                                                      | III: 120°C/72°C |                                                           |                               |                | 4,0                                            | 5,0  | 5,0  | 5,0  | 5,0  |                         |      |      |     |
| Charakteristische Verbundtragfähigkeit im gerissenen Beton C20/25                                    |                 |                                                           |                               |                |                                                |      |      |      |      |                         |      |      |     |
| Temperaturbereich                                                                                    | I: 40°C/24°C    | trockener und feuchter Beton                              | τ <sub>Rk,cr</sub>            | [N/mm²]        | 4,0                                            | 5,0  | 5,5  | 5,5  | 5,5  | 5,5                     | 5,5  | 6,5  | 6,5 |
|                                                                                                      | II: 80°C/50°C   |                                                           |                               |                | 2,5                                            | 3,5  | 4,0  | 4,0  | 4,0  | 4,0                     | 4,0  | 4,5  | 4,5 |
|                                                                                                      | III: 120°C/72°C |                                                           |                               |                | 2,0                                            | 2,5  | 3,0  | 3,0  | 3,0  | 3,0                     | 3,0  | 3,5  | 3,5 |
|                                                                                                      | I: 40°C/24°C    | wassergefülltes Bohrloch                                  | τ <sub>Rk,cr</sub>            | [N/mm²]        | 4,0                                            | 4,0  | 5,5  | 5,5  | 5,5  | Leistung nicht bewertet |      |      |     |
|                                                                                                      | II: 80°C/50°C   |                                                           |                               |                | 2,5                                            | 3,0  | 4,0  | 4,0  | 4,0  |                         |      |      |     |
|                                                                                                      | III: 120°C/72°C |                                                           |                               |                | 2,0                                            | 2,5  | 3,0  | 3,0  | 3,0  |                         |      |      |     |
| Reduktionsfaktor ψ <sup>0</sup> <sub>sus</sub> im Beton C20/25                                       |                 |                                                           |                               |                |                                                |      |      |      |      |                         |      |      |     |
| Temperaturbereich                                                                                    | I: 40°C/24°C    | trockener und feuchter Beton;<br>wassergefülltes Bohrloch | ψ <sup>0</sup> <sub>sus</sub> | [-]            | 0,73                                           |      |      |      |      |                         |      |      |     |
|                                                                                                      | II: 80°C/50°C   |                                                           |                               |                | 0,65                                           |      |      |      |      |                         |      |      |     |
|                                                                                                      | III: 120°C/72°C |                                                           |                               |                | 0,57                                           |      |      |      |      |                         |      |      |     |
| Erhöhungsfaktoren für τ <sub>Rk</sub><br>τ <sub>Rk</sub> = ψ <sub>c</sub> · τ <sub>Rk</sub> (C20/25) |                 |                                                           |                               | 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 |      |      |      |                         |      |      |     |
| Betonversagen und Spalten                                                                            |                 |                                                           |                               |                |                                                |      |      |      |      |                         |      |      |     |
| Relevante Parameter                                                                                  |                 |                                                           |                               |                | siehe Tabelle C3                               |      |      |      |      |                         |      |      |     |
| Montagebeiwert                                                                                       |                 |                                                           |                               |                |                                                |      |      |      |      |                         |      |      |     |
| trockener und feuchter Beton                                                                         |                 |                                                           | γ <sub>inst</sub>             | [-]            | 1,0                                            | 1,2  |      |      |      |                         |      |      |     |
| wassergefülltes Bohrloch                                                                             |                 |                                                           | γ <sub>inst</sub>             | [-]            | 1,4                                            |      |      |      |      | Leistung nicht bewertet |      |      |     |

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

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

## Injektionssystem FMZ für Beton

**Leistung**  
Charakteristische Werte für **Betonstahl bei Zugbeanspruchung**

**Anhang C9**

**Tabelle C11: Charakteristische Werte für Betonstahl bei Querbeanspruchung**

| Betonstahl                                  |                 |       | Ø 8                                  | Ø 10 | Ø 12 | Ø 14 | Ø 16 | Ø 20 | Ø 25                  | Ø 28 | Ø 32 |
|---------------------------------------------|-----------------|-------|--------------------------------------|------|------|------|------|------|-----------------------|------|------|
| Stahlversagen ohne 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  | 491                   | 616  | 804  |
| Teilsicherheitsbeiwert                      | $\gamma_{Ms,V}$ | [-]   | $1,5^{2)}$                           |      |      |      |      |      |                       |      |      |
| Duktilitätsfaktor                           | $k_7$           | [-]   | 1,0                                  |      |      |      |      |      |                       |      |      |
| Stahlversagen mit 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  | 1534                  | 2155 | 3217 |
| Teilsicherheitsbeiwert                      | $\gamma_{Ms,V}$ | [-]   | $1,5^{2)}$                           |      |      |      |      |      |                       |      |      |
| Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite |                 |       |                                      |      |      |      |      |      |                       |      |      |
| Faktor                                      | $k_8$           | [-]   | 2,0                                  |      |      |      |      |      |                       |      |      |
| Betonkantenbruch                            |                 |       |                                      |      |      |      |      |      |                       |      |      |
| Effektive Dübellänge                        | $l_f$           | [mm]  | $l_f = \min(h_{ef}, 12 d_{nom})$     |      |      |      |      |      | $\min(h_{ef}, 300mm)$ |      |      |
| Außendurchmesser                            | $d_{nom}$       | [mm]  | 8                                    | 10   | 12   | 14   | 16   | 20   | 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 FMZ für Beton**

**Leistung**  
Charakteristische Werte für **Betonstahl** bei **Querbeanspruchung**

**Anhang C10**

**Tabelle C12: Charakteristische Werte für Betonstahl bei seismischer Zugbeanspruchung, Leistungskategorie C1**

| Betonstahl                                                        |                 |                              |                    | Ø 8                     | Ø 10 | Ø 12 | Ø 14 | Ø 16 | Ø 20 | Ø 25                    | Ø 28 | Ø 32 |     |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------------|--------------------|-------------------------|------|------|------|------|------|-------------------------|------|------|-----|
| Charakteristischer Widerstand                                     |                 |                              |                    |                         |      |      |      |      |      |                         |      |      |     |
| Charakteristischer Widerstand                                     |                 | $N_{Rk,s,C1}$                | [kN]               | $A_s \cdot f_{uk}^{1)}$ |      |      |      |      |      |                         |      |      |     |
| Stahlspannungsquerschnitt                                         |                 | $A_s$                        | [mm <sup>2</sup> ] | 50                      | 79   | 113  | 154  | 201  | 314  | 491                     | 616  | 804  |     |
| Teilsicherheitsbeiwert                                            |                 | $\gamma_{Ms,N}$              | [-]                | 1,4 <sup>2)</sup>       |      |      |      |      |      |                         |      |      |     |
| Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch        |                 |                              |                    |                         |      |      |      |      |      |                         |      |      |     |
| Charakteristische Verbundtragfähigkeit im Beton C20/25 bis C50/60 |                 |                              |                    |                         |      |      |      |      |      |                         |      |      |     |
| Temperaturbereich                                                 | I: 40°C/24°C    | trockener und feuchter Beton | $\tau_{Rk,C1}$     | [N/mm <sup>2</sup> ]    | 2,5  | 3,1  | 3,7  | 3,7  | 3,7  | 3,7                     | 3,8  | 4,5  | 4,5 |
|                                                                   | II: 80°C/50°C   |                              |                    |                         | 1,6  | 2,2  | 2,7  | 2,7  | 2,7  | 2,7                     | 2,8  | 3,1  | 3,1 |
|                                                                   | III: 120°C/72°C |                              |                    |                         | 1,3  | 1,6  | 2,0  | 2,0  | 2,0  | 2,0                     | 2,1  | 2,4  | 2,4 |
|                                                                   | I: 40°C/24°C    | wassergefülltes Bohrloch     | $\tau_{Rk,C1}$     | [N/mm <sup>2</sup> ]    | 2,5  | 2,5  | 3,7  | 3,7  | 3,7  | Leistung nicht bewertet |      |      |     |
|                                                                   | II: 80°C/50°C   |                              |                    |                         | 1,6  | 1,9  | 2,7  | 2,7  | 2,7  |                         |      |      |     |
|                                                                   | III: 120°C/72°C |                              |                    |                         | 1,3  | 1,6  | 2,0  | 2,0  | 2,0  |                         |      |      |     |
| Montagebeiwert                                                    |                 |                              |                    |                         |      |      |      |      |      |                         |      |      |     |
| trockener und feuchter Beton                                      |                 | $\gamma_{inst}$              | [-]                | 1,0                     | 1,2  |      |      |      |      |                         |      |      |     |
| wassergefülltes Bohrloch                                          |                 | $\gamma_{inst}$              | [-]                | 1,4                     |      |      |      |      |      | Leistung nicht bewertet |      |      |     |

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

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

**Tabelle C13: Charakteristische Werte für Betonstahl bei seismischer Querbeanspruchung, Leistungskategorie C1**

| Betonstahl                                |  |                 |                    | Ø 8                                | Ø 10 | Ø 12 | Ø 14 | Ø 16 | Ø 20 | Ø 25 | Ø 28 | Ø 32 |
|-------------------------------------------|--|-----------------|--------------------|------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <b>Stahlversagen <u>ohne</u> Hebelarm</b> |  |                 |                    |                                    |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Charakteristischer Widerstand             |  | $V_{Rk,s,C1}$   | [kN]               | $0,35 \cdot A_s \cdot f_{uk}^{1)}$ |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Stahlspannungsquerschnitt                 |  | $A_s$           | [mm <sup>2</sup> ] | 50                                 | 79   | 113  | 154  | 201  | 314  | 491  | 616  | 804  |
| Teilsicherheitsbeiwert                    |  | $\gamma_{Ms,V}$ | [-]                | 1,5 <sup>2)</sup>                  |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Duktilitätsfaktor                         |  | $k_7$           | [-]                | 1,0                                |      |      |      |      |      |      |      |      |

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

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

**Injektionssystem FMZ für Beton**

**Leistung**  
Charakteristische Werte für **Betonstahl** bei **seismischer Beanspruchung**, Kategorie **C1**

**Anhang C11**

**Tabelle C14: Verschiebungsfaktoren unter Zugbeanspruchung<sup>1)</sup> (Ankerstangen)**

| Ankerstange                                                         |                         |                                                | M8    | M10   | M12   | M16   | M20   | M24   | M27   | M30   |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Ungerissener Beton C20/25, statische und quasi-statische Einwirkung |                         |                                                |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Temperaturbereich I:<br>40°C/24°C                                   | δ <sub>N0</sub> -Faktor | $\left[\frac{\text{mm}}{\text{N/mm}^2}\right]$ | 0,021 | 0,023 | 0,026 | 0,031 | 0,036 | 0,041 | 0,045 | 0,049 |
|                                                                     | δ <sub>N∞</sub> -Faktor |                                                | 0,030 | 0,033 | 0,037 | 0,045 | 0,052 | 0,060 | 0,065 | 0,071 |
| Temperaturbereich II:<br>80°C/50°C                                  | δ <sub>N0</sub> -Faktor |                                                | 0,050 | 0,056 | 0,063 | 0,075 | 0,088 | 0,100 | 0,110 | 0,119 |
|                                                                     | δ <sub>N∞</sub> -Faktor |                                                | 0,072 | 0,081 | 0,090 | 0,108 | 0,127 | 0,145 | 0,159 | 0,172 |
| Temperaturbereich III:<br>120°C/72°C                                | δ <sub>N0</sub> -Faktor |                                                | 0,050 | 0,056 | 0,063 | 0,075 | 0,088 | 0,100 | 0,110 | 0,119 |
|                                                                     | δ <sub>N∞</sub> -Faktor |                                                | 0,072 | 0,081 | 0,090 | 0,108 | 0,127 | 0,145 | 0,159 | 0,172 |
| Gerissener Beton C20/25, statische und quasi-statische Einwirkung   |                         |                                                |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Temperaturbereich I:<br>40°C/24°C                                   | δ <sub>N0</sub> -Faktor | $\left[\frac{\text{mm}}{\text{N/mm}^2}\right]$ | 0,090 |       | 0,070 |       |       |       |       |       |
|                                                                     | δ <sub>N∞</sub> -Faktor |                                                | 0,105 |       | 0,105 |       |       |       |       |       |
| Temperaturbereich II:<br>80°C/50°C                                  | δ <sub>N0</sub> -Faktor |                                                | 0,219 |       | 0,170 |       |       |       |       |       |
|                                                                     | δ <sub>N∞</sub> -Faktor |                                                | 0,255 |       | 0,245 |       |       |       |       |       |
| Temperaturbereich III:<br>120°C/72°C                                | δ <sub>N0</sub> -Faktor |                                                | 0,219 |       | 0,170 |       |       |       |       |       |
|                                                                     | δ <sub>N∞</sub> -Faktor |                                                | 0,255 |       | 0,245 |       |       |       |       |       |

<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 C15: Verschiebungsfaktoren unter Querbeanspruchung<sup>1)</sup> (Ankerstangen)**

| Ankerstange                                                         |                         |                                                  | M8   | M10  | M12  | M16  | M20  | M24  | M27  | M30  |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Ungerissener Beton C20/25, statische und quasi-statische Einwirkung |                         |                                                  |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Alle Temperaturbereiche                                             | δ <sub>v0</sub> -Faktor | $\left[ \frac{\text{mm}}{\text{N/mm}^2} \right]$ | 0,06 | 0,06 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,03 |
|                                                                     | δ <sub>v∞</sub> -Faktor |                                                  | 0,09 | 0,08 | 0,08 | 0,06 | 0,06 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| Gerissener Beton C20/25, statische und quasi-statische Einwirkung   |                         |                                                  |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Alle Temperaturbereiche                                             | δ <sub>v0</sub> -Faktor | $\left[ \frac{\text{mm}}{\text{N/mm}^2} \right]$ | 0,12 | 0,12 | 0,11 | 0,10 | 0,09 | 0,08 | 0,08 | 0,07 |
|                                                                     | δ <sub>v0</sub> -Faktor |                                                  | 0,18 | 0,18 | 0,17 | 0,15 | 0,14 | 0,13 | 0,12 | 0,10 |

<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 FMZ für Beton**

**Leistung**  
Verschiebungen (Ankerstangen)

**Anhang C12**

**Tabelle C16: Verschiebungsfaktoren unter Zugbeanspruchung<sup>1)</sup>**  
(Innengewindeankerstangen)

| Innengewindeankerstange                                             |                         |                                                  | IG-M6 | IG-M8 | IG- M10 | IG-M12 | IG-M16 | IG-M20 |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------------------|-------|-------|---------|--------|--------|--------|
| Ungerissener Beton C20/25, statische und quasi-statische Einwirkung |                         |                                                  |       |       |         |        |        |        |
| Temperaturbereich I:<br>40°C/24°C                                   | δ <sub>N0</sub> -Faktor | $\left[ \frac{\text{mm}}{\text{N/mm}^2} \right]$ | 0,023 | 0,026 | 0,031   | 0,036  | 0,041  | 0,049  |
|                                                                     | δ <sub>N∞</sub> -Faktor |                                                  | 0,033 | 0,037 | 0,045   | 0,052  | 0,060  | 0,071  |
| Temperaturbereich II:<br>80°C/50°C                                  | δ <sub>N0</sub> -Faktor |                                                  | 0,056 | 0,063 | 0,075   | 0,088  | 0,100  | 0,119  |
|                                                                     | δ <sub>N∞</sub> -Faktor |                                                  | 0,081 | 0,090 | 0,108   | 0,127  | 0,145  | 0,172  |
| Temperaturbereich III:<br>120°C/72°C                                | δ <sub>N0</sub> -Faktor |                                                  | 0,056 | 0,063 | 0,075   | 0,088  | 0,100  | 0,119  |
|                                                                     | δ <sub>N∞</sub> -Faktor |                                                  | 0,081 | 0,090 | 0,108   | 0,127  | 0,145  | 0,172  |
| Gerissener Beton C20/25, statische und quasi-statische Einwirkung   |                         |                                                  |       |       |         |        |        |        |
| Temperaturbereich I:<br>40°C/24°C                                   | δ <sub>N0</sub> -Faktor | $\left[ \frac{\text{mm}}{\text{N/mm}^2} \right]$ | 0,090 | 0,070 |         |        |        |        |
|                                                                     | δ <sub>N∞</sub> -Faktor |                                                  | 0,105 | 0,105 |         |        |        |        |
| Temperaturbereich II:<br>80°C/50°C                                  | δ <sub>N0</sub> -Faktor |                                                  | 0,219 | 0,170 |         |        |        |        |
|                                                                     | δ <sub>N∞</sub> -Faktor |                                                  | 0,255 | 0,245 |         |        |        |        |
| Temperaturbereich III:<br>120°C/72°C                                | δ <sub>N0</sub> -Faktor |                                                  | 0,219 | 0,170 |         |        |        |        |
|                                                                     | δ <sub>N∞</sub> -Faktor |                                                  | 0,255 | 0,245 |         |        |        |        |

<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 C17: Verschiebungsfaktoren unter Querbeanspruchung<sup>1)</sup>**  
(Innengewindeankerstangen)

| Innengewindeankerstange                                                            |                            |                                                  | IG-M6 | IG-M8 | IG-M10 | IG-M12 | IG-M16 | IG-M20 |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------------------------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| Ungerissener und gerissener Beton C20/25, statische und quasi-statische Einwirkung |                            |                                                  |       |       |        |        |        |        |
| Alle Temperaturbereiche                                                            | $\delta_{V0}$ -Faktor      | $\left[ \frac{\text{mm}}{\text{N/mm}^2} \right]$ | 0,07  | 0,06  | 0,06   | 0,05   | 0,04   | 0,04   |
|                                                                                    | $\delta_{V\infty}$ -Faktor |                                                  | 0,10  | 0,09  | 0,08   | 0,08   | 0,06   | 0,06   |

<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 FMZ für Beton**

**Leistung**  
Verschiebungen (Innengewindeankerstangen)

**Anhang C13**

**Tabelle C18: Verschiebungsfaktoren unter Zugbeanspruchung<sup>1)</sup> (Betonstahl)**

| Betonstahl                                                          |                         |                            | Ø 8   | Ø 10  | Ø 12  | Ø 14  | Ø 16  | Ø 20  | Ø 25  | Ø 28  | Ø 32  |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Ungerissener Beton C20/25, statische und quasi-statische Einwirkung |                         |                            |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Temperaturbereich I:<br>40°C/24°C                                   | δ <sub>N0</sub> -Faktor | mm<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | 0,021 | 0,023 | 0,026 | 0,028 | 0,031 | 0,036 | 0,043 | 0,047 | 0,052 |
|                                                                     | δ <sub>N∞</sub> -Faktor |                            | 0,030 | 0,033 | 0,037 | 0,041 | 0,045 | 0,052 | 0,061 | 0,071 | 0,075 |
| Temperaturbereich II:<br>80°C/50°C                                  | δ <sub>N0</sub> -Faktor |                            | 0,050 | 0,056 | 0,063 | 0,069 | 0,075 | 0,088 | 0,104 | 0,113 | 0,126 |
|                                                                     | δ <sub>N∞</sub> -Faktor |                            | 0,072 | 0,081 | 0,090 | 0,099 | 0,108 | 0,127 | 0,149 | 0,163 | 0,181 |
| Temperaturbereich III:<br>120°C/72°C                                | δ <sub>N0</sub> -Faktor |                            | 0,050 | 0,056 | 0,063 | 0,069 | 0,075 | 0,088 | 0,104 | 0,113 | 0,126 |
|                                                                     | δ <sub>N∞</sub> -Faktor |                            | 0,072 | 0,081 | 0,090 | 0,099 | 0,108 | 0,127 | 0,149 | 0,163 | 0,181 |
| Gerissener Beton C20/25, statische und quasi-statische Einwirkung   |                         |                            |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Temperaturbereich I:<br>40°C/24°C                                   | δ <sub>N0</sub> -Faktor | mm<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | 0,090 | 0,070 |       |       |       |       |       |       |       |
|                                                                     | δ <sub>N∞</sub> -Faktor |                            | 0,105 | 0,105 |       |       |       |       |       |       |       |
| Temperaturbereich II:<br>80°C/50°C                                  | δ <sub>N0</sub> -Faktor |                            | 0,219 | 0,170 |       |       |       |       |       |       |       |
|                                                                     | δ <sub>N∞</sub> -Faktor |                            | 0,255 | 0,245 |       |       |       |       |       |       |       |
| Temperaturbereich III:<br>120°C/72°C                                | δ <sub>N0</sub> -Faktor |                            | 0,219 | 0,170 |       |       |       |       |       |       |       |
|                                                                     | δ <sub>N∞</sub> -Faktor |                            | 0,255 | 0,245 |       |       |       |       |       |       |       |

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

δ<sub>N0</sub> = δ<sub>N0</sub>-Faktor · τ; τ: einwirkende Verbundspannung unter Zugbeanspruchung

δ<sub>N∞</sub> = δ<sub>N∞</sub>-Faktor · τ;

**Tabelle C19: Verschiebungsfaktoren unter Querbeanspruchung<sup>1)</sup> (Betonstahl)**

| Betonstahl                                                          |                         |                                   | Ø 8  | Ø 10 | Ø 12 | Ø 14 | Ø 16 | Ø 20 | Ø 25 | Ø 28 | Ø 32 |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Ungerissener Beton C20/25, statische und quasi-statische Einwirkung |                         |                                   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Alle Temperaturbereiche                                             | δ <sub>v0</sub> -Faktor | $\frac{\text{mm}}{\text{N/mm}^2}$ | 0,06 | 0,05 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,03 |
|                                                                     | δ <sub>v∞</sub> -Faktor |                                   | 0,09 | 0,08 | 0,08 | 0,06 | 0,06 | 0,05 | 0,05 | 0,04 | 0,04 |
| Gerissener Beton C20/25, statische und quasi-statische Einwirkung   |                         |                                   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Alle Temperaturbereiche                                             | δ <sub>v0</sub> -Faktor | $\frac{\text{mm}}{\text{N/mm}^2}$ | 0,12 | 0,12 | 0,11 | 0,11 | 0,10 | 0,09 | 0,08 | 0,07 | 0,06 |
|                                                                     | δ <sub>v∞</sub> -Faktor |                                   | 0,18 | 0,18 | 0,17 | 0,16 | 0,15 | 0,14 | 0,12 | 0,11 | 0,10 |

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

δ<sub>V0</sub> = δ<sub>V0</sub>-Faktor · V; V: einwirkende Querlast

δ<sub>V∞</sub> = δ<sub>V∞</sub>-Faktor · V;

**Injektionssystem FMZ für Beton**

**Leistung**  
Verschiebungen (Betonstahl)

**Anhang C14**