

**Zulassungsstelle für Bauprodukte und Bauarten**

**Bautechnisches Prüfamts**

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



## Europäische Technische Bewertung

**ETA-19/0483**  
**vom 30. August 2019**

### Allgemeiner Teil

Technische Bewertungsstelle, die die Europäische Technische Bewertung ausstellt

Deutsches Institut für Bautechnik

Handelsname des Bauprodukts

Injektionssystem VME plus

Produktfamilie,  
zu der das Bauprodukt gehört

Verbunddübel zur Verankerung in Beton

Hersteller

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

Herstellungsbetrieb

Werk 1,D und Werk 2,D

Diese Europäische Technische Bewertung enthält

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

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

EAD 330499-01-0601

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

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

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

## Besonderer Teil

### 1 Technische Beschreibung des Produkts

Das Injektionssystem VME plus ist ein Verbunddübel, der aus einer Mörtelkartusche mit Injektionsmörtel VME plus 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 einer Innengewindestange VMU-IG-M6 bis VMU-IG-M20.

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

Die Produktbeschreibung ist in Anhang A angegeben.

### 2 Spezifizierung des Verwendungszwecks gemäß anwendbarem Europäischen Bewertungsdokument

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

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

### 3 Leistung des Produkts und Angaben der Methoden ihrer Bewertung

#### 3.1 Mechanische Festigkeit und Standsicherheit (BWR 1)

Wesentliches Merkmal	Leistung
Charakteristischer Widerstand unter Zugbeanspruchung (statische und quasi-statische Einwirkungen)	Siehe Anhang C 1, C 3, C 4, C 7, C 9
Charakteristischer Widerstand unter Querbeanspruchung (statische und quasi-statische Einwirkungen)	Siehe Anhang C 2, C 5, C 8, C 10
Verschiebungen (statische und quasi-statische Einwirkungen)	Siehe Anhang C 12, C 13, C 14
Charakteristischer Widerstand und Verschiebungen für seismische Leitungskategorie C1 und C2	Siehe Anhang C 6, C 11, C 12
Dauerhaftigkeit	Siehe Anhang B 1

#### 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.

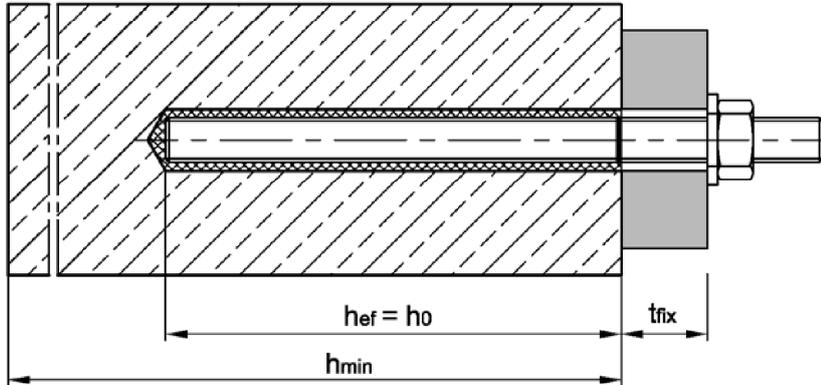
Ausgestellt in Berlin am 30. August 2019 vom Deutschen Institut für Bautechnik

BD Dipl.-Ing. Andreas Kummerow  
Abteilungsleiter

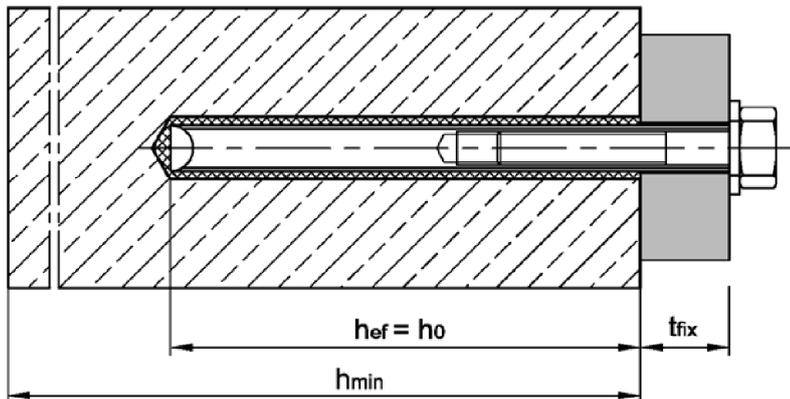
Beglaubigt:

### Einbauzustand Ankerstange M8 bis M30

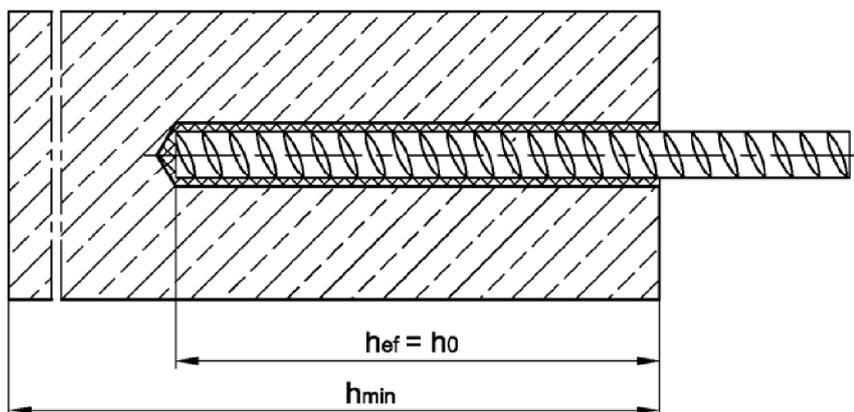
Vorsteckmontage oder Durchsteckmontage (optional mit verfülltem Ringspalt)



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



### Einbauzustand Betonstahl ø8 bis ø32



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

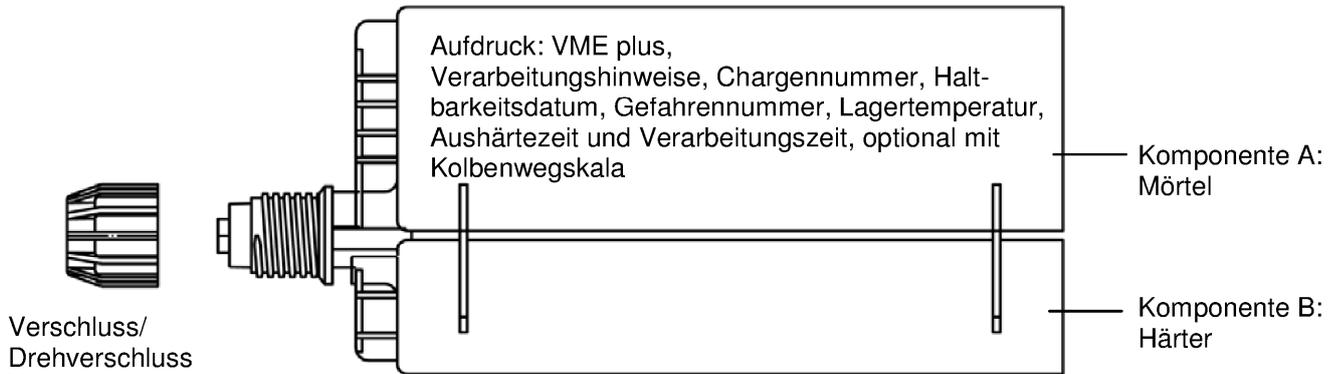
### Injektionssystem VME plus

Produktbeschreibung  
Einbauzustand

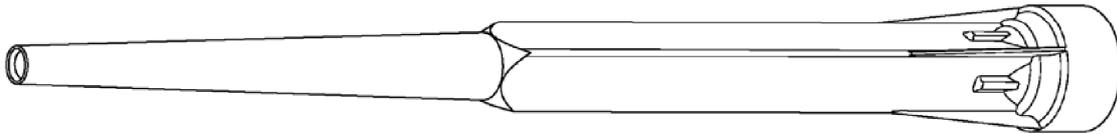
Anhang A1

## Kartusche: Injektionsmörtel VME plus

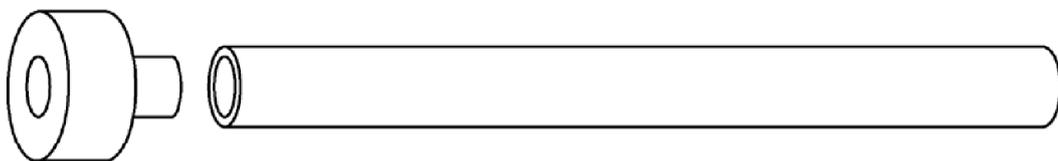
440 ml, 585 ml und 1400 ml Kartusche (Typ: "side-by-side")



## Statikmischer



## Injektionsadapter und Mischerverlängerung



## Injektionssystem VME plus

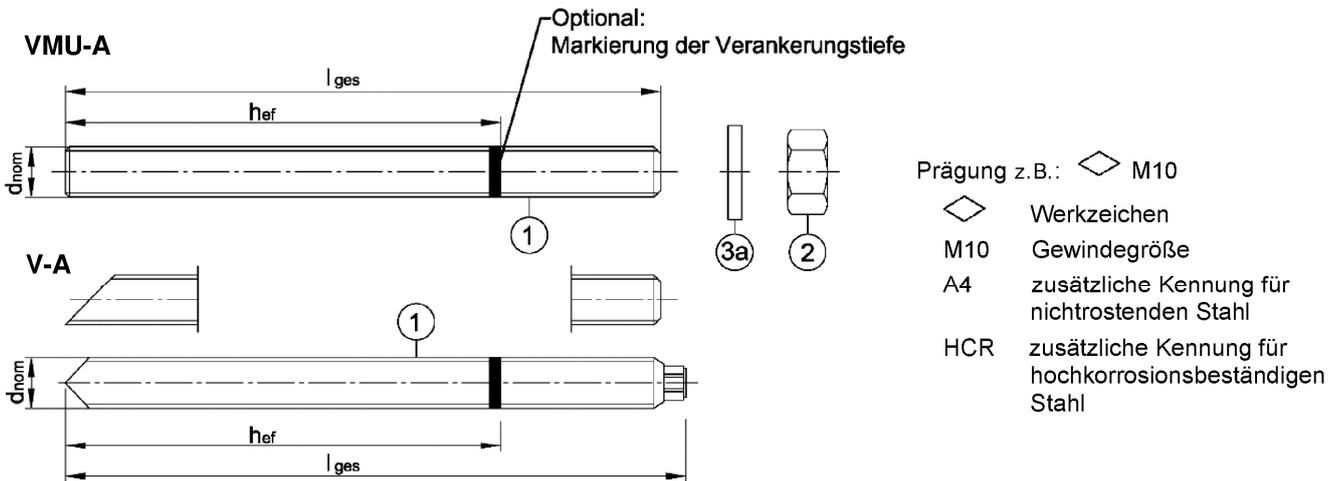
### Produktbeschreibung

Kartusche, Statikmischer und Injektionsadapter mit Mischerverlängerung

## Anhang A2

## Ankerstangen

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



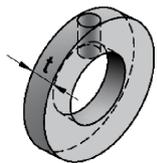
**Ankerstange VM-A (Meterware zum Ablängen)**  
M8, M10, M12, M16, M20, M24, M27, M30 (verzinkt, A2, A4, HCR)

### Handelsübliche Gewindestange

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

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

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

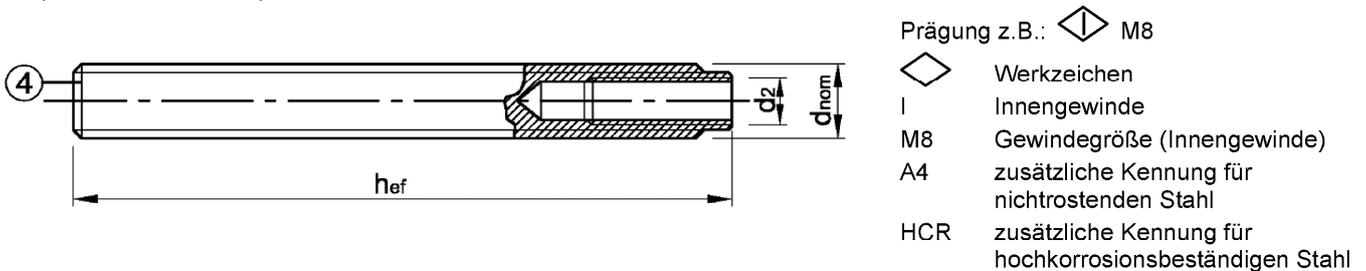


Dicke der Verfüllscheibe  
Für Durchmesser  
< M24: t = 5 mm  
≥ M24: t = 6 mm



### Innengewindeankerstange

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



## Injektionssystem VME plus

**Produktbeschreibung**  
Ankerstange, Innengewindeankerstange und Verfüllscheibe

**Anhang A3**

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

Teil	Benennung	Werkstoff							
<b>Stahl, verzinkt</b>									
galvanisch verzinkt $\geq 5 \mu\text{m}$ gemäß EN ISO 4042:1999 oder									
feuerverzinkt $\geq 40 \mu\text{m}$ gemäß EN ISO 1461:2009 und EN ISO 10684:2004+AC:2009 oder									
diffusionsverzinkt $\geq 45 \mu\text{m}$ gemäß EN ISO 17668:2016									
1	Ankerstange	Festigkeitsklasse	Charakteristische Zugfestigkeit		Charakteristische Streckgrenze		Bruchdehnung	EN 10087:1998, EN 10263:2001;  handelsübliche Gewindestangen: EN ISO 898-1:2013	
		4.6	$f_{uk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	400	$f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	240			$A_5 > 8 \%$
		4.8		400		320			$A_5 > 8 \%$
		5.6		500		300			$A_5 > 8 \%$
		5.8		500		400			$A_5 > 8 \%$
		8.8		800		640			$A_5 \geq 12\% ^1)$
2	Sechskantmutter	4	für Ankerstangen der Klasse 4.6, 4.8					EN ISO 898-2:2012	
		5	für Ankerstangen der Klasse 4.6, 4.8, 5.6, 5.8						
		8	für Ankerstangen der Klasse 4.6, 4.8, 5.6, 5.8, 8.8						
3a	Unterlegscheibe	z.B.: EN ISO 7089:2000, EN ISO 7093:2000, EN ISO 887:2006; EN ISO 7094:2000							
3b	Verfüllscheibe	Stahl, verzinkt							
4	Innengewindeankerstange	5.8	Stahl, galvanisch verzinkt oder diffusionsverzinkt			$A_5 > 8\%$	EN 10087:1998		
		8.8				$A_5 > 8\%$			
<b>Nichtrostender Stahl A2 <sup>2)</sup></b>		(Werkstoffe 1.4301 / 1.4307 / 1.4567 / 1.4541)							
<b>Nichtrostender Stahl A4</b>		(Werkstoffe 1.4401 / 1.4404 / 1.4571 / 1.4578 / 1.4362 / 1.4062)							
<b>Hochkorrosionsbeständiger Stahl HCR</b>		(Werkstoffe 1.4529 / 1.4565 )							
1	Ankerstange <sup>3)</sup>	Festigkeitsklasse	Charakteristische Zugfestigkeit		Charakteristische Streckgrenze		Bruchdehnung	EN 10088-1:2014 EN ISO 3506-1:2009	
		50	$f_{uk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	500	$f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	210			$A_5 > 8\%$
		70		700		450			$A_5 \geq 12\% ^1)$
		80		800		600			$A_5 \geq 12\% ^1)$
2	Sechskantmutter <sup>3)</sup>	50	für Ankerstangen der Klasse 50					EN 10088-1:2014 EN ISO 3506-2:2009	
		70	für Ankerstangen der Klasse 50, 70						
		80	für Ankerstangen der Klasse 50, 70, 80						
3a	Unterlegscheibe	z.B.: EN ISO 7089:2000, EN ISO 7093:2000, EN ISO 7094:2000; EN ISO 887:2006					EN 10088-1:2014		
3b	Verfüllscheibe	Nichtrostender Stahl A4; hochkorrosionsbeständiger Stahl							
4	Innengewindeankerstange	50	IG-M20			$A_5 > 8 \%$	EN 10088-1:2014		
		70	IG-M6 bis IG-M16			$A_5 > 8 \%$			
<b>Injektionssystem VME plus</b>							<b>Anhang A4</b>		
<b>Produktbeschreibung</b> Werkstoffe - Ankerstange und Innengewindeankerstange									

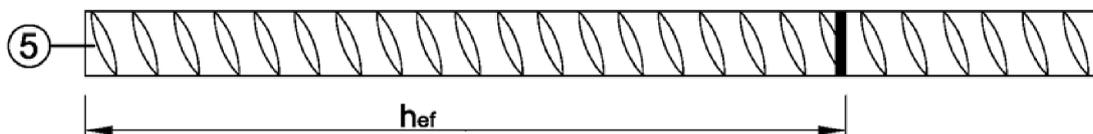
<sup>1)</sup>  $A_5 > 8 \%$  Bruchdehnung wenn keine Anforderungen der seismischen Leistungskategorie C2 bestehen

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

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

## Betonstahl

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



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

**Tabelle A2: Werkstoffe Betonstahl**

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

## Injektionssystem VME plus

### Produktbeschreibung

Produktbeschreibung und Werkstoffe Betonstahl

**Anhang A5**

## Spezifizierung des Verwendungszwecks

Injektionssystem VME plus	Ankerstangen	Innengewinde- ankerstangen	Betonstahl
Statische oder quasi-statische Belastung	M8 - M30 verzinkt, A2, A4, HCR	VMU-IG M6 - VMU-IG M20 verzinkt, A4, HCR	Ø8 - Ø32
Seismische Einwirkung Kategorie C1	M8 - M30 verzinkt <sup>1)</sup> , A4, HCR	-	Ø8 - Ø32
Seismische Einwirkung Kategorie C2	M12 – M24 verzinkt <sup>1)</sup> (Fkl. 8.8), A4, HCR (Fkl. ≥ 70)	-	-
Verankerungsgrund	verdichteter, bewehrter oder unbewehrter Normalbeton (ohne Fasern), gemäß EN 206:2013		
	Festigkeitsklasse C20/25 bis C50/60, gemäß EN 206:2013		
	Gerissener oder 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 +72 °C	max. Langzeit-Temperatur +50 °C und max. Kurzzeit-Temperatur +72 °C	

<sup>1)</sup> Ausgenommen feuerverzinkte Ankerstangen

### Anwendungsbedingungen (Umweltbedingungen):

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

### Bemessung:

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

### Einbau:

- Trockener oder feuchter Beton oder wassergefüllte Bohrlöcher (ausgenommen Seewasser)
- Bohrlochherstellung durch Hammer-, Druckluft- oder Saugbohren
- Überkopfmontage erlaubt
- Einbau durch entsprechend geschultes Personal unter Verantwortung des Bauleiters
- Innengewindeankerstange: Schrauben und Gewindestange (inkl. Mutter und Unterlegscheibe) müssen mindestens dem Material und der Festigkeitsklasse der verwendeten Innengewindeankerstange entsprechen

## Injektionssystem VME plus

Verwendungszweck  
Spezifikationen

Anhang B1

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

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

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

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

Innengewindeankerstange		IG-M 6	IG-M 8	IG-M 10	IG-M 12	IG-M 16	IG-M 20
Innendurchmesser	$d_2$ [mm]	6	8	10	12	16	20
Außendurchmesser <sup>1)</sup>	$d=d_{nom}$ [mm]	10	12	16	20	24	30
Bohrernennendurchmesser	$d_0$ [mm]	12	14	18	22	28	35
Effektive Verankerungstiefe	$h_{ef,min}$ [mm]	60	70	80	90	96	120
	$h_{ef,max}$ [mm]	200	240	320	400	480	600
Durchgangsloch im anzuschließenden Bauteil	$d_f \leq$ [mm]	7	9	12	14	18	22
Montagedrehmoment	$T_{inst} \leq$ [Nm]	10	10	20	40	60	100
Minimale Einschraubtiefe	$l_{IG}$ [mm]	8	8	10	12	16	20
Mindestbauteildicke	$h_{min}$ [mm]	$h_{ef} + 30mm \geq 100mm$		$h_{ef} + 2d_0$			
Minimaler Achsabstand	$s_{min}$ [mm]	50	60	75	95	115	140
Minimaler Randabstand	$c_{min}$ [mm]	40	45	50	60	65	80

<sup>1)</sup> Mit metrischem Gewinde gemäß EN 1993-1-8:2005+AC:2009

**Tabelle B3: Montagekennwerte Betonstahl**

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

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

**Injektionssystem VME plus**

Verwendungszweck  
Montagekennwerte

**Anhang B2**

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

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

**Tabelle B5: Injektionsadapter**

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



**Saugbohrer**

Saugbohrer (MKT Saugbohrer SB, Würth Saugbohrer oder Heller Duster Expert Saugbohrer) und einem Klasse M Staubsauger mit einem Unterdruck von mind. 253 hPa und einer Durchflussrate von mind. 42 l/s



**Empfohlene Druckluftpistole (min 6 bar)**

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

**Injektionssystem VME plus**

**Verwendungszweck**  
Reinigungs- und Installationszubehör

**Anhang B3**

**Tabelle B6: Verarbeitungs- und Aushärtezeiten**

Beton Temperatur	Verarbeitungszeit	Mindest-Aushärtezeit	
		trockener Beton	feuchter Beton
+5°C bis +9°C	80 min	48 h	96 h
+10°C bis +14°C	60 min	28 h	56 h
+15°C bis +19°C	40 min	18 h	36 h
+20°C bis +24°C	30 min	12 h	24 h
+25°C bis +34°C	12 min	9 h	18 h
+35°C bis +39°C	8 min	6 h	12 h
+40°C	8 min	4 h	8 h
<b>Kartuschentemperatur</b>	+5°C bis +40°C		

**Injektionssystem VME plus**

**Verwendungszweck**  
Verarbeitungs- und Aushärtezeiten

**Anhang B4**

## Montageanweisung

Bohren		
1a		<b>Hammerbohren oder Druckluftbohren</b> Bohrloch dreh Schlagend mit vorgeschriebenem Bohrdurchmesser (Tabelle B1, B2 oder B3) und gewählter Bohrlochtiefe erstellen. Weiter bei Schritt 2. Bei Fehlbohrungen ist das Bohrloch zu vermörteln.
1b		<b>Saugbohrer:</b> siehe Anhang B3 Bohrloch dreh Schlagend mit vorgeschriebenem Bohrdurchmesser (Tabelle B1, B2 oder B3) und gewählter Bohrlochtiefe erstellen. Dieses Bohrverfahren entfernt den Staub und reinigt das Bohrloch während des Bohrens. Weiter bei Schritt 3. Bei Fehlbohrungen ist das Bohrloch zu vermörteln.
<b>Achtung! Vor der Reinigung muss im Bohrloch stehendes Wasser entfernt werden.</b>		
<b>Reinigung</b> (Entfällt bei der Verwendung eines Saugbohrers - vergl. Schritt 1b und Anhang B3)		
2a		Das Bohrloch vom Bohrlochgrund her mind. <b>2x</b> vollständig mit Druckluft (min. 6 bar) ausblasen, bis die ausströmende Luft staubfrei ist. Wird der Bohrlochgrund nicht erreicht, ist eine Verlängerung zu verwenden.
2b		Bohrloch mit geeigneter Drahtbürste gem. Tabelle B4 (minimaler Bürstendurchmesser $d_{b,min}$ ist einzuhalten) mind. <b>2x</b> ausbürsten. Erreicht die Bürste den Bohrlochgrund nicht, ist eine geeignete Bürstenverlängerung zu verwenden.
2c		Das Bohrloch vom Bohrlochgrund her erneut mind. <b>2x</b> vollständig mit Druckluft (min. 6 bar) ausblasen bis die ausströmende Luft staubfrei ist. Wird der Bohrlochgrund nicht erreicht, ist eine Verlängerung zu verwenden.
<b>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.</b>		
<b>Vorbereitung Injektion</b>		
3		Den mitgelieferten Statikmischer fest auf die Kartusche aufschrauben und Kartusche in eine geeignete Auspresspistole einlegen. Bei jeder Arbeitsunterbrechung länger als die empfohlene Verarbeitungszeit (Tabelle B6) und bei jeder neuen Kartusche ist der Statikmischer zu erneuern.
4		Vor dem Injizieren des Mörtels die geforderte Verankerungstiefe auf der Ankerstange oder dem Betonstahl markieren.
5		Der Mörtelvorlauf ist nicht zur Befestigung der Ankerstange geeignet. Daher Vorlauf solange verwerfen, bis sich eine gleichmäßig graue bzw. rote Mischfarbe eingestellt hat, jedoch min. 3 volle Hübe.

## Injektionssystem VME plus

Verwendungszweck  
Montageanweisung

Anhang B5

## Montageanweisung (Fortsetzung)

Injektion		
6a		Gereinigtes Bohrloch vom Bohrlochgrund her ca. zu 2/3 mit Verbundmörtel befüllen. Langsames Zurückziehen des Statikmischers aus dem Bohrloch verhindert die Bildung von Luftporen. Wird der Bohrlochgrund nicht erreicht, ist eine passende Mischerverlängerung zu verwenden. Die temperaturabhängigen Verarbeitungszeiten gemäß Tabelle B6 sind zu beachten.
6b		Injektionsadapter mit Mischerverlängerungen sind für folgende Verankerungen zu verwenden (Tabelle B5): <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>
Setzen des Befestigungselementes		
7		Befestigungselement mit leichten Drehbewegungen bis zur festgelegten Verankerungstiefe einsetzen. Die Ankerstange muss schmutz-, fett- und ölfrei sein.
8		Nach der Installation des Ankers muss der Ringspalt zwischen Ankerstange und Beton, bei Durchsteckmontage zusätzlich auch im Anbauteil, komplett mit Mörtel verfüllt sein. Wird kein Mörtel an der Betonoberfläche sichtbar, Anwendung vor Beendigung der Verarbeitungszeit wiederholen! Bei Überkopfmontage ist die Ankerstange zu fixieren (z.B. mit Holzkeilen).
9		Die angegebene Aushärtezeit muss eingehalten werden. Befestigungselement während der Aushärtezeit (Tabelle B6) nicht bewegen oder belasten.
10		Ausgetretenen Mörtel entfernen.
11		Nach vollständiger Aushärtung kann das Anbauteil mit dem zulässigen Drehmoment $T_{inst}$ nach Tabelle B1 oder B2 montiert werden.
12		Bei der Vorsteckmontage kann optional der Ringspalt zwischen Ankerstange und Anbauteil nachträglich mit Mörtel verfüllt werden. Dafür Unterlegscheibe durch Verfüllscheibe ersetzen und Mischerreduzierung auf den Mischer stecken. Der Ringspalt ist verfüllt, wenn Mörtel austritt.

### Injektionssystem VME plus

Verwendungszweck  
Montageanweisung (Fortsetzung)

Anhang B6

**Tabelle C1: Charakteristische Stahltragfähigkeit 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, verzinkt	Festigkeitsklasse 4.6 und 4.8	$N_{Rk,s}$	[kN]	15 (13)	23 (21)	34	63	98	141	184	224
	Festigkeitsklasse 5.6 und 5.8	$N_{Rk,s}$	[kN]	18 (17)	29 (27)	42	78	122	176	230	280
	Festigkeitsklasse 8.8	$N_{Rk,s}$	[kN]	29 (27)	46 (43)	67	125	196	282	368	449
Nichtrostender Stahl	A2, A4 und HCR Festigkeitsklasse 50	$N_{Rk,s}$	[kN]	18	29	42	79	123	177	230	281
	A2, A4 und HCR Festigkeitsklasse 70	$N_{Rk,s}$	[kN]	26	41	59	110	171	247	-	-
	A4 und HCR Festigkeitsklasse 80	$N_{Rk,s}$	[kN]	29	46	67	126	196	282	-	-
<b>Teilsicherheitsbeiwerte <sup>2)</sup></b>											
Stahl, verzinkt	Festigkeitsklasse 4.6	$\gamma_{Ms,N}$	[-]	2,0							
	Festigkeitsklasse 4.8	$\gamma_{Ms,N}$	[-]	1,5							
	Festigkeitsklasse 5.6	$\gamma_{Ms,N}$	[-]	2,0							
	Festigkeitsklasse 5.8	$\gamma_{Ms,N}$	[-]	1,5							
	Festigkeitsklasse 8.8	$\gamma_{Ms,N}$	[-]	1,5							
Nichtrostender Stahl	A2, A4 und HCR Festigkeitsklasse 50	$\gamma_{Ms,N}$	[-]	2,86							
	A2, A4 und HCR Festigkeitsklasse 70	$\gamma_{Ms,N}$	[-]	1,87						-	-
	A4 und HCR Festigkeitsklasse 80	$\gamma_{Ms,N}$	[-]	1,6						-	-

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

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

**Injektionssystem VME plus**

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

**Anhang C1**

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

Ankerstange			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
<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 Querbeanspruchung<sup>1)</sup></b>										
<b>Stahlversagen ohne Hebelarm</b>										
Stahl, verzinkt	Festigkeitsklasse 4.6 und 4.8	$V_{Rk,s}^0$ [kN]	9 (8)	14 (13)	20	38	59	85	110	135
	Festigkeitsklasse 5.6 und 5.8	$V_{Rk,s}^0$ [kN]	11 (10)	17 (16)	25	47	74	106	138	168
	Festigkeitsklasse 8.8	$V_{Rk,s}^0$ [kN]	15 (13)	23 (21)	34	63	98	141	184	224
Nichtrostender 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	-	-
	A4 und HCR, Festigkeitsklasse 80	$V_{Rk,s}^0$ [kN]	15	23	34	63	98	141	-	-
<b>Stahlversagen mit Hebelarm</b>										
Stahl, verzinkt	Festigkeitsklasse 4.6 und 4.8	$M_{Rk,s}^0$ [Nm]	15 (13)	30 (27)	52	133	260	449	666	900
	Festigkeitsklasse 5.6 und 5.8	$M_{Rk,s}^0$ [Nm]	19 (16)	37 (33)	65	166	324	560	833	1123
	Festigkeitsklasse 8.8	$M_{Rk,s}^0$ [Nm]	30 (26)	60 (53)	105	266	519	896	1333	1797
Nichtrostender 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	-	-
	A4 und HCR, Festigkeitsklasse 80	$M_{Rk,s}^0$ [Nm]	30	59	105	266	519	896	-	-
<b>Teilsicherheitsbeiwerte<sup>2)</sup></b>										
Stahl, verzinkt	Festigkeitsklasse 4.6	$\gamma_{Ms,V}$ [-]	1,67							
	Festigkeitsklasse 4.8	$\gamma_{Ms,V}$ [-]	1,25							
	Festigkeitsklasse 5.6	$\gamma_{Ms,V}$ [-]	1,67							
	Festigkeitsklasse 5.8	$\gamma_{Ms,V}$ [-]	1,25							
	Festigkeitsklasse 8.8	$\gamma_{Ms,V}$ [-]	1,25							
Nichtrostender Stahl	A2, A4 und HCR, Festigkeitsklasse 50	$\gamma_{Ms,V}$ [-]	2,38							
	A2, A4 und HCR, Festigkeitsklasse 70	$\gamma_{Ms,V}$ [-]	1,56						-	-
	A4 und HCR, Festigkeitsklasse 80	$\gamma_{Ms,V}$ [-]	1,33						-	-

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

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

**Injektionssystem VME plus**

**Leistungen**

Charakteristische Stahltragfähigkeit 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 VME plus**

**Leistungen**  
Charakteristische Werte für Betonausbruch und Spalten

**Anhang C3**

**Tabelle C4: Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Ankerstangen unter statischer und quasi-statischer Belastung**

Ankerstangen				M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
<b>Stahlversagen</b>											
Charakteristischer Widerstand		$N_{Rk,s}$	[kN]	$A_s \cdot f_{uk}$ (oder siehe Tabelle C1)							
Teilsicherheitsbeiwert		$\gamma_{Ms,N}$	[-]	siehe Tabelle C1							
<b>Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch</b>											
<b>Charakteristische Verbundtragfähigkeit im ungerissenen Beton C20/25</b>											
Temperaturbereich I: 40°C / 24°C	Hammer- oder Druckluftbohren	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	20	20	19	19	18	17	16	16
Temperaturbereich II: 72°C / 50°C		$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	15	15	15	14	13	13	12	12
Temperaturbereich I: 40°C / 24°C	Saugbohren	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	17 (16) <sup>1)</sup>	16	16	16 (15) <sup>1)</sup>	15	14	14	13
Temperaturbereich II: 72°C / 50°C		$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	14	14	14	13	13	12	12	11
<b>Charakteristische Verbundtragfähigkeit im gerissenen Beton C20/25</b>											
Temperaturbereich I: 40°C / 24°C	alle Bohrverfahren	$\tau_{Rk,cr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	7,0	7,0	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5
Temperaturbereich II: 72°C / 50°C		$\tau_{Rk,cr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	6,0	6,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
<b>Reduktionsfaktor <math>\psi^0_{sus}</math> im Beton C20/25</b>											
Temperaturbereich I: 40°C / 24°C	alle Bohrverfahren	$\psi^0_{sus}$	[-]	0,75							
Temperaturbereich II: 72°C / 50°C		$\psi^0_{sus}$	[-]	0,68							
Erhöhungsfaktor für Beton	C25/30	$\psi_c$	[-]	1,02							
	C30/37		[-]	1,04							
	C35/45		[-]	1,07							
	C40/50		[-]	1,08							
	C45/55		[-]	1,09							
	C50/60		[-]	1,10							
<b>Betonausbruch</b>											
Relevante Parameter				siehe Tabelle C3							
<b>Spalten</b>											
Relevante Parameter				siehe Tabelle C3							
<b>Montagebeiwert</b>											
trockener oder feuchter Beton		$\gamma_{inst}$	[-]	1,0							
wassergefülltes Bohrloch		$\gamma_{inst}$	[-]	1,2							

<sup>1)</sup> Wert in Klammern: Charakteristische Verbundtragfähigkeit bei wassergefüllten Bohrlöchern

**Injektionssystem VME plus**

**Leistungen**  
Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Ankerstangen

**Anhang C4**

**Tabelle C5: Charakteristische Werte der Quertragfähigkeit für Ankerstangen unter statischer und quasi-statischer Belastung**

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

**Injektionssystem VME plus**

**Leistungen**  
Charakteristische Werte der Quertragfähigkeit für Ankerstangen

**Anhang C5**

**Tabelle C6: Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Ankerstangen unter seismischer Belastung (Leistungskategorie C1 + C2)**

Ankerstangen			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
<b>Zugbeanspruchung</b>										
<b>Stahlversagen</b>										
Charakteristischer Widerstand <b>C1</b>	$N_{Rk,s,eq,C1}$	[kN]	$1,0 \cdot N_{Rk,s}$							
Charakteristischer Widerstand <b>C2</b> Verzinkter Stahl, Festigkeitsklasse 8.8 Nichtrostender Stahl A4 und HCR, Festigkeitsklasse $\geq 70$	$N_{Rk,s,eq,C2}$	[kN]	NPA	$1,0 \cdot N_{Rk,s}$					NPA	
Teilsicherheitsbeiwert	$\gamma_{Ms,N}$	[-]	siehe Tabelle C1							
<b>Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch</b>										
<b>Charakteristische Verbundtragfähigkeit im Beton C20/25</b>										
Temperaturbereich I: 40°C / 24°C	alle Bohrverfahren	$\tau_{Rk,eq,C1}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	7,0	7,0	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5
		$\tau_{Rk,eq,C2}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	NPA		5,8	4,8	5,0	5,1	NPA	
Temperaturbereich II: 72°C / 50°C		$\tau_{Rk,eq,C1}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	6,0	6,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
$\tau_{Rk,eq,C2}$ [N/mm <sup>2</sup> ]		NPA		5,0	4,1	4,3	4,4	NPA		
<b>Montagebeiwert</b>										
trockener oder feuchter Beton	$\gamma_{inst}$	[-]	1,0							
wassergefülltes Bohrloch	$\gamma_{inst}$	[-]	1,2							

**Tabelle C7: Charakteristische Werte der Quertragfähigkeit für Ankerstangen unter seismischer Belastung (Leistungskategorie C1 + C2)**

<b>Querbeanspruchung</b>				
<b>Stahlversagen ohne Hebelarm</b>				
Charakteristischer Widerstand <b>C1</b>	$V_{Rk,s,eq,C1}$	[kN]	$0,7 \cdot V_{Rk,s}^0$	
Charakteristischer Widerstand <b>C2</b> Verzinkter Stahl, Festigkeitsklasse 8.8 Nichtrostender Stahl A4 und HCR, Festigkeitsklasse $\geq 70$	$V_{Rk,s,eq,C2}$	[kN]	Leistung nicht bewertet (NPA)	$0,7 \cdot V_{Rk,s}^0$
<b>Stahlversagen mit Hebelarm</b>				
Charakteristischer Biege­widerstand	$M_{Rk,s,eq,C1}^0$	[Nm]	Leistung nicht bewertet (NPA)	
	$M_{Rk,s,eq,C2}^0$	[Nm]	Leistung nicht bewertet (NPA)	
Montagebeiwert	$\gamma_{inst}$	[-]	1,0	
Faktor für Ringspalt	$\alpha_{gap}$	[-]	1,0 (0,5) <sup>1)</sup>	

<sup>1)</sup> Wert in der Klammer ist für Verbindungen mit Lochspiel zwischen Ankerstange und Anbauteil gültig

**Injektionssystem VME plus**

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

**Anhang C6**

**Tabelle C8: Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Innengewindeankerstangen unter statischer und quasi-statischer Belastung**

Innengewindeankerstange				VMU-IG M 6	VMU-IG M 8	VMU-IG M 10	VMU-IG M 12	VMU-IG M 16	VMU-IG M 20
<b>Stahlversagen<sup>1)</sup></b>									
Charakteristischer Widerstand, verzinkter Stahl, Festigkeitsklasse	5.8	$N_{Rk,s}$	[kN]	10	17	29	42	76	123
	8.8	$N_{Rk,s}$	[kN]	16	27	46	67	121	196
Teilsicherheitsbeiwert 5.8 und 8.8		$\gamma_{Ms,N}$	[-]	1,5					
Charakteristischer Widerstand, Nichtrostender Stahl A4 / HCR, Fkl. 70		$N_{Rk,s}$	[kN]	14	26	41	59	110	124 <sup>2)</sup>
	Teilsicherheitsbeiwert		$\gamma_{Ms,N}$	[-]	1,87				
<b>Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch</b>									
<b>Charakteristische Verbundtragfähigkeit im ungerissenen Beton C20/25</b>									
Temperaturbereich I: 40°C / 24°C	Hammer- und Druckluftbohren	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	20	19	19	18	17	16
Temperaturbereich II: 72°C / 50°C		$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	15	15	14	13	13	12
Temperaturbereich I: 40°C / 24°C	Saugbohren	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	16	16	16 (15) <sup>3)</sup>	15	14	13
Temperaturbereich II: 72°C / 50°C		$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	14	14	13	13	12	11
<b>Charakteristische Verbundtragfähigkeit im gerissenen Beton C20/25</b>									
Temperaturbereich I: 40°C / 24°C	alle Bohrverfahren	$\tau_{Rk,cr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	7,0	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5
Temperaturbereich II: 72°C / 50°C		$\tau_{Rk,cr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	6,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
<b>Reduktionsfaktor <math>\psi^0_{sus}</math></b>									
Temperaturbereich I: 40°C / 24°C	alle Bohrverfahren	$\psi^0_{sus}$	[-]	0,75					
Temperaturbereich II: 72°C / 50°C		$\psi^0_{sus}$	[-]	0,68					
Erhöhungsfaktor für Beton	$\psi_c$	C25/30		1,02					
		C30/37		1,04					
		C35/45		1,07					
		C40/50		1,08					
		C45/55		1,09					
		C50/60		1,10					
<b>Betonausbruch</b>									
Relevante Parameter				siehe Tabelle C3					
<b>Spalten</b>									
Relevante Parameter				siehe Tabelle C3					
<b>Montagebeiwert</b>									
trockener oder feuchter Beton		$\gamma_{inst}$	[-]	1,0					
wassergefülltes Bohrloch		$\gamma_{inst}$	[-]	1,2					

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

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

<sup>3)</sup> Wert in Klammer gültig für wassergefülltes Bohrloch

<b>Injektionssystem VME plus</b>		<b>Anhang C7</b>
<b>Leistungen</b> Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Innengewindeankerstangen		

**Tabelle C9: Charakteristische Werte unter Querbeanspruchung für Innengewindeankerstangen unter statischer und quasi-statischer Belastung**

Innengewindeankerstange				VMU-IG M 6	VMU-IG M 8	VMU-IG M 10	VMU-IG M 12	VMU-IG M 16	VMU-IG M 20	
<b>Stahlversagen ohne Hebelarm<sup>1)</sup></b>										
Stahl, verzinkt	Charakteristischer Widerstand, Festigkeitsklasse	5.8	$V_{Rk,s}^0$ [kN]	5	9	15	21	38	61	
		8.8	$V_{Rk,s}^0$ [kN]	8	14	23	34	60	98	
	Teilsicherheitsbeiwert 5.8 und 8.8		$\gamma_{Ms,v}$	[-]	1,25					
Nicht- rostender Stahl	Charakteristischer Widerstand, A4 / HCR, Festigkeitsklasse 70		$V_{Rk,s}^0$ [kN]	7	13	20	30	55	62 <sup>2)</sup>	
	Teilsicherheitsbeiwert		$\gamma_{Ms,v}$	[-]	1,56				2,38	
Duktilitätsfaktor			$k_7$	[-]	1,0					
<b>Stahlversagen mit Hebelarm<sup>1)</sup></b>										
Stahl, verzinkt	Charakteristischer Biege­wider­stand Festigkeitsklasse	5.8	$M_{Rk,s}^0$ [Nm]	8	19	37	66	167	325	
		8.8	$M_{Rk,s}^0$ [Nm]	12	30	60	105	267	519	
	Teilsicherheitsbeiwert 5.8 und 8.8		$\gamma_{Ms,v}$	[-]	1,25					
Nicht- rostender Stahl	Charakteristischer Biege­wider­stand A4 / HCR, Festigkeitsklasse 70		$M_{Rk,s}^0$ [Nm]	11	26	53	92	234	643 <sup>2)</sup>	
	Teilsicherheitsbeiwert		$\gamma_{Ms,v}$	[-]	1,56				2,38	
<b>Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite</b>										
Pry-out Faktor			$k_8$	[-]	2,0					
<b>Betonkantenbruch</b>										
Effektive Ankerlänge			$l_f$ [mm]	min ( $h_{ef}; 12 d_{nom}$ )					min ( $h_{ef};$ 300mm)	
Außendurchmesser der Ankerstange			$d_{nom}$ [mm]	10	12	16	20	24	30	
Montagebeiwert			$\gamma_{inst}$	[-]	1,0					

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

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

**Injektionssystem VME plus**

**Leistungen**  
Charakteristische Werte unter Querbeanspruchung für Innengewindeankerstangen

**Anhang C8**

**Tabelle C10: Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Betonstahl unter statischer und quasi-statischer Belastung**

Betonstahl			Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 24	Ø 25	Ø 28	Ø 32	
<b>Stahlversagen</b>													
Charakteristischer Widerstand	$N_{Rk,s}$	[kN]	$A_s \cdot f_{uk}^{1)}$										
Stahlspannungsquerschnitt	$A_s$	[mm <sup>2</sup> ]	50	79	113	154	201	314	452	491	616	804	
Teilsicherheitsbeiwert	$\gamma_{Ms,N}$	[-]	1,4 <sup>2)</sup>										
<b>Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch</b>													
<b>Charakteristische Verbundtragfähigkeit im ungerissenen Beton C20/25</b>													
Temperaturbereich I: 40°C / 24°C	Hammer- und Druckluftbohren	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	16	16	16	16	16	16	15	15	15	15
Temperaturbereich II: 72°C / 50°C		$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	12	12	12	12	12	12	12	12	11	11
Temperaturbereich I: 40°C / 24°C	Saugbohren	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	14 (13) <sup>3)</sup>	14 (13) <sup>3)</sup>	13	13	13	13	13	13	13	13
Temperaturbereich II: 72°C / 50°C		$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	12 (11) <sup>3)</sup>	12 (11) <sup>3)</sup>	12 (11) <sup>3)</sup>	11	11	11	11	11	11	11
<b>Charakteristische Verbundtragfähigkeit im gerissenen Beton C20/25</b>													
Temperaturbereich I: 40°C / 24°C	alle Bohrverfahren	$\tau_{Rk,cr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	7,0	7,0	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5
Temperaturbereich II: 72°C / 50°C		$\tau_{Rk,cr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	6,0	6,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
<b>Reduktionsfaktor <math>\psi_{sus}^0</math></b>													
Temperaturbereich I: 40°C / 24°C	alle Bohrverfahren	$\psi_{sus}^0$	[-]	0,75									
Temperaturbereich II: 72°C / 50°C		$\psi_{sus}^0$	[-]	0,68									
Erhöhungsfaktor für Beton			$\psi_c$	C25/30	1,02								
				C30/37	1,04								
				C35/45	1,07								
				C40/50	1,08								
				C45/55	1,09								
				C50/60	1,10								
<b>Betonausbruch</b>													
Relevante Parameter			siehe Tabelle C3										
<b>Spalten</b>													
Relevante Parameter			siehe Tabelle C3										
<b>Montagebeiwert</b>													
trockener oder feuchter Beton	$\gamma_{inst}$	[-]	1,0										
wassergefülltes Bohrloch	$\gamma_{inst}$	[-]	1,2										

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

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

<sup>3)</sup> Wert in Klammern: Charakteristische Verbundtragfähigkeit bei wassergefüllten Bohrlöchern.

**Injektionssystem VME plus**

**Leistungen**

Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Betonstahl

**Anhang C9**

**Tabelle C11:** Charakteristische Werte unter **Querbeanspruchung** für **Betonstahl** unter **statischer und quasi-statischer Belastung**

Betonstahl			Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 24	Ø 25	Ø 28	Ø 32	
<b>Stahlversagen ohne Hebelarm</b>													
Charakteristischer Widerstand	$V_{Rk,s}^0$ [kN]	$0,50 \cdot A_s \cdot f_{uk}^{1)}$											
Stahlspannungsquerschnitt	$A_s$ [mm <sup>2</sup> ]	50	79	113	154	201	314	452	491	616	804		
Teilsicherheitsbeiwert	$\gamma_{Ms,V}$ [-]	$1,5^{2)}$											
Duktilitätsfaktor	$k_7$ [-]	1,0											
<b>Stahlversagen mit Hebelarm</b>													
Charakteristischer Biege­widerstand	$M_{Rk,s}^0$ [Nm]	$1,2 \cdot W_{el} \cdot f_{uk}^{1)}$											
Elastisches Widerstandsmoment	$W_{el}$ [mm <sup>3</sup> ]	50	98	170	269	402	785	896	1534	2155	3217		
Teilsicherheitsbeiwert	$\gamma_{Ms,V}$ [-]	$1,5^{2)}$											
<b>Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite</b>													
Pry-out Faktor	$k_8$ [-]	2,0											
<b>Betonkantenbruch</b>													
Effektive Ankerlänge	$l_f$ [mm]	$\min(h_{ef}; 12 d_{nom})$								$\min(h_{ef}; 300\text{mm})$			
Außendurchmesser des Betonstahls	$d_{nom}$ [mm]	8	10	12	14	16	20	24	25	28	32		
Montagebeiwert	$\gamma_{inst}$ [-]	1,0											

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

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

**Injektionssystem VME plus**

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

**Anhang C10**

**Tabelle C12: Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Betonstahl unter seismischer Belastung (Leistungskategorie C1)**

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

<sup>1)</sup>  $f_{uk}$  ist den Spezifikationen des Betonstahls zu entnehmen  
<sup>2)</sup> Sofern andere nationale Regelungen fehlen

**Tabelle C13: Charakteristische Werte der Quertragfähigkeit für Betonstahl unter seismischer Belastung (Leistungskategorie C1)**

Betonstahl			Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 24	Ø 25	Ø 28	Ø 32
<b>Stahlversagen ohne Hebelarm</b>												
Charakteristischer Widerstand	$V_{Rk,s,eq,C1}$	[kN]	$0,35 \cdot A_s \cdot f_{uk}^{1)}$									
Stahlspannungsquerschnitt	$A_s$	[mm <sup>2</sup> ]	50	79	113	154	201	314	452	491	616	804
Teilsicherheitsbeiwert	$\gamma_{Ms,V}$	[-]	1,5 <sup>2)</sup>									
Duktilitätsfaktor	$k_7$	[-]	1,0									
<b>Stahlversagen mit Hebelarm</b>												
Charakteristischer Biege­widerstand	$M^0_{Rk,s,eq,C1}$	[Nm]	Leistung nicht bewertet (NPA)									
Montagebeiwert	$\gamma_{inst}$	[-]	1,0									

<sup>1)</sup>  $f_{uk}$  ist den Spezifikationen des Betonstahls zu entnehmen  
<sup>2)</sup> Sofern andere nationale Regelungen fehlen

**Injektionssystem VME plus**

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

**Anhang C11**

**Tabelle C14: Verschiebung unter Zugbeanspruchung<sup>1)</sup> (Ankerstange)**

Ankerstange			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
<b>Ungerissener Beton unter statischer und quasi-statischer Belastung</b>										
Temperaturbereich I: 40°C / 24°C	$\delta_{N0}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,028	0,029	0,030	0,033	0,035	0,038	0,039	0,041
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,028	0,029	0,030	0,033	0,035	0,038	0,039	0,041
Temperaturbereich II: 72°C / 50°C	$\delta_{N0}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,038	0,039	0,040	0,044	0,047	0,051	0,052	0,055
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,047	0,049	0,051	0,055	0,059	0,064	0,067	0,070
<b>Gerissener Beton unter statischer und quasi-statischer Belastung</b>										
Temperaturbereich I: 40°C / 24°C	$\delta_{N0}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,069	0,071	0,072	0,074	0,076	0,079	0,081	0,082
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,193	0,115	0,122	0,128	0,135	0,142	0,155	0,171
Temperaturbereich II: 72°C / 50°C	$\delta_{N0}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,092	0,095	0,096	0,099	0,102	0,106	0,109	0,110
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,259	0,154	0,163	0,172	0,181	0,189	0,207	0,229
<b>Ungerissener und gerissener Beton unter seismischer Belastung (C2)</b>										
Alle Temperatur- bereiche	$\delta_{N,eq}$ (DLS)	[mm]	NPA	0,21	0,24	0,27	0,36	NPA		
	$\delta_{N,eq}$ (ULS)	[mm]		0,54	0,51	0,54	0,63			

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

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

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

**Tabelle C15: Verschiebung unter Querbeanspruchung<sup>1)</sup> (Ankerstange)**

Ankerstange			M 8	M 10	M 12	M 16	M 20	M24	M 27	M 30
<b>Ungerissener und gerissener Beton unter statischer und quasi-statischer Einwirkung</b>										
Alle Temperatur- bereiche	$\delta_{V0}$ -Faktor	[mm/(kN)]	0,06	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03
	$\delta_{V\infty}$ -Faktor	[mm/(kN)]	0,09	0,08	0,08	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05
<b>Ungerissener und gerissener Beton unter Seismischer Belastung (C2)</b>										
Alle Temperatur- bereiche	$\delta_{V,eq}$ (DLS)	[mm]	NPA	3,1	3,4	3,5	4,2	NPA		
	$\delta_{V,eq}$ (ULS)	[mm]		6,0	7,6	7,3	10,9			

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

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

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

**Injektionssystem VME plus**

**Leistungen**  
Verschiebung (Ankerstange)

**Anhang C12**

**Tabelle C16: Verschiebung unter Zugbeanspruchung<sup>1)</sup>** (Innengewindeankerstange)

Innengewindeankerstange			VMU-IG M 6	VMU-IG M 8	VMU-IG M 10	VMU-IG M 12	VMU-IG M 16	VMU-IG M 20
<b>Ungerissener Beton unter statischer und quasi-statischer Belastung</b>								
Temperaturbereich I: 40°C / 24°C	$\delta_{N0}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,029	0,030	0,033	0,035	0,038	0,041
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,029	0,030	0,033	0,035	0,038	0,041
Temperaturbereich II: 72°C / 50°C	$\delta_{N0}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,039	0,040	0,044	0,047	0,051	0,055
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,049	0,051	0,055	0,059	0,064	0,070
<b>Gerissener Beton unter statischer und quasi-statischer Belastung</b>								
Temperaturbereich I: 40°C / 24°C	$\delta_{N0}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,071	0,072	0,074	0,076	0,079	0,082
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,115	0,122	0,128	0,135	0,142	0,171
Temperaturbereich II: 72°C / 50°C	$\delta_{N0}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,095	0,096	0,099	0,102	0,106	0,110
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,154	0,163	0,172	0,181	0,189	0,229

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

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

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

**Tabelle C17: Verschiebung unter Querbeanspruchung<sup>1)</sup>** (Innengewindeankerstange)

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

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

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

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

**Injektionssystem VME plus**

**Leistungen**  
Verschiebungen (Innengewindeankerstange)

**Anhang C13**

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

Betonstahl			Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 24	Ø 25	Ø 28	Ø 32
<b>Ungerissener Beton unter statischer und quasi-statischer Belastung</b>												
Temperaturbereich I: 40°C / 24°C	$\delta_{N0}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,028	0,029	0,030	0,031	0,033	0,035	0,038	0,038	0,040	0,043
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,015	0,015	0,016	0,017	0,017	0,019	0,020	0,020	0,021	0,023
Temperaturbereich II: 72°C / 50°C	$\delta_{N0}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,038	0,039	0,040	0,042	0,044	0,047	0,051	0,051	0,054	0,058
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,047	0,049	0,051	0,053	0,055	0,059	0,065	0,065	0,068	0,072
<b>Gerissener Beton unter statischer und quasi-statischer Belastung</b>												
Temperaturbereich I: 40°C / 24°C	$\delta_{N0}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,069	0,071	0,072	0,073	0,074	0,076	0,079	0,079	0,081	0,084
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,115	0,122	0,128	0,135	0,142	0,155	0,171	0,171	0,181	0,194
Temperaturbereich II: 72°C / 50°C	$\delta_{N0}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,092	0,095	0,096	0,098	0,099	0,102	0,106	0,106	0,109	0,113
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,154	0,163	0,172	0,181	0,189	0,207	0,229	0,229	0,242	0,260

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

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

$\tau$ : Verbundspannung unter Zugbeanspruchung

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

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

Betonstahl			Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 24	Ø 25	Ø 28	Ø 32
<b>Ungerissener und gerissener Beton unter statischer und quasi-statischer Belastung</b>												
Alle Temperaturbereiche	$\delta_{V0}$ -Faktor	[mm/(kN)]	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03
	$\delta_{V\infty}$ -Faktor	[mm/(kN)]	0,09	0,08	0,08	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04

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

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

V: einwirkende Querkraft

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

**Injektionssystem VME plus**

**Leistungen**  
Verschiebung (Betonstahl)

**Anhang C14**