

**Zulassungsstelle für Bauprodukte und Bauarten**

**Bautechnisches Prüfamt**

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



## Europäische Technische Bewertung

**ETA-17/0716**  
**vom 6. Dezember 2018**

### Allgemeiner Teil

Technische Bewertungsstelle, die die Europäische Technische Bewertung ausstellt

Deutsches Institut für Bautechnik

Handelsname des Bauprodukts

Injektionssystem VMH für Beton

Produktfamilie,  
zu der das Bauprodukt gehört

Verbunddübel zur Verankerung in Beton

Hersteller

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

Herstellungsbetrieb

Werk 1, D  
Werk 2, D

Diese Europäische Technische Bewertung enthält

26 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

Diese Fassung ersetzt

ETA-17/0716 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

Das "Injektionssystem VMH für Beton" ist ein Verbunddübel, der aus einer Mörtelkartusche mit Injektionsmörtel VMH und einem Stahlteil besteht. Das Stahlteil ist eine Gewindestange mit Scheibe und Sechskantmutter in den Größen M8 bis M30 oder ein Betonstahl in den Größen  $\varnothing 8$  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 5, C 7
Charakteristischer Widerstand unter Querbeanspruchung (statische und quasi-statische Einwirkungen)	Siehe Anhang C 2, C 4, C 6, C 8
Verschiebungen (statische und quasi-statische Einwirkungen)	Siehe Anhang C 9 bis C 11
Charakteristischer Widerstand für seismische Leitungskategorie C1	Siehe Anhang C 3, C 4, C 7, C 8
Charakteristischer Widerstand und Verschiebungen für seismische Leitungskategorie C2	Siehe Anhang C 3, C 4, C 9

#### 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.

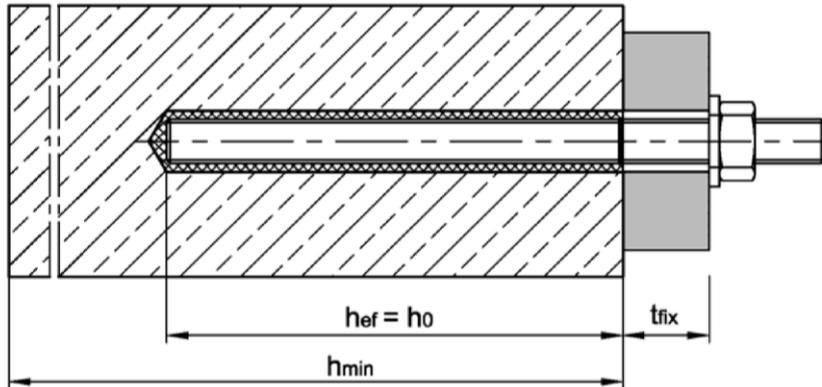
Ausgestellt in Berlin am 6. Dezember 2018 vom Deutschen Institut für Bautechnik

BD Dipl.-Ing. Andreas Kummerow  
Abteilungsleiter

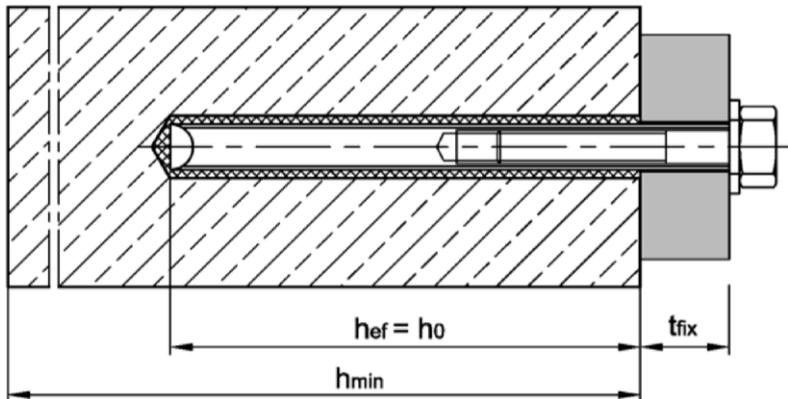
Beglaubigt

### Einbauzustand Ankerstange M8 bis M30

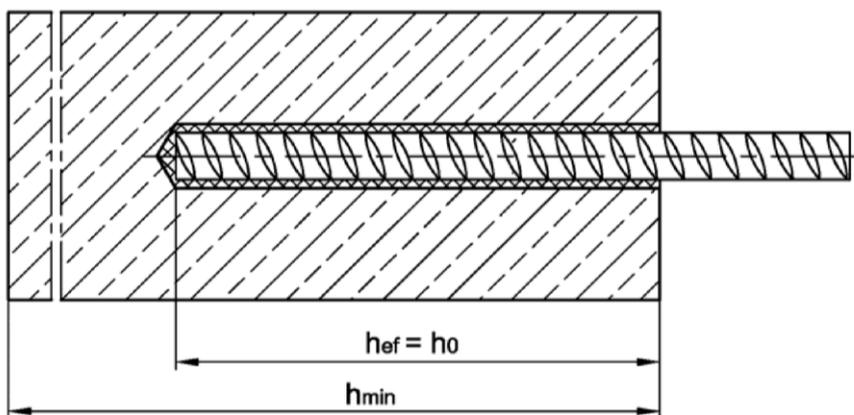
Vorsteckmontage oder Durchsteckmontage (mit verfülltem Ringspalt)



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



### Einbauzustand Betonstahl ø8 bis ø32



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

### Injektionssystem VMH für Beton

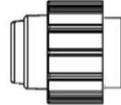
Produktbeschreibung  
Einbauzustand

Anhang A1

### Kartusche: Injektionsmörtel VMH

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

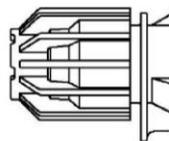
Schraubverschluss



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

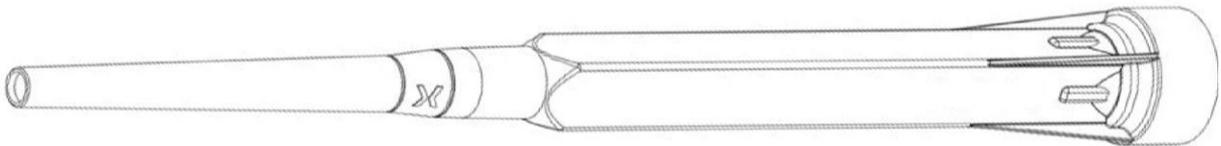
235 ml, 345 ml bis 360 ml und 825 ml Kartusche (Typ: "side-by-side")

Schraubverschluss



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

### Statikmischer



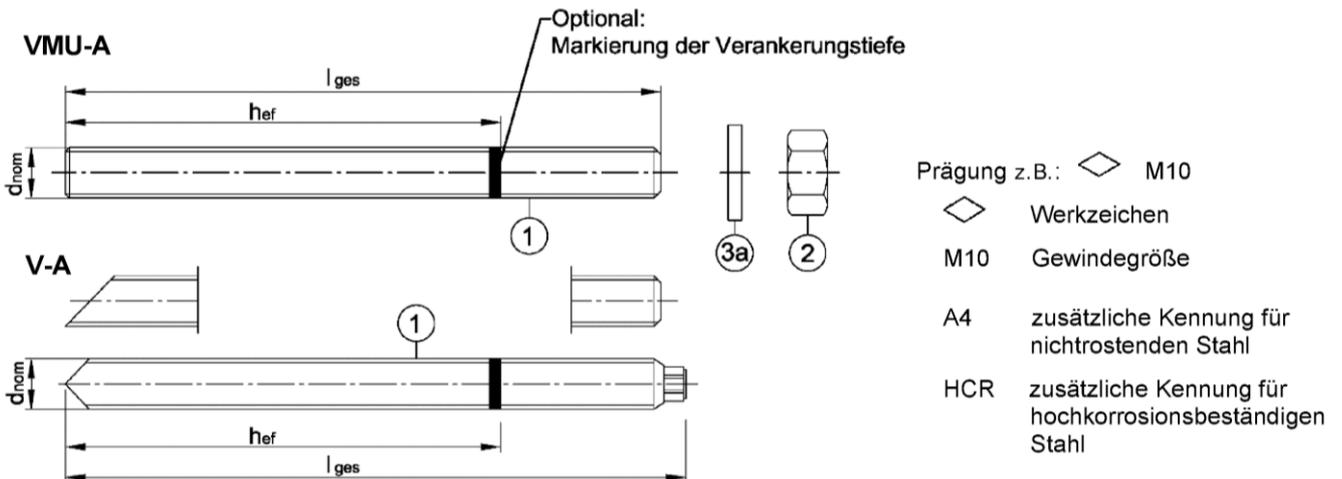
Injektionssystem VMH für Beton

Produktbeschreibung  
Kartuschen und Statikmischer

Anhang A2

## Ankerstangen

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



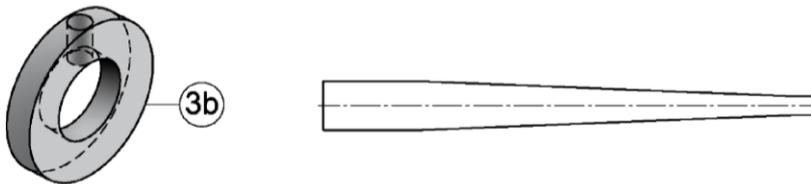
**Ankerstange VM-A** (Meterware zum Ablängen)  
M8, M10, M12, M16, M20, M24, M27, M30 (verzinkt, A2, A4, HCR)

### Handelsübliche Gewindestange

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

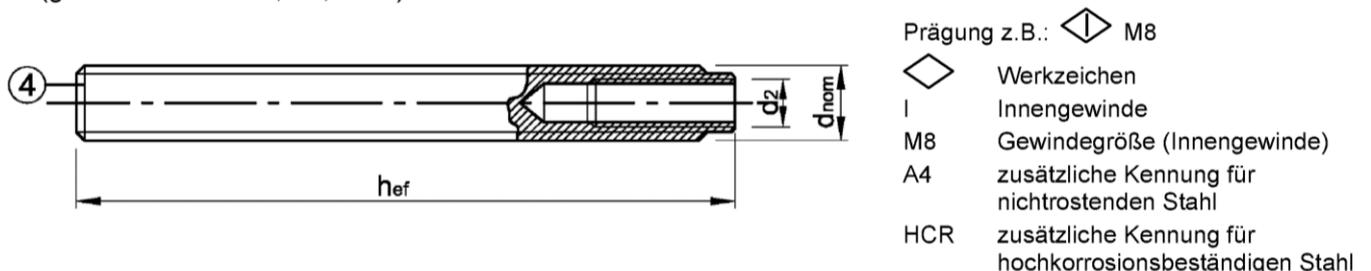
- Werkstoff, Abmessungen und mechanische Eigenschaften gemäß Tabelle A1
- Abnahmeprüfzeugnis 3.1 gemäß EN 10204:2004

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



### Innengewindeankerstange

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



### Injektionssystem VMH für Beton

#### Produktbeschreibung

Ankerstange und Innengewindeankerstange

### Anhang A3

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

Teil	Benennung	Werkstoff				
<b>Stahl, verzinkt</b>						
galvanisch verzinkt $\geq 5 \mu\text{m}$ gemäß EN ISO 4042:1999 oder feuerverzinkt $\geq 40 \mu\text{m}$ gemäß EN ISO 1461:2009, EN ISO 10684:2004+AC:2009 oder diffusionsverzinkt $\geq 45 \mu\text{m}$ gemäß EN ISO 17668:2016						
1	Ankerstange	Festigkeits- klasse	Charakteristische Zugfestigkeit	Charakteristische Streckgrenze	Bruch- dehnung	EN 10087:1998, EN 10263:2001; handelsübliche Gewindestangen: EN ISO 898-1:2013
		4.6	$f_{uk} \geq 400 \text{ N/mm}^2$	$f_{yk} \geq 240 \text{ N/mm}^2$	$A_5 > 8 \%$	
		4.8	$f_{uk} \geq 400 \text{ N/mm}^2$	$f_{yk} \geq 320 \text{ N/mm}^2$	$A_5 > 8 \%$	
		5.6	$f_{uk} \geq 500 \text{ N/mm}^2$	$f_{yk} \geq 300 \text{ N/mm}^2$	$A_5 > 8 \%$	
		5.8	$f_{uk} \geq 500 \text{ N/mm}^2$	$f_{yk} \geq 400 \text{ N/mm}^2$	$A_5 > 8 \%$	
		8.8	$f_{uk} \geq 800 \text{ N/mm}^2$	$f_{yk} \geq 640 \text{ N/mm}^2$	$A_5 \geq 12\% \text{ }^1$	
2	Sechskantmutter	4	für Ankerstangen der Klasse 4.6, 4.8			EN ISO 898-2:2012
		5	für Ankerstangen der Klasse 4.6, 4.8, 5.6, 5.8			
		8	für Ankerstangen der Klasse 4.6, 4.8, 5.6, 5.8, 8.8			
3a	Unterlegscheibe	z.B.: EN ISO 7089:2000, EN ISO 7093:2000, EN ISO 7094:2000				
3b	Verfüllscheibe	Stahl, verzinkt				
4	Innengewinde- ankerstange	5.8	Stahl, galvanisch verzinkt		$A_5 > 8\%$	EN 10087:1998
		8.8	Stahl, galvanisch verzinkt		$A_5 > 8\%$	
<b>Nichtrostender Stahl A2<sup>2)</sup></b>			(Werkstoffe 1.4301 / 1.4303 / 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 / 1.4574)			
1	Ankerstange <sup>3)</sup>	Festigkeits- klasse	Charakteristische Zugfestigkeit	Charakteristische Streckgrenze	Bruch- dehnung	EN 10088-1:2014 EN ISO 3506-1:2009
		50	$f_{uk} \geq 500 \text{ N/mm}^2$	$f_{yk} \geq 210 \text{ N/mm}^2$	$A_5 > 8\%$	
		70	$f_{uk} \geq 700 \text{ N/mm}^2$	$f_{yk} \geq 450 \text{ N/mm}^2$	$A_5 \geq 12\% \text{ }^1$	
		80	$f_{uk} \geq 800 \text{ N/mm}^2$	$f_{yk} \geq 600 \text{ N/mm}^2$	$A_5 \geq 12\% \text{ }^1$	
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 10088-1:2014
3b	Verfüllscheibe	Nichtrostender Stahl A4; hochkorrosionsbeständiger Stahl				
4	Innengewinde- ankerstange	50	IG-M20		$A_5 > 8\%$	EN 10088-1:2014
		70	IG-M6 bis IG-M16		$A_5 > 8\%$	
<b>Injektionssystem VMH für Beton</b>						<b>Anhang A4</b>
<b>Produktbeschreibung</b> Werkstoffe - Ankerstange und Innengewindeankerstange						

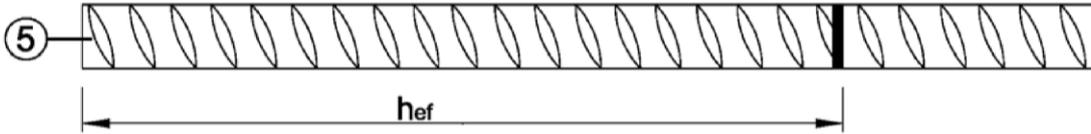
<sup>1)</sup>  $A_5 > 8 \%$  Bruchdehnung wenn keine Anforderungen der seismischen Leistungskategorie C2 bestehen

<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 VMH für Beton

**Produktbeschreibung**  
Produktbeschreibung und Werkstoffe Betonstahl

Anhang A5

### Spezifizierung des Verwendungszwecks

Injektionssystem VMH	Ankerstangen	Innengewinde- ankerstangen	Betonstahl
Statische oder quasi-statische Lasten	M8 - M30 verzinkt, A2, A4, HCR	VMU-IG M6 - VMU-IG M20 galvanisch 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), gem. EN 206:2013		
	Festigkeitsklasse C20/25 bis C50/60, gem. EN 206:2013		
	Gerissener oder ungerissener Beton		
Temperaturbereich I	-40 °C bis +80 °C	max. Langzeit-Temperatur +50 °C und max. Kurzzeit-Temperatur +80 °C	
Temperaturbereich II	-40 °C bis +120 °C	max. Langzeit-Temperatur +72 °C und max. Kurzzeit-Temperatur +120 °C	
Temperaturbereich III	-40 °C bis +160 °C	max. Langzeit-Temperatur +100 °C und max. Kurzzeit-Temperatur +160 °C	

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

### Anwendungsbedingungen (Umweltbedingungen):

Bauteile unter den Bedingungen trockener Innenräume	verzinkter Stahl, nichtrostender Stahl A2 bzw. A4 hochkorrosionsbeständiger Stahl HCR
Bauteile im Freien (einschließlich Industrielatmosphäre und Meeresnähe) und in Feuchträumen, wenn keine besonders aggressiven Bedingungen vorliegen	nichtrostender Stahl A4 hochkorrosionsbeständiger Stahl HCR
Bauteile im Freien und in Feuchträumen, wenn besonders aggressive Bedingungen vorliegen <sup>2)</sup>	hochkorrosionsbeständiger Stahl HCR

<sup>2)</sup> Aggressive Bedingungen sind z.B. ständiges, abwechselndes Eintauchen in Seewasser oder der Bereich der Spritzzone von Seewasser, chlorhaltige Atmosphäre in Schwimmbadhallen oder Atmosphäre mit extremer chemischer Verschmutzung (z.B. bei Rauchgas-Entschwefelungsanlagen oder Straßentunneln, in denen Enteisungsmittel verwendet werden)

### 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 oder Technical Report TR 055

### Einbau:

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

### Injektionssystem VMH für Beton

Verwendungszweck  
Spezifikationen

Anhang B1

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

Ankerstange		M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
Durchmesser Ankerstange	$d=d_{nom}$ [mm]	8	10	12	16	20	24	27	30
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 <sup>1)</sup>	Vorsteckmontage $d_f \leq$ [mm]	9	12	14	18	22	26	30	33
	Durchsteckmontage $d_f \leq$ [mm]	12	14	16	20	24	30	33	40
Montagedrehmoment	$T_{inst} \leq$ [Nm]	10	20	40 (35) <sup>2)</sup>	60	100	170	250	300
Mindestbauteildicke	$h_{min}$ [mm]	$h_{ef} + 30 \text{ mm}$ $\geq 100 \text{ mm}$			$h_{ef} + 2d_0$				
minimaler Achsabstand	$s_{min}$ [mm]	40	50	60	75	95	115	125	140
minimaler Randabstand	$c_{min}$ [mm]	35	40	45	50	60	65	75	80

<sup>1)</sup> Für Anwendungen unter seismischer Einwirkung: Durchgangsloch im Anbauteil maximal  $d_{nom}+1$  mm; alternativ ist der Ringspalt zwischen Gewindestange und Anbauteil kraftschlüssig mit Mörtel zu verfüllen.

<sup>2)</sup> Maximales Drehmoment für M12 mit 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
Min. Einschraubtiefe	$l_{IG}$ [mm]	8	8	10	12	16	20
Mindestbauteildicke	$h_{min}$ [mm]	$h_{ef} + 30 \text{ mm}$ $\geq 100 \text{ mm}$			$h_{ef} + 2d_0$		
minimaler Achsabstand	$s_{min}$ [mm]	50	60	75	95	115	140
minimaler Randabstand	$c_{min}$ [mm]	40	45	50	60	65	80

<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	$d_0$ [mm]	12	14	16	18	20	25	32	32	35	40
Effektive Verankerungstiefe	$h_{ef,min}$ [mm]	60	60	70	75	80	90	96	100	112	128
	$h_{ef,max}$ [mm]	160	200	240	280	320	400	480	500	560	640
Mindestbauteildicke	$h_{min}$ [mm]	$h_{ef} + 30 \text{ mm}$ $\geq 100 \text{ mm}$			$h_{ef} + 2d_0$						
minimaler Achsabstand	$s_{min}$ [mm]	40	50	60	70	75	95	120	120	130	150
minimaler Randabstand	$c_{min}$ [mm]	35	40	45	50	50	60	70	70	75	85

Injektionssystem VMH für Beton

Verwendungszweck  
Montagekennwerte

Anhang B2

Tabelle B4: Parameter für Reinigungs- und Setzzubehör

Anker- stange	Innen- gewinde- ankerstange	Beton- stahl	Bohrer Ø	Bürsten Ø	min. Bürsten Ø	Injektionsadapter			
						Einbaurichtung und Verwendung	↓	→	↑
[-]	[-]	Ø [mm]	$d_0$ [mm]	$d_b$ [mm]	$d_{b,min}$ [mm]	[-]			
M8			10	11,5	10,5	Kein Injektionsadapter erforderlich			
M10	VMU-IG M6	8	12	13,5	12,5				
M12	VMU-IG M8	10	14	15,5	14,5				
		12	16	17,5	16,5				
M16	VMU-IG M10	14	18	20,0	18,5	VM-IA 18	$h_{ef} >$ 250mm	$h_{ef} >$ 250mm	alle
		16	20	22,0	20,5	VM-IA 20			
M20	VMU-IG M12		22	24,0	22,5	VM-IA 22			
		20	25	27,0	25,5	VM-IA 25			
M24	VMU-IG M16		28	30,0	28,5	VM-IA 28			
M27			30	31,8	30,5	VM-IA 30			
		24/25	32	34,0	32,5	VM-IA 32			
M30	VMU-IG M20	28	35	37,0	35,5	VM-IA 35			
		32	40	43,5	40,5	VM-IA 40			



**Ausblaspumpe (Volumen 750ml)**

Bohrerdurchmesser ( $d_0$ ): 10 mm bis 20 mm  
Bohrlochtiefe ( $h_0$ ):  $\leq 10 d_{nom}$   
für ungerissenen Beton



**Empfohlene Druckluftpistole (min 6 bar)**

Bohrerdurchmesser ( $d_0$ ): alle Durchmesser



**Injektionsadapter**

Bohrerdurchmesser ( $d_0$ ):  
18 mm bis 40 mm



**Stahlbürste**

Bohrerdurchmesser ( $d_0$ ): alle Durchmesser

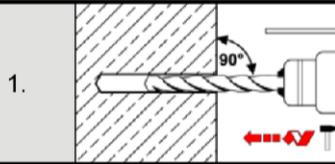
**Injektionssystem VMH für Beton**

**Verwendungszweck**  
Reinigungs- und Installationszubehör

**Anhang B3**

## Montageanweisung

### Bohrlocherstellung



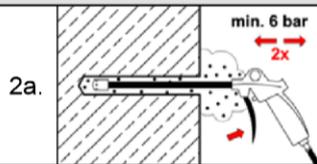
1. Bohrloch dreh Schlagend (mit Hammer-, Druckluft-, oder Saugbohrer) mit vorgeschriebenem Bohrerdurchmesser (Tabelle B1, B2 oder B3) und gewählter Bohrlochtiefe erstellen. Bei Fehlbohrungen ist das Bohrloch zu vermörteln.

### Reinigung

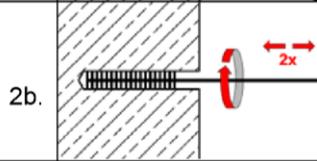
**Achtung! Vor der Reinigung des Bohrlochs stehendes Wasser entfernen!**

#### Reinigung mit Druckluft

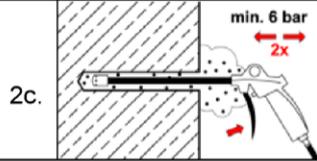
Gerissener und ungerissener Beton, alle Durchmesser



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



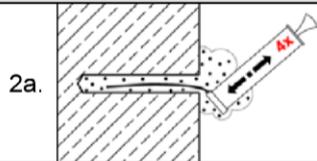
2b. Bohrloch mit geeigneter Drahtbürste gem. Tabelle B4 (minimaler Bürstendurchmesser  $d_{b,min}$  ist einzuhalten) mind. **2x** ausbürsten. Erreicht die Bürste den Bohrlochgrund nicht, ist eine geeignete Bürstenverlängerung zu verwenden.



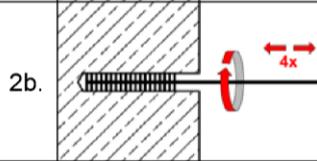
2c. Das Bohrloch vom Bohrlochgrund her erneut mind. **2x** vollständig mit Druckluft (min. 6 bar) ausblasen bis die ausströmende Luft staubfrei ist. Wird der Bohrlochgrund nicht erreicht, ist eine Verlängerung zu verwenden.

#### 2. Manuelle Reinigung

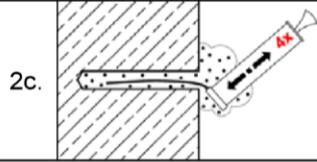
Bohrlochdurchmesser  $d_0 \leq 20\text{mm}$  und Bohrlochtiefe  $h_0 \leq 10 d_{nom}$  (nur im ungerissenen Beton)



2a. Das Bohrloch vom Bohrlochgrund her mit der Ausblaspumpe mind. **4x** vollständig ausblasen.



2b. Bohrloch mit geeigneter Drahtbürste gem. Tabelle B4 (minimaler Bürstendurchmesser  $d_{b,min}$  ist einzuhalten) mind. **4x** ausbürsten. Erreicht die Bürste den Bohrlochgrund nicht, ist eine geeignete Bürstenverlängerung zu verwenden.



2c. Das Bohrloch vom Bohrlochgrund her erneut mit der Ausblaspumpe mind. **4x** vollständig ausblasen.

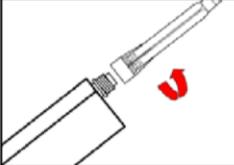
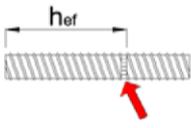
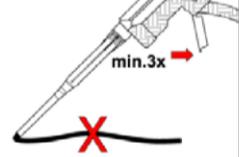
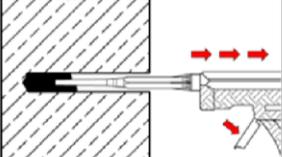
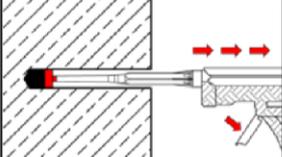
Nach der Reinigung ist das Bohrloch bis zum Injizieren des Mörtels vor erneutem Verschmutzen in geeigneter Weise zu schützen. Gegebenenfalls ist die Reinigung unmittelbar vor dem Injizieren des Mörtels zu wiederholen. Einfließendes Wasser darf nicht zur erneuten Verschmutzung des Bohrlochs führen.

### Injektionssystem VMH für Beton

Verwendungszweck  
Montageanweisung

Anhang B4

### Montageanweisung (Fortsetzung)

Injektion	
3.	 <p>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) und bei jeder neuen Kartusche ist der Statikmischer zu erneuern.</p>
4.	 <p>Vor dem Injizieren des Mörtels die geforderte Verankerungstiefe auf der Ankerstange markieren.</p>
5.	 <p>Der Mörtelvorlauf ist nicht zur Befestigung der Ankerstange geeignet. Daher Vorlauf solange verwerfen, bis sich eine gleichmäßig graue Mischfarbe eingestellt hat, jedoch min. 3 volle Hübe.</p>
6a.	 <p>Gereinigtes Bohrloch vom Bohrlochgrund her ca. zu 2/3 mit Verbundmörtel befüllen. Langsames Zurückziehen des Statikmischer aus dem Bohrloch verhindert die Bildung von Luftpinschlüssen. Wird der Bohrlochgrund nicht erreicht, ist eine passende Mischerverlängerung zu verwenden. Die Verarbeitungszeiten gemäß Tabelle B5 sind zu beachten.</p>
6b.	 <p>Injektionsadapter mit Mischerverlängerungen sind für folgende Verankerungen zu verwenden (vergl. Tabelle B4) :</p> <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 VMH für Beton

Verwendungszweck  
Montageanweisung (Fortsetzung)

Anhang B5

## Montageanweisung (Fortsetzung)

Setzen der Ankerstange		
7.		<p>Befestigungselement mit leichten Drehbewegungen bis zur festgelegten Verankerungstiefe einsetzen.</p> <p>Die Ankerstange muss schmutz-, fett- und ölfrei sein.</p>
8.		<p>Nach der Installation muss der Ringspalt komplett mit Mörtel verfüllt sein. Wird kein Mörtel an der Betonoberfläche sichtbar, Anwendung vor Beendigung der Verarbeitungszeit wiederholen!</p> <p>Bei Überkopfmontage ist die Ankerstange zu fixieren (z.B. mit Holzkeilen).</p>
9.		<p>Die angegebene Aushärtezeit muss eingehalten werden. Befestigungselement während der Aushärtezeit (siehe Tabelle B5) nicht bewegen oder belasten.</p>
10.		<p>Ausgetretenen Mörtel entfernen.</p>
11.		<p>Nach vollständiger Aushärtung kann das Anbauteil mit dem zulässigen Drehmoment <math>T_{inst}</math> nach Tabelle B1 oder B2 montiert werden.</p>
12.		<p>Ringspalt zwischen Ankerstange und Anbauteil kann optional mit Mörtel verfüllt werden. Dafür Unterlegscheibe durch Verfüllscheibe ersetzen und Mischerreduzierung auf den Statikmischer stecken.</p> <p>Ringspalt ist vollständig verfüllt, wenn Mörtel austritt.</p>

Tabelle B5: Verarbeitungs- und Aushärtezeiten

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

### Injektionssystem VMH für Beton

Verwendungszweck  
Montageanweisung (Fortsetzung)  
Verarbeitungs- und Aushärtezeiten

Anhang B6

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

Ankerstange				M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30	
<b>Stahlversagen</b>												
Spannungsquerschnitt		A <sub>s</sub>	[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 <sub>Rk,s</sub>	[kN]	15 (13)	23 (21)	34	63	98	141	184	224
	Festigkeitsklasse 5.6 und 5.8		N <sub>Rk,s</sub>	[kN]	18 (17)	29 (27)	42	78	122	176	230	280
	Festigkeitsklasse 8.8		N <sub>Rk,s</sub>	[kN]	29 (27)	46 (43)	67	125	196	282	368	449
Nichtrostender Stahl	A2, A4 und HCR Festigkeitsklasse 50		N <sub>Rk,s</sub>	[kN]	18	29	42	79	123	177	230	281
	A2, A4 und HCR Festigkeitsklasse 70		N <sub>Rk,s</sub>	[kN]	26	41	59	110	171	247	-	-
	A4 und HCR Festigkeitsklasse 80		N <sub>Rk,s</sub>	[kN]	29	46	67	126	196	282	-	-
<b>Teilsicherheitsbeiwerte</b>												
Stahl, verzinkt	Festigkeitsklasse 4.6		γ <sub>Ms,N</sub>	[-]	2,0							
	Festigkeitsklasse 4.8		γ <sub>Ms,N</sub>	[-]	1,5							
	Festigkeitsklasse 5.6		γ <sub>Ms,N</sub>	[-]	2,0							
	Festigkeitsklasse 5.8		γ <sub>Ms,N</sub>	[-]	1,5							
	Festigkeitsklasse 8.8		γ <sub>Ms,N</sub>	[-]	1,5							
Nichtrostender Stahl	A2, A4 und HCR Festigkeitsklasse 50		γ <sub>Ms,N</sub>	[-]	2,86							
	A2, A4 und HCR Festigkeitsklasse 70		γ <sub>Ms,N</sub>	[-]	1,87					-	-	
	A4 und HCR Festigkeitsklasse 80		γ <sub>Ms,N</sub>	[-]	1,6					-	-	

<sup>1)</sup> Die charakteristischen Widerstände gelten für alle Ankerstangen mit dem hier angegebenen Spannungsquerschnitt A<sub>s</sub>: 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.

Injektionssystem VMH für Beton

Leistungen

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

**Anhang C1**

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

Ankerstange			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30	
<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]	9 (8)	15 (13)	21	39	61	88	115	140	
	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</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.

**Injektionssystem VMH für Beton**

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

**Anhang C2**

**Tabelle C3: Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Ankerstangen**  
unter statischer, quasi-statischer Belastung und Erdbebenbelastung C1 + C2

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							
	$N_{RK,s,eq,C1}$	[kN]	$1,0 \cdot N_{RK,s}$							
	$N_{RK,s,eq,C2}$	[kN]	NPA	$1,0 \cdot N_{RK,s}$					NPA	
Teilsicherheitsbeiwert	$\gamma_{Ms,N}$	[-]	siehe Tabelle C1							
<b>Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch</b>										
<b>Charakteristische Verbundtragfähigkeit im ungerissenen Beton C20/25</b>										
Temperaturbereich I: 80°C / 50°C	$\tau_{RK,ucr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	17	17	16	15	14	13	13	13
Temperaturbereich II: 120°C / 72°C	$\tau_{RK,ucr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	15	14	14	13	12	12	11	11
Temperaturbereich III: 160°C / 100°C	$\tau_{RK,ucr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	12	11	11	10	9,5	9,0	9,0	9,0
<b>Charakteristische Verbundtragfähigkeit im gerissenen Beton C20/25</b>										
Temperaturbereich I: 80°C / 50°C	$\tau_{RK,cr} = \tau_{RK,eq,C1}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	7,0	7,5	8,0	9,0	8,5	7,0	7,0	7,0
	$\tau_{RK,eq,C2}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	NPA		3,6	3,5	3,3	2,3	NPA	
Temperaturbereich II: 120°C / 72°C	$\tau_{RK,cr} = \tau_{RK,eq,C1}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	6,0	6,5	7,0	7,5	7,0	6,0	6,0	6,0
	$\tau_{RK,eq,C2}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	NPA		3,1	3,0	2,8	2,0	NPA	
Temperaturbereich III: 160°C / 100°C	$\tau_{RK,cr} = \tau_{RK,eq,C1}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	5,5	5,5	6,0	6,5	6,0	5,5	5,5	5,5
	$\tau_{RK,eq,C2}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	NPA		2,5	2,7	2,5	1,8	NPA	
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>										
Faktor $k_1$	ungerissener Beton	$k_{ucr,N}$	[-]	11,0						
	gerissener Beton	$k_{cr,N}$	[-]	7,7						
<b>Spalten</b>										
Randabstand	$h/h_{ef} \geq 2,0$	$c_{cr,sp}$	[mm]	$1,0 h_{ef}$						
	$2,0 > h/h_{ef} > 1,3$			$2 \cdot h_{ef} (2,5 - h/h_{ef})$						
	$h/h_{ef} \leq 1,3$			$2,4 h_{ef}$						
Achsabstand		$s_{cr,sp}$	[mm]	$2 c_{cr,sp}$						
<b>Montagebeiwert</b>										
Druckluft- reinigung	trockener oder feuchter Beton	$\gamma_{inst}$	[-]	1,0						
	wassergefülltes Bohrloch	$\gamma_{inst}$	[-]	1,4						
Manuelle Reinigung	trockener oder feuchter Beton	$\gamma_{inst}$	[-]	1,2			NPA			

**Injektionssystem VMH für Beton**

**Leistungen**  
Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Ankerstangen

**Anhang C3**

**Tabelle C4: Charakteristische Werte der Quertragfähigkeit für Ankerstangen**  
unter statischer, quasi-statischer Belastung und Erdbebenbelastung C1 + C2

Ankerstangen		M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
<b>Stahlversagen ohne Hebelarm</b>									
Charakteristischer Widerstand	$V_{RK,s}^0$ <sup>1)</sup> [kN]	0,5 · A <sub>s</sub> · f <sub>uk</sub> oder siehe Tabelle C2							
	$V_{RK,s,eq,C1}$ [kN]	0,70 · V <sub>RK,s</sub> <sup>0</sup>							
	$V_{RK,s,eq,C2}$ [kN]	NPA			0,70 · V <sub>RK,s</sub> <sup>0</sup>				NPA
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							
	$M_{RK,s,eq,C1}^0$ [Nm]	keine Leistung bewertet (NPA)							
	$M_{RK,s,eq,C2}^0$ [Nm]								
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
Faktor für Ringspalt	ohne Ringspaltverfüllung	α <sub>gap</sub> [-]	0,5						
	mit Ringspaltverfüllung	α <sub>gap</sub> [-]	1,0						
Montagebeiwert	γ <sub>inst</sub> [-]	1,0							

<sup>1)</sup> Für Festigkeitsklasse 4.6 und 4.8 gilt:  $V_{RK,s}^0 = 0,6 \cdot A_s \cdot f_{uk}$

Injektionssystem VMH für Beton

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

**Anhang C4**

**Tabelle C5: 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, Stahl, Festigkeitsklasse 5.8	$N_{Rk,s}$	[kN]	10	18	29	42	79	123	
Teilsicherheitsbeiwert	$\gamma_{Ms,N}$	[-]	1,5						
Charakteristischer Widerstand, Stahl, Festigkeitsklasse 8.8	$N_{Rk,s}$	[kN]	16	27	46	67	121	196	
Teilsicherheitsbeiwert	$\gamma_{Ms,N}$	[-]	1,5						
Charakteristischer Widerstand, Nichtrostender Stahl A4 / HCR, Fkl. 70	$N_{Rk,s}$	[kN]	14	26	41	59	110	124 <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: 80°C / 50°C	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	17	16	15	14	13	13
	II: 120°C / 72°C	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	14	14	13	12	12	11
	III: 160°C / 100°C	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	11	11	10	9,5	9,0	9,0
<b>Charakteristische Verbundtragfähigkeit im gerissenen Beton C20/25</b>									
Temperaturbereich	I: 80°C / 50°C	$\tau_{Rk,cr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	7,5	8,0	9,0	8,5	7,0	7,0
	II: 120°C / 72°C	$\tau_{Rk,cr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	6,5	7,0	7,5	7,0	6,0	6,0
	III: 160°C / 100°C	$\tau_{Rk,cr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	5,5	6,0	6,5	6,0	5,5	5,5
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>									
Faktor $k_1$	ungerissener Beton	$k_{ucr,N}$	[-]	11,0					
	gerissener Beton	$k_{cr,N}$	[-]	7,7					
<b>Spalten</b>									
Randabstand	$h/h_{ef} \geq 2,0$	$c_{cr,sp}$	[mm]	1,0 $h_{ef}$					
	$2,0 > h/h_{ef} > 1,3$			$2 \cdot h_{ef} (2,5 - h/h_{ef})$					
	$h/h_{ef} \leq 1,3$			2,4 $h_{ef}$					
Achsabstand		$s_{cr,sp}$	[mm]	2 $c_{cr,sp}$					
<b>Montagebeiwert</b>									
Druckluftreinigung	trockener oder feuchter Beton	$\gamma_{inst}$	[-]	1,0					
	wassergefülltes Bohrloch	$\gamma_{inst}$	[-]	1,4					
Manuelle Reinigung	trockener oder feuchter Beton	$\gamma_{inst}$	[-]	1,2			NPA		

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

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

**Injektionssystem VMH für Beton**

**Leistungen**  
Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Innengewindeankerstangen

**Anhang C5**

**Tabelle C6: 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	39	61
	Teilsicherheitsbeiwert	$\gamma_{Ms,V}$ [-]	1,25					
	Charakteristischer Widerstand, Festigkeitsklasse 8.8	$V_{Rk,s}^0$ [kN]	8	14	23	34	60	98
	Teilsicherheitsbeiwert	$\gamma_{Ms,V}$ [-]	1,25					
Nicht-rostender Stahl	Charakteristischer Widerstand, A4 / HCR, Festigkeitsklasse 70	$V_{Rk,s}^0$ [kN]	7	13	20	30	55	62 <sup>2)</sup>
	Teilsicherheitsbeiwert	$\gamma_{Ms,V}$ [-]	1,56					
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
	Teilsicherheitsbeiwert	$\gamma_{Ms,V}$ [-]	1,25					
	Charakteristischer Biege­widerstand, Festigkeitsklasse 8.8	$M_{Rk,s}^0$ [Nm]	12	30	60	105	267	519
	Teilsicherheitsbeiwert	$\gamma_{Ms,V}$ [-]	1,25					
Nicht-rostender Stahl	Charakteristischer Biege­widerstand, A4/HCR, Festigkeitsklasse 70	$M_{Rk,s}^0$ [Nm]	11	26	53	92	234	643 <sup>2)</sup>
	Teilsicherheitsbeiwert	$\gamma_{Ms,V}$ [-]	1,56					
<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 $d_{nom}$ )					
Außendurchmesser der Ankerstange		$d_{nom}$ [mm]	10	12	16	20	24	30
Montagebeiwert		$\gamma_{inst}$ [-]	1,0					

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

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

**Injektionssystem VMH für Beton**

**Leistungen**  
Charakteristische Werte unter Querbeanspruchung für Innengewindeankerstangen

**Anhang C6**

**Tabelle C7: Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Betonstahl unter statischer, quasi-statischer Belastung und Erdbebenbelastung 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		$N_{Rk,s} = N_{Rk,s,eq,C1}$	[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 ungerissenen Beton C20/25</b>													
Temperaturbereich	I: 80°C / 50°C	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	14	14	14	14	13	13	13	13	13	13
	II: 120°C / 72°C	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	13	12	12	12	12	11	11	11	11	11
	III: 160°C / 100°C	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	9,5	9,5	9,5	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	8,5	8,5
<b>Charakteristische Verbundtragfähigkeit im gerissenen Beton C20/25</b>													
Temperaturbereich	I: 80°C / 50°C	$\tau_{Rk,cr} = \tau_{Rk,eq,C1}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	5,5	5,5	6,0	6,5	6,5	6,5	6,5	7,0	7,0	7,0
	II: 120°C / 72°C	$\tau_{Rk,cr} = \tau_{Rk,eq,C1}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	4,5	5,0	5,0	5,5	5,5	5,5	5,5	6,0	6,0	6,0
	III: 160°C / 100°C	$\tau_{Rk,cr} = \tau_{Rk,eq,C1}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	4,0	4,5	4,5	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
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>													
Faktor $k_1$	ungerissener Beton	$k_{ucr,N}$	[-]	11,0									
	gerissener Beton	$k_{cr,N}$	[-]	7,7									
<b>Spalten</b>													
Randabstand	$h/h_{ef} \geq 2,0$	$c_{cr,sp}$	[mm]	1,0 $h_{ef}$									
	$2,0 > h/h_{ef} > 1,3$			$2 \cdot h_{ef} (2,5 - h/h_{ef})$									
	$h/h_{ef} \leq 1,3$			2,4 $h_{ef}$									
Achsabstand		$s_{cr,sp}$	[mm]	2 $c_{cr,sp}$									
<b>Montagebeiwert</b>													
Druckluftreinigung	trockener oder feuchter Beton	$\gamma_{inst}$	[-]	1,0									
	wassergefülltes Bohrloch	$\gamma_{inst}$	[-]	1,4									
Manuelle Reinigung	trockener oder feuchter Beton	$\gamma_{inst}$	[-]	1,2					NPA				

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

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

**Injektionssystem VMH für Beton**

**Leistungen**  
Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Betonstahl

**Anhang C7**

**Tabelle C8: Charakteristische Werte der Quertragfähigkeit für Betonstahl**  
unter statischer, quasi-statischer Belastung und Erdbebenbelastung 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	$V_{RK,s}^0$ [kN]	$0,50 \cdot A_s \cdot f_{uk}^{1)}$										
	$V_{RK,s,eq,C1}$ [kN]	$0,37 \cdot A_s \cdot f_{uk}^{1)}$										
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	$M_{RK,s}^0$ [Nm]	$1,2 \cdot W_{el} \cdot f_{uk}^{1)}$										
	$M_{RK,s,eq,C1}^0$ [Nm]	keine Leistung bewertet (NPA)										
Elastisches Widerstandsmoment	$W_{el}$ [mm <sup>3</sup> ]	50	98	170	269	402	785	896	1534	2155	3217	
Teilsicherheitsbeiwert	$\gamma_{Ms,V}$ [-]	1,5 <sup>2)</sup>										
<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 des Betonstahls	$d_{nom}$ [mm]	8	10	12	14	16	20	24	25	28	32	
Faktor für Ringspalt	ohne Rinspaltverfüllung	$\alpha_{gap}$ [-]	0,5									
	mit Rinspaltverfüllung	$\alpha_{gap}$ [-]	1,0									
Montagebeiwert	$\gamma_{inst}$ [-]	1,0										

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

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

**Injektionssystem VMH für Beton**

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

**Anhang C8**

**Tabelle C9: Verschiebung unter Zugbeanspruchung<sup>1)</sup> (Ankerstange)**

Ankerstange			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
<b>Ungerissener Beton C20/25 unter statischer und quasi-statischer Belastung</b>										
Temperaturbereich I: 80°C / 50°C	$\delta_{N0}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,031	0,032	0,034	0,037	0,039	0,042	0,044	0,046
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,040	0,042	0,044	0,047	0,051	0,054	0,057	0,060
Temperaturbereich II: 120°C / 72°C	$\delta_{N0}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,032	0,034	0,035	0,038	0,041	0,044	0,046	0,048
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,042	0,044	0,045	0,049	0,053	0,056	0,059	0,062
Temperaturbereich III: 160°C / 100°C	$\delta_{N0}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,121	0,126	0,131	0,142	0,153	0,163	0,171	0,179
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,124	0,129	0,135	0,146	0,157	0,168	0,176	0,184
<b>Gerissener Beton C20/25 unter statischer und quasi-statischer Belastung</b>										
Temperaturbereich I: 80°C / 50°C	$\delta_{N0}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,081	0,083	0,085	0,090	0,095	0,099	0,103	0,106
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,104	0,107	0,110	0,116	0,122	0,128	0,133	0,137
Temperaturbereich II: 120°C / 72°C	$\delta_{N0}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,084	0,086	0,088	0,093	0,098	0,103	0,107	0,110
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,108	0,111	0,114	0,121	0,127	0,133	0,138	0,143
Temperaturbereich III: 160°C / 100°C	$\delta_{N0}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,312	0,321	0,330	0,349	0,367	0,385	0,399	0,412
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,321	0,330	0,340	0,358	0,377	0,396	0,410	0,424
<b>Gerissener Beton C20/25 unter seismischer Belastung (C2)</b>										
Alle Temperaturbereiche	$\delta_{N,eq}$ (DLS) -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	NPA	0,120	0,100	0,100	0,120	NPA		
	$\delta_{N,eq}$ (ULS) -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]		0,140	0,150	0,110	0,150			

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

$$\delta_{N0} = \delta_{N0}\text{-Faktor} \cdot \tau_{Ed}; \quad \delta_{N,eq}(DLS) = \delta_{N,eq}(DLS)\text{-Faktor} \cdot \tau_{Ed}; \quad \tau_{Ed}: \text{einwirkende Verbundspannung unter Zugbeanspruchung}$$

$$\delta_{N\infty} = \delta_{N\infty}\text{-Faktor} \cdot \tau_{Ed}; \quad \delta_{N,eq}(ULS) = \delta_{N,eq}(ULS)\text{-Faktor} \cdot \tau_{Ed};$$

**Tabelle C10: 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 C20/25 unter statischer und quasi-statischer Einwirkung</b>										
Alle Temperaturbereiche	$\delta_{V0}$ -Faktor	[mm/(kN)]	0,06	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03
	$\delta_{V\infty}$ -Faktor	[mm/(kN)]	0,09	0,08	0,08	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05
<b>Gerissener Beton C20/25 unter seismischer Belastung (C2)</b>										
Alle Temperaturbereiche	$\delta_{V,eq}$ (DLS) -Faktor	[mm/(kN)]	NPA	0,27	0,13	0,09	0,06	NPA		
	$\delta_{V,eq}$ (ULS) -Faktor	[mm/(kN)]		0,27	0,14	0,10	0,08			

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

$$\delta_{V0} = \delta_{V0}\text{-Faktor} \cdot V_{Ed}; \quad \delta_{V,eq}(DLS) = \delta_{V,eq}(DLS)\text{-Faktor} \cdot V_{Ed}; \quad V_{Ed}: \text{einwirkende Querkraft}$$

$$\delta_{V\infty} = \delta_{V\infty}\text{-Faktor} \cdot V_{Ed}; \quad \delta_{V,eq}(ULS) = \delta_{V,eq}(ULS)\text{-Faktor} \cdot V_{Ed};$$

**Injektionssystem VMH für Beton**

**Leistungen**  
Verschiebung (Ankerstange)

**Anhang C9**

**Tabelle C11: 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 C20/25 unter statischer und quasi-statischer Belastung</b>								
Temperaturbereich I: 80°C / 50°C	$\delta_{N0}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,032	0,034	0,037	0,039	0,042	0,046
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,042	0,044	0,047	0,051	0,054	0,060
Temperaturbereich II: 120°C / 72°C	$\delta_{N0}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,034	0,035	0,038	0,041	0,044	0,048
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,044	0,045	0,049	0,053	0,056	0,062
Temperaturbereich III: 160°C / 100°C	$\delta_{N0}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,126	0,131	0,142	0,153	0,163	0,179
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,129	0,135	0,146	0,157	0,168	0,184
<b>Gerissener Beton C20/25 unter statischer und quasi-statischer Belastung</b>								
Temperaturbereich I: 80°C / 50°C	$\delta_{N0}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,083	0,085	0,090	0,095	0,099	0,106
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,107	0,110	0,116	0,122	0,128	0,137
Temperaturbereich II: 120°C / 72°C	$\delta_{N0}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,086	0,088	0,093	0,098	0,103	0,110
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,111	0,114	0,121	0,127	0,133	0,143
Temperaturbereich III: 160°C / 100°C	$\delta_{N0}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,321	0,330	0,349	0,367	0,385	0,412
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,330	0,340	0,358	0,377	0,396	0,424

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

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

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

**Tabelle C12: 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 C20/25 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

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

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

**Injektionssystem VMH für Beton**

**Leistungen**  
Verschiebungen (Innengewindeankerstange)

**Anhang C10**

**Tabelle C13: 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 C20/25 unter statischer und quasi-statischer Belastung</b>												
Temperaturbereich I: 80°C / 50°C	$\delta_{N0}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,031	0,032	0,034	0,035	0,037	0,039	0,042	0,043	0,045	0,048
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,040	0,042	0,044	0,045	0,047	0,051	0,054	0,055	0,058	0,063
Temperaturbereich II: 120°C / 72°C	$\delta_{N0}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,032	0,034	0,035	0,036	0,038	0,041	0,044	0,045	0,047	0,050
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,042	0,044	0,045	0,047	0,049	0,053	0,056	0,057	0,060	0,065
Temperaturbereich III: 160°C / 100°C	$\delta_{N0}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,121	0,126	0,131	0,137	0,142	0,153	0,163	0,164	0,172	0,186
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,124	0,129	0,135	0,141	0,146	0,157	0,168	0,169	0,177	0,192
<b>Gerissener Beton C20/25 unter statischer und quasi-statischer Belastung</b>												
Temperaturbereich I: 80°C / 50°C	$\delta_{N0}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,081	0,083	0,085	0,087	0,090	0,095	0,099	0,099	0,103	0,108
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,104	0,107	0,110	0,113	0,116	0,122	0,128	0,128	0,133	0,141
Temperaturbereich II: 120°C / 72°C	$\delta_{N0}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,084	0,086	0,088	0,090	0,093	0,098	0,103	0,103	0,107	0,113
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,108	0,111	0,114	0,118	0,121	0,127	0,133	0,133	0,138	0,148
Temperaturbereich III: 160°C / 100°C	$\delta_{N0}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,312	0,321	0,330	0,340	0,349	0,367	0,385	0,385	0,399	0,425
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,321	0,330	0,340	0,349	0,358	0,377	0,396	0,396	0,410	0,449

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

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

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

**Tabelle C14: 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>Gerissener und ungerissener Beton C20/25 unter statischer und quasi-statischer Belastung</b>												
Alle	$\delta_{V0}$ -Faktor	[mm/(kN)]	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03
Temperaturbereiche	$\delta_{V\infty}$ -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

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

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

**Injektionssystem VMH für Beton**

**Leistungen**  
Verschiebung (Betonstahl)

**Anhang C11**