

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 22. November 2019

### 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

28 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 6. Dezember 2018

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

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

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

## Besonderer Teil

### 1 Technische Beschreibung des Produkts

Das "Injektionssystem VMH für Beton" ist ein Verbunddübel, der aus einer Mörtelkartusche mit Injektionsmörtel VMH und einem Stahlteil besteht. Das Stahlteil ist eine Gewindestange mit Scheibe und Sechskantmutter in den Größen M8 bis M30 oder ein Betonstahl in den Größen  $\varnothing 8$  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 C1, C3, C6, C8
Charakteristischer Widerstand unter Querbeanspruchung (statische und quasi-statische Einwirkungen)	Siehe Anhang C2, C4, C7, C9
Verschiebungen (statische und quasi-statische Einwirkungen)	Siehe Anhang C11 bis C13
Charakteristischer Widerstand und Verschiebungen für seismische Leitungskategorie C1 und C2	Siehe Anhang C5, C10, C11
Dauerhaftigkeit	Siehe Anhang B1

#### 3.2 Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz (BWR 3)

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

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

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

Folgendes System ist anzuwenden: 1

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

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

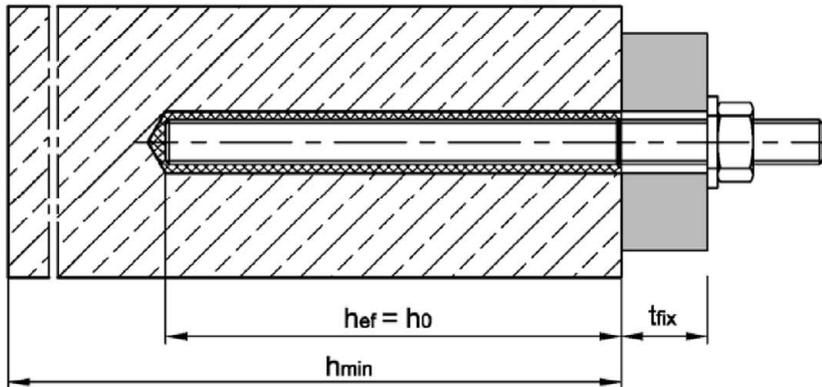
Ausgestellt in Berlin am 22. November 2019 vom Deutschen Institut für Bautechnik

BD Dipl.-Ing. Andreas Kummerow  
Abteilungsleiter

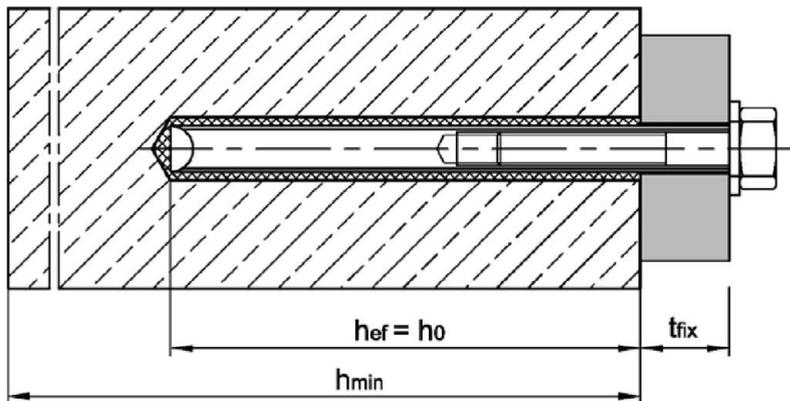


### Einbauzustand Ankerstange M8 bis M30

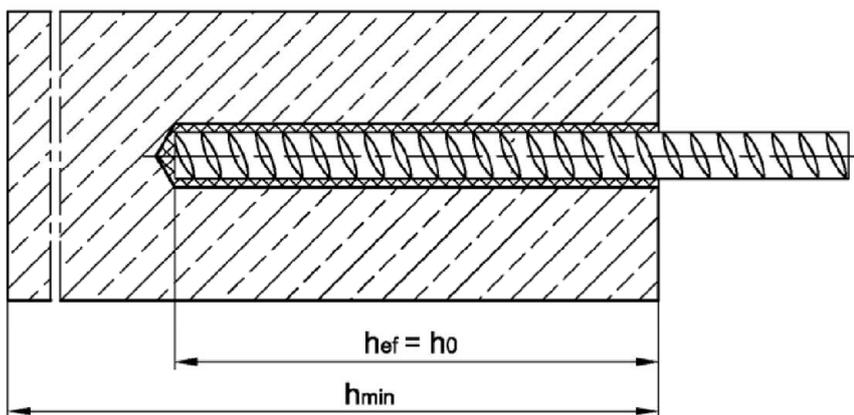
Vorsteckmontage oder Durchsteckmontage (mit verfülltem Ringspalt)



### 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

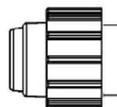
Produktbeschreibung  
Einbauzustand

Anhang A1

### Kartusche: Injektionsmörtel VMH

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

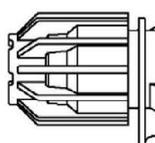
Schraubverschluss



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

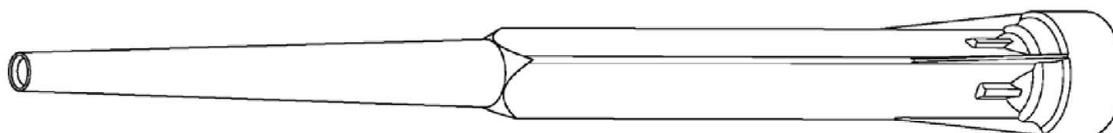
235 ml, 345 ml bis 360 ml und 825 ml Kartusche (Typ: "side-by-side")

Schraubverschluss

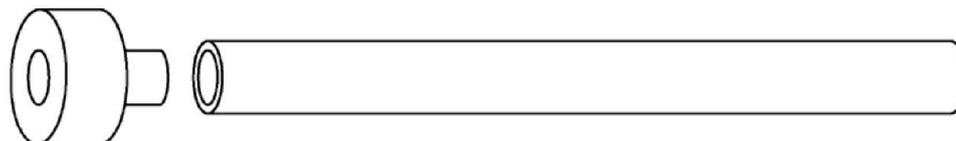


Aufdruck: VMH,  
Verarbeitungshinweise, Chargennummer, Haltbarkeit,  
Gefahrennummer, Lagertemperatur, Aushärtezeit und  
Verarbeitungszeit (abhängig von der Temperatur),  
optional mit Kolbenwegskala

### Statikmischer



### Injektionsadapter mit Mischerverlängerung



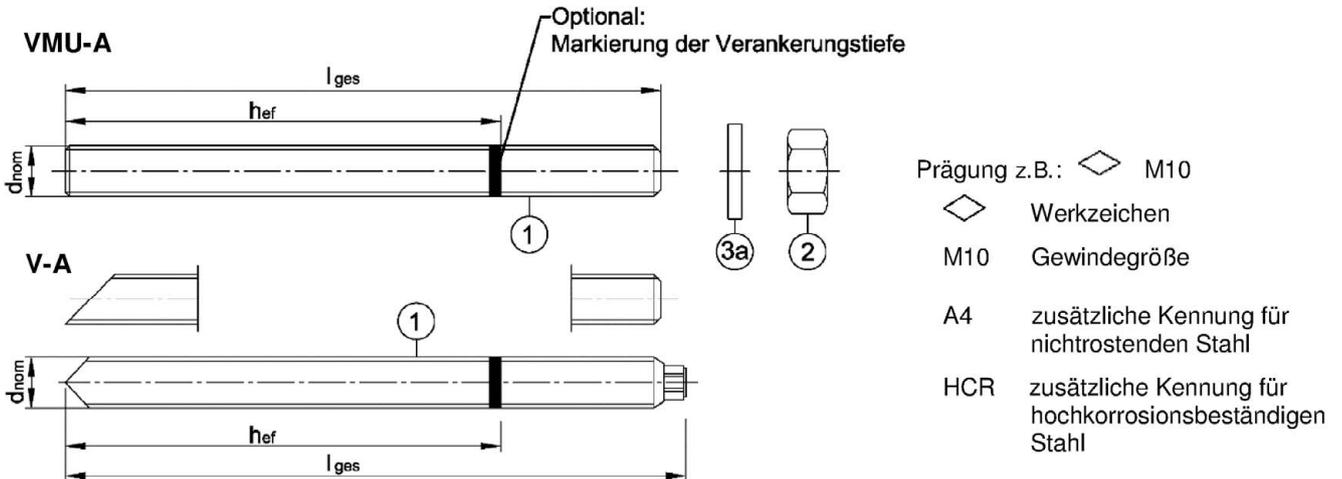
## Injektionssystem VMH für Beton

**Produktbeschreibung**  
Kartuschen und Statikmischer

**Anhang A2**

## Ankerstangen

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



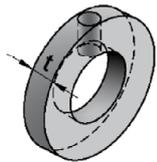
**Ankerstange VM-A** (Meterware zum Ablängen)  
M8, M10, M12, M16, M20, M24, M27, M30 (verzinkt, A2, A4, HCR)

### Handelsübliche Gewindestange

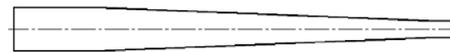
M8, M10, M12, M16, M20, M24, M27, M30 (verzinkt, A2, A4, HCR) mit:

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

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

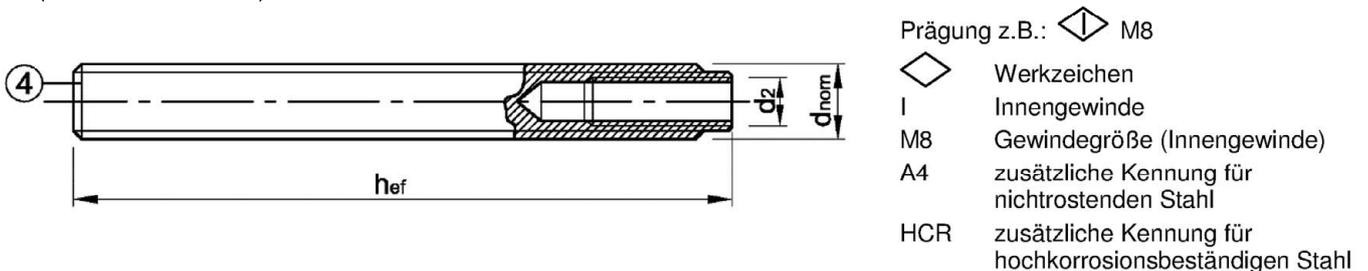


Dicke der Verfüllscheibe  
Für Durchmesser  
< M24: t = 5 mm  
≥ M24: t = 6 mm



## Innengewindeankerstange

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



## Injektionssystem VMH für Beton

### Produktbeschreibung

Ankerstange und Innengewindeankerstange

## Anhang A3

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

Teil	Benennung	Werkstoff					
<b>Stahl, verzinkt</b>							
galvanisch verzinkt		≥ 5 µm	gemäß EN ISO 4042:1999 oder				
feuerverzinkt		≥ 40 µm	gemäß EN ISO 1461:2009, EN ISO 10684:2004+AC:2009 oder				
diffusionsverzinkt		≥ 45 µm	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 <sub>uk</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	400	f <sub>yk</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]		240
		4.8		400			320
		5.6	500	300	A <sub>5</sub> > 8 %		
		5.8	500	400	A <sub>5</sub> > 8 %		
8.8	800	640	A <sub>5</sub> ≥ 12% <sup>1)</sup>				
2	Sechskantmutter	4	für Ankerstangen der Klasse 4.6, 4.8			EN ISO 898-2:2012	
		5	für Ankerstangen der Klasse 4.6, 4.8, 5.6, 5.8				
		8	für Ankerstangen der Klasse 4.6, 4.8, 5.6, 5.8, 8.8				
3a	Unterlegscheibe	z.B.: EN ISO 7089:2000, EN ISO 7093:2000, EN ISO 7094:2000					
3b	Verfüllscheibe	Stahl, verzinkt					
4	Innengewinde- ankerstange	5.8	Stahl, galvanisch verzinkt oder diffusionsverzinkt		A <sub>5</sub> > 8%	EN 10087:1998	
		8.8			A <sub>5</sub> > 8%		
<b>Nichtrostender Stahl A2<sup>2)</sup></b>		(z.B.: 1.4301 / 1.4307 / 1.4311 / 1.4567 / 1.4541)					
<b>Nichtrostender Stahl A4</b>		(z.B.: 1.4401 / 1.4404 / 1.4571 / 1.4578 / 1.4362)					
<b>Hochkorrosionsbeständiger Stahl HCR</b>		(z.B.: 1.4529 / 1.4565)					
1	Ankerstange <sup>3)</sup>	Festigkeits- klasse	Charakteristische Zugfestigkeit	Charakteristische Streckgrenze	Bruch- dehnung	EN 10088-1:2014 EN ISO 3506-1:2009	
		50	f <sub>uk</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	500	f <sub>yk</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]		210
		70		700			450
80	800	600		A <sub>5</sub> ≥ 12% <sup>1)</sup>			
2	Sechskantmutter <sup>3)</sup>	50	für Ankerstangen der Klasse 50			EN 10088-1:2014 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					
3b	Verfüllscheibe	Nichtrostender Stahl A4; hochkorrosionsbeständiger Stahl					
4	Innengewinde- ankerstange	50	IG-M20		A <sub>5</sub> > 8 %	EN 10088-1:2014	
		70	IG-M6 bis IG-M16		A <sub>5</sub> > 8 %		

<sup>1)</sup> A<sub>5</sub> > 8 % Bruchdehnung wenn keine Anforderungen der seismischen Leistungskategorie C2 bestehen

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

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

**Injektionssystem VMH für Beton**

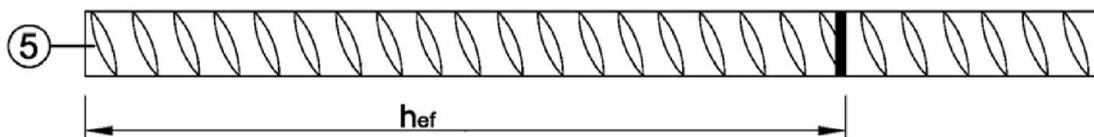
**Produktbeschreibung**

Werkstoffe - Ankerstange und Innengewindeankerstange

**Anhang A4**

## Betonstahl

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



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

Tabelle A2: Werkstoffe Betonstahl

Teil	Benennung	Werkstoff
<b>Betonstahl</b>		
5	Betonstahl gemäß 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 Einwirkung		M8 - M30 verzinkt, A2, A4, HCR	VMU-IG M6 - VMU-IG M20 verzinkt <sup>1)</sup> , A4, HCR	Ø8 - Ø32
Seismische Einwirkung	Leistungskategorie C1	M8 - M30 verzinkt <sup>1)</sup> , A4, HCR	-	Ø8 - Ø32
	Leistungskategorie 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 feuerverzinkt

### Anwendungsbedingungen (Umweltbedingungen):

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

### Bemessung:

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

### Einbau:

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

## Injektionssystem VMH für Beton

Verwendungszweck  
Spezifikationen

Anhang B1

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

Ankerstange		M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
Durchmesser Ankerstange	$d=d_{nom}$ [mm]	8	10	12	16	20	24	27	30
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>2)</sup>	Vorsteckmontage $d_f \leq$ [mm]	9	12	14	18	22	26	30	33
	Durchsteckmontage $d_f \leq$ [mm]	12	14	16	20	24	30	33	40
Montagedrehmoment	$T_{inst} \leq$ [Nm]	10	20	40 (35) <sup>1)</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> Drehmoment für M12 mit Festigkeitsklasse 4.6

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

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

Innengewindeankerstange		IG-M 6	IG-M 8	IG-M 10	IG-M 12	IG-M 16	IG-M 20
Innendurchmesser	$d_2$ [mm]	6	8	10	12	16	20
Außendurchmesser <sup>1)</sup>	$d=d_{nom}$ [mm]	10	12	16	20	24	30
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 <sup>1)</sup>	$d_0$ [mm]	10   12	12   14	14   16	18	20	25	32	32	35	40
Effektive Verankerungstiefe	$h_{ef,min}$ [mm]	60	60	70	75	80	90	96	100	112	128
	$h_{ef,max}$ [mm]	160	200	240	280	320	400	480	500	560	640
Mindestbauteildicke	$h_{min}$ [mm]	$h_{ef} + 30 \text{ mm}$ $\geq 100 \text{ mm}$			$h_{ef} + 2d_0$						
minimaler Achsabstand	$s_{min}$ [mm]	40	50	60	70	75	95	120	120	130	150
minimaler Randabstand	$c_{min}$ [mm]	35	40	45	50	50	60	70	70	75	85

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

**Injektionssystem VMH für Beton**

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**

Bohrerennendurchmesser (d<sub>0</sub>): alle Durchmesser  
Saugbohrer (MKT Saugbohrer SB, Würth Saugbohrer oder Heller Duster Expert Saugbohrer) und einem Klasse M Staubsauger mit einem Unterdruck von mind. 253 hPa und einer Durchflussrate von mind. 42 l/s



**Empfohlene Druckluftpistole (min 6 bar)**

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



**Ausblaspumpe (Volumen 750ml)**

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

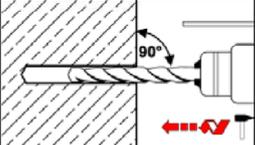
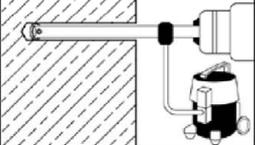
**Injektionssystem VMH für Beton**

**Verwendungszweck**  
Reinigungs- und Installationszubehör

**Anhang B3**

## Montageanweisung

### Bohrlocherstellung

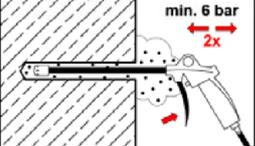
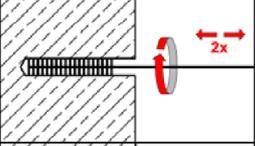
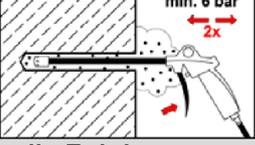
1	1a		<b>Hammerbohren oder Druckluftbohren</b> Bohrloch dreh Schlagend mit vorgeschriebenem Bohrer Durchmesser (Tabelle B1, B2 oder B3) und gewählter Bohrlochtiefe erstellen. Weiter mit <u>Schritt 2</u> . Bei Fehlbohrungen ist das Bohrloch zu vermörteln.
	1b		<b>Saugbohren:</b> siehe Anhang B3 Bohrloch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

### Reinigung (entfällt bei Verwendung eines Saugbohrers)

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

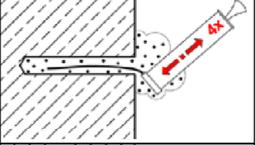
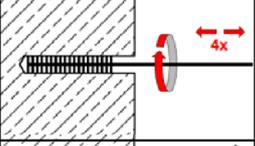
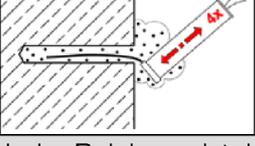
#### Reinigung mit Druckluft

alle Untergründe und Abmessungen nach Anhang B1

2	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.

#### Manuelle Reinigung

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

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

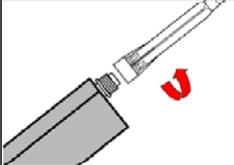
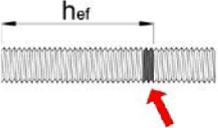
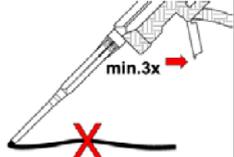
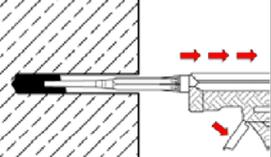
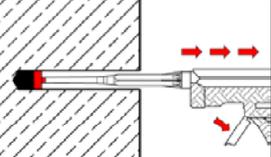
Nach der Reinigung ist das Bohrloch bis zum Injizieren des Mörtels vor erneutem Verschmutzen in geeigneter Weise zu schützen. Gegebenenfalls ist die Reinigung unmittelbar vor dem Injizieren des Mörtels zu wiederholen. Einfließendes Wasser darf nicht zur erneuten Verschmutzung des Bohrlochs führen.

### Injektionssystem VMH für Beton

Verwendungszweck  
Montageanweisung

Anhang B4

## Montageanweisung (Fortsetzung)

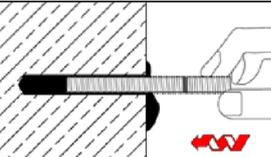
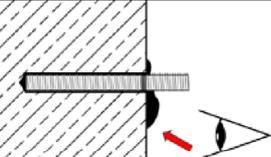
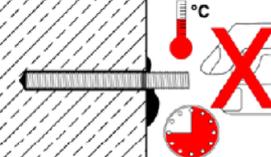
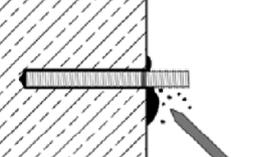
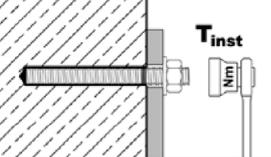
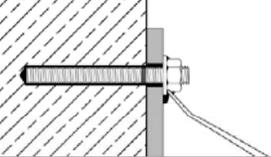
Injektion	
3	 <p>Den mitgelieferten Statikmischer fest auf die Kartusche aufschrauben und Kartusche in eine geeignete Auspresspistole einlegen. Bei jeder Arbeitsunterbrechung länger als die empfohlene Verarbeitungszeit (Tabelle B6) und bei jeder neuen Kartusche ist der Statikmischer zu erneuern.</p>
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 Statikmischers aus dem Bohrloch verhindert die Bildung von Lufteinschlüssen. Wird der Bohrlochgrund nicht erreicht, ist eine passende Mischerverlängerung zu verwenden. Die Verarbeitungszeiten gemäß Tabelle B6 sind zu beachten.</p>
6b	 <p>Injektionsadapter mit Mischerverlängerungen sind für folgende Verankerungen zu verwenden (vergl. Tabelle B5) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Installationen horizontal oder vertikal nach unten mit Bohrer-Ø <math>d_0 \geq 18</math> mm und Verankerungstiefen <math>h_{ef} &gt; 250</math> mm</li> <li>• Überkopfmontage: Bohrer-Ø <math>d_0 \geq 18</math> mm</li> </ul>

Injektionssystem VMH für Beton

Verwendungszweck  
Montageanweisung (Fortsetzung)

Anhang B5

## Montageanweisung (Fortsetzung)

Setzen des Befestigungselementes	
7	 <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 zwischen Ankerstange und Beton, bei Durchsteckmontage zusätzlich auch im Anbauteil, komplett mit Mörtel verfüllt sein. Wird bei Erreichen der Verankerungstiefe kein Mörtel an der Oberfläche sichtbar, Anwendung vor Beendigung der Verarbeitungszeit wiederholen! Bei Überkopfmontage ist die Ankerstange zu fixieren (z.B. mit Holzkeilen).</p>
9	 <p>Die angegebene Aushärtezeit muss eingehalten werden. Befestigungselement während der Aushärtezeit (siehe Tabelle B6) 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>Bei der Vorsteckmontage kann optional der Ringspalt zwischen Ankerstange und Anbauteil mit Mörtel verfüllt werden. Dafür Unterlegscheibe durch Verfüllscheibe ersetzen und Mischerreduzierung auf den Statikmischer stecken. Ringspalt ist vollständig verfüllt, wenn Mörtel austritt.</p>

**Tabelle B6: Verarbeitungs- und Aushärtezeiten**

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

### Injektionssystem VMH für Beton

Verwendungszweck  
Montageanweisung (Fortsetzung)  
Verarbeitungs- und Aushärtezeiten

**Anhang B6**

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

Ankerstange			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
<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 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	$V^0_{Rk,s}$ [kN]		9 (8)	14 (13)	20	38	59	85	110	135	
	Festigkeitsklasse 5.6 und 5.8	$V^0_{Rk,s}$ [kN]		11 (10)	17 (16)	25	47	74	106	138	168	
	Festigkeitsklasse 8.8	$V^0_{Rk,s}$ [kN]		15 (13)	23 (21)	34	63	98	141	184	224	
Nichtrostender Stahl	A2, A4 und HCR, Festigkeitsklasse 50	$V^0_{Rk,s}$ [kN]		9	15	21	39	61	88	115	140	
	A2, A4 und HCR, Festigkeitsklasse 70	$V^0_{Rk,s}$ [kN]		13	20	30	55	86	124	-	-	
	A4 und HCR, Festigkeitsklasse 80	$V^0_{Rk,s}$ [kN]		15	23	34	63	98	141	-	-	
<b>Stahlversagen mit Hebelarm</b>												
Stahl, verzinkt	Festigkeitsklasse 4.6 und 4.8	$M^0_{Rk,s}$ [Nm]		15 (13)	30 (27)	52	133	260	449	666	900	
	Festigkeitsklasse 5.6 und 5.8	$M^0_{Rk,s}$ [Nm]		19 (16)	37 (33)	65	166	324	560	833	1123	
	Festigkeitsklasse 8.8	$M^0_{Rk,s}$ [Nm]		30 (26)	60 (53)	105	266	519	896	1333	1797	
Nichtrostender Stahl	A2, A4 und HCR, Festigkeitsklasse 50	$M^0_{Rk,s}$ [Nm]		19	37	66	167	325	561	832	1125	
	A2, A4 und HCR, Festigkeitsklasse 70	$M^0_{Rk,s}$ [Nm]		26	52	92	232	454	784	-	-	
	A4 und HCR, Festigkeitsklasse 80	$M^0_{Rk,s}$ [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 VMH für Beton**

**Leistungen**

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

**Anhang C2**

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

Ankerstangen			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30	
<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:	80°C / 50°C	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	17	17	16	15	14	13	13	
Temperaturbereich II:	120°C / 72°C	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	15	14	14	13	12	12	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	
<b>Charakteristische Verbundtragfähigkeit im gerissenen Beton C20/25</b>											
Temperaturbereich I:	80°C / 50°C	$\tau_{Rk,cr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	7,0	7,5	8,0	9,0	8,5	7,0	7,0	
Temperaturbereich II:	120°C / 72°C	$\tau_{Rk,cr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	6,0	6,5	7,0	7,5	7,0	6,0	6,0	
Temperaturbereich III:	160°C / 100°C	$\tau_{Rk,cr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	5,5	5,5	6,0	6,5	6,0	5,5	5,5	
<b>Reduktionsfaktor <math>\psi_{sus}^0</math> im Beton C20/25</b>											
Temperaturbereich I:	80°C / 50°C	$\psi_{sus}^0$	[-]	0,79							
Temperaturbereich II:	120°C / 72°C	$\psi_{sus}^0$	[-]	0,75							
Temperaturbereich III:	160°C / 100°C	$\psi_{sus}^0$	[-]	0,66							
Erhöhungsfaktor für Beton	$\psi_c$	C25/30		1,02							
		C30/37		1,04							
		C35/45		1,07							
		C40/50		1,08							
		C45/55		1,09							
		C50/60		1,10							
<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>											
trockener oder feuchter Beton	Saugbohren	$\gamma_{inst}$	[-]	1,2							
	Manuelle Reinigung	$\gamma_{inst}$	[-]	1,2			NPA				
		$\gamma_{inst}$	[-]	1,0							
wassergefülltes Bohrloch	Druckluftreinigung	$\gamma_{inst}$	[-]	1,4							

**Injektionssystem VMH für Beton**

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

**Anhang C3**

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

Ankerstangen		M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30	
<b>Stahlversagen ohne Hebelarm</b>										
Charakteristischer Widerstand Stahl verzinkt, Fkl 4.6, 4.8, 5.6 und 5.8	$V_{Rk,s}^0$	[kN]	0,6 · $A_s$ · $f_{uk}$ oder siehe Tabelle C2							
Charakteristischer Widerstand Stahl verzinkt, Fkl. 8.8 Nichtrostender Stahl A2, A4 und HCR	$V_{Rk,s}^0$	[kN]	0,5 · $A_s$ · $f_{uk}$ oder siehe Tabelle C2							
Duktilitätsfaktor	$k_7$	[-]	1,0							
Teilsicherheitsbeiwert	$\gamma_{Ms,V}$	[-]	siehe Tabelle C2							
<b>Stahlversagen mit Hebelarm</b>										
Charakteristischer Biege­widerstand	$M_{Rk,s}^0$	[Nm]	1,2 · $W_{el}$ · $f_{uk}$ oder siehe Tabelle C2							
Elastisches Widerstandsmoment	$W_{el}$	[mm <sup>3</sup> ]	31	62	109	277	541	935	1387	1874
Teilsicherheitsbeiwert	$\gamma_{Ms,V}$	[-]	siehe Tabelle C2							
<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]	8	10	12	16	20	24	27	30
Montagebeiwert	$\gamma_{inst}$	[-]	1,0							

**Injektionssystem VMH für Beton**

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

**Anhang C4**

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

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

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

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

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

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

**Injektionssystem VMH für Beton**

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

**Anhang C5**

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

Innengewindeankerstange				VMU-IG 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, verzinkt	Fkl 5.8	$N_{Rk,s}$	[kN]	10	17	29	42	76	123
	Fkl 8.8	$N_{Rk,s}$	[kN]	16	27	46	67	121	196
Teilsicherheitsbeiwert		$\gamma_{Ms,N}$	[-]	1,5					
Charakteristischer Widerstand Nichtrostender Stahl A4 / HCR	Fkl. 70	$N_{Rk,s}$	[kN]	14	26	41	59	110	124 <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
<b>Reduktionsfaktor <math>\psi_{sus}^0</math> im Beton C20/25</b>									
Temperaturbereich	I: 80°C / 50°C	$\psi_{sus}^0$	[-]	0,79					
	II: 120°C / 72°C	$\psi_{sus}^0$	[-]	0,75					
	III: 160°C / 100°C	$\psi_{sus}^0$	[-]	0,66					
Erhöhungsfaktor für Beton	$\psi_c$	C25/30		1,02					
		C30/37		1,04					
		C35/45		1,07					
		C40/50		1,08					
		C45/55		1,09					
		C50/60		1,10					
<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>									
trockener oder feuchter Beton	Saugbohren	$\gamma_{inst}$	[-]	1,2					
	Manuelle Reinigung	$\gamma_{inst}$	[-]	1,2		NPA			
		$\gamma_{inst}$	[-]	1,0					
wassergefülltes Bohrloch	Druckluftreinigung	$\gamma_{inst}$	[-]	1,4					

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

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

**Injektionssystem VMH für Beton**

**Leistungen**  
Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Innengewindeankerstangen

**Anhang C6**

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

Innengewindeankerstange				VMU-IG 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	Fkl. 5.8	$V_{Rk,s}^0$ [kN]	5	9	15	21	38	61	
	Charakteristischer Widerstand	Fkl. 8.8	$V_{Rk,s}^0$ [kN]	8	14	23	34	60	98	
	Teilsicherheitsbeiwert		$\gamma_{Ms,V}$	[-]	1,25					
Nicht-rostender Stahl	Charakteristischer Widerstand, A4 / HCR	Fkl. 70	$V_{Rk,s}^0$ [kN]	7	13	20	30	55	62 <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	Fkl. 5.8	$M_{Rk,s}^0$ [Nm]	8	19	37	66	167	325	
	Charakteristischer Biege­widerstand	Fkl. 8.8	$M_{Rk,s}^0$ [Nm]	12	30	60	105	267	519	
	Teilsicherheitsbeiwert		$\gamma_{Ms,V}$	[-]	1,25					
Nicht-rostender Stahl	Charakteristischer Biege­widerstand, A4/HCR	Fkl. 70	$M_{Rk,s}^0$ [Nm]	11	26	53	92	234	643 <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 VMH für Beton**

**Leistungen**  
Charakteristische Werte unter **Querbeanspruchung** für **Innengewindeankerstangen**

**Anhang C7**

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

Betonstahl				Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 24	Ø 25	Ø 28	Ø 32
<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: 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	$\tau_{Rk,cr}$	[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	$\tau_{Rk,cr}$	[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	$\tau_{Rk,cr}$	[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
<b>Reduktionsfaktor <math>\psi_{sus}^0</math> im Beton C20/25</b>													
Temperaturbereich	I: 80°C / 50°C	$\psi_{sus}^0$	[-]	0,79									
	II: 120°C / 72°C	$\psi_{sus}^0$	[-]	0,75									
	III: 160°C / 100°C	$\psi_{sus}^0$	[-]	0,66									
Erhöhungsfaktor für Beton	$\psi_c$	C25/30		1,02									
		C30/37		1,04									
		C35/45		1,07									
		C40/50		1,08									
		C45/55		1,09									
		C50/60		1,10									
<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>													
trockener oder feuchter Beton	Saugbohren	$\gamma_{inst}$	[-]	1,2									
	Manuelle Reinigung	$\gamma_{inst}$	[-]	1,2					NPA				
		$\gamma_{inst}$	[-]	1,0									
wassergefülltes Bohrloch	Druckluftreinigung	$\gamma_{inst}$	[-]	1,4									

<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 C8**

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

Betonstahl		Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 24	Ø 25	Ø 28	Ø 32	
<b>Stahlversagen <u>ohne</u> 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 <sup>2)</sup>										
Duktilitätsfaktor	$k_7$ [-]	1,0										
<b>Stahlversagen <u>mit</u> 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	1357	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 ( $h_{ef}; 300\text{mm}$ )			
Außendurchmesser des Betonstahls	$d_{nom}$ [mm]	8	10	12	14	16	20	24	25	28	32	
Montagebeiwert	$\gamma_{inst}$ [-]	1,0										

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

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

**Injektionssystem VMH für Beton**

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

**Anhang C9**

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

Betonstahl				Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 24	Ø 25	Ø 28	Ø 32	
<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:	80°C / 50°C	$\tau_{Rk,eq,C1}$	[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	$\tau_{Rk,eq,C1}$	[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	$\tau_{Rk,eq,C1}$	[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
<b>Montagebeiwert</b>														
trockener oder feuchter Beton	Saugbohren		$\gamma_{inst}$	[-]	1,2									
			$\gamma_{inst}$	[-]	1,0									
wassergefülltes Bohrloch	Druckluftreinigung		$\gamma_{inst}$	[-]	1,4									

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

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

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

Betonstahl				Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 24	Ø 25	Ø 28	Ø 32
<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> ist den Spezifikationen des Betonstahls zu entnehmen

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

**Injektionssystem VMH für Beton**

**Leistungen**

Charakteristische Werte unter seismischer Belastung für Betonstahl

**Anhang C10**

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

Ankerstange			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
<b>Verschiebungsfaktoren<sup>1)</sup> für ungerissener Beton unter statischer und quasi-statischer Belastung</b>										
Temperaturbereich 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>Verschiebungsfaktoren<sup>1)</sup> für gerissener Beton 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 unter seismischer Belastung (C2)</b>										
Alle Temperatur- bereiche	$\delta_{N,eq}$ (DLS)	[mm]	NPA	0,24	0,27	0,29	0,27	NPA		
	$\delta_{N,eq}$ (ULS)	[mm]		0,55	0,51	0,50	0,58			

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

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

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

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

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

<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 VMH für Beton**

**Leistungen**  
Verschiebung (Ankerstange)

**Anhang C11**

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

Innengewindeankerstange			VMU-IG M 6	VMU-IG M 8	VMU-IG M 10	VMU-IG M 12	VMU-IG M 16	VMU-IG M 20
<b>Verschiebungsfaktoren<sup>1)</sup> für ungerissener Beton 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>Verschiebungsfaktoren<sup>1)</sup> für gerissener Beton 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

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

$\tau$ : einwirkende Verbundspannung unter Zugbeanspruchung

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

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

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

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

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

V: einwirkende Querkraft

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

**Injektionssystem VMH für Beton**

**Leistungen**  
Verschiebungen (Innengewindeankerstange)

**Anhang C12**

**Tabelle C17: Verschiebung unter Zugbeanspruchung (Betonstahl)**

Betonstahl			Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 24	Ø 25	Ø 28	Ø 32
<b>Verschiebungsfaktoren<sup>1)</sup> für ungerissener Beton unter statischer und quasi-statischer Belastung</b>												
Temperaturbereich 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>Verschiebungsfaktoren<sup>1)</sup> für gerissener Beton 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

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

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

**Tabelle C18: Verschiebung unter Querbeanspruchung (Betonstahl)**

Betonstahl			Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 24	Ø 25	Ø 28	Ø 32
<b>Verschiebungsfaktoren<sup>1)</sup> unter statischer und quasi-statischer Belastung</b>												
Alle	$\delta_{V0}$ -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

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

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

**Injektionssystem VMH für Beton**

**Leistungen**  
Verschiebung (Betonstahl)

**Anhang C13**