

Zulassungsstelle für Bauprodukte und Bauarten

Bautechnisches Prüfamts

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



Europäische Technische Bewertung

ETA-17/0716
vom 22. November 2019

Allgemeiner Teil

Technische Bewertungsstelle, die die Europäische Technische Bewertung ausstellt

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.

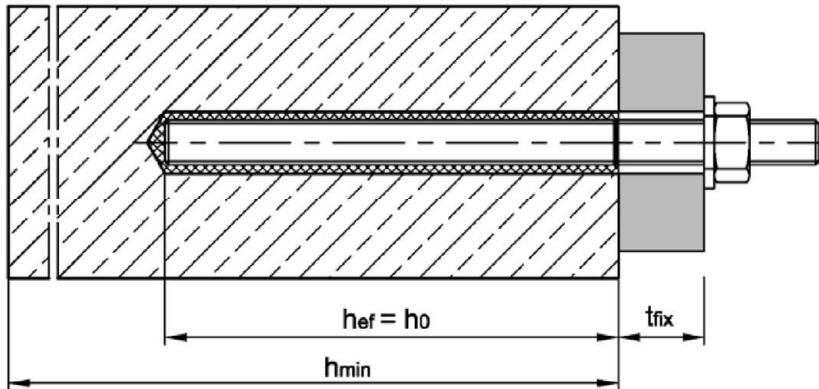
Ausgestellt in Berlin am 22. November 2019 vom Deutschen Institut für Bautechnik

BD Dipl.-Ing. Andreas Kummerow
Abteilungsleiter

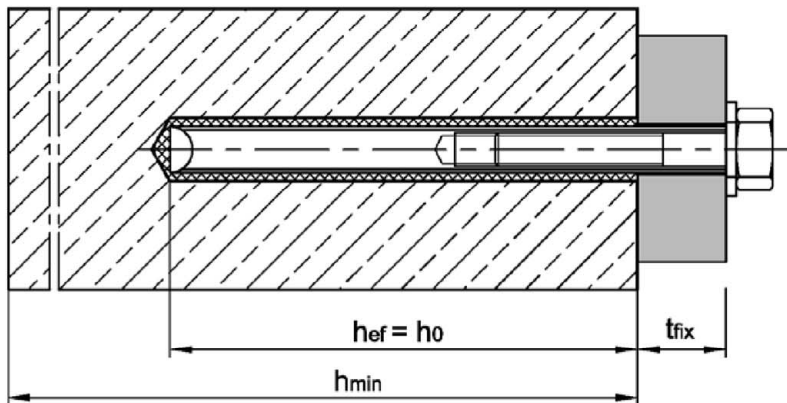


Einbauzustand Ankerstange M8 bis M30

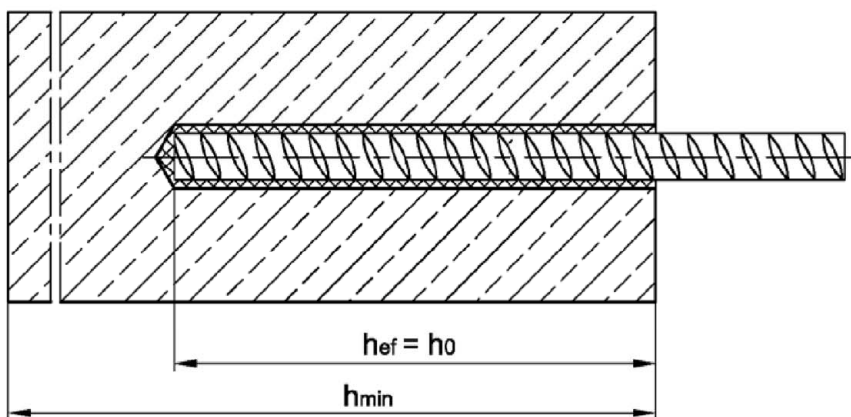
Vorsteckmontage oder Durchsteckmontage (mit verfülltem Ringspalt)



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

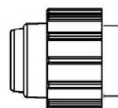
Produktbeschreibung
Einbauzustand

Anhang A1

Kartusche: Injektionsmörtel VMH

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

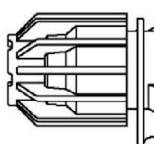
Schraubverschluss



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

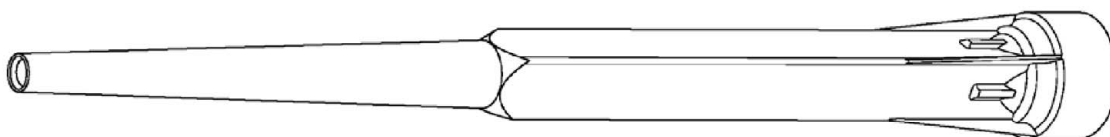
235 ml, 345 ml bis 360 ml und 825 ml Kartusche (Typ: "side-by-side")

Schraubverschluss

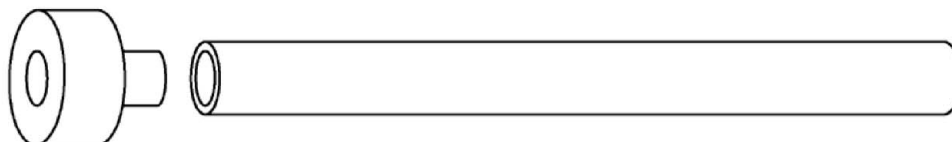


Aufdruck: VMH,
Verarbeitungshinweise, Chargennummer, Haltbarkeit,
Gefahrennummer, Lagertemperatur, Aushärtezeit und
Verarbeitungszeit (abhängig von der Temperatur),
optional mit Kolbenwegskala

Statikmischer



Injektionsadapter mit Mischerverlängerung



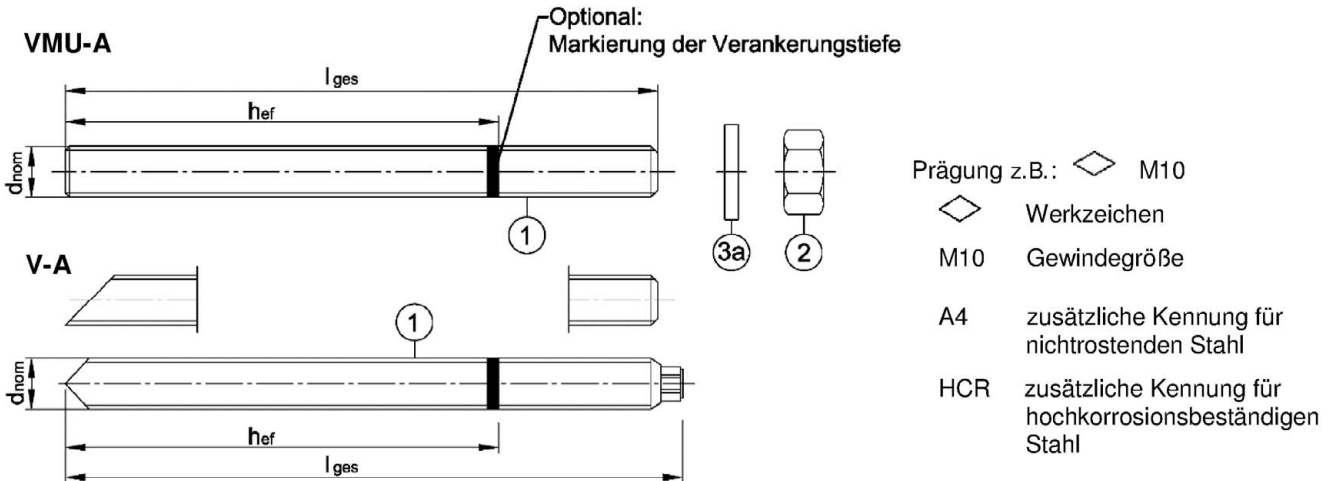
Injektionssystem VMH für Beton

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)



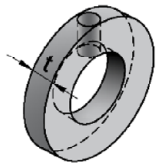
Ankerstange VM-A (Meterware zum Ablängen)
M8, M10, M12, M16, M20, M24, M27, M30 (verzinkt, A2, A4, HCR)

Handelsübliche Gewindestange

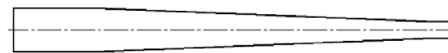
M8, M10, M12, M16, M20, M24, M27, M30 (verzinkt, A2, A4, HCR) mit:

- 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

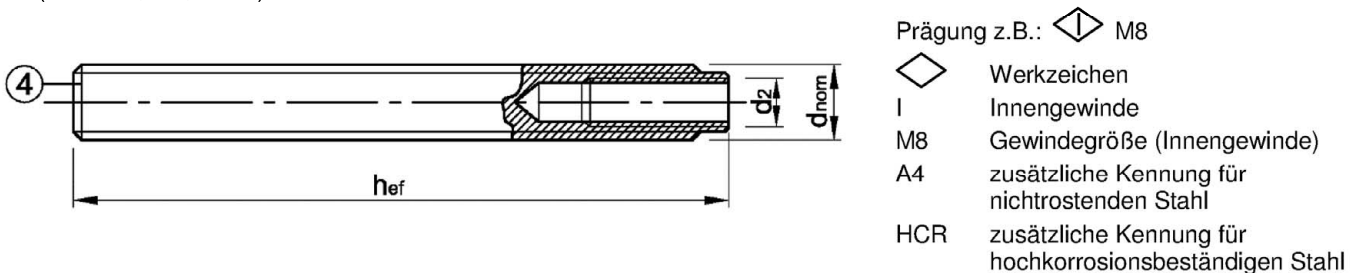


Dicke der Verfüllscheibe
Für Durchmesser
< M24: t = 5 mm
≥ M24: t = 6 mm



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						
Stahl, verzinkt								
	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	Festigkeitsklasse	Charakteristische Zugfestigkeit	Charakteristische Streckgrenze	Bruchdehnung	EN 10087:1998, EN 10263:2001; handelsübliche Gewindestangen: EN ISO 898-1:2013		
		4.6	f _{uk} [N/mm ²]	400	f _{yk} [N/mm ²]		240	A ₅ > 8 %
		4.8		400			320	A ₅ > 8 %
		5.6	500	300	A ₅ > 8 %			
		5.8	500	400	A ₅ > 8 %			
8.8	800	640	A ₅ ≥ 12% ¹⁾					
2	Sechskantmutter	4	für Ankerstangen der Klasse 4.6, 4.8			EN ISO 898-2:2012		
		5	für Ankerstangen der Klasse 4.6, 4.8, 5.6, 5.8					
		8	für Ankerstangen der Klasse 4.6, 4.8, 5.6, 5.8, 8.8					
3a	Unterlegscheibe	z.B.: EN ISO 7089:2000, EN ISO 7093:2000, EN ISO 7094:2000						
3b	Verfüllscheibe	Stahl, verzinkt						
4	Innengewindeankerstange	5.8	Stahl, galvanisch verzinkt oder diffusionsverzinkt		A ₅ > 8%	EN 10087:1998		
		8.8			A ₅ > 8%			
Nichtrostender Stahl A2²⁾		(z.B.: 1.4301 / 1.4307 / 1.4311 / 1.4567 / 1.4541)						
Nichtrostender Stahl A4		(z.B.: 1.4401 / 1.4404 / 1.4571 / 1.4578 / 1.4362)						
Hochkorrosionsbeständiger Stahl HCR		(z.B.: 1.4529 / 1.4565)						
1	Ankerstange ³⁾	Festigkeitsklasse	Charakteristische Zugfestigkeit	Charakteristische Streckgrenze	Bruchdehnung	EN 10088-1:2014 EN ISO 3506-1:2009		
		50	f _{uk} [N/mm ²]	500	f _{yk} [N/mm ²]		210	A ₅ > 8%
		70		700			450	A ₅ ≥ 12% ¹⁾
80	800	600		A ₅ ≥ 12% ¹⁾				
2	Sechskantmutter ³⁾	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	Innengewindeankerstange	50	IG-M20		A ₅ > 8%	EN 10088-1:2014		
		70	IG-M6 bis IG-M16		A ₅ > 8%			

¹⁾ A₅ > 8 % Bruchdehnung wenn keine Anforderungen der seismischen Leistungskategorie C2 bestehen

²⁾ Festigkeitsklasse 50 und 70

³⁾ Festigkeitsklasse 70 und 80 nur bis M24

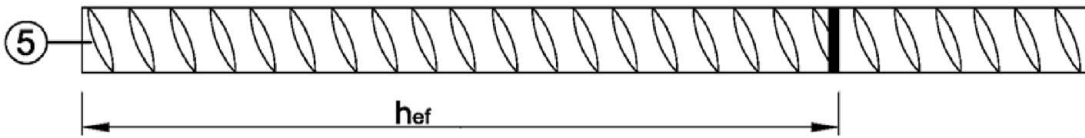
Injektionssystem VMH für Beton

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: Nenn Durchmesser des Stabes; h: Rippenhöhe des Stabes)

Tabelle A2: Werkstoffe Betonstahl

Teil	Benennung	Werkstoff
Betonstahl		
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 ¹⁾ , A4, HCR	Ø8 - Ø32
Seismische Einwirkung	Leistungskategorie C1	M8 - M30 verzinkt ¹⁾ , A4, HCR	-	Ø8 - Ø32
	Leistungskategorie C2	M12 – M24 verzinkt ¹⁾ (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		

¹⁾ 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 ²⁾	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) ¹⁾	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

¹⁾ Drehmoment für M12 mit Festigkeitsklasse 4.6

²⁾ 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 ¹⁾	$d=d_{nom}$ [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

¹⁾ 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 ¹⁾	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

¹⁾ 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 ₀ [mm]	d _b [mm]	d _{b,min} [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 ₀ [mm]	[-]	↓	→	↑
10	Kein Injektionsadapter erforderlich			
12				
14				
16				
18	VM-IA 18	h _{ef} > 250mm	h _{ef} > 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			



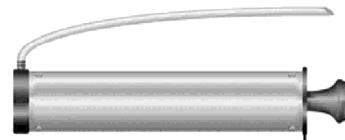
Saugbohrer

Bohrerennendurchmesser (d₀): 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 (d₀):
alle Durchmesser



Ausblaspumpe (Volumen 750ml)

Bohrerdurchmesser (d₀): 10 mm bis 20 mm
Bohrlochtiefe (h₀): ≤ 10 d_{nom}
für ungerissenen Beton

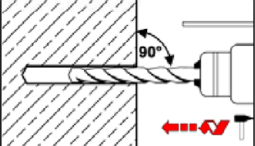
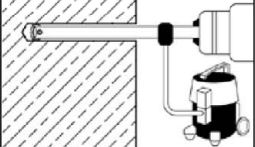
Injektionssystem VMH für Beton

Verwendungszweck
Reinigungs- und Installationszubehör

Anhang B3

Montageanweisung

Bohrlocherstellung

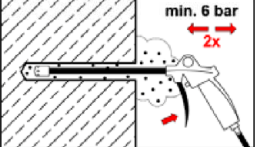
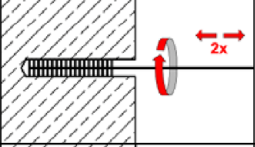

1	1a		Hammerbohren oder Druckluftbohren Bohrloch dreh Schlagend mit vorgeschriebenem Bohrer Durchmesser (Tabelle B1, B2 oder B3) und gewählter Bohrlochtiefe erstellen. Weiter mit <u>Schritt 2</u> . Bei Fehlbohrungen ist das Bohrloch zu vermörteln.
	1b		Saugbohren: siehe Anhang B3 Bohrloch dreh Schlagend 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!

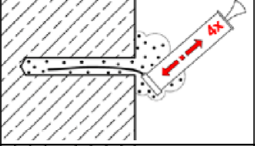
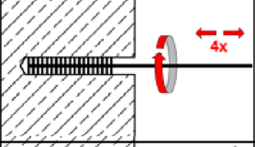

Reinigung mit Druckluft

alle Untergründe und Abmessungen nach Anhang B1

2	2a		Das Bohrloch vom Bohrlochgrund her mind. 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.

Manuelle Reinigung

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

2	2a		Das Bohrloch vom Bohrlochgrund her mit der Ausblaspumpe mind. 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.

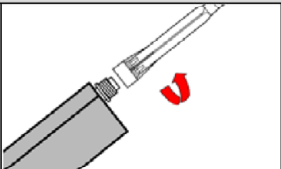
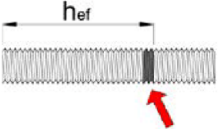
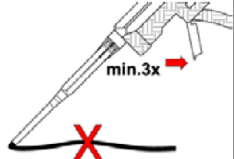
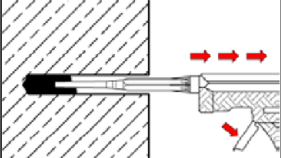
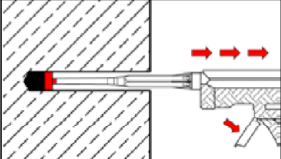
Nach der Reinigung ist das Bohrloch bis zum Injizieren des Mörtels vor erneutem Verschmutzen in geeigneter Weise zu schützen. Gegebenenfalls ist die Reinigung unmittelbar vor dem Injizieren des Mörtels zu wiederholen. Einfließendes Wasser darf nicht zur erneuten Verschmutzung des Bohrlochs führen.

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 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"> • Installationen horizontal oder vertikal nach unten mit Bohrer-\varnothing $d_0 \geq 18$ mm und Verankerungstiefen $h_{ef} > 250$ mm • Überkopfmontage: Bohrer-\varnothing $d_0 \geq 18$ mm

Injektionssystem VMH für Beton

Verwendungszweck
Montageanweisung (Fortsetzung)

Anhang B5

Montageanweisung (Fortsetzung)

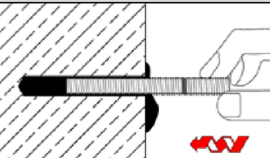
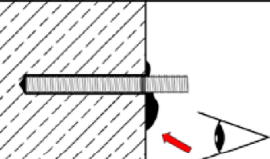
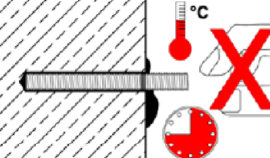
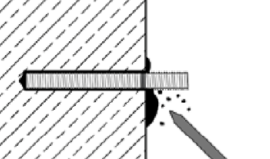
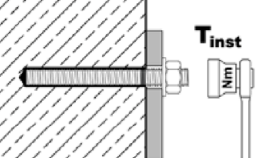
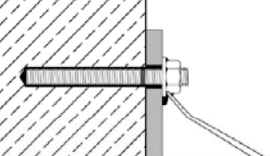
Setzen des Befestigungselementes		
7		Befestigungselement mit leichten Drehbewegungen bis zur festgelegten Verankerungstiefe einsetzen. Die Ankerstange muss schmutz-, fett- und ölfrei sein.
8		Nach der Installation muss der Ringspalt zwischen Ankerstange und Beton, bei Durchsteckmontage zusätzlich auch 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).
9		Die angegebene Aushärtezeit muss eingehalten werden. Befestigungselement während der Aushärtezeit (siehe Tabelle B6) nicht bewegen oder belasten.
10		Ausgetretenen Mörtel entfernen.
11		Nach vollständiger Aushärtung kann das Anbauteil mit dem zulässigen Drehmoment T_{inst} nach Tabelle B1 oder B2 montiert werden.
12		Bei der Vorsteckmontage kann optional der Ringspalt zwischen Ankerstange und Anbauteil mit Mörtel verfüllt werden. Dafür Unterlegscheibe durch Verfüllscheibe ersetzen und Mischerreduzierung auf den Statikmischer stecken. Ringspalt ist vollständig verfüllt, wenn Mörtel austritt.

Tabelle B6: Verarbeitungs- und Aushärtezeiten

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

Injektionssystem VMH für Beton

Verwendungszweck
Montageanweisung (Fortsetzung)
Verarbeitungs- und Aushärtezeiten

Anhang B6

Tabelle C1: Charakteristische Stahltragfähigkeit für Ankerstangen unter Zugbeanspruchung

Ankerstange			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
Stahlversagen										
Spannungsquerschnitt		A_s [mm ²]	36,6	58,0	84,3	157	245	353	459	561
Charakteristische Widerstände unter Zugbeanspruchung¹⁾										
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	-	-
Teilsicherheitsbeiwerte²⁾										
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						-	-

¹⁾ 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.

²⁾ Sofern andere nationale Regelungen fehlen

Injektionssystem VMH für Beton

Leistungen

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

Anhang C1

Tabelle C2: Charakteristische Stahltragfähigkeit für Ankerstangen unter Querbeanspruchung

Ankerstange				M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30	
Stahlversagen												
Spannungsquerschnitt				A_s [mm ²]	36,6	58,0	84,3	157	245	353	459	561
Charakteristische Widerstände unter Querbeanspruchung¹⁾												
Stahlversagen ohne Hebelarm												
Stahl, verzinkt	Festigkeitsklasse 4.6 und 4.8	$V_{Rk,s}^0$ [kN]		9 (8)	14 (13)	20	38	59	85	110	135	
	Festigkeitsklasse 5.6 und 5.8	$V_{Rk,s}^0$ [kN]		11 (10)	17 (16)	25	47	74	106	138	168	
	Festigkeitsklasse 8.8	$V_{Rk,s}^0$ [kN]		15 (13)	23 (21)	34	63	98	141	184	224	
Nichtrostender Stahl	A2, A4 und HCR, Festigkeitsklasse 50	$V_{Rk,s}^0$ [kN]		9	15	21	39	61	88	115	140	
	A2, A4 und HCR, Festigkeitsklasse 70	$V_{Rk,s}^0$ [kN]		13	20	30	55	86	124	-	-	
	A4 und HCR, Festigkeitsklasse 80	$V_{Rk,s}^0$ [kN]		15	23	34	63	98	141	-	-	
Stahlversagen mit Hebelarm												
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	-	-	
Teilsicherheitsbeiwerte²⁾												
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						-	-	

¹⁾ 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

²⁾ Sofern andere nationale Regelungen fehlen

Injektionssystem VMH für Beton

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

Anhang C2

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

Ankerstangen			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30	
Stahlversagen											
Charakteristischer Widerstand	$N_{Rk,s}$	[kN]	$A_s \cdot f_{uk}$ oder siehe Tabelle C1								
Teilsicherheitsbeiwert	$\gamma_{Ms,N}$	[-]	siehe Tabelle C1								
Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch											
Charakteristische Verbundtragfähigkeit im ungerissenen Beton C20/25											
Temperaturbereich I:	80°C / 50°C	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm ²]	17	17	16	15	14	13	13	
Temperaturbereich II:	120°C / 72°C	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm ²]	15	14	14	13	12	12	11	
Temperaturbereich III:	160°C / 100°C	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm ²]	12	11	11	10	9,5	9,0	9,0	
Charakteristische Verbundtragfähigkeit im gerissenen Beton C20/25											
Temperaturbereich I:	80°C / 50°C	$\tau_{Rk,cr}$	[N/mm ²]	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 ²]	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 ²]	5,5	5,5	6,0	6,5	6,0	5,5	5,5	
Reduktionsfaktor ψ_{sus}^0 im Beton C20/25											
Temperaturbereich I:	80°C / 50°C	ψ_{sus}^0	[-]	0,79							
Temperaturbereich II:	120°C / 72°C	ψ_{sus}^0	[-]	0,75							
Temperaturbereich III:	160°C / 100°C	ψ_{sus}^0	[-]	0,66							
Erhöhungsfaktor für Beton	ψ_c	C25/30		1,02							
		C30/37		1,04							
		C35/45		1,07							
		C40/50		1,08							
		C45/55		1,09							
		C50/60		1,10							
Betonausbruch											
Faktor k_1	ungerissener Beton	$k_{ucr,N}$	[-]	11,0							
	gerissener Beton	$k_{cr,N}$	[-]	7,7							
Spalten											
Randabstand	$h/h_{ef} \geq 2,0$	$c_{cr,sp}$	[mm]	1,0 h_{ef}							
	$2,0 > h/h_{ef} > 1,3$			$2 \cdot h_{ef} (2,5 - h/h_{ef})$							
	$h/h_{ef} \leq 1,3$			2,4 h_{ef}							
Achsabstand		$s_{cr,sp}$	[mm]	2 $c_{cr,sp}$							
Montagebeiwert											
trockener oder feuchter Beton	Saugbohren	γ_{inst}	[-]	1,2							
	Manuelle Reinigung	γ_{inst}	[-]	1,2			NPA				
	wassergefülltes Bohrloch	Druckluftreinigung	γ_{inst}	[-]	1,0						
γ_{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
Stahlversagen ohne Hebelarm									
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							
Stahlversagen mit Hebelarm									
Charakteristischer Biege­widerstand	$M_{Rk,s}^0$ [Nm]	1,2 · W_{el} · f_{uk} oder siehe Tabelle C2							
Elastisches Widerstandsmoment	W_{el} [mm ³]	31	62	109	277	541	935	1387	1874
Teilsicherheitsbeiwert	$\gamma_{Ms,V}$ [-]	siehe Tabelle C2							
Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite									
Pry-out Faktor	k_8 [-]	2,0							
Betonkantenbruch									
Effektive Ankerlänge	l_f [mm]	min (h_{ef} ; 12 d_{nom})						min (h_{ef} ; 300mm)	
Außendurchmesser der Ankerstange	d_{nom} [mm]	8	10	12	16	20	24	27	30
Montagebeiwert	γ_{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 ¹⁾

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

¹⁾ Werkstoffe und Festigkeitsklassen nach Anhang B1

Tabelle C6: Charakteristische Werte der Quertragfähigkeit für Ankerstangen unter seismischer Belastung, Leistungskategorie C1 + C2 ¹⁾

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

¹⁾ 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
Stahlversagen ¹⁾									
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 ²⁾
	Teilsicherheitsbeiwert		$\gamma_{Ms,N}$	[-]	1,87				
Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch									
Charakteristische Verbundtragfähigkeit im ungerissenen Beton C20/25									
Temperaturbereich	I: 80°C / 50°C	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm ²]	17	16	15	14	13	13
	II: 120°C / 72°C	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm ²]	14	14	13	12	12	11
	III: 160°C / 100°C	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm ²]	11	11	10	9,5	9,0	9,0
Charakteristische Verbundtragfähigkeit im gerissenen Beton C20/25									
Temperaturbereich	I: 80°C / 50°C	$\tau_{Rk,cr}$	[N/mm ²]	7,5	8,0	9,0	8,5	7,0	7,0
	II: 120°C / 72°C	$\tau_{Rk,cr}$	[N/mm ²]	6,5	7,0	7,5	7,0	6,0	6,0
	III: 160°C / 100°C	$\tau_{Rk,cr}$	[N/mm ²]	5,5	6,0	6,5	6,0	5,5	5,5
Reduktionsfaktor ψ_{sus}^0 im Beton C20/25									
Temperaturbereich	I: 80°C / 50°C	ψ_{sus}^0	[-]	0,79					
	II: 120°C / 72°C	ψ_{sus}^0	[-]	0,75					
	III: 160°C / 100°C	ψ_{sus}^0	[-]	0,66					
Erhöhungsfaktor für Beton	ψ_c		C25/30	1,02					
			C30/37	1,04					
			C35/45	1,07					
			C40/50	1,08					
			C45/55	1,09					
			C50/60	1,10					
Betonausbruch									
Faktor k_1	ungerissener Beton		$k_{ucr,N}$	[-]	11,0				
	gerissener Beton		$k_{cr,N}$	[-]	7,7				
Spalten									
Randabstand	$h/h_{ef} \geq 2,0$	$c_{cr,sp}$	[mm]	1,0 h_{ef}					
	$2,0 > h/h_{ef} > 1,3$			$2 \cdot h_{ef} (2,5 - h / h_{ef})$					
	$h/h_{ef} \leq 1,3$			2,4 h_{ef}					
Achsabstand		$s_{cr,sp}$	[mm]	2 $c_{cr,sp}$					
Montagebeiwert									
trockener oder feuchter Beton	Saugbohren		γ_{inst}	[-]	1,2				
	Manuelle Reinigung		γ_{inst}	[-]	1,2		NPA		
	Druckluftreinigung		γ_{inst}	[-]	1,0				
γ_{inst}			[-]	1,4					

¹⁾ 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

²⁾ 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	
Stahlversagen ohne Hebelarm¹⁾										
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 ²⁾	
	Teilsicherheitsbeiwert		$\gamma_{Ms,V}$	[-]	1,56					2,38
Duktilitätsfaktor			k_7	[-]	1,0					
Stahlversagen mit Hebelarm¹⁾										
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 ²⁾	
	Teilsicherheitsbeiwert		$\gamma_{Ms,V}$	[-]	1,56					2,38
Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite										
Pry-out Faktor			k_8	[-]	2,0					
Betonkantenbruch										
Effektive Ankerlänge			l_f [mm]	min ($h_{ef}; 12 d_{nom}$)						min ($h_{ef}; 300mm$)
Außendurchmesser der Ankerstange			d_{nom} [mm]	10	12	16	20	24	30	
Montagebeiwert			γ_{inst}	[-]	1,0					

¹⁾ 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.

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

Injektionssystem VMH für Beton

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

Anhang C7

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

Betonstahl				Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 24	Ø 25	Ø 28	Ø 32
Stahlversagen													
Charakteristischer Widerstand		$N_{Rk,s}$	[kN]	$A_s \cdot f_{uk}^{1)}$									
Stahlspannungsquerschnitt		A_s	[mm ²]	50	79	113	154	201	314	452	491	616	804
Teilsicherheitsbeiwert		$\gamma_{Ms,N}$	[-]	1,4 ²⁾									
Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch													
Charakteristische Verbundtragfähigkeit im ungerissenen Beton C20/25													
Temperaturbereich	I: 80°C / 50°C	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm ²]	14	14	14	14	13	13	13	13	13	13
	II: 120°C / 72°C	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm ²]	13	12	12	12	12	11	11	11	11	11
	III: 160°C / 100°C	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm ²]	9,5	9,5	9,5	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	8,5	8,5
Charakteristische Verbundtragfähigkeit im gerissenen Beton C20/25													
Temperaturbereich	I: 80°C / 50°C	$\tau_{Rk,cr}$	[N/mm ²]	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 ²]	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 ²]	4,0	4,5	4,5	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Reduktionsfaktor ψ_{sus}^0 im Beton C20/25													
Temperaturbereich	I: 80°C / 50°C	ψ_{sus}^0	[-]	0,79									
	II: 120°C / 72°C	ψ_{sus}^0	[-]	0,75									
	III: 160°C / 100°C	ψ_{sus}^0	[-]	0,66									
Erhöhungsfaktor für Beton	ψ_c	C25/30		1,02									
		C30/37		1,04									
		C35/45		1,07									
		C40/50		1,08									
		C45/55		1,09									
		C50/60		1,10									
Betonausbruch													
Faktor k_1	ungerissener Beton	$k_{ucr,N}$	[-]	11,0									
	gerissener Beton	$k_{cr,N}$	[-]	7,7									
Spalten													
Randabstand	$h/h_{ef} \geq 2,0$	$c_{cr,sp}$	[mm]	$1,0 h_{ef}$									
	$2,0 > h/h_{ef} > 1,3$			$2 \cdot h_{ef} (2,5 - h/h_{ef})$									
	$h/h_{ef} \leq 1,3$			$2,4 h_{ef}$									
Achsabstand		$s_{cr,sp}$	[mm]	$2 c_{cr,sp}$									
Montagebeiwert													
trockener oder feuchter Beton	Saugbohren	γ_{inst}	[-]	1,2									
	Manuelle Reinigung	γ_{inst}	[-]	1,2					NPA				
		γ_{inst}	[-]	1,0									
wassergefülltes Bohrloch	Druckluftreinigung	γ_{inst}	[-]	1,4									

¹⁾ f_{uk} ist den Spezifikationen des Betonstahls zu entnehmen

²⁾ Sofern andere nationale Regelungen fehlen

Injektionssystem VMH für Beton

Leistungen

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

Anhang C8

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

Betonstahl		Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 24	Ø 25	Ø 28	Ø 32	
Stahlversagen <u>ohne</u> Hebelarm												
Charakteristischer Widerstand	$V_{RK,s}^0$ [kN]	$0,50 \cdot A_s \cdot f_{uk}^{1)}$										
Stahlspannungsquerschnitt	A_s [mm ²]	50	79	113	154	201	314	452	491	616	804	
Teilsicherheitsbeiwert	$\gamma_{Ms,v}$ [-]	1,5 ²⁾										
Duktilitätsfaktor	k_7 [-]	1,0										
Stahlversagen <u>mit</u> Hebelarm												
Charakteristischer Biege­widerstand	$M_{RK,s}^0$ [Nm]	$1,2 \cdot W_{el} \cdot f_{uk}^{1)}$										
Elastisches Widerstandsmoment	W_{el} [mm ³]	50	98	170	269	402	785	1357	1534	2155	3217	
Teilsicherheitsbeiwert	$\gamma_{Ms,v}$ [-]	1,5 ²⁾										
Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite												
Pry-out Faktor	k_8 [-]	2,0										
Betonkantenbruch												
Effektive Ankerlänge	l_f [mm]	min ($h_{ef}; 12 d_{nom}$)							min ($h_{ef}; 300\text{mm}$)			
Außendurchmesser des Betonstahls	d_{nom} [mm]	8	10	12	14	16	20	24	25	28	32	
Montagebeiwert	γ_{inst} [-]	1,0										

¹⁾ ist den Spezifikationen des Betonstahls zu entnehmen

²⁾ Sofern andere nationale Regelungen fehlen

Injektionssystem VMH für Beton

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

Anhang C9

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

Betonstahl				Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 24	Ø 25	Ø 28	Ø 32
Stahlversagen													
Charakteristischer Widerstand	$N_{Rk,s,eq,C1}$	[kN]	$A_s \cdot f_{uk}^{1)}$										
Stahlspannungsquerschnitt	A_s	[mm ²]	50	79	113	154	201	314	452	491	616	804	
Teilsicherheitsbeiwert	$\gamma_{Ms,N}$	[-]	1,4 ²⁾										
Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch													
Charakteristische Verbundtragfähigkeit im Beton C20/25													
Temperaturbereich	I: 80°C / 50°C	$\tau_{Rk,eq,C1}$	[N/mm ²]	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 ²]	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 ²]	4,0	4,5	4,5	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Montagebeiwert													
trockener oder feuchter Beton	Saugbohren	γ_{inst}	[-]	1,2									
	Druckluftreinigung	γ_{inst}	[-]	1,0									
wassergefülltes Bohrloch		γ_{inst}	[-]	1,4									

¹⁾ ist den Spezifikationen des Betonstahls zu entnehmen

²⁾ Sofern andere nationale Regelungen fehlen

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

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

¹⁾ ist den Spezifikationen des Betonstahls zu entnehmen

²⁾ 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
Verschiebungsfaktoren¹⁾ für ungerissener Beton unter statischer und quasi-statischer Belastung										
Temperaturbereich I: 80°C / 50°C	δ_{N0} -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	0,031	0,032	0,034	0,037	0,039	0,042	0,044	0,046
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	0,040	0,042	0,044	0,047	0,051	0,054	0,057	0,060
Temperaturbereich II: 120°C / 72°C	δ_{N0} -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	0,032	0,034	0,035	0,038	0,041	0,044	0,046	0,048
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	0,042	0,044	0,045	0,049	0,053	0,056	0,059	0,062
Temperaturbereich III: 160°C / 100°C	δ_{N0} -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	0,121	0,126	0,131	0,142	0,153	0,163	0,171	0,179
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	0,124	0,129	0,135	0,146	0,157	0,168	0,176	0,184
Verschiebungsfaktoren¹⁾ für gerissener Beton unter statischer und quasi-statischer Belastung										
Temperaturbereich I: 80°C / 50°C	δ_{N0} -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	0,081	0,083	0,085	0,090	0,095	0,099	0,103	0,106
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	0,104	0,107	0,110	0,116	0,122	0,128	0,133	0,137
Temperaturbereich II: 120°C / 72°C	δ_{N0} -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	0,084	0,086	0,088	0,093	0,098	0,103	0,107	0,110
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	0,108	0,111	0,114	0,121	0,127	0,133	0,138	0,143
Temperaturbereich III: 160°C / 100°C	δ_{N0} -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	0,312	0,321	0,330	0,349	0,367	0,385	0,399	0,412
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	0,321	0,330	0,340	0,358	0,377	0,396	0,410	0,424
Gerissener Beton unter seismischer Belastung (C2)										
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			

¹⁾ 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
Verschiebungsfaktoren¹⁾ für Beton unter statischer und quasi-statischer Einwirkung										
Alle Temperatur- bereiche	δ_{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
Gerissener Beton unter seismischer Belastung (C2)										
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			

¹⁾ 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
Verschiebungsfaktoren¹⁾ für ungerissener Beton unter statischer und quasi-statischer Belastung								
Temperaturbereich I: 80°C / 50°C	δ_{N0} -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	0,032	0,034	0,037	0,039	0,042	0,046
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	0,042	0,044	0,047	0,051	0,054	0,060
Temperaturbereich II: 120°C / 72°C	δ_{N0} -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	0,034	0,035	0,038	0,041	0,044	0,048
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	0,044	0,045	0,049	0,053	0,056	0,062
Temperaturbereich III: 160°C / 100°C	δ_{N0} -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	0,126	0,131	0,142	0,153	0,163	0,179
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	0,129	0,135	0,146	0,157	0,168	0,184
Verschiebungsfaktoren¹⁾ für gerissener Beton unter statischer und quasi-statischer Belastung								
Temperaturbereich I: 80°C / 50°C	δ_{N0} -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	0,083	0,085	0,090	0,095	0,099	0,106
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	0,107	0,110	0,116	0,122	0,128	0,137
Temperaturbereich II: 120°C / 72°C	δ_{N0} -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	0,086	0,088	0,093	0,098	0,103	0,110
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	0,111	0,114	0,121	0,127	0,133	0,143
Temperaturbereich III: 160°C / 100°C	δ_{N0} -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	0,321	0,330	0,349	0,367	0,385	0,412
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	0,330	0,340	0,358	0,377	0,396	0,424

¹⁾ Berechnung der Verschiebung

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

τ : 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
Verschiebungsfaktoren¹⁾ unter statischer, quasi-statischer Belastung								
Alle Temperaturbereiche	δ_{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

¹⁾ 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
Verschiebungsfaktoren¹⁾ für ungerissener Beton unter statischer und quasi-statischer Belastung												
Temperaturbereich I: 80°C / 50°C	δ_{N0} -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	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 ²)]	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	δ_{N0} -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	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 ²)]	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	δ_{N0} -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	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 ²)]	0,124	0,129	0,135	0,141	0,146	0,157	0,168	0,169	0,177	0,192
Verschiebungsfaktoren¹⁾ für gerissener Beton unter statischer und quasi-statischer Belastung												
Temperaturbereich I: 80°C / 50°C	δ_{N0} -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	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 ²)]	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	δ_{N0} -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	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 ²)]	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	δ_{N0} -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	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 ²)]	0,321	0,330	0,340	0,349	0,358	0,377	0,396	0,396	0,410	0,449

¹⁾ 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
Verschiebungsfaktoren¹⁾ unter statischer und quasi-statischer Belastung												
Alle	δ_{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

¹⁾ 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