

Zulassungsstelle für Bauprodukte und Bauarten

Bautechnisches Prüfamts

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



Europäische Technische Bewertung

ETA-11/0415
vom 1. Juni 2021

Allgemeiner Teil

Technische Bewertungsstelle, die die Europäische Technische Bewertung ausstellt

Deutsches Institut für Bautechnik

Handelsname des Bauprodukts

Injektionssystem VMU plus für Beton

Produktfamilie,
zu der das Bauprodukt gehört

Verbunddübel zur Verankerung im 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

30 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, Edition 04/2020

Diese Fassung ersetzt

ETA-11/0415 vom 8. Dezember 2017

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

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

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

Besonderer Teil

1 Technische Beschreibung des Produkts

Der "Injektionssystem VMU plus für Beton" ist ein Verbunddübel, der aus einer Mörtelkartusche mit Injektionsmörtel VMU plus oder VMU plus Polar und einem Stahlteil besteht. Das Stahlteil ist eine handelsübliche Gewindestange mit Scheibe und Sechskantmutter in den Größen M8 bis M30 oder ein Betonstahl in den Größen \varnothing 8 bis \varnothing 32 mm oder eine Innengewindestange 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 B 2, C 1, C 3, C 4, C 7 und C 9
Charakteristischer Widerstand unter Querbeanspruchung (statische und quasi-statische Einwirkungen)	Siehe Anhang C 2, C 5, C 8, C 10
Verschiebungen (statische und quasi-statische Einwirkungen)	Siehe Anhang C 12 und C 13
Charakteristischer Widerstand und Verschiebungen für seismische Leitungskategorie C1	Siehe Anhang C 6 und C 11
Charakteristischer Widerstand und Verschiebungen für seismische Leitungskategorie C2	Leistung nicht bewertet

3.2 Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz (BWR 3)

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

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

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

Folgendes System ist anzuwenden: 1

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

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

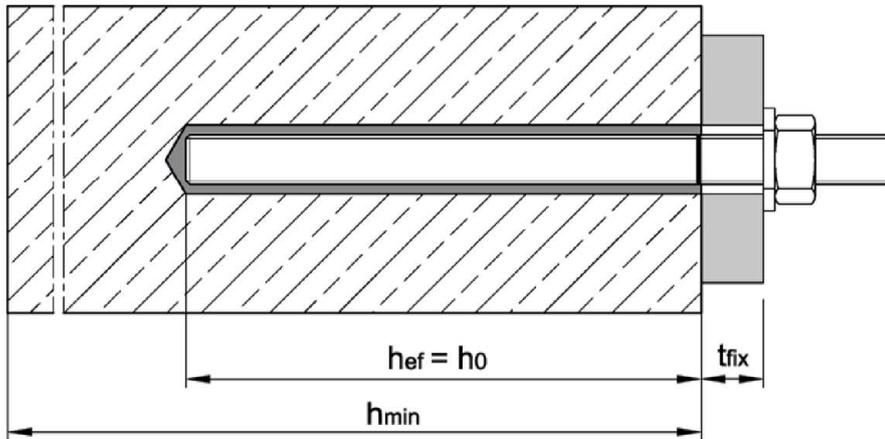
Ausgestellt in Berlin am 1. Juni 2021 vom Deutschen Institut für Bautechnik

Dipl.-Ing. Beatrix Wittstock
Referatsleiterin

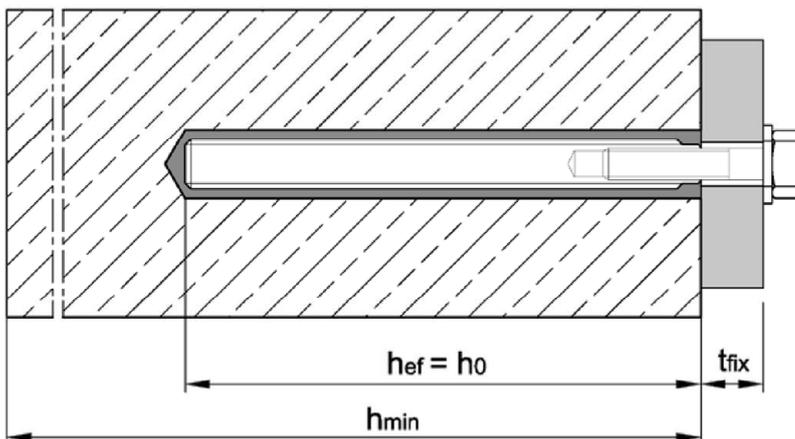
Beglaubigt
Baderschneider

Einbauzustand Ankerstange M8 bis M30

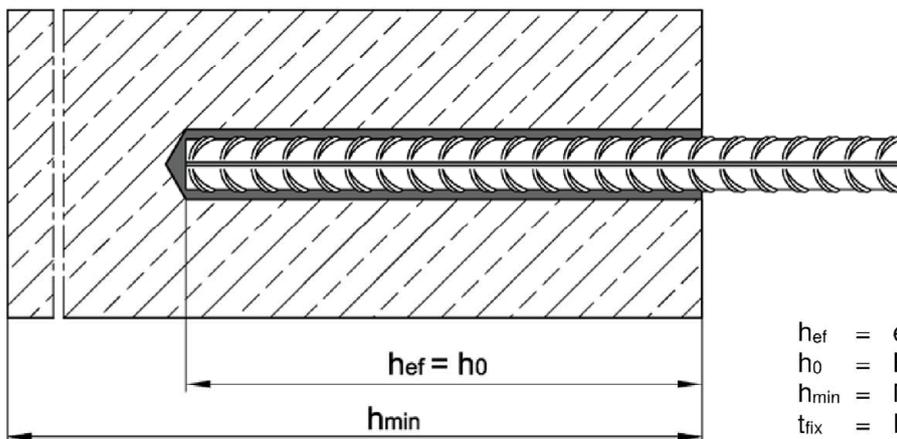
Vorsteckmontage oder Durchsteckmontage (optional mit verfülltem Ringspalt)



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



Einbauzustand Betonstahl ø8 bis ø32



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

Injektionssystem VMU plus für Beton

Produktbeschreibung
Einbauzustand

Anhang A1

Kartusche VMU plus oder VMU plus Polar

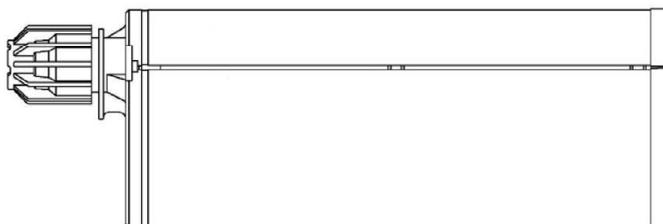
Koaxial Kartusche

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



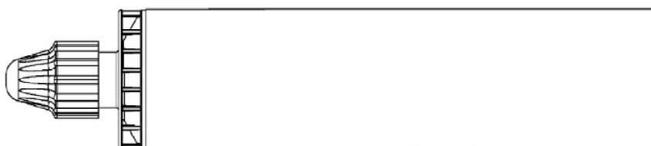
Side-by-side Kartusche

235 ml,
345 ml bis 360 ml
825 ml



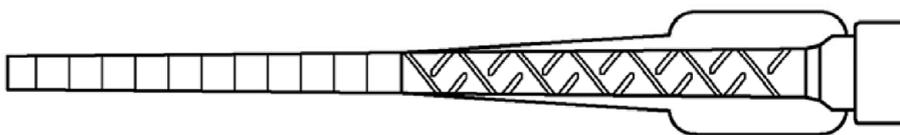
Schlauchfolienkartusche

165 ml
300 ml

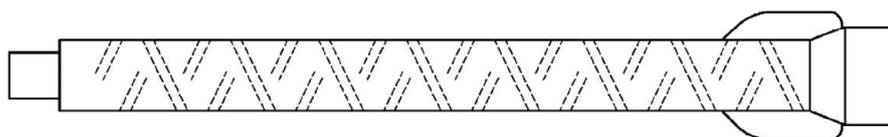


Kartuschenaufdruck:

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



Statikmischer



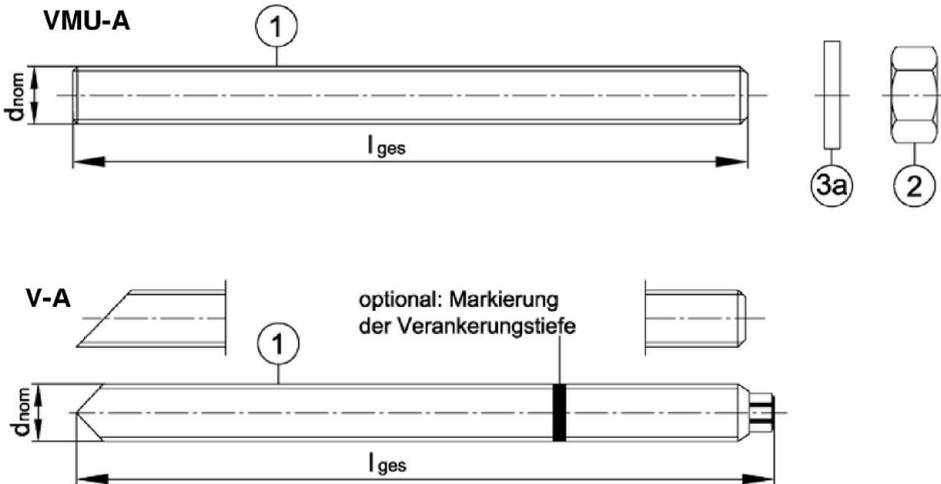
Injektionssystem VMU plus für Beton

Produktbeschreibung
Kartuschen und Zubehör

Anhang A2

Ankerstangen

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



Prägung z.B.: \diamond M10

\diamond Werkzeichen

M10 Gewindegröße

zusätzliche Kennung:

A4 nichtrostender Stahl

HC hochkorrosionsbeständiger Stahl

Ankerstange VM-A (Meterware zum Ablängen)

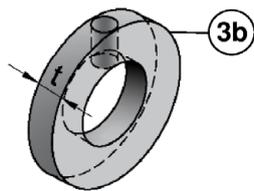
M8, M10, M12, M16, M20, M24, M27, M30 (verzinkt, A2, A4, HCR)

Handelsübliche Gewindestange

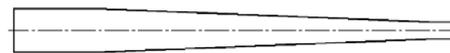
M8, M10, M12, M16, M20, M24, M27, M30 (verzinkt, A2, A4, HCR) mit:

- 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

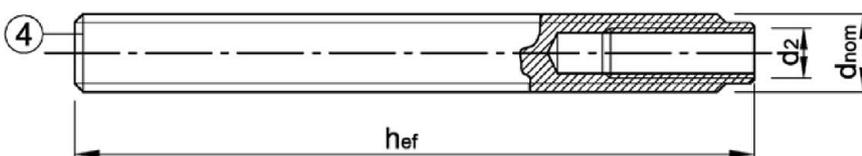


Dicke der Verfüllscheibe
für Durchmesser
< M24: $t = 5$ mm
 \geq M24: $t = 6$ mm



Innengewindeankerstange

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



Prägung z.B.: \diamond M8

\diamond Werkzeichen

I Innengewinde

M8 Gewindegröße (Innengewinde)

zusätzliche Kennung:

A4 nichtrostender Stahl

HCR hochkorrosionsbeständiger Stahl

Injektionssystem VMU plus für Beton

Produktbeschreibung

Ankerstangen und Innengewindeankerstange

Anhang A3

Tabelle A1: Werkstoffe - Ankerstange und Innengewindeankerstange

Teil	Benennung	Werkstoff						
Stahl, verzinkt galvanisch verzinkt $\geq 5 \mu\text{m}$ gemäß EN ISO 4042:2018 oder feuerverzinkt $\geq 40 \mu\text{m}$ (im Mittel $50 \mu\text{m}$) gemäß EN ISO 1461:2009, EN ISO 10684:2004+AC:2009 oder diffusionsverzinkt $\geq 45 \mu\text{m}$ gemäß EN ISO 17668:2016								
1	Ankerstange	Festigkeitsklasse	Charakteristische Zugfestigkeit		Charakteristische Streckgrenze		Bruchdehnung	EN ISO 683-4:2018, 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		$A_5 > 8 \%$				
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; EN ISO 887:2006						
3b	Verfüllscheibe	Stahl, verzinkt						
4	Innengewindeankerstange	5.8	Stahl, galvanisch verzinkt oder diffusionsverzinkt			$A_5 > 8 \%$	EN ISO 683-4:2018	
		8.8				$A_5 > 8 \%$		
Nichtrostender Stahl A2 ¹⁾		CRC II (1.4301 / 1.4307 / 1.4311 / 1.4567 / 1.4541)						
Nichtrostender Stahl A4		CRC III (1.4401 / 1.4404 / 1.4571 / 1.4578)						
Hochkorrosionsbeständiger Stahl HCR		CRC V (1.4529 / 1.4565)						
1	Ankerstange ²⁾	Festigkeitsklasse	Charakteristische Zugfestigkeit		Charakteristische Streckgrenze		Bruchdehnung	EN 10088-1:2014 EN ISO 3506-1:2020
		50	f_{uk} [N/mm ²]	500	f_{yk} [N/mm ²]	210	$A_5 > 8 \%$	
		70		700		450	$A_5 > 8 \%$	
80	800	600		$A_5 > 8 \%$				
2	Sechskantmutter ²⁾	50	für Ankerstangen der Klasse 50					EN 10088-1:2014 EN ISO 3506-2:2020
		70	für Ankerstangen der Klasse 50, 70					
		80	für Ankerstangen der Klasse 50, 70, 80					
3a	Unterlegscheibe	z.B.: EN ISO 7089:2000, EN ISO 7093:2000, EN ISO 7094:2000; EN ISO 887:2006					EN 10088-1:2014	
3b	Verfüllscheibe	nichtrostender Stahl A4; hochkorrosionsbeständiger Stahl HCR						
4	Innengewindeankerstange	50	IG-M20			$A_5 > 8 \%$	EN 10088-1:2014	
		70	IG-M6 bis IG-M16			$A_5 > 8 \%$		

¹⁾ Festigkeitsklasse 50 und 70

²⁾ Festigkeitsklasse 70 und 80 nur bis M24

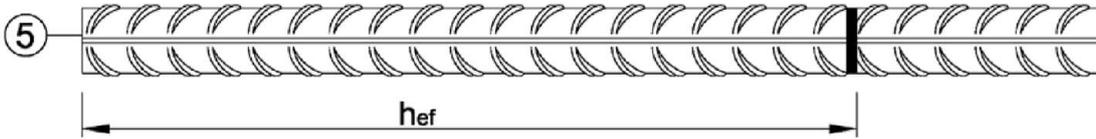
Injektionssystem VMU plus für Beton

Produktbeschreibung
Werkstoffe Ankerstangen und Innengewindeankerstangen

Anhang A4

Betonstahl

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



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

Tabelle A2: Werkstoffe Betonstahl

Teil	Benennung	Werkstoff
Betonstahl		
5	Betonstahl gemäß 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 VMU plus für Beton

Produktbeschreibung
Produktbeschreibung und Werkstoffe Betonstahl

Anhang A5

Spezifizierung des Verwendungszwecks

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

Anwendungsbedingungen (Umweltbedingungen):

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

Bemessung:

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

Einbau:

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

Injektionssystem VMU plus für Beton

Verwendungszweck
Spezifikationen

Anhang B1

Tabelle B1: Montage- und Dübelkennwerte, Ankerstange

Ankerstange			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
Durchmesser Ankerstange	$d=d_{nom}$	[mm]	8	10	12	16	20	24	27	30
Bohrernennendurchmesser	d_0	[mm]	10	12	14	18	24	28	32	35
Effektive Verankerungstiefe	$h_{ef,min}$	[mm]	60	60	70	80	90	96	108	120
	$h_{ef,max}$	[mm]	160	200	240	320	400	480	540	600
Durchgangsloch im anzuschließenden Bauteil	Vorsteckmontage $d_f \leq$	[mm]	9	12	14	18	22	26	30	33
	Durchsteckmontage $d_f \leq$	[mm]	12	14	16	20	25	30	33	38
Montagedrehmoment	$\max T_{inst} \leq$	[Nm]	10	20	40 (35) ¹⁾	80	120	160	180	200
Mindestbauteildicke	h_{min}	[mm]	$h_{ef} + 30mm \geq 100mm$			$h_{ef} + 2d_0$				
Minimaler Achsabstand	s_{min}	[mm]	40	50	60	80	100	120	135	150
Minimaler Randabstand	c_{min}	[mm]	40	50	60	80	100	120	135	150

¹⁾ maximales Montagedrehmoment für Festigkeitsklasse 4.6

Tabelle B2: Montage- und Dübelkennwerte, Innengewindeankerstange

Innengewindeankerstange			IG-M 6	IG-M 8	IG-M 10	IG-M 12	IG-M 16	IG-M 20
Innendurchmesser	d_2	[mm]	6	8	10	12	16	20
Außendurchmesser ¹⁾	$d=d_{nom}$	[mm]	10	12	16	20	24	30
Bohrernennendurchmesser	d_0	[mm]	12	14	18	24	28	35
Effektive Verankerungstiefe	$h_{ef,min}$	[mm]	60	70	80	90	96	120
	$h_{ef,max}$	[mm]	200	240	320	400	480	600
Durchgangsloch im anzuschließenden Bauteil	$d_f \leq$	[mm]	7	9	12	14	18	22
Montagedrehmoment	$\max T_{inst} \leq$	[Nm]	10	10	20	40	60	100
Min. Einschraubtiefe	l_{IG}	[mm]	8	8	10	12	16	20
Mindestbauteildicke	h_{min}	[mm]	$h_{ef} + 30 mm \geq 100 mm$			$h_{ef} + 2d_0$		
Minimaler Achsabstand	s_{min}	[mm]	50	60	80	100	120	150
Minimaler Randabstand	c_{min}	[mm]	50	60	80	100	120	150

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 25	Ø 28	Ø 32
Durchmesser Betonstahl	$d=d_{nom}$	[mm]	8	10	12	14	16	20	24	28	32
Bohrernennendurchmesser	d_0	[mm]	12	14	16	18	20	24	32	35	40
Effektive Verankerungstiefe	$h_{ef,min}$	[mm]	60	60	70	75	80	90	100	112	128
	$h_{ef,max}$	[mm]	160	200	240	280	320	400	500	560	640
Mindestbauteildicke	h_{min}	[mm]	$h_{ef} + 30 mm \geq 100 mm$			$h_{ef} + 2d_0$					
Minimaler Achsabstand	s_{min}	[mm]	40	50	60	70	80	100	125	140	160
Minimaler Randabstand	c_{min}	[mm]	40	50	60	70	80	100	125	140	160

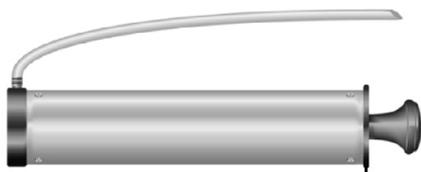
Injektionssystem VMU plus für Beton

Verwendungszweck
Montagekennwerte

Anhang B2

Tabelle B4: Parameter für Reinigungs- und Setzzubehör

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



Ausblaspumpe (Volumen 750ml)
Bohrerdurchmesser (d₀): 10 mm bis 20 mm
Verankerungstiefe (h_{ef}): ≤ 10 d_{nom}
für ungerissenen Beton



Empfohlene Druckluftpistole (min 6 bar)
Alle Anwendungen



**Injektionsadapter für Überkopf-
oder Horizontalmontage**
Bohrerdurchmesser (d₀):
18 mm bis 40 mm



Stahlbürste
Bohrerdurchmesser (d₀): alle Durchmesser

Injektionssystem VMU plus für Beton

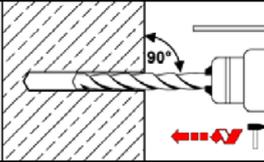
Verwendungszweck
Reinigungs- und Installationszubehör

Anhang B3

Montageanweisung

Bohrlocherstellung

1



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

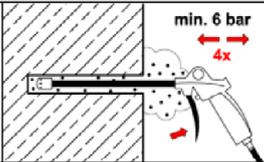
Reinigung, alle Bohrarten

Achtung! Vor dem Reinigen des Bohrloches stehendes Wasser entfernen!

Reinigung mit Druckluft

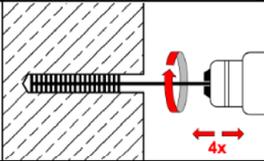
(alle Durchmesser, gerissener und ungerissener Beton)

2a



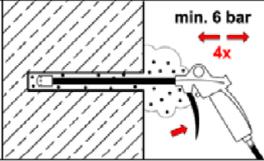
Das Bohrloch vom Bohrlochgrund her **4x** vollständig mit Druckluft (min. 6 bar) ausblasen, bis die ausströmende Luft staubfrei ist. Bei tiefen Bohrlochern sind Verlängerungen zu verwenden.

2b



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

2c



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

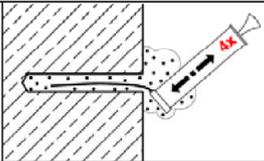
2

Manuelle Reinigung

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

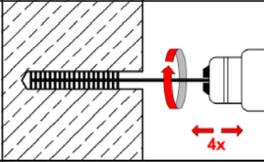
gerissener Beton: Bohrerdurchmesser: $14\text{mm} \leq d_0 \leq 20\text{mm}$ und Verankerungstiefe $h_{ef} \leq 10 d_{nom}$

2a



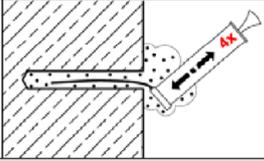
Das Bohrloch vom Bohrlochgrund her mit der Ausblaspumpe **4x** vollständig ausblasen, bis die ausströmende Luft staubfrei ist.

2b



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

2c



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

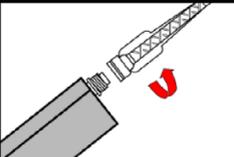
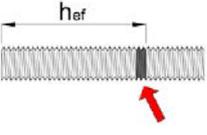
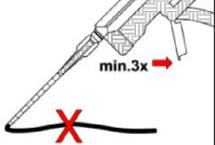
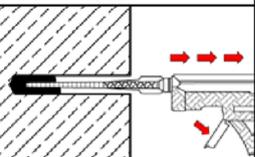
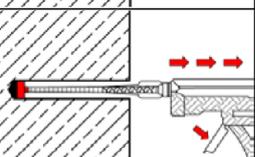
Nach der Reinigung ist das Bohrloch bis zum Injizieren des Mörtels vor erneutem Verschmutzen in geeigneter Weise zu schützen. Gegebenenfalls ist die Reinigung unmittelbar vor dem Injizieren des Mörtels zu wiederholen. Einfließendes Wasser darf nicht zur erneuten Verschmutzung des Bohrlochs führen.

Injektionssystem VMU plus für Beton

Verwendungszweck
Montageanweisung

Anhang B4

Montageanweisung (Fortsetzung)

Injektion		
3		Den mitgelieferten Statikmischer fest auf die Kartusche aufschrauben und Kartusche in eine geeignete Auspresspistole einlegen. Bei jeder Arbeitsunterbrechung länger als die empfohlene Verarbeitungszeit (Tabelle B5 bzw. Tabelle B6) und bei jeder neuen Kartusche ist der Statikmischer zu erneuern.
4		Vor dem Injizieren des Mörtels die geforderte Verankerungstiefe auf dem Befestigungselement markieren.
5		Der Mörtelvorlauf ist nicht zur Befestigung der Ankerstange / des Bewehrungsstabs geeignet. Daher Vorlauf solange verwerfen, bis sich eine gleichmäßig graue Mischfarbe eingestellt hat, jedoch min. 3 volle Hübe. Bei Schlauchfolienkartuschen sind mind. 6 volle Hübe zu verwerfen.
6a		Gereinigtes Bohrloch vom Bohrlochgrund her ca. zu 2/3 mit Verbundmörtel befüllen. Langsames Zurückziehen des Statikmischers aus dem Bohrloch verhindert die Bildung von Lufteinschlüssen. Bei Verankerungstiefen größer 190mm passende Mischverlängerung verwenden. Die temperaturrelevanten Verarbeitungszeiten sind zu beachten (Tabelle B5 bzw. Tabelle B6).
6b		Injektionsadapter mit Mischverlängerungen nach Anhang B3 sind für folgende Verankerungen zu verwenden: <ul style="list-style-type: none"> • Installationen horizontal oder vertikal nach unten mit Bohrloch-$\varnothing d_0 \geq 18$ mm und Verankerungstiefen $h_{ef} > 250$ mm • Überkopfmontage: Bohrloch-$\varnothing d_0 \geq 18$ mm

Injektionssystem VMU plus für Beton

Verwendungszweck
Montageanweisung (Fortsetzung)

Anhang B5

Montageanweisung (Fortsetzung)

Setzen des Befestigungselementes

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

Injektionssystem VMU plus für Beton

Verwendungszweck
Montageanweisung (Fortsetzung)

Anhang B6

Tabelle B5: Maximale Verarbeitungs- und minimale Aushärtezeiten, VMU plus

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

¹⁾ die Aushärtezeiten in feuchtem Beton sind zu verdoppeln

²⁾ die Kartuschentemperatur muss min. +15°C betragen

Tabelle B6: Maximale Verarbeitungs- und minimale Aushärtezeiten, VMU plus Polar

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

¹⁾ die Aushärtezeiten in feuchtem Beton sind zu verdoppeln

Injektionssystem VMU plus für Beton

Verwendungszweck
Verarbeitungs- und Aushärtezeiten

Anhang B7

Tabelle C1: Charakteristische Stahltragfähigkeiten für Ankerstangen unter Zugbeanspruchung

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

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

³⁾ Dübelvariante nicht in ETA enthalten

Injektionssystem VMU plus für Beton

Leistung

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

Anhang C1

Tabelle C2: Charakteristische Stahltragfähigkeiten für Ankerstangen unter Querbeanspruchung

Ankerstange				M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
Stahlversagen											
Spannungsquerschnitt A_s [mm 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	$V^{0}_{Rk,s}$	[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	.. ₃₎	.. ₃₎
	A4 und HCR, Festigkeitsklasse 80	$V^{0}_{Rk,s}$	[kN]	15	23	34	63	98	141	.. ₃₎	.. ₃₎
Stahlversagen mit Hebelarm											
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	.. ₃₎	.. ₃₎
	A4 und HCR, Festigkeitsklasse 80	$M^{0}_{Rk,s}$	[Nm]	30	59	105	266	519	896	.. ₃₎	.. ₃₎
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						.. ₃₎	.. ₃₎
	A4 und HCR, Festigkeitsklasse 80	$\gamma_{Ms,V}$	[-]	1,33						.. ₃₎	.. ₃₎

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

³⁾ Dübelvariante nicht in ETA enthalten

Injektionssystem VMU plus für Beton

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

Anhang C2

Tabelle C3: Charakteristische Werte für Betonausbruch und Spalten

Ankerstangen / Innengewindeankerstangen / Betonstahl				alle Größen
Betonausbruch				
Faktor k_1	ungerissener Beton	$k_{Ucr,N}$	[-]	11,0
	gerissener Beton	$k_{Cr,N}$	[-]	7,7
Randabstand		$C_{Cr,N}$	[mm]	$1,5 \cdot h_{ef}$
Achsabstand		$S_{Cr,N}$	[mm]	$2 \cdot C_{Cr,N}$
Spalten				
Charakteristischer Widerstand		$N^0_{RK,sp}$	[kN]	$\min (N_{RK,p} ; N^0_{RK,c})$
Randabstand	$h/h_{ef} \geq 2,0$	$C_{Cr,sp}$	[mm]	$1,0 \cdot h_{ef}$
	$2,0 > h/h_{ef} > 1,3$			$2 \cdot h_{ef} (2,5 - h / h_{ef})$
	$h/h_{ef} \leq 1,3$			$2,4 \cdot h_{ef}$
Achsabstand		$S_{Cr,sp}$	[mm]	$2 \cdot C_{Cr,sp}$

Injektionssystem VMU plus für Beton

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

Anhang C3

Tabelle C4: Charakteristische Werte für Ankerstangen bei Zugbeanspruchung

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

Injektionssystem VMU plus für Beton

Leistung
Charakteristische Werte für **Ankerstangen** bei **Zugbeanspruchung**

Anhang C4

Tabelle C5: Charakteristische Werte für Ankerstangen bei Querbeanspruchung

Ankerstange			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30	
Stahlversagen ohne Hebelarm											
Charakteristischer Widerstand, Stahl verzinkt, Festigkeitsklassen 4.6, 4.8, 5.6, 5.8	$V_{Rk,s}^0$	[kN]	0,6 · A _s · f _{uk} (oder siehe Tabelle C2)								
Charakteristischer Widerstand, Stahl verzinkt, Festigkeitsklasse 8.8, nichtrostender Stahl A2 / A4 / HCR, alle Festigkeitsklassen	$V_{Rk,s}^0$	[kN]	0,5 · A _s · f _{uk} (oder siehe Tabelle C2)								
Duktilitätsfaktor	k ₇	[-]	1,0								
Teilsicherheitsbeiwert	γ _{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	γ _{Ms,V}	[-]	siehe Tabelle C1								
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 des Dübels	d _{nom}	[mm]	8	10	12	16	20	24	27	30	
Montagebeiwert	γ _{inst}	[-]	1,0								

Injektionssystem VMU plus für Beton

Leistung
Charakteristische Werte für **Ankerstangen** bei **Querbeanspruchung**

Anhang C5

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

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

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

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

Injektionssystem VMU plus für Beton

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

Anhang C6

Tabelle C8: Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Innengewindeankerstangen

Innengewindeankerstange				IG-M 6	IG-M 8	IG-M 10	IG-M 12	IG-M 16	IG-M20	
Stahlversagen ¹⁾										
Charakteristischer Widerstand, Stahl verzinkt, Festigkeitsklasse		5.8	$N_{Rk,s}$ [kN]	10	17	29	42	76	123	
		8.8	$N_{Rk,s}$ [kN]	16	27	46	67	121	196	
Teilsicherheitsbeiwert			$\gamma_{Ms,N}$ [-]	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: 40°C/24°C	trockener und feuchter Beton	$\tau_{Rk,ucr}$ [N/mm ²]	12	12	12	12	11	9,0	
	II: 80°C/50°C			9,0	9,0	9,0	9,0	8,5	6,5	
	III: 120°C/72°C			6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	5,0	
	I: 40°C/24°C	wassergefülltes Bohrloch	$\tau_{Rk,ucr}$ [N/mm ²]	8,5	8,5	8,5	Leistung nicht bewertet			
	II: 80°C/50°C			6,5	6,5	6,5				
	III: 120°C/72°C			5,0	5,0	5,0				
Charakteristische Verbundtragfähigkeit im gerissenen Beton C20/25										
Temperaturbereich	I: 40°C/24°C	trockener und feuchter Beton	$\tau_{Rk,cr}$ [N/mm ²]	5,0	5,5	5,5	5,5	5,5	6,5	
	II: 80°C/50°C			3,5	4,0	4,0	4,0	4,0	4,5	
	III: 120°C/72°C			2,5	3,0	3,0	3,0	3,0	3,5	
	I: 40°C/24°C	wassergefülltes Bohrloch	$\tau_{Rk,cr}$ [N/mm ²]	4,0	5,5	5,5	Leistung nicht bewertet			
	II: 80°C/50°C			3,0	4,0	4,0				
	III: 120°C/72°C			2,5	3,0	3,0				
Reduktionsfaktor ψ_{sus}^0 im gerissenen und ungerissenen Beton C20/25										
Temperaturbereich	I: 40°C/24°C	trockener und feuchter Beton; wassergefülltes Bohrloch	ψ_{sus}^0 [-]	0,73						
	II: 80°C/50°C			0,65						
	III: 120°C/72°C			0,57						
Erhöhungsfaktoren für τ_{Rk}			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 und Spalten										
Relevante Parameter				[-]	siehe Tabelle C3					
Montagebeiwert										
trockener und feuchter Beton			γ_{inst} [-]	1,2						
wassergefülltes Bohrloch			γ_{inst} [-]	1,4			Leistung nicht bewertet			

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

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

Injektionssystem VMU plus für Beton

Leistung
Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Innengewindeankerstange

Anhang C7

Tabelle C9: Charakteristische Werte für Innengewindeankerstange bei Querbeanspruchung

Ankerstange mit Innengewinde				IG-M 6	IG-M 8	IG-M 10	IG-M 12	IG-M 16	IG-M 20
Stahlversagen ohne Hebelarm¹⁾									
Charakteristischer Widerstand, Stahl verzinkt, Festigkeitsklasse	5.8	$V_{Rk,s}^0$	[kN]	6	10	17	25	45	74
	8.8	$V_{Rk,s}^0$	[kN]	8	14	23	34	60	98
Teilsicherheitsbeiwert		$\gamma_{Ms,V}$	[-]	1,25					
Charakteristischer Widerstand, nichtrostender Stahl A4 / HCR, Festigkeitsklasse	70	$V_{Rk,s}^0$	[kN]	7	13	20	30	55	62 ²⁾
	Teilsicherheitsbeiwert		$\gamma_{Ms,V}$	[-]	1,56				
Duktilitätsfaktor		k_7	[-]	1,0					
Stahlversagen mit Hebelarm¹⁾									
Charakteristischer Biege­widerstand, Stahl verzinkt, Festigkeitsklasse	5.8	$M_{Rk,s}^0$	[Nm]	8	19	37	66	167	325
	8.8	$M_{Rk,s}^0$	[Nm]	12	30	60	105	267	519
Teilsicherheitsbeiwert		$\gamma_{Ms,V}$	[-]	1,25					
Charakteristischer Biege­widerstand, nichtrostender Stahl A4 / HCR, Festigkeitsklasse	70	$M_{Rk,s}^0$	[Nm]	11	26	53	92	234	643 ²⁾
	Teilsicherheitsbeiwert		$\gamma_{Ms,V}$	[-]	1,56				
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. Die charakteristische Tragfähigkeit 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 VMU plus für Beton

Leistung
Charakteristische Werte für Innengewindeankerstange bei Querbeanspruchung

Anhang C8

Tabelle C10: Charakteristische Werte für Betonstahl bei Zugbeanspruchung

Betonstahl				Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 25	Ø 28	Ø 32	
Stahlversagen													
Charakteristischer Widerstand		$N_{Rk,s}$	[kN]	$A_s \cdot f_{uk}^{1)}$									
Stahlspannungsquerschnitt		A_s	[mm ²]	50	79	113	154	201	314	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: 40°C/24°C	trockener und feuchter Beton	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm ²]	10	12	12	12	12	12	11	10	8,5
	II: 80°C/50°C				7,5	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	8,0	7,0	6,0
	III: 120°C/72°C				5,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,0	5,0	4,5
	I: 40°C/24°C	wassergefülltes Bohrloch	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm ²]	7,5	8,5	8,5	8,5	8,5	Leistung nicht bewertet			
	II: 80°C/50°C				5,5	6,5	6,5	6,5	6,5				
	III: 120°C/72°C				4,0	5,0	5,0	5,0	5,0				
Charakteristische Verbundtragfähigkeit im gerissenen Beton C20/25													
Temperaturbereich	I: 40°C/24°C	trockener und feuchter Beton	$\tau_{Rk,cr}$	[N/mm ²]	4,0	5,0	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	6,5	6,5
	II: 80°C/50°C				2,5	3,5	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,5	4,5
	III: 120°C/72°C				2,0	2,5	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,5	3,5
	I: 40°C/24°C	wassergefülltes Bohrloch	$\tau_{Rk,cr}$	[N/mm ²]	4,0	4,0	5,5	5,5	5,5	Leistung nicht bewertet			
	II: 80°C/50°C				2,5	3,0	4,0	4,0	4,0				
	III: 120°C/72°C				2,0	2,5	3,0	3,0	3,0				
Reduktionsfaktor ψ_{sus}^0 im Beton C20/25													
Temperaturbereich	I: 40°C/24°C	trockener und feuchter Beton; wassergefülltes Bohrloch	ψ_{sus}^0	[-]	0,73								
	II: 80°C/50°C				0,65								
	III: 120°C/72°C				0,57								
Erhöhungsfaktoren für τ_{Rk}			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
Betonversagen und Spalten													
Relevante Parameter				siehe Tabelle C3									
Montagebeiwert													
trockener und feuchter Beton		γ_{inst}	[-]	1,0	1,2								
wassergefülltes Bohrloch		γ_{inst}	[-]	1,4						Leistung nicht bewertet			

¹⁾ ist den Spezifikationen des Betonstahls zu entnehmen

²⁾ sofern andere nationale Regelungen fehlen

Injektionssystem VMU plus für Beton

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

Anhang C9

Tabelle C11: Charakteristische Werte für Betonstahl bei Querbeanspruchung

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

¹⁾ ist den Spezifikationen des Betonstahls zu entnehmen

²⁾ sofern andere nationale Regelungen fehlen

Injektionssystem VMU plus für Beton

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

Anhang C10

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

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

¹⁾ ist den Spezifikationen des Betonstahls zu entnehmen

²⁾ sofern andere nationale Regelungen fehlen

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

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

¹⁾ ist den Spezifikationen des Betonstahls zu entnehmen

²⁾ sofern andere nationale Regelungen fehlen

Injektionssystem VMU plus für Beton

Leistung

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

Anhang C11

Tabelle C14: Verschiebungsfaktoren unter Zugbeanspruchung¹⁾
(Ankerstangen und Innengewindeankerstangen)

Ankerstange		M8	M10 IG-M6	M12 IG-M8	M16 IG-M10	M20 IG-M12	M24 IG-M16	M27	M30 IG-M20	
Ungerissener Beton C20/25, statische und quasi-statische Einwirkung										
Temperaturbereich I: 40°C/24°C	δ_{N0} -Faktor	mm [$\frac{N}{mm^2}$]	0,021	0,023	0,026	0,031	0,036	0,041	0,045	0,049
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor		0,030	0,033	0,037	0,045	0,052	0,060	0,065	0,071
Temperaturbereich II: 80°C/50°C	δ_{N0} -Faktor		0,050	0,056	0,063	0,075	0,088	0,100	0,110	0,119
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor		0,072	0,081	0,090	0,108	0,127	0,145	0,159	0,172
Temperaturbereich III: 120°C/72°C	δ_{N0} -Faktor		0,050	0,056	0,063	0,075	0,088	0,100	0,110	0,119
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor		0,072	0,081	0,090	0,108	0,127	0,145	0,159	0,172
Gerissener Beton C20/25, statische und quasi-statische Einwirkung										
Temperaturbereich I: 40°C/24°C	δ_{N0} -Faktor	mm [$\frac{N}{mm^2}$]	0,090	0,070						
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor		0,105	0,105						
Temperaturbereich II: 80°C/50°C	δ_{N0} -Faktor		0,219	0,170						
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor		0,255	0,245						
Temperaturbereich III: 120°C/72°C	δ_{N0} -Faktor		0,219	0,170						
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor		0,255	0,245						

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 C15: Verschiebungsfaktoren unter Querbeanspruchung¹⁾
(Ankerstangen und Innengewindeankerstangen)

Ankerstange		M8	M10 IG-M6	M12 IG-M8	M16 IG-M10	M20 IG-M12	M24 IG-M16	M27	M30 IG-M20	
Ungerissener Beton C20/25, statische und quasi-statische Einwirkung										
Alle Temperaturbereiche	δ_{V0} -Faktor	mm [$\frac{N}{mm^2}$]	0,06	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03
	$\delta_{V\infty}$ -Faktor		0,09	0,08	0,08	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05
Gerissener Beton C20/25, statische und quasi-statische Einwirkung										
Alle Temperaturbereiche	δ_{V0} -Faktor	mm [$\frac{N}{mm^2}$]	0,12	0,12	0,11	0,10	0,09	0,08	0,08	0,07
	$\delta_{V\infty}$ -Faktor		0,18	0,18	0,17	0,15	0,14	0,13	0,12	0,10

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 VMU plus für Beton

Leistung
Verschiebungen (Ankerstangen und Innengewindeankerstangen)

Anhang C12

Tabelle C16: Verschiebungsfaktoren unter Zugbeanspruchung¹⁾ (Betonstahl)

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

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 C17: Verschiebungsfaktoren unter Querbeanspruchung¹⁾ (Betonstahl)

Betonstahl			Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 25	Ø 28	Ø 32
Ungerissener Beton C20/25, statitische und quasi-statische Einwirkung											
Alle Temperaturbereiche	δ _{V0} -Faktor	mm [N/mm ²]	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03
	δ _{V∞} -Faktor		0,09	0,08	0,08	0,06	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04
Gerissener Beton C20/25, statitische und quasi-statische Einwirkung											
Alle Temperaturbereiche	δ _{V0} -Faktor	mm [N/mm ²]	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06
	δ _{V∞} -Faktor		0,18	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14	0,12	0,11	0,10

¹⁾ Berechnung der Verschiebung

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

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

Injektionssystem VMU plus für Beton

Leistung
Verschiebungen (Betonstahl)

Anhang C13