

**Zulassungsstelle für Bauprodukte und Bauarten**

**Bautechnisches Prüfamt**

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



## Europäische Technische Bewertung

**ETA-11/0415  
vom 8. Dezember 2017**

### 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

Injektionssystem 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

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

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

ETAG 001 Teil 5: "Verbunddübel", April 2013, verwendet als EAD gemäß Artikel 66 Absatz 3 der Verordnung (EU) Nr. 305/2011

Diese Fassung ersetzt

ETA-11/0415 vom 13. November 2015

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 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 Gewindestange mit Scheibe und Sechskanmutter in den Größen M8 bis M30 oder ein Betonstahl in den Größen Ø8 bis Ø32 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 dem anwendbaren 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
Charakteristische Werte bei Zug- und Querbeanspruchung	Siehe Anhang C 1 bis C 12
Verschiebungen unter Zug- und Querbeanspruchung	Siehe Anhang C 13 / C 14

**3.2 Brandschutz (BWR 2)**

Wesentliches Merkmal	Leistung
Brandverhalten	Der Dübel erfüllt die Anforderungen der Klasse A1
Feuerwiderstand	Keine Leistung bestimmt

**3.3 Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz (BWR 3)**

Bezüglich gefährlicher Stoffe können die Produkte im Geltungsbereich dieser Europäischen Technischen Bewertung weiteren Anforderungen unterliegen (z. B. umgesetzte europäische Gesetzgebung und nationale Rechts- und Verwaltungsvorschriften). Um die Bestimmungen der Verordnung (EU) Nr. 305/2011 zu erfüllen, müssen gegebenenfalls diese Anforderungen ebenfalls eingehalten werden.

**3.4 Sicherheit bei der Nutzung (BWR 4)**

Die wesentlichen Merkmale bezüglich Sicherheit bei der Nutzung sind unter der Grundanforderung Mechanische Festigkeit und Standsicherheit erfasst.

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

Gemäß der Leitlinie für die europäisch technische Zulassung ETAG 001, April 2013, verwendet als Europäisches Bewertungsdokument (EAD) gemäß Artikel 66 Absatz 3 der Verordnung (EU) Nr. 305/2011, 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**

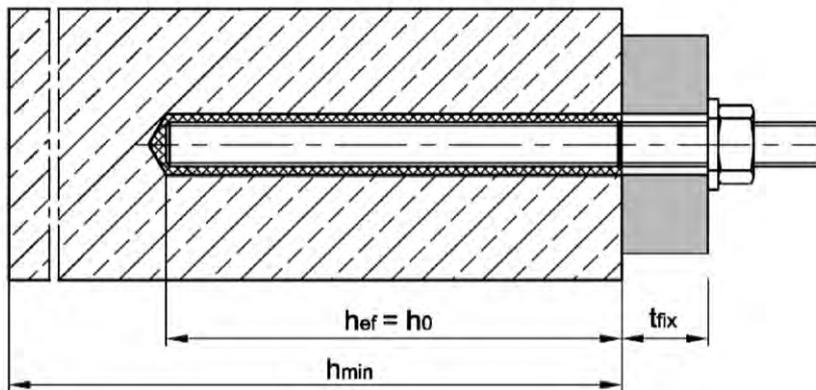
Technische Einzelheiten, die für die Durchführung des Systems zur Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit notwendig sind, sind Bestandteil des Prüfplans, der beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegt ist.

Ausgestellt in Berlin am 8. Dezember 2017 vom Deutschen Institut für Bautechnik

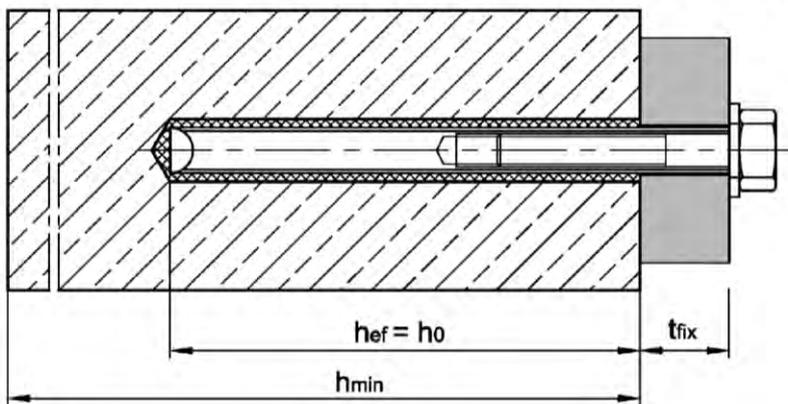
BD Dipl.-Ing. Andreas Kummerow  
Abteilungsleiter



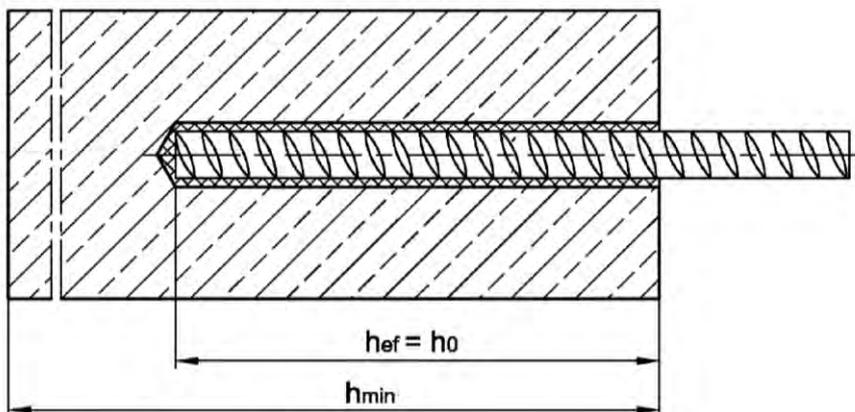
**Einbauzustand Ankerstange M8 bis M30**



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



**Einbauzustand Betonstahl Ø8 bis Ø32**



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

**Injektionssystem VMU plus für Beton**

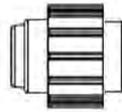
**Produktbeschreibung**  
Einbauzustand

**Anhang A1**

### Kartusche VMU plus oder VMU plus Polar

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

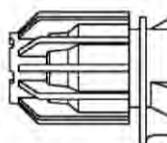
Schraubverschluss



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

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

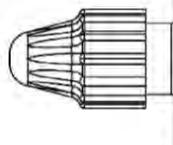
Schraubverschluss



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

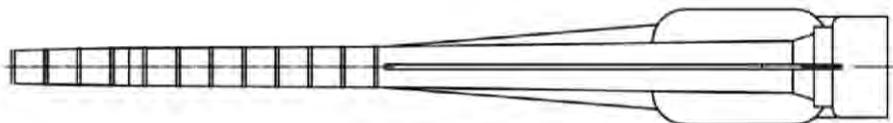
165 ml und 300 ml Kartusche (Typ: "Schlauchfolie")

Schraubverschluss



Aufdruck: 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

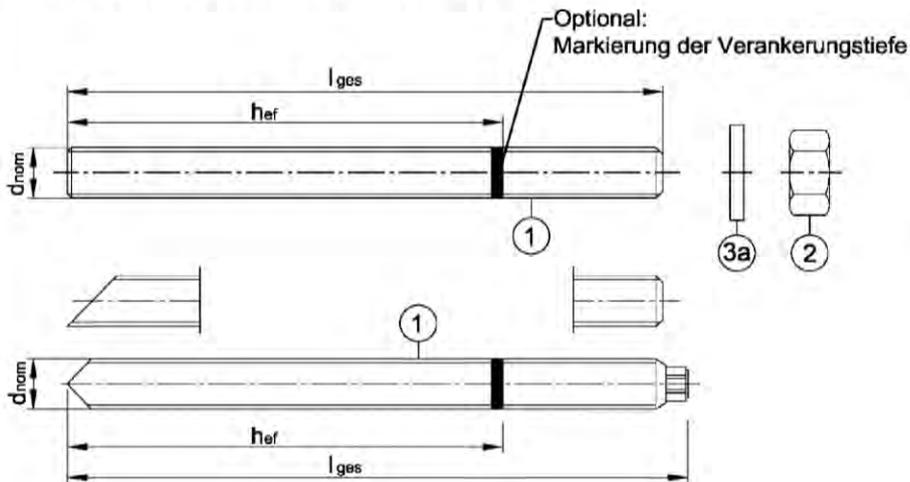
Produktbeschreibung  
Kartuschen und Zubehör

Anhang A2

## Ankerstangen

**Ankerstange VMU-A, V-A mit Unterlegscheibe und Sechskantmutter**  
M8, M10, M12, M16, M20, M24, M27, M30

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



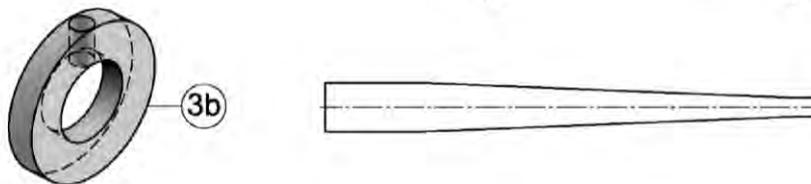
Prägung z.B.:  $\diamond$  M10

- $\diamond$  Werkzeichen
- M10 Gewindegröße
- A4 zusätzliche Kennung für nichtrostenden Stahl
- HCR zusätzliche Kennung für hochkorrosionsbeständigen Stahl

**Handelsübliche Gewindestange mit:**

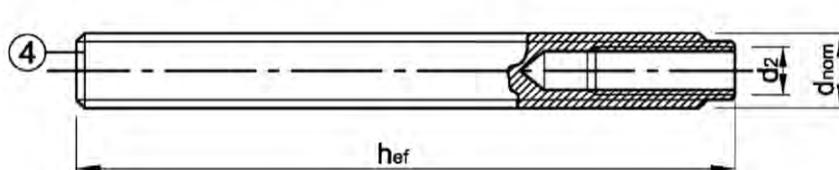
- Werkstoff, Abmessungen und mechanische Eigenschaften gemäß Tabelle A1
- Abnahmeprüfzeugnis 3.1 gemäß EN 10204:2004

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



## Innengewindeankerstange

**VMU-IG M6, VMU-IG M8, VMU-IG M10, VMU-IG M12, VMU-IG M16, VMU-IG M20**



Prägung z.B.:  $\diamond$  M8

- $\diamond$  Werkzeichen
- I Innengewinde
- M8 Gewindegröße (Innengewinde)
- A4 zusätzliche Kennung für nichtrostenden Stahl
- HCR zusätzliche Kennung für hochkorrosionsbeständigem Stahl

**Injektionssystem VMU plus für Beton**

**Produktbeschreibung**  
Ankerstangen und Innengewindeankerstange

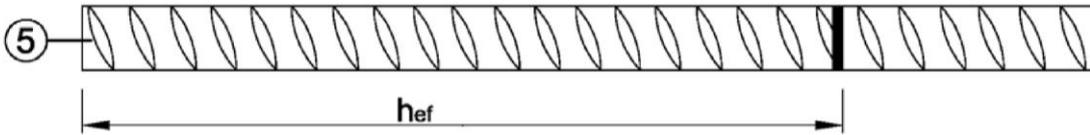
**Anhang A3**

**Tabelle A1: Werkstoffe**

Teil	Benennung	Werkstoff		
<b>Stahlteile aus verzinktem Stahl</b>				
galvanisch verzinkt $\geq 5 \mu\text{m}$ gemäß EN ISO 4042:1999 oder feuerverzinkt $\geq 40 \mu\text{m}$ gemäß EN ISO 1461:2009, EN ISO 10684:2004+AC:2009 oder diffusionsverzinkt $\geq 40 \mu\text{m}$ gemäß EN ISO 17668:2016				
1	Ankerstange	Festigkeitsklasse 4.6	$f_{\text{uk}} \geq 400 \text{ N/mm}^2$ ; $f_{\text{yk}} \geq 240 \text{ N/mm}^2$ ; $A_5 > 8 \%$ Bruchdehnung	EN 10087:1998, EN 10263:2001; Handelsübliche Gewindestangen: EN ISO 898-1:2013
		Festigkeitsklasse 4.8	$f_{\text{uk}} \geq 400 \text{ N/mm}^2$ ; $f_{\text{yk}} \geq 320 \text{ N/mm}^2$ ; $A_5 > 8 \%$ Bruchdehnung	
		Festigkeitsklasse 5.6	$f_{\text{uk}} \geq 500 \text{ N/mm}^2$ ; $f_{\text{yk}} \geq 300 \text{ N/mm}^2$ ; $A_5 > 8 \%$ Bruchdehnung	
		Festigkeitsklasse 5.8	$f_{\text{uk}} \geq 500 \text{ N/mm}^2$ ; $f_{\text{yk}} \geq 400 \text{ N/mm}^2$ ; $A_5 > 8 \%$ Bruchdehnung	
		Festigkeitsklasse 8.8	$f_{\text{uk}} \geq 800 \text{ N/mm}^2$ ; $f_{\text{yk}} \geq 640 \text{ N/mm}^2$ ; $A_5 > 8 \%$ Bruchdehnung	
2	Sechskantmutter	Stahl, verzinkt Festigkeitsklasse 4 (für Ankerstangen der Klasse 4.6, 4.8) Festigkeitsklasse 5 (für Ankerstangen der Klasse 5.6, 5.8) Festigkeitsklasse 8 (für Ankerstangen der Klasse 8.8)	EN ISO 898-2:2012	
3a	Unterlegscheibe	Stahl, verzinkt (z.B.: EN ISO 7089:2000, EN ISO 7093:2000 oder EN ISO 7094:2000)		
3b	Verfüllscheibe	Stahl, verzinkt		
4	Innengewindeankerstange	Stahl, galvanisch verzinkt, $A_5 > 8 \%$ Bruchdehnung Festigkeitsklasse 5.8 und 8.8	EN 10087:1998	
<b>Stahlteile aus nichtrostendem Stahl A4</b>				
1	Ankerstange	Werkstoff 1.4401 / 1.4404 / 1.4571 / 1.4578 / 1.4362 / 1.4062	EN 10088-1:2014	
		Festigkeitsklasse 50	$f_{\text{uk}} = 500 \text{ N/mm}^2$ ; $f_{\text{yk}} = 210 \text{ N/mm}^2$ ; $A_5 > 8 \%$ Bruchdehnung	EN ISO 3506-1:2009
Festigkeitsklasse 70	$f_{\text{uk}} = 700 \text{ N/mm}^2$ ; $f_{\text{yk}} = 450 \text{ N/mm}^2$ ; $A_5 > 8 \%$ Bruchdehnung M8 bis M24			
2	Sechskantmutter	Edelstahl A4 Festigkeitsklasse 50 (für Ankerstangen der Klasse 50) Festigkeitsklasse 70 (für Ankerstangen der Klasse 70; $\leq$ M24)	EN ISO 3506-2:2009	
3a	Unterlegscheibe	Edelstahl A4 (z.B.: EN ISO 7089:2000, EN ISO 7093:2000, EN ISO 7094:2000)	EN 10088-1: 2014	
3b	Verfüllscheibe	Werkstoff 1.4401 / 1.4404 / 1.4571 / 1.4362		
4	Innengewindeankerstange	Werkstoff 1.4401 / 1.4404 / 1.4571 / 1.4362; $A_5 > 8 \%$ Bruchdehnung Festigkeitsklasse 50 (IG-M20) Festigkeitsklasse 70 (IG-M8 bis IG-M16)	EN 10088-1: 2014	
<b>Stahlteile aus hochkorrosionsbeständigem Stahl HCR</b>				
1	Ankerstange	Werkstoff 1.4529 / 1.4565	EN 10088-1: 2014	
		Festigkeitsklasse 50	$f_{\text{uk}} = 500 \text{ N/mm}^2$ ; $f_{\text{yk}} = 210 \text{ N/mm}^2$ ; $A_5 > 8 \%$ Bruchdehnung	EN ISO 3506-1:2009
Festigkeitsklasse 70	$f_{\text{uk}} = 700 \text{ N/mm}^2$ ; $f_{\text{yk}} = 450 \text{ N/mm}^2$ ; $A_5 > 8 \%$ Bruchdehnung M8 bis M24			
2	Sechskantmutter	Werkstoff 1.4529 / 1.4565 Festigkeitsklasse 50 (für Ankerstangen der Klasse 50) Festigkeitsklasse 70 (für Ankerstangen der Klasse 70; $\leq$ M24)	EN 10088-1: 2014 EN ISO 3506-2:2009	
3a	Unterlegscheibe	Werkstoff 1.4529 / 1.4565 (z.B.: EN ISO 7089:2000, EN ISO 7093:2000, EN ISO 7094:2000)	EN 10088-1: 2014	
3b	Verfüllscheibe	Werkstoff 1.4529 / 1.4565		
4	Innengewindeankerstange	Werkstoff 1.4529 / 1.4565, $A_5 > 8 \%$ Bruchdehnung Festigkeitsklasse 50 (IG-M20) Festigkeitsklasse 70 (IG-M8 bis IG-M16)	EN 10088-1: 2014	
<b>Injektionssystem VMU plus für Beton</b>			<b>Anhang A4</b>	
<b>Produktbeschreibung</b> Werkstoffe Ankerstangen und Innengewindeankerstangen				

### 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
<b>Betonstahl</b>		
5	Betonstahl gemäß EN 1992-1-1:2004+AC:2010, Anhang C	Stäbe und Betonstahl vom Ring Klasse B oder C $f_{yk}$ und k gemäß NDP oder NCL gemäß EN 1992-1-1/NA:2013 $f_{uk} = f_{tk} = k \cdot f_{yk}$

### Injektionssystem VMU plus für Beton

#### Produktbeschreibung

Produktbeschreibung und Werkstoffe Betonstahl

**Anhang A5**

## Spezifizierung des Verwendungszwecks

Injektionssystem VMU plus	Ankerstangen	Innengewinde- ankerstangen	Betonstahl
	VMU-A, V-A, VM-A, handelsübliche Gewindestangen	VMU-IG	
Statische oder quasi-statische Lasten	M8 - M30 (verzinkt, A4, HCR)	IG-M6 – IG-M20 (galvanisch verzinkt, A4, HCR)	Ø8 - Ø32
Seismische Einwirkung Kategorie C1	M8 - M30 (verzinkt <sup>1)</sup> , A4, HCR)	-	Ø8 - Ø32
Verankerungsgrund	Bewehrter oder unbewehrter Normalbeton, gem. EN 206-1:2000 Festigkeitsklasse C20/25 bis C50/60, gem. EN 206-1:2000 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	

<sup>1)</sup> ausgenommen feuerverzinkt

### Anwendungsbedingungen (Umweltbedingungen):

- Bauteile unter den Bedingungen trockener Innenräume (verzinkter Stahl, nichtrostender Stahl oder hochkorrosionsbeständiger Stahl).
  - Bauteile im Freien (einschließlich Industriatmosphäre und Meeresnähe) und in Feuchträumen, wenn keine besonders aggressiven Bedingungen vorliegen (nichtrostendem Stahl oder hochkorrosionsbeständiger Stahl).
  - Bauteile im Freien und in Feuchträumen, wenn besonders aggressive Bedingungen vorliegen (hochkorrosionsbeständiger Stahl).
- Anmerkung: Aggressive Bedingungen sind z.B. ständiges, abwechselndes Eintauchen in Seewasser oder der Bereich der Spritzzone von Seewasser, chlorhaltige Atmosphäre in Schwimmbadhallen oder Atmosphäre mit extremer chemischer Verschmutzung (z. B. bei Rauchgas-Entschwefelungsanlagen oder Straßentunneln, in denen Enteisungsmittel verwendet werden).

### Bemessung:

- Unter Berücksichtigung der zu verankernden Lasten sind prüfbare Berechnungen und Konstruktionszeichnungen anzufertigen. Auf den Konstruktionszeichnungen ist die Lage des Dübels angegeben (z. B. Lage des Dübels zur Bewehrung oder zu den Auflagern usw.).
- Die Bemessung der Verankerungen erfolgt unter der Verantwortung eines auf dem Gebiet der Verankerungen und des Betonbaus erfahrenen Ingenieurs.
- Die Bemessung der Verankerungen unter statischen und quasi-statischen Lasten erfolgt nach:
  - EOTA Technical Report TR 029 "Design of bonded anchors", Fassung September 2010 oder
  - CEN/TS 1992-4:2009
- Die Bemessung der Verankerungen unter seismischer Einwirkung (gerissener Beton) erfolgt nach:
  - EOTA Technical Report TR 045 "Design of Metal Anchors under Seismic Action", Fassung Februar 2013
  - Die Verankerungen sind außerhalb kritischer Bereiche (z.B.: plastischer Gelenke) der Betonkonstruktion anzuordnen.
  - Eine Abstandsmontage oder die Montage auf Mörtelschicht ist für seismische Einwirkungen nicht erlaubt.

### 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 Pressluftbohren oder Saugbohren.
- Überkopfmontage erlaubt.
- Einbau durch entsprechend geschultes Personal unter Aufsicht des Bauleiters.

## Injektionssystem VMU plus für Beton

Verwendungszweck  
Spezifikationen

Anhang B1

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

Ankerstange		M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
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 <sup>1)</sup>	$d_f \leq$ [mm]	9	12	14	18	22	26	30	33
Montagedrehmoment	$T_{inst} \leq$ [Nm]	10	20	40	80	120	160	180	200
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	80	100	120	135	150
minimaler Randabstand	$c_{min}$ [mm]	40	50	60	80	100	120	135	150

<sup>1)</sup> Bei größeren Durchgangslöchern TR029, Abschnitt 1.1 beachten; für Anwendungen unter seismischer Einwirkung: Durchgangsloch im Anbauteil maximal  $d_{nom}+1$  mm; alternativ ist der Ringspalt zwischen Gewindestange und Anbauteil kraftschlüssig mit Mörtel zu verfüllen.

**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 <sup>2)</sup>	$d_{nom} =$ [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 <sup>1)</sup>	$d_f \leq$ [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	80	100	120	150
minimaler Randabstand	$c_{min}$ [mm]	50	60	80	100	120	150

<sup>1)</sup> Bei größeren Durchgangslöchern TR029, Abschnitt 1.1 beachten

<sup>2)</sup> Mit metrischem Gewinde gemäß EN 1993-1-8:2005+AC:2009

**Tabelle B3: Montage- und Dübelkennwerte, Betonstahl**

Betonstahl		Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 25	Ø 28	Ø 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]	$h_{ef} + 30 \text{ mm}$ $\geq 100 \text{ mm}$			$h_{ef} + 2d_0$					
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 <sub>0</sub> [mm]	d <sub>b</sub> [mm]	d <sub>b,min</sub> [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 <sub>ef</sub> > 250mm	h <sub>ef</sub> > 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 (d<sub>0</sub>): 10 mm bis 20 mm  
Verankerungstiefe (h<sub>ef</sub>): ≤ 10 d<sub>nom</sub>  
für ungerissenen Beton



**Empfohlene Druckluftpistole (min 6 bar)**  
Alle Anwendungen



**Injektionsadapter für Überkopf- oder Horizontalmontage**  
Bohrerdurchmesser (d<sub>0</sub>):  
18 mm bis 40 mm



**Stahlbürste**  
Bohrerdurchmesser (d<sub>0</sub>): alle Durchmesser

**Injektionssystem VMU plus für Beton**

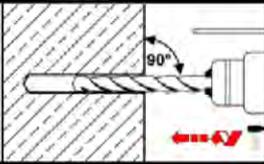
**Verwendungszweck**  
Reinigungs- und Installationszubehör

**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.

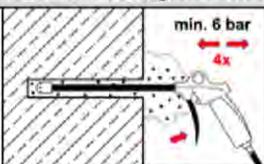
### Reinigung

**Achtung! Vor dem Reinigen des Bohrloches stehendes Wasser entfernen!**

#### Reinigung mit Druckluft

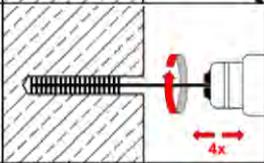
(alle Durchmesser, gerissener und ungerissener Beton)

2a.



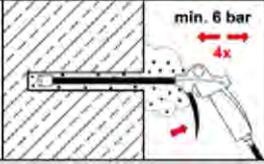
Das Bohrloch vom Bohrlochgrund her **4x** vollständig mit Druckluft (min. 6 bar) ausblasen. Bei tiefen Bohrlöchern sind Verlängerungen zu verwenden.

2b.



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

2c.



Anschließend das Bohrloch vom Bohrlochgrund her erneut **4x** vollständig mit Druckluft (min. 6 bar) ausblasen. Bei tiefen Bohrlöchern sind Verlängerungen zu verwenden.

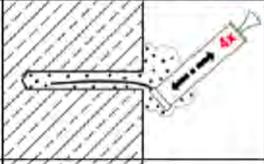
2.

#### Manuelle Reinigung

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

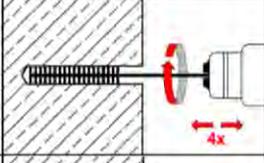
Gerissener Beton: Bohrlochdurchmesser:  $14\text{mm} \leq d_0 \leq 20\text{mm}$ ; Verankerungstiefe  $h_{ef} \leq 10 d_{nom}$

2a.



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

2b.



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

2c.



Anschließend das Bohrloch erneut vom Bohrlochgrund her mit der Ausblaspumpe **4x** vollständig ausblasen.

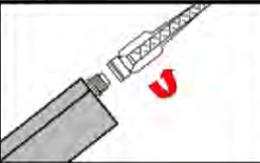
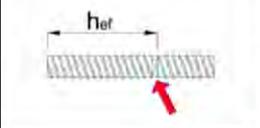
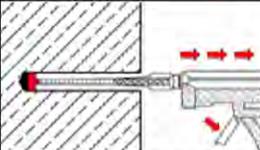
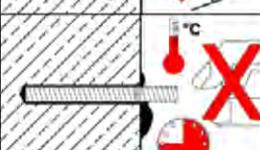
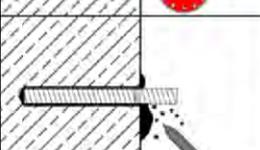
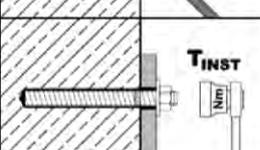
Nach der Reinigung ist das Bohrloch bis zum Injizieren des Mörtels vor erneutem Verschmutzen in geeigneter Weise zu schützen. Gegebenenfalls ist die Reinigung unmittelbar vor dem Injizieren des Mörtels zu wiederholen. Einfließendes Wasser darf nicht zur erneuten Verschmutzung des Bohrlochs führen.

### Injektionssystem 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 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 Statikmischer 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 Mischerverlängerungen nach Anhang B3 sind für folgende Verankerungen zu verwenden: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Installationen horizontal oder vertikal nach unten mit Bohrloch-Ø <math>d_0 \geq 18</math> mm und Verankerungstiefen <math>h_{ef} &gt; 250</math> mm</li> <li>• Überkopfmontage: Bohrloch-Ø <math>d_0 \geq 18</math> mm</li> </ul>
Setzen der Ankerstange		
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 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 zulässigen Drehmoment $T_{inst}$ nach Tabelle B1 oder B2 montiert werden. Die Mutter muss mit einem kalibrierten Drehmomentschlüssel angezogen werden. Optional kann der Ringspalt zwischen Ankerstange und Anbauteil mit Mörtel verfüllt werden. Dafür Unterlegscheibe durch Verfüllscheibe ersetzen, Mischerreduzierung auf den Mischer stecken und Ringspalt vollständig verfüllen.

### Injektionssystem VMU plus für Beton

Verwendungszweck  
Montageanweisung (Fortsetzung)

Anhang B5

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

Beton Temperatur	Maximale Verarbeitungszeit	Mindest-Aushärtezeit in trockenem Beton <sup>1)</sup>
- 10°C bis - 6°C	90 min <sup>2)</sup>	24 h <sup>2)</sup>
- 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	

<sup>1)</sup> Die Aushärtezeiten in feuchtem Beton sind zu verdoppeln.

<sup>2)</sup> 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 <sup>1)</sup>
- 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	

<sup>1)</sup> Die Aushärtezeiten in feuchtem Beton sind zu verdoppeln.

**Injektionssystem VMU plus für Beton**

**Verwendungszweck**  
Verarbeitungs- und Aushärtezeiten

**Anhang B6**

**Tabelle C1: Charakteristische Stahltragfähigkeiten für Ankerstangen unter Zug- und Querbeanspruchung**

Ankerstange				M 8	M 10	M 12	M 16	M 20	M 24	M 27	M 30
<b>Stahlversagen</b>											
<b>Zugbeanspruchung</b>											
Charakteristische Zugtragfähigkeit	Stahl, Festigkeitsklasse 4.6 und 4.8	$N_{Rk,s}$	[kN]	15	23	34	63	98	141	184	224
	Stahl, Festigkeitsklasse 5.6 und 5.8	$N_{Rk,s}$	[kN]	18	29	42	78	122	176	230	280
	Stahl, Festigkeitsklasse 8.8	$N_{Rk,s}$	[kN]	29	46	67	125	196	282	368	449
	Nichtrostender Stahl A4 und HCR, Festigkeitsklasse 50	$N_{Rk,s}$	[kN]	18	29	42	79	123	177	230	281
	Nichtrostender Stahl A4 und HCR, Festigkeitsklasse 70	$N_{Rk,s}$	[kN]	26	41	59	110	171	247	-	-
Teilsicherheitsbeiwert	Stahl, Festigkeitsklasse 4.6	$\gamma_{Ms,N}$	[-]	2,0							
	Stahl, Festigkeitsklasse 4.8	$\gamma_{Ms,N}$	[-]	1,5							
	Stahl, Festigkeitsklasse 5.6	$\gamma_{Ms,N}$	[-]	2,0							
	Stahl, Festigkeitsklasse 5.8	$\gamma_{Ms,N}$	[-]	1,5							
	Stahl, Festigkeitsklasse 8.8	$\gamma_{Ms,N}$	[-]	1,5							
	Nichtrostender Stahl A4 und HCR, Festigkeitsklasse 50	$\gamma_{Ms,N}$	[-]	2,86							
	Nichtrostender Stahl A4 und HCR, Festigkeitsklasse 70	$\gamma_{Ms,N}$	[-]	1,87							-
<b>Querbeanspruchung</b>											
<b>Stahlversagen ohne Hebelarm</b>											
Charakteristische Quertragfähigkeit	Stahl, Festigkeitsklasse 4.6 und 4.8	$V_{Rk,s}$	[kN]	7	12	17	31	49	71	92	112
	Stahl, Festigkeitsklasse 5.6 und 5.8	$V_{Rk,s}$	[kN]	9	15	21	39	61	88	115	140
	Stahl, Festigkeitsklasse 8.8	$V_{Rk,s}$	[kN]	15	23	34	63	98	141	184	224
	Nichtrostender Stahl A4 und HCR, Festigkeitsklasse 50	$V_{Rk,s}$	[kN]	9	15	21	39	61	88	115	140
	Nichtrostender Stahl A4 und HCR, Festigkeitsklasse 70	$V_{Rk,s}$	[kN]	13	20	30	55	86	124	-	-
<b>Stahlversagen mit Hebelarm</b>											
Charakteristisches Biegemoment	Stahl, Festigkeitsklasse 4.6 und 4.8	$M_{Rk,s}$	[Nm]	15	30	52	133	260	449	666	900
	Stahl, Festigkeitsklasse 5.6 und 5.8	$M_{Rk,s}$	[Nm]	19	37	65	166	324	560	833	1123
	Stahl, Festigkeitsklasse 8.8	$M_{Rk,s}$	[Nm]	30	60	105	266	519	896	1333	1797
	Nichtrostender Stahl A4 und HCR, Festigkeitsklasse 50	$M_{Rk,s}$	[Nm]	19	37	66	167	325	561	832	1125
	Nichtrostender Stahl A4 und HCR, Festigkeitsklasse 70	$M_{Rk,s}$	[Nm]	26	52	92	232	454	784	-	-
Teilsicherheitsbeiwert	Stahl, Festigkeitsklasse 4.6	$\gamma_{Ms,V}$	[-]	1,67							
	Stahl, Festigkeitsklasse 4.8	$\gamma_{Ms,V}$	[-]	1,25							
	Stahl, Festigkeitsklasse 5.6	$\gamma_{Ms,V}$	[-]	1,67							
	Stahl, Festigkeitsklasse 5.8	$\gamma_{Ms,V}$	[-]	1,25							
	Stahl, Festigkeitsklasse 8.8	$\gamma_{Ms,V}$	[-]	1,25							
	Nichtrostender Stahl A4 und HCR, Festigkeitsklasse 50	$\gamma_{Ms,V}$	[-]	2,38							
	Nichtrostender Stahl A4 und HCR, Festigkeitsklasse 70	$\gamma_{Ms,V}$	[-]	1,56							-

**Injektionssystem VMU plus für Beton**

**Leistung**  
Charakteristische Stahltragfähigkeiten für **Ankerstangen** unter **Zug-** und **Querbeanspruchung**

**Anhang C1**

**Tabelle C2: Charakteristische Werte für Ankerstangen bei Zugbeanspruchung im gerissenen Beton**

Ankerstange				M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
<b>Stahlversagen</b>											
Charakteristische Zugtragfähigkeit		$N_{Rk,s}$	[kN]	Siehe Tabelle C1							
<b>Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch</b>											
Charakteristische Verbundtragfähigkeit im gerissenen Beton C20/25											
Temperaturbereich I: 40°C/24°C	trockener und feuchter Beton	$\tau_{Rk,cr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	4,0	5,0	5,5	5,5	5,5	5,5	6,5	6,5
	wassergefülltes Bohrloch	$\tau_{Rk,cr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	4,0	4,0	5,5	5,5	Keine Leistung bestimmt			
Temperaturbereich II: 80°C/50°C	trockener und feuchter Beton	$\tau_{Rk,cr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	2,5	3,5	4,0	4,0	4,0	4,0	4,5	4,5
	wassergefülltes Bohrloch	$\tau_{Rk,cr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	2,5	3,0	4,0	4,0	Keine Leistung bestimmt			
Temperaturbereich III: 120°C/72°C	trockener und feuchter Beton	$\tau_{Rk,cr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	2,0	2,5	3,0	3,0	3,0	3,0	3,5	3,5
	wassergefülltes Bohrloch	$\tau_{Rk,cr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	2,0	2,5	3,0	3,0	Keine Leistung bestimmt			
Erhöhungsfaktoren für $\tau_{Rk,cr}$		$\psi_c$	C25/30	1,02							
			C30/37	1,04							
			C35/45	1,07							
			C40/50	1,08							
			C45/55	1,09							
			C50/60	1,10							
Faktor gemäß CEN/TS 1992-4-5		$k_B$	[-]	7,2							
<b>Betonausbruch</b>											
Faktor gemäß CEN/TS 1992-4-5		$k_{cr}$	[-]	7,2							
Randabstand		$c_{cr,N}$	[mm]	1,5 $h_{ef}$							
Achsabstand		$s_{cr,N}$	[mm]	3,0 $h_{ef}$							
Montagesicherheitsbeiwert (trockener und feuchter Beton)		$\gamma_2 = \gamma_{inst}$	[-]	1,0	1,2						
Montagesicherheitsbeiwert (wassergefülltes Bohrloch)		$\gamma_2 = \gamma_{inst}$	[-]	1,4				Keine Leistung bestimmt			

**Injektionssystem VMU plus für Beton**

**Leistung**  
Charakteristische Werte für **Ankerstangen** bei **Zugbeanspruchung** im **gerissenen Beton**

**Anhang C2**

**Tabelle C3: Charakteristische Werte für Ankerstangen bei Zugbeanspruchung im ungerissenen Beton**

Ankerstange				M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
<b>Stahlversagen</b>											
Charakteristische Zugtragfähigkeit		$N_{Rk,s}$	[kN]	Siehe Tabelle C1							
<b>Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch</b>											
Charakteristische Verbundtragfähigkeit im ungerissenen Beton C20/25											
Temperaturbereich I: 40°C/24°C	trockener und feuchter Beton	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	10	12	12	12	12	11	10	9
	wassergefülltes Bohrloch	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	7,5	8,5	8,5	8,5	Keine Leistung bestimmt			
Temperaturbereich II: 80°C/50°C	trockener und feuchter Beton	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	7,5	9	9	9	9	8,5	7,5	6,5
	wassergefülltes Bohrloch	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	5,5	6,5	6,5	6,5	Keine Leistung bestimmt			
Temperaturbereich III: 120°C/72°C	trockener und feuchter Beton	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	5,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	5,5	5,0
	wassergefülltes Bohrloch	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	4,0	5,0	5,0	5,0	Keine Leistung bestimmt			
Erhöhungsfaktoren für $\tau_{Rk,ucr}$		$\psi_c$	C25/30	1,02							
			C30/37	1,04							
			C35/45	1,07							
			C40/50	1,08							
			C45/55	1,09							
			C50/60	1,10							
Faktor gemäß CEN/TS 1992-4-5		$k_B$	[-]	10,1							
<b>Betonausbruch</b>											
Faktor gemäß CEN/TS 1992-4-5		$k_{ucr}$	[-]	10,1							
Randabstand		$c_{cr,N}$	[mm]	1,5 $h_{ef}$							
Achsabstand		$s_{cr,N}$	[mm]	3,0 $h_{ef}$							
<b>Spalten</b>											
Randabstand		$c_{cr,sp}$	[mm]	$1,0 \cdot h_{ef} \leq 2 \cdot h_{ef} \left( 2,5 - \frac{h}{h_{ef}} \right) \leq 2,4 \cdot h_{ef}$							
Achsabstand		$s_{cr,sp}$	[mm]	2 $c_{cr,sp}$							
Montagesicherheitsbeiwert (trockener und feuchter Beton)		$\gamma_2 = \gamma_{inst}$	[-]	1,0	1,2						
Montagesicherheitsbeiwert (wassergefülltes Bohrloch)		$\gamma_2 = \gamma_{inst}$	[-]	1,4				Keine Leistung bestimmt			

**Injektionssystem VMU plus für Beton**

**Leistung**  
Charakteristische Werte für **Ankerstangen** bei **Zugbeanspruchung** im **ungerissenen Beton**

**Anhang C3**

**Tabelle C4:** Charakteristische Werte für **Ankerstangen** bei **Querbeanspruchung** im **gerissenen und ungerissenen Beton**

Ankerstange			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
<b>Stahlversagen ohne Hebelarm</b>										
Charakteristische Quertragfähigkeit	$V_{Rk,s}$	[kN]	Siehe Tabelle C1							
Duktilitätsfaktor gemäß CEN/TS 1992-4-5	$k_2$	[-]	0,8							
<b>Stahlversagen mit Hebelarm</b>										
Charakteristisches Biegemoment	$M^0_{Rk,s}$	[Nm]	Siehe Tabelle C1							
<b>Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite</b>										
Faktor k gemäß TR 029 bzw. $k_3$ gemäß CEN/TS 1992-4-5	$k_{(3)}$	[-]	2,0							
<b>Betonkantenbruch</b>										
Effektive Ankerlänge	$l_f$	[mm]	$l_f = \min(h_{ef}; 8 d_{nom})$							
Außendurchmesser des Dübels	$d_{nom}$	[mm]	8	10	12	16	20	24	27	30
Montagesicherheitsbeiwert	$\gamma_2 = \gamma_{inst}$	[-]	1,0							

**Injektionssystem VMU plus für Beton**

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

**Anhang C4**

**Tabelle C5: Charakteristische Werte für Ankerstangen bei seismischer Beanspruchung, Kategorie C1**

Ankerstange				M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
<b>Zugbeanspruchung</b>											
<b>Stahlversagen</b>											
Charakteristische Zugtragfähigkeit		$N_{Rk,s,seis}$	[kN]	1,0 · $N_{Rk,s}$ (siehe Tabelle C1)							
<b>Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch</b>											
Charakteristische Verbundtragfähigkeit in Beton C20/25 bis C50/60											
Temperaturbereich I: 40°C/24°C	trockener und feuchter Beton	$\tau_{Rk,seis}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	2,5	3,1	3,7	3,7	3,7	3,8	4,5	4,5
	wassergefülltes Bohrloch	$\tau_{Rk,seis}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	2,5	2,5	3,7	3,7	Keine Leistung bestimmt			
Temperaturbereich II: 80°C/50°C	trockener und feuchter Beton	$\tau_{Rk,seis}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	1,6	2,2	2,7	2,7	2,7	2,8	3,1	3,1
	wassergefülltes Bohrloch	$\tau_{Rk,seis}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	1,6	1,9	2,7	2,7	Keine Leistung bestimmt			
Temperaturbereich III: 120°C/72°C	trockener und feuchter Beton	$\tau_{Rk,seis}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	1,3	1,6	2,0	2,0	2,0	2,1	2,4	2,4
	wassergefülltes Bohrloch	$\tau_{Rk,seis}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	1,3	1,6	2,0	2,0	Keine Leistung bestimmt			
Erhöhungsfaktor für $\tau_{Rk,seis}$		$\psi_c$	[-]	1,0							
Montagesicherheitsbeiwert (trockener und feuchter Beton)		$\gamma_2 = \gamma_{inst}$	[-]	1,0	1,2						
Montagesicherheitsbeiwert (wassergefülltes Bohrloch)		$\gamma_2 = \gamma_{inst}$	[-]	1,4				Keine Leistung bestimmt			
<b>Querbeanspruchung</b>											
<b>Stahlversagen ohne Hebelarm</b>											
Charakteristische Quertragfähigkeit		$V_{Rk,s,seis}$	[kN]	0,7 · $V_{Rk,s}$ (siehe Tabelle C1)							
<b>Stahlversagen mit Hebelarm</b>											
Charakteristisches Biegemoment		$M^0_{Rk,s,seis}$	[Nm]	Keine Leistung bestimmt (NPD)							

**Injektionssystem VMU plus für Beton**

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

**Anhang C5**

**Tabelle C6: Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Innengewindeankerstange im gerissenen Beton**

Innengewindeankerstange				IG-M 6	IG-M 8	IG-M 10	IG-M 12	IG-M 16	IG-M20	
<b>Stahlversagen <sup>1)</sup></b>										
Charakteristische Zugtragfähigkeit, Stahl, Festigkeitsklasse 5.8		$N_{Rk,s}$	[kN]	10	18	29	42	79	123	
Teilsicherheitsbeiwert		$\gamma_{Ms,N}$	[-]	1,5						
Charakteristische Zugtragfähigkeit, Stahl, Festigkeitsklasse 8.8		$N_{Rk,s}$	[kN]	16	27	46	67	121	196	
Teilsicherheitsbeiwert		$\gamma_{Ms,N}$	[-]	1,5						
Charakteristische Zugtragfähigkeit, Nichtrostender Stahl A4 / HCR, Fkl. 70		$N_{Rk,s}$	[kN]	14	26	41	59	110	124 <sup>2)</sup>	
Teilsicherheitsbeiwert		$\gamma_{Ms,N}$	[-]	1,87						
<b>Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch</b>										
<b>Charakteristische Verbundtragfähigkeit im gerissenen Beton C20/25</b>										
Temperaturbereich I: 40°C/24°C	trockener und feuchter Beton	$\tau_{Rk,cr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	5,0	5,5	5,5	5,5	5,5	6,5	
	wassergefülltes Bohrloch	$\tau_{Rk,cr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	4,0	5,5	5,5	Keine Leistung bestimmt			
Temperaturbereich II: 80°C/50°C	trockener und feuchter Beton	$\tau_{Rk,cr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	3,5	4,0	4,0	4,0	4,0	4,5	
	wassergefülltes Bohrloch	$\tau_{Rk,cr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	3,0	4,0	4,0	Keine Leistung bestimmt			
Temperaturbereich III: 120°C/72°C	trockener und feuchter Beton	$\tau_{Rk,cr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	2,5	3,0	3,0	3,0	3,0	3,5	
	wassergefülltes Bohrloch	$\tau_{Rk,cr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	2,5	3,0	3,0	Keine Leistung bestimmt			
Erhöhungsfaktor für $\tau_{Rk,cr}$		$\psi_c$	C25/30	1,02						
			C30/37	1,04						
			C35/45	1,07						
			C40/50	1,08						
			C45/55	1,09						
			C50/60	1,10						
Faktor gem. CEN/TS1992-4-5		$k_B$	[-]	7,2						
<b>Betonausbruch</b>										
Faktor gem. CEN/TS1992-4-5		$k_{cr}$	[-]	7,2						
Randabstand		$c_{cr,N}$	[mm]	1,5 $h_{ef}$						
Achsabstand		$s_{cr,N}$	[mm]	3,0 $h_{ef}$						
Montagesicherheitsbeiwert <b>Trockener und feuchter Beton</b>		$\gamma_2 = \gamma_{inst}$	[-]	1,2						
Montagesicherheitsbeiwert <b>wassergefülltes Bohrloch</b>		$\gamma_2 = \gamma_{inst}$	[-]	1,4			Keine Leistung bestimmt			

<sup>1)</sup> 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.

<sup>2)</sup> 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** im gerissenen Beton

**Anhang C6**

**Tabelle C7: Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Innengewindeankerstangen im ungerissenen Beton**

Ankerstangen mit Innengewinde				IG-M 6	IG-M 8	IG-M 10	IG-M 12	IG-M 16	IG-M 20
<b>Stahlversagen<sup>1)</sup></b>									
Charakteristische Zugtragfähigkeit, Stahl, Festigkeitsklasse 5.8		$N_{Rk,s}$	[kN]	10	18	29	42	79	123
Teilsicherheitsbeiwert		$\gamma_{Ms,N}$	[-]	1,5					
Charakteristische Zugtragfähigkeit, Stahl, Festigkeitsklasse 8.8		$N_{Rk,s}$	[kN]	16	27	46	67	121	196
Teilsicherheitsbeiwert		$\gamma_{Ms,N}$	[-]	1,5					
Charakteristische Zugtragfähigkeit, Nichtrostender Stahl A4 / HCR, Fkl. 70		$N_{Rk,s}$	[kN]	14	26	41	59	110	124 <sup>2)</sup>
Teilsicherheitsbeiwert		$\gamma_{Ms,N}$	[-]	1,87					
<b>Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch</b>									
<b>Charakteristische Verbundtragfähigkeit im ungerissenen Beton C20/25</b>									
Temperaturbereich I: 40°C/24°C	trockener und feuchter Beton	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	12	12	12	12	11	9,0
	wassergefülltes Bohrloch	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	8,5	8,5	8,5	Keine Leistung bestimmt		
Temperaturbereich II: 80°C/50°C	trockener und feuchter Beton	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	9,0	9,0	9,0	9,0	8,5	6,5
	wassergefülltes Bohrloch	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	6,5	6,5	6,5	Keine Leistung bestimmt		
Temperaturbereich III: 120°C/72°C	trockener und feuchter Beton	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	5,0
	wassergefülltes Bohrloch	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	5,0	5,0	5,0	Keine Leistung bestimmt		
Erhöhungsfaktor für $\tau_{Rk,ucr}$		$\psi_c$	C25/30	1,02					
			C30/37	1,04					
			C35/45	1,07					
			C40/50	1,08					
			C45/55	1,09					
			C50/60	1,10					
Faktor gem. CEN/TS1992-4-5		$k_8$	[-]	10,1					
<b>Betonausbruch</b>									
Faktor gem. CEN/TS1992-4-5		$k_{ucr}$	[-]	10,1					
Randabstand		$c_{cr,N}$	[mm]	1,5 $h_{ef}$					
Achsabstand		$s_{cr,N}$	[mm]	3,0 $h_{ef}$					
<b>Spalten</b>									
Randabstand	$h/h_{ef} \geq 2,0$	$c_{cr,sp}$	[mm]	1,0 $h_{ef}$					
	$2,0 > h/h_{ef} > 1,3$			$2 \cdot h_{ef} (2,5 - h/h_{ef})$					
	$h/h_{ef} \leq 1,3$			2,4 $h_{ef}$					
Achsabstand		$s_{cr,sp}$	[mm]	2 $c_{cr,sp}$					
Montagesicherheitsbeiwert (trockener und feuchter Beton)		$\gamma_2 = \gamma_{inst}$	[-]	1,2					
Montagesicherheitsbeiwert (wassergefülltes Bohrloch)		$\gamma_2 = \gamma_{inst}$	[-]	1,4			Keine Leistung bestimmt		

<sup>1)</sup> 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.

<sup>2)</sup> 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 im ungerissenen Beton

**Anhang C7**

**Tabelle C8: Charakteristische Werte für Innengewindeankerstange bei Querbeanspruchung im gerissenen und ungerissenen Beton**

Ankerstange mit Innengewinde			IG-M 6	IG-M 8	IG-M 10	IG-M 12	IG-M 16	IG-M 20
<b>Stahlversagen ohne Hebelarm<sup>1)</sup></b>								
Charakteristische Quertragfähigkeit, Stahl vz, Festigkeitsklasse 5.8	$V_{Rk,s}$	[kN]	5	9	15	21	39	61
Teilsicherheitsbeiwert	$\gamma_{Ms,v}$	[-]	1,25					
Charakteristische Quertragfähigkeit, Stahl vz, Festigkeitsklasse 8.8	$V_{Rk,s}$	[kN]	8	14	23	34	60	98
Teilsicherheitsbeiwert	$\gamma_{Ms,v}$	[-]	1,25					
Charakteristische Quertragfähigkeit, Nichtrostender Stahl A4 / HCR, Festigkeitsklasse 70	$V_{Rk,s}$	[kN]	7	13	20	30	55	62 <sup>2)</sup>
Teilsicherheitsbeiwert	$\gamma_{Ms,v}$	[-]	1,56					
Duktilitätsfaktor gemäß CEN/TS 1992-4-5	$k_2$	[-]	0,8					
<b>Stahlversagen mit Hebelarm<sup>1)</sup></b>								
Charakteristisches Biegemoment Stahl vz, Festigkeitsklasse 5.8	$M^0_{Rk,s}$	[Nm]	8	19	37	66	167	325
Teilsicherheitsbeiwert	$\gamma_{Ms,v}$	[-]	1,25					
Charakteristisches Biegemoment Stahl vz, Festigkeitsklasse 8.8	$M^0_{Rk,s}$	[Nm]	12	30	60	105	267	519
Teilsicherheitsbeiwert	$\gamma_{Ms,v}$	[-]	1,25					
Charakteristisches Biegemoment Nichtrostender Stahl A4 / HCR, Festigkeitsklasse 70	$M^0_{Rk,s}$	[Nm]	11	26	53	92	234	643 <sup>2)</sup>
Teilsicherheitsbeiwert	$\gamma_{Ms,v}$	[-]	1,56					
<b>Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite</b>								
Faktor $k$ gemäß TR 029 bzw. Faktor $k_3$ gemäß CEN/TS 1992-4-5	$k_{(3)}$	[-]	2,0					
<b>Betonkantenbruch</b>								
Effektive Ankerlänge	$l_f$	[mm]	$l_f = \min(h_{ef}; 8 d_{nom})$					
Außendurchmesser der Ankerstange	$d_{nom}$	[mm]	10	12	16	20	24	30
Montagesicherheitsbeiwert	$\gamma_2 = \gamma_{inst}$	[-]	1,0					

<sup>1)</sup> 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.

<sup>2)</sup> 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 C9: Charakteristische Werte für Betonstahl bei Zugbeanspruchung im gerissenen Beton**

Betonstahl				Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 25	Ø 28	Ø 32	
<b>Stahlversagen</b>													
Charakteristische Zugtragfähigkeit		$N_{Rk,s}$	[kN]	$A_s \cdot f_{uk}^{1)}$									
<b>Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch</b>													
Charakteristische Verbundtragfähigkeit im gerissenen Beton C20/25													
Temperaturbereich I: 40°C/24°C	trockener und feuchter Beton	$\tau_{Rk,cr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	4,0	5,0	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	6,5	6,5	
	wassergefülltes Bohrloch	$\tau_{Rk,cr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	4,0	4,0	5,5	5,5	5,5	Keine Leistung bestimmt				
Temperaturbereich II: 80°C/50°C	trockener und feuchter Beton	$\tau_{Rk,cr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	2,5	3,5	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,5	4,5	
	wassergefülltes Bohrloch	$\tau_{Rk,cr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	2,5	3,0	4,0	4,0	4,0	Keine Leistung bestimmt				
Temperaturbereich III: 120°C/72°C	trockener und feuchter Beton	$\tau_{Rk,cr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	2,0	2,5	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,5	3,5	
	wassergefülltes Bohrloch	$\tau_{Rk,cr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	2,0	2,5	3,0	3,0	3,0	Keine Leistung bestimmt				
Erhöhungsfaktoren für $\tau_{Rk,cr}$		$\psi_c$	C25/30	1,02									
			C30/37	1,04									
			C35/45	1,07									
			C40/50	1,08									
			C45/55	1,09									
			C50/60	1,10									
Faktor gemäß CEN/TS 1992-4-5		$k_8$	[-]	7,2									
<b>Betonversagen</b>													
Faktor gemäß CEN/TS 1992-4-5		$k_{cr}$	[-]	7,2									
Randabstand		$c_{cr,N}$	[mm]	1,5 $h_{ef}$									
Achsabstand		$s_{cr,N}$	[mm]	3,0 $h_{ef}$									
Montagesicherheitsbeiwert (trockener und feuchter Beton)		$\gamma_2 = \gamma_{inst}$	[-]	1,0	1,2								
Montagesicherheitsbeiwert (wassergefülltes Bohrloch)		$\gamma_2 = \gamma_{inst}$	[-]	1,4						Keine Leistung bestimmt			

<sup>1)</sup>  $f_{uk} = f_{tk} = k \cdot f_{yk}$

**Injektionssystem VMU plus für Beton**

**Leistung**  
Charakteristische Werte für **Betonstahl** bei **Zugbeanspruchung** im **gerissenen Beton**

**Anhang C9**

**Tabelle C10: Charakteristische Werte für Betonstahl bei Zugbeanspruchung im ungerissenen Beton**

Betonstahl			Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 25	Ø 28	Ø 32	
<b>Stahlversagen</b>												
Charakteristische Zugtragfähigkeit		$N_{Rk,s}$	[kN]	$A_s \cdot f_{yk}^{1)}$								
<b>Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch</b>												
Charakteristische Verbundtragfähigkeit im ungerissenen Beton C20/25												
Temperaturbereich I: 40°C/24°C	trockener und feuchter Beton	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	10	12	12	12	12	12	11	10	8,5
	wassergefülltes Bohrloch	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	7,5	8,5	8,5	8,5	8,5	Keine Leistung bestimmt			
Temperaturbereich II: 80°C/50°C	trockener und feuchter Beton	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	7,5	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	8,0	7,0	6,0
	wassergefülltes Bohrloch	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	5,5	6,5	6,5	6,5	6,5	Keine Leistung bestimmt			
Temperaturbereich III: 120°C/72°C	trockener und feuchter Beton	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	5,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,0	5,0	4,5
	wassergefülltes Bohrloch	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	4,0	5,0	5,0	5,0	5,0	Keine Leistung bestimmt			
Erhöhungsfaktoren für $\tau_{Rk,ucr}$		$\psi_c$	C25/30	1,02								
			C30/37	1,04								
			C35/45	1,07								
			C40/50	1,08								
			C45/55	1,09								
			C50/60	1,10								
Faktor gemäß CEN/TS 1992-4-5		$k_B$	[-]	10,1								
<b>Betonversagen</b>												
Faktor gemäß CEN/TS 1992-4-5		$k_{ucr}$	[-]	10,1								
Randabstand		$c_{cr,N}$	[mm]	1,5 $h_{ef}$								
Achsabstand		$s_{cr,N}$	[mm]	3,0 $h_{ef}$								
<b>Spalten</b>												
Randabstand		$c_{cr,sp}$	[mm]	$1,0 \cdot h_{ef} \leq 2 \cdot h_{ef} \left( 2,5 - \frac{h}{h_{ef}} \right) \leq 2,4 \cdot h_{ef}$								
Achsabstand		$s_{cr,sp}$	[mm]	2 $c_{cr,sp}$								
Montagesicherheitsbeiwert (trockener und feuchter Beton)		$\gamma_2 = \gamma_{inst}$	[-]	1,0	1,2							
Montagesicherheitsbeiwert (wassergefülltes Bohrloch)		$\gamma_2 = \gamma_{inst}$	[-]	1,4					Keine Leistung bestimmt			

<sup>1)</sup>  $f_{yk} = f_{tk} = k \cdot f_{yk}$

**Injektionssystem VMU plus für Beton**

**Leistung**  
Charakteristische Werte für **Betonstahl** bei **Zugbeanspruchung** im **ungerissenen Beton**

**Anhang C10**

**Tabelle C11: Charakteristische Werte für Betonstahl bei Querbeanspruchung im gerissenen und ungerissenen Beton**

Betonstahl			Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 25	Ø 28	Ø 32
<b>Stahlversagen ohne Hebelarm</b>											
Charakteristische Quertragfähigkeit	$V_{Rk,s}$	[kN]	$0,50 \cdot A_s \cdot f_{uk}^{1)}$								
Duktilitätsfaktor gemäß CEN/TS 1992-4-5	$k_2$	[-]	0,8								
<b>Stahlversagen mit Hebelarm</b>											
Charakteristisches Biegemoment	$M_{Rk,s}^0$	[Nm]	$1,2 \cdot W_{el} \cdot f_{uk}^{1)}$								
<b>Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite</b>											
Faktor k gemäß TR 029 bzw. $k_3$ gemäß CEN/TS 1992-4-5	$k_{(3)}$	[-]	2,0								
<b>Betonkantenbruch</b>											
Effektive Dübellänge	$l_f$	[mm]	$l_f = \min(h_{ef}; 8 d_{nom})$								
Außendurchmesser	$d_{nom}$	[mm]	8	10	12	14	16	20	25	28	32
Montagesicherheitsbeiwert	$\gamma_2 = \gamma_{inst}$	[-]	1,0								

<sup>1)</sup>  $f_{uk} = f_{tk} = k \cdot f_{yk}$

**Injektionssystem VMU plus für Beton**

**Leistung**  
Charakteristische Werte für **Betonstahl** bei **Querbeanspruchung** im **gerissenen und ungerissenen Beton**

**Anhang C11**

**Tabelle C12: Charakteristische Werte für Betonstahl bei seismischer Beanspruchung, Kategorie C1**

Betonstahl				Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 25	Ø 28	Ø 32	
<b>Zugbeanspruchung</b>													
<b>Stahlversagen</b>													
Charakteristische Zugtragfähigkeit		$N_{Rk,s,seis}$	[kN]	$A_s \cdot f_{uk}^{1)}$									
<b>Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch</b>													
Charakteristische Verbundtragfähigkeit im Beton C20/25 bis C50/60													
Temperaturbereich I: 40°C/24°C	trockener und feuchter Beton	$\tau_{Rk,seis}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	2,5	3,1	3,7	3,7	3,7	3,7	3,8	4,5	4,5	
	wassergefülltes Bohrloch	$\tau_{Rk,seis}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	2,5	2,5	3,7	3,7	3,7	Keine Leistung bestimmt				
Temperaturbereich II: 80°C/50°C	trockener und feuchter Beton	$\tau_{Rk,seis}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	1,6	2,2	2,7	2,7	2,7	2,7	2,8	3,1	3,1	
	wassergefülltes Bohrloch	$\tau_{Rk,seis}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	1,6	1,9	2,7	2,7	2,7	Keine Leistung bestimmt				
Temperaturbereich III: 120°C/72°C	trockener und feuchter Beton	$\tau_{Rk,seis}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	1,3	1,6	2,0	2,0	2,0	2,0	2,1	2,4	2,4	
	wassergefülltes Bohrloch	$\tau_{Rk,seis}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	1,3	1,6	2,0	2,0	2,0	Keine Leistung bestimmt				
Erhöhungsfaktor für $\tau_{Rk,seis}$		$\psi_c$	[-]	1,0									
Montagesicherheitsbeiwert (trockener und feuchter Beton)		$\gamma_2 = \gamma_{inst}$	[-]	1,0	1,2								
Montagesicherheitsbeiwert (wassergefülltes Bohrloch)		$\gamma_2 = \gamma_{inst}$	[-]	1,4						Keine Leistung bestimmt			
<b>Querbeanspruchung</b>													
<b>Stahlversagen ohne Hebelarm</b>													
Charakteristische Quertragfähigkeit		$V_{Rk,s,seis}$	[kN]	$0,35 \cdot A_s \cdot f_{uk}^{1)}$									
<b>Stahlversagen mit Hebelarm</b>													
Charakteristisches Biegemoment		$M^0_{Rk,s,seis}$	[Nm]	Keine Leistung bestimmt									

<sup>1)</sup>  $f_{uk} = f_{tk} = k \cdot f_{yk}$

**Injektionssystem VMU plus für Beton**

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

**Anhang C12**

**Tabelle C13: Verschiebung unter Zugbeanspruchung<sup>1)</sup>**  
(Ankerstangen und Innengewindeankerstangen)

Ankerstange			M8	M10 IG-M6	M12 IG-M8	M16 IG- M10	M20 IG-M12	M24 IG-M16	M27	M30 IG-M20
<b>Ungerissener Beton C20/25</b>										
Temperaturbereich I: 40°C/24°C	δ <sub>N0</sub> -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,021	0,023	0,026	0,031	0,036	0,041	0,045	0,049
	δ <sub>N∞</sub> -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,030	0,033	0,037	0,045	0,052	0,060	0,065	0,071
Temperaturbereich II: 80°C/50°C	δ <sub>N0</sub> -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,050	0,056	0,063	0,075	0,088	0,100	0,110	0,119
	δ <sub>N∞</sub> -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,072	0,081	0,090	0,108	0,127	0,145	0,159	0,172
Temperaturbereich III: 120°C/72°C	δ <sub>N0</sub> -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,050	0,056	0,063	0,075	0,088	0,100	0,110	0,119
	δ <sub>N∞</sub> -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,072	0,081	0,090	0,108	0,127	0,145	0,159	0,172
<b>Gerissener Beton C20/25</b>										
Temperaturbereich I: 40°C/24°C	δ <sub>N0</sub> -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,090			0,070				
	δ <sub>N∞</sub> -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,105			0,105				
Temperaturbereich II: 80°C/50°C	δ <sub>N0</sub> -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,219			0,170				
	δ <sub>N∞</sub> -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,255			0,245				
Temperaturbereich III: 120°C/72°C	δ <sub>N0</sub> -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,219			0,170				
	δ <sub>N∞</sub> -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,255			0,245				

<sup>1)</sup> 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 C14: Verschiebung unter Querbeanspruchung<sup>1)</sup>**  
(Ankerstangen und Innengewindeankerstangen)

Ankerstange			M8	M10 IG-M6	M12 IG-M8	M16 IG- M10	M20 IG-M12	M24 IG-M16	M27	M30 IG-M20
<b>Ungerissener Beton C20/25</b>										
Alle Temperaturbereiche	δ <sub>V0</sub> -Faktor	[mm/(kN)]	0,06	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03
	δ <sub>V∞</sub> -Faktor	[mm/(kN)]	0,09	0,08	0,08	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05
<b>Gerissener Beton C20/25</b>										
Alle Temperaturbereiche	δ <sub>V0</sub> -Faktor	[mm/(kN)]	0,12	0,12	0,11	0,10	0,09	0,08	0,08	0,07
	δ <sub>V∞</sub> -Faktor	[mm/(kN)]	0,18	0,18	0,17	0,15	0,14	0,13	0,12	0,10

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

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

V: einwirkende Querkraft

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

**Injektionssystem VMU plus für Beton**

**Leistung**  
Verschiebungen (Ankerstangen und Innengewindeankerstangen)

**Anhang C13**

**Tabelle C15: Verschiebung unter Zugbeanspruchung<sup>1)</sup> (Betonstahl)**

Betonstahl			Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 25	Ø 28	Ø 32
<b>Ungerissener Beton C20/25</b>											
Temperaturbereich I: 40°C/24°C	δ <sub>N0</sub> -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,021	0,023	0,026	0,028	0,031	0,036	0,043	0,047	0,052
	δ <sub>N∞</sub> -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	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 <sub>N0</sub> -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,050	0,056	0,063	0,069	0,075	0,088	0,104	0,113	0,126
	δ <sub>N∞</sub> -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	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 <sub>N0</sub> -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,050	0,056	0,063	0,069	0,075	0,088	0,104	0,113	0,126
	δ <sub>N∞</sub> -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,072	0,081	0,090	0,099	0,108	0,127	0,149	0,163	0,181
<b>Gerissener Beton C20/25</b>											
Temperaturbereich I: 40°C/24°C	δ <sub>N0</sub> -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,090				0,070				
	δ <sub>N∞</sub> -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,105				0,105				
Temperaturbereich II: 80°C/50°C	δ <sub>N0</sub> -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,219				0,170				
	δ <sub>N∞</sub> -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,255				0,245				
Temperaturbereich III: 120°C/72°C	δ <sub>N0</sub> -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,219				0,170				
	δ <sub>N∞</sub> -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,255				0,245				

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

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

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

**Tabelle C16: Verschiebung unter Querbeanspruchung<sup>1)</sup> (Betonstahl)**

Betonstahl			Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 25	Ø 28	Ø 32
<b>Ungerissener Beton C20/25</b>											
Alle Temperaturbereiche	δ <sub>V0</sub> -Faktor	[mm/(kN)]	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03
	δ <sub>V∞</sub> -Faktor	[mm/(kN)]	0,09	0,08	0,08	0,06	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04
<b>Gerissener Beton C20/25</b>											
Alle Temperaturbereiche	δ <sub>V0</sub> -Faktor	[mm/(kN)]	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06
	δ <sub>V∞</sub> -Faktor	[mm/(kN)]	0,18	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14	0,12	0,11	0,10

<sup>1)</sup> 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 C14**