

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 13. November 2015

### 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

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

Diese Europäische Technische Bewertung enthält

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

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

Leitlinie für die europäisch technische Zulassung für "Metalldübel zur Verankerung im Beton" ETAG 001 Teil 5: "Verbunddübel", April 2013, verwendet als Europäisches Bewertungsdokument (EAD) gemäß Artikel 66 Absatz 3 der Verordnung (EU) Nr. 305/2011, ausgestellt.

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 handelsübliche Gewindestange in den Größen M8 bis M30 oder ein Betonstahl in den Größen 8 bis 32 mm.

Das Stahlteil wird in ein mit Injektionsmörtel gefülltes Bohrloch gesteckt und durch Verbund zwischen Stahlteil, Injektionsmörtel und Beton verankert.

Produkt und Produktbeschreibung sind in Anhang A dargestellt.

**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 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 8
Verschiebungen unter Zug- und Querbeanspruchung	Siehe Anhang C 9 / C 10

**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)**

Für die Grundanforderung Nutzungssicherheit gelten dieselben Anforderungen wie für die Grundanforderung mechanische Festigkeit und Standsicherheit.

**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**

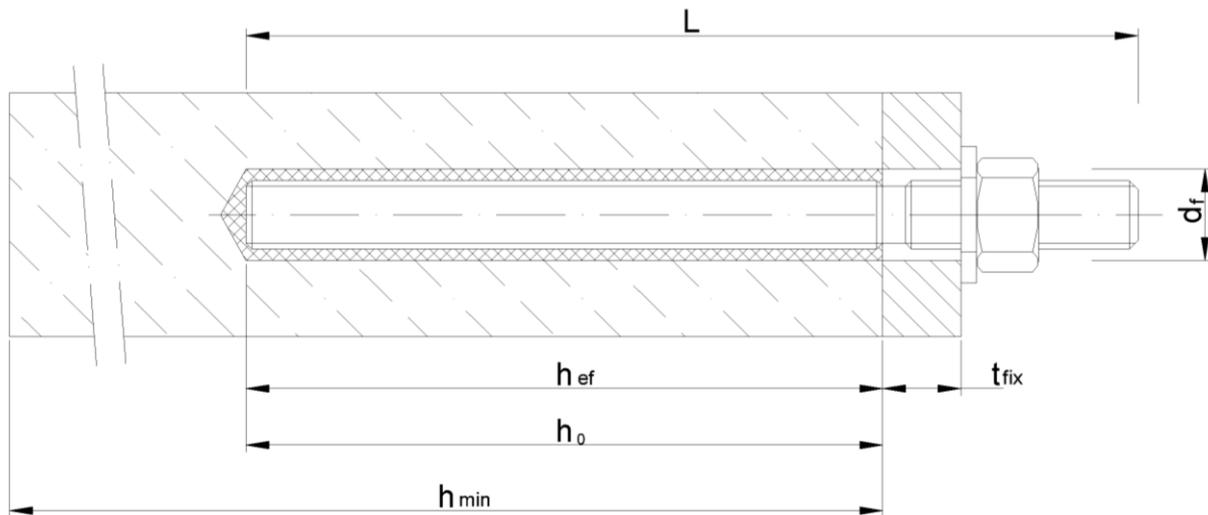
Technische Einzelheiten, die für die Durchführung des Systems zur Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit notwendig sind, sind Bestandteil des Prüfplans, der beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegt ist.

Ausgestellt in Berlin am 13. November 2015 vom Deutschen Institut für Bautechnik

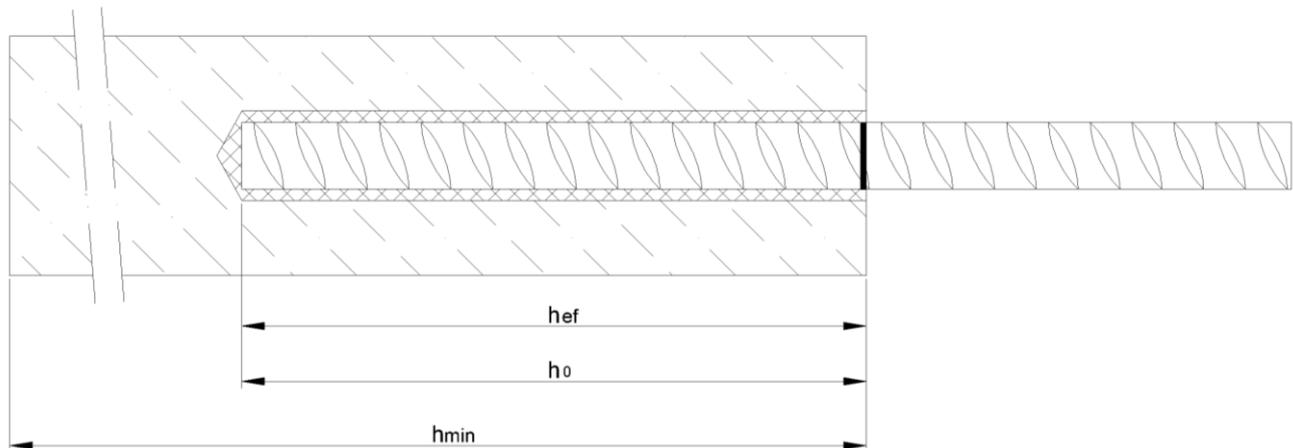
Uwe Bender  
Abteilungsleiter



### Einbauzustand Ankerstange



### Einbauzustand Betonstahl



- $d_f$  = Durchgangsloch im anzuschließenden Bauteil
- $t_{fix}$  = Dicke des Anbauteils
- $h_{ef}$  = effektive Verankerungstiefe
- $h_0$  = Bohrlochtiefe
- $h_{min}$  = Mindestbauteildicke

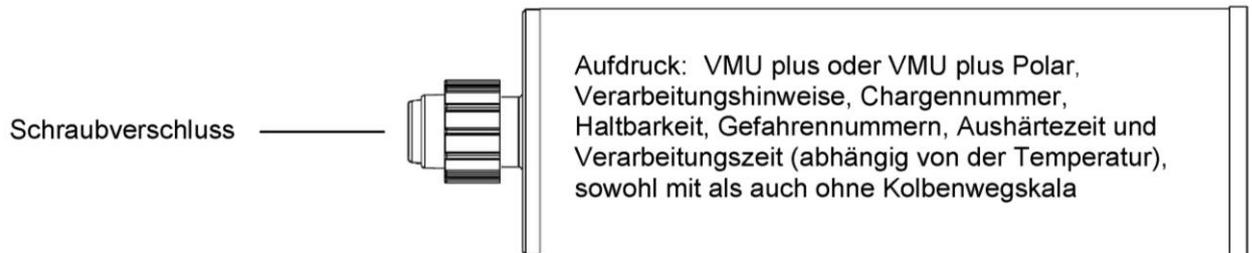
## Injektionssystem VMU plus für Beton

Produktbeschreibung  
Einbauzustand

Anhang A1

### Kartusche VMU plus oder VMU plus Polar

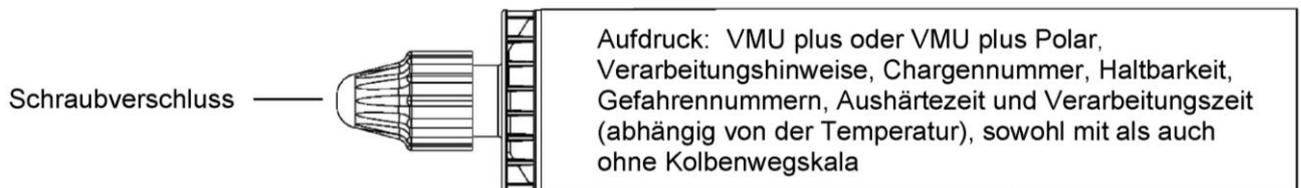
150 ml, 280 ml, 300 ml bis 333 ml und 380 ml bis 420 ml Kartusche (Typ: Koaxial)



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



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



Statikmischer

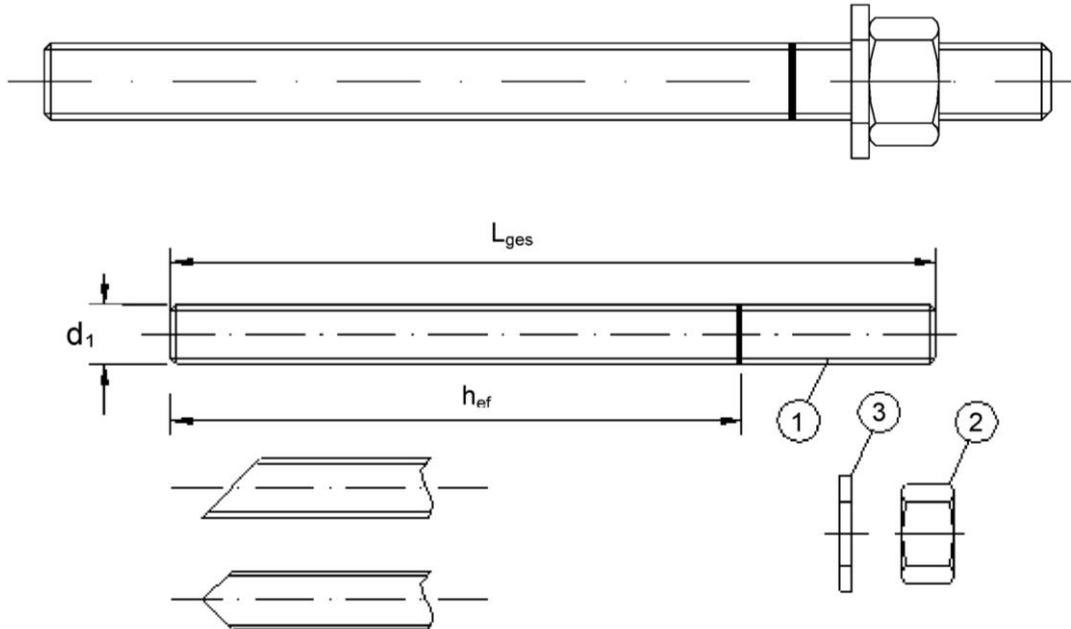


### Injektionssystem VMU plus für Beton

Produktbeschreibung  
Injektionssystem

Anhang A2

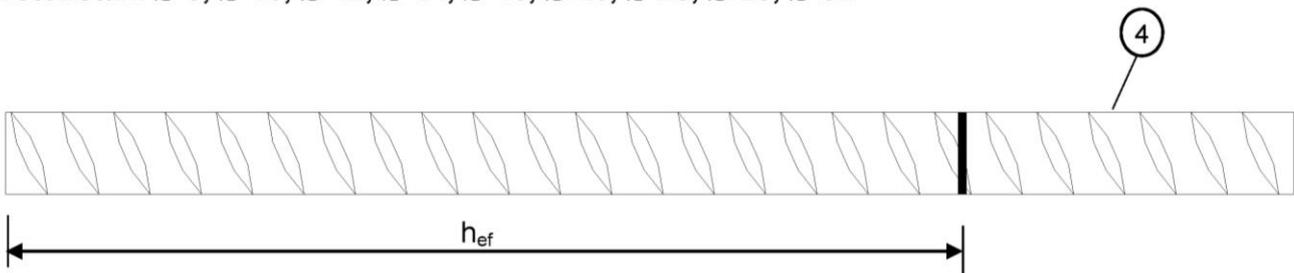
**Ankerstange M8, M10, M12, M16, M20, M24, M27, M30 mit Unterlegscheibe und Sechskantmutter**



Handelsübliche Gewindestange mit:

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

**Betonstahl  $\varnothing 8, \varnothing 10, \varnothing 12, \varnothing 14, \varnothing 16, \varnothing 20, \varnothing 25, \varnothing 28, \varnothing 32$**



- Mindestwerte der bezogenen Rippenfläche  $f_{R,min}$  gemäß 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)

**Injektionssystem VMU plus für Beton**

**Produktbeschreibung**  
Ankerstange und Betonstahl

**Anhang A3**

**Tabelle A1: Werkstoffe**

Teil	Benennung	Werkstoff
<b>Stahlteile, galvanisch verzinkt <math>\geq 5 \mu\text{m}</math> gemäß EN ISO 4042:1999 oder feuerverzinkt <math>\geq 40 \mu\text{m}</math> gemäß EN ISO 1461:2009 und EN ISO 10684:2004+AC:2009</b>		
1	Ankerstange	Stahl gemäß EN 10087:1998 oder EN 10263:2001 Festigkeitsklasse 4.6, 4.8, 5.8, 8.8 gemäß EN 1993-1-8:2005+AC:2009 $A_5 > 8\%$ Bruchdehnung
2	Sechskantmutter	Stahl gemäß EN 10087:1998 oder EN 10263:2001 Festigkeitsklasse 4 (für Ankerstangen der Klasse 4.6 oder 4.8) Festigkeitsklasse 5 (für Ankerstangen der Klasse 5.8) Festigkeitsklasse 8 (für Ankerstangen der Klasse 8.8) gemäß EN ISO 898-2:2012
3	Unterlegscheibe, EN ISO 887:2006, EN ISO 7089:2000, EN ISO 7093:2000 oder EN ISO 7094:2000	Stahl, galvanisch verzinkt oder feuerverzinkt
<b>Stahlteile aus nichtrostendem Stahl</b>		
1	Ankerstange	Werkstoff 1.4401 / 1.4404 / 1.4571 / 1.4362, EN 10088-1:2005, > M24: Festigkeitsklasse 50 EN ISO 3506-1:2009 $\leq$ M24: Festigkeitsklasse 70 EN ISO 3506-1:2009 $A_5 > 8\%$ Bruchdehnung
2	Sechskantmutter	Werkstoff 1.4401 / 1.4404 / 1.4571 / 1.4362, EN 10088:2005, > M24: Festigkeitsklasse 50 (für Ankerstangen der Klasse 50) $\leq$ M24: Festigkeitsklasse 70 (für Ankerstangen der Klasse 70) gemäß EN ISO 3506-2:2009
3	Unterlegscheibe, EN ISO 887:2006, EN ISO 7089:2000, EN ISO 7093:2000 oder EN ISO 7094:2000	Werkstoff 1.4401, 1.4404, 1.4571 oder 1.4362 gemäß EN 10088-1:2005
<b>Stahlteile aus hochkorrosionsbeständigem Stahl</b>		
1	Ankerstange	Werkstoff 1.4529 / 1.4565, EN 10088-1:2005, > M24: Festigkeitsklasse 50 EN ISO 3506-1:2009 $\leq$ M24: Festigkeitsklasse 70 EN ISO 3506-1:2009 $A_5 > 8\%$ Bruchdehnung
2	Sechskantmutter	Werkstoff 1.4529 / 1.4565, EN 10088-1:2005, > M24: Festigkeitsklasse 50 (für Ankerstangen der Klasse 50) $\leq$ M24: Festigkeitsklasse 70 (für Ankerstangen der Klasse 70) gemäß EN ISO 3506-2:2009
3	Unterlegscheibe, EN ISO 887:2006, EN ISO 7089:2000, EN ISO 7093:2000 oder EN ISO 7094:2000	Werkstoff 1.4529 / 1.4565 gemäß EN 10088-1:2005
<b>Betonstahl</b>		
4	Betonstahl gemäß EN 1992-1-1:2004+AC:2010, Anhang C	Stäbe und Betonstabstahl 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  
Werkstoffe

**Anhang A4**

## Spezifizierung des Verwendungszwecks

### Beanspruchung der Verankerung:

- Statische und quasi-statische Lasten: M8 bis M30, Betonstahl Ø8 bis Ø32.
- Seismische Einwirkung für Kategorie C1: M8 bis M30, Betonstahl Ø8 bis Ø32.

### Verankerungsgrund:

- Bewehrter oder unbewehrter Normalbeton gemäß EN 206-1:2000.
- Festigkeitsklasse C20/25 bis C50/60 gemäß EN 206-1:2000.
- Gerissener und ungerissener Beton: M8 bis M30, Betonstahl Ø8 bis Ø32.

### Temperaturbereich:

- I: - 40 °C bis +40 °C (max. Langzeit-Temperatur +24 °C und max. Kurzzeit-Temperatur +40 °C)
- II: - 40 °C bis +80 °C (max. Langzeit-Temperatur +50 °C und max. Kurzzeit-Temperatur +80 °C)
- 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 (verzinktem Stahl, nichtrostendem Stahl oder hochkorrosionsbeständiger Stahl).
- Bauteile im Freien (einschließlich Industrielatmosphäre 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 nasser Beton: M8 bis M30, Betonstahl Ø8 bis Ø32.
- Wassergefüllte Bohrlöcher (nicht Seewasser): M8 bis M16, Betonstahl Ø8 bis Ø16.
- Bohrlochherstellung durch Hammer- oder Pressluftbohren.
- 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	
Bohrerinnendurchmesser	$d_0 =$ [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	$d_f \leq$ [mm]	9	12	14	18	22	26	30	33	
Bürostendurchmesser	$d_b$ [mm]	12	14	16	20	26	30	34	37	
Drehmoment	$T_{inst} \leq$ [mm]	10	20	40	80	120	160	180	200	
Anbauteildicke	$t_{fix,min} >$ [mm]	0								
	$t_{fix,max} <$ [mm]	1500								
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	

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

Betonstahl		Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 25	Ø 28	Ø 32
Bohrerinnendurchmesser	$d_0 =$ [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	480	540	640
Bürostendurchmesser	$d_b$ [mm]	14	16	18	20	22	26	34	37	41,5
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**

## Stahlbürste

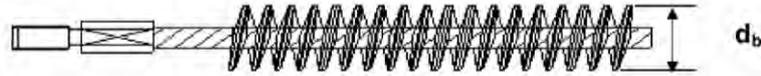


Tabelle B3: Parameter für Reinigungs- und Setzubehör

Ankerstange	Betonstahl	$d_0$ Bohrer - $\varnothing$	$d_b$ Bürsten - $\varnothing$	$d_{b,min}$ min. Bürsten - $\varnothing$	Injektionsadapter
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[-]
M8		10	12	10,5	Kein Injektionsadapter notwendig
M10	8	12	14	12,5	
M12	10	14	16	14,5	
	12	16	18	16,5	
M16	14	18	20	18,5	
	16	20	22	20,5	
M20	20	24	26	24,5	VM-IA 24
M24		28	30	28,5	VM-IA 28
M27	25	32	34	32,5	VM-IA 32
M30	28	35	37	35,5	VM-IA 35
	32	40	41,5	40,5	VM-IA 40



**Ausblaspumpe (Volumen 750ml)**  
Bohrerdurchmesser ( $d_0$ ): 10 mm bis 20 mm,  
Verankerungstiefe ( $h_{ef}$ ): bis 240mm,  
im ungerissenen Beton



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



**Injektionsadapter für Überkopf- oder Horizontalmontage**  
Bohrerdurchmesser ( $d_0$ ): 24 mm bis 40 mm

## Injektionssystem VMU plus für Beton

**Verwendungszweck**  
Reinigungs- und Installationszubehör

**Anhang B3**

## Montageanweisung

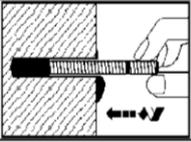
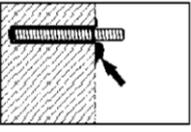
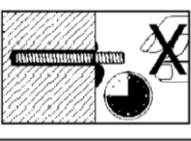
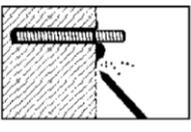
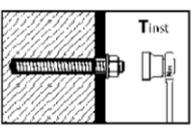
1.		Bohrloch drehschlagend mit vorgeschriebenem Bohrerdurchmesser (Tabelle B1 oder Tabelle B2) und gewählter Bohrlochtiefe erstellen. Bei Fehlbohrungen ist das Bohrloch zu vermörteln.  <b>Achtung! Vor dem Reinigen des Bohrloches stehendes Wasser entfernen!</b>
2a.		<b>Reinigung mit Druckluft:</b> Das Bohrloch vom Bohrlochgrund her 4x vollständig mit Druckluft (min. 6 bar) ausblasen. Bei tiefen Bohrlochern sind Verlängerungen zu verwenden.
oder		<b>Manuelle Reinigung:</b> <u>Ungerissener Beton:</u> Bohrerdurchmesser ≤ 20mm und Verankerungstiefe ≤ 240mm <u>Gerissener Beton:</u> M12, M16, Ø 12, Ø 14, Ø 16 und Verankerungstiefe ≤ 240 mm Das Bohrloch vom Bohrlochgrund her 4x vollständig ausblasen. Die Ausblaspumpe darf verwendet werden.
2b.		Bohrloch mit geeigneter Drahtbürste gem. Tabelle B3 (minimaler Bürstendurchmesser $d_{b,min}$ ist einzuhalten und zu überprüfen) 4x mittels eines Akkuschaubers oder Bohrmaschine ausbürsten. Bei tiefen Bohrlochern Bürstenverlängerung benutzen.
2c.		<b>Reinigung mit Druckluft:</b> Das Bohrloch vom Bohrlochgrund her 4x vollständig mit Druckluft (min. 6 bar) ausblasen. Bei tiefen Bohrlochern sind Verlängerungen zu verwenden.
oder		<b>Manuelle Reinigung:</b> <u>Ungerissener Beton:</u> Bohrerdurchmesser ≤ 20mm und Verankerungstiefe ≤ 240mm <u>Gerissener Beton:</u> M12, M16, Ø 12, Ø 14, Ø 16 und Verankerungstiefe ≤ 240 mm Das Bohrloch vom Bohrlochgrund her 4x vollständig ausblasen. Die Ausblaspumpe darf verwendet werden.  <b>Nach der Reinigung ist das Bohrloch bis zum Injizieren des Mörtels vor erneutem Verschmutzen in einer geeigneten Weise zu schützen. Ggf. ist die Reinigung unmittelbar vor dem Injizieren des Mörtels zu wiederholen. Einfließendes Wasser darf nicht zur erneuten Verschmutzung des Bohrloches führen.</b>
3.		Den mitgelieferten Statikmischer fest auf die Kartusche aufschrauben und Kartusche in eine geeignete Auspresspistole einlegen. Den Schlauchfolienclip vor der Verwendung abschneiden. Bei jeder Arbeitsunterbrechung länger als die empfohlene Verarbeitungszeit (Tabelle B4 oder Tabelle B5) und bei jeder neuen Kartusche ist der Statikmischer zu erneuern.
4.		Vor dem Injizieren des Mörtels die geforderte Verankerungstiefe auf der Ankerstange 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 Schlauchfoliengebunden sind min. 6 volle Hübe zu verwerfen.
6.		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 190 mm passende Mischerverlängerung verwenden. Für die Horizontal- oder Überkopfmontage sind Injektionsadapter gemäß Anhang B3 und Mischerverlängerungen zu verwenden. Die temperaturrelevanten Verarbeitungszeiten (Tabelle B4 oder Tabelle B5) sind zu beachten.

### Injektionssystem VMU plus für Beton

Verwendungszweck  
Montageanweisung

Anhang B4

### Montageanweisung (Fortsetzung)

7.		<p>Befestigungselement mit leichten Drehbewegungen bis zur festgelegten Verankerungstiefe einführen.</p> <p>Die Ankerstange muss schmutz-, fett- und ölfrei sein.</p>
8.		<p>Nach der Installation des Ankers sollte der Ringspalt komplett mit Mörtel ausgefüllt sein. Wird kein Mörtel an der Betonoberfläche sichtbar, ist die Ankerstange sofort heraus zu ziehen und erneut bei Schritt 6 zu beginnen. Bei Überkopfmontage ist der Anker zu fixieren (z.B. Holzkeile).</p>
9.		<p>Die angegebene Aushärtezeit muss eingehalten werden. Anker während der Aushärtezeit nicht bewegen oder belasten. (siehe Tabelle B4 oder Tabelle B5).</p>
10.		<p>Ausgetretenen Mörtel entfernen.</p>
11.		<p>Nach vollständiger Aushärtung kann das Anbauteil mit dem zulässigen Drehmoment <math>T_{inst}</math> (Tabelle B1) montiert werden. Die Mutter muss mit einem kalibrierten Drehmomentschlüssel festgezogen werden.</p>

Injektionssystem VMU plus für Beton

Verwendungszweck  
Montageanweisung (Fortsetzung)

Anhang B5

**Tabelle B4: 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 B5: 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 Werte für Ankerstangen bei Zugbeanspruchung in gerissenem Beton**

Ankerstange				M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
<b>Stahlversagen</b>											
Charakteristische Zugtragfähigkeit		$N_{Rk,s}$	[kN]	$A_s \cdot f_{uk}$							
<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	nicht zulässig			
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	nicht zulässig			
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	nicht zulässig			
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>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				nicht zulässig			

**Injektionssystem VMU plus für Beton**

**Leistung**

Charakteristische Werte für **Ankerstangen** bei **Zugbeanspruchung** in **gerissenem Beton**

**Anhang C1**

**Tabelle C2: Charakteristische Werte für Ankerstangen bei Zugbeanspruchung in ungerissenem Beton**

Ankerstange		M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30		
<b>Stahlversagen</b>											
Charakteristische Zugtragfähigkeit	$N_{Rk,s}$	[kN]	$A_s \cdot f_{uk}$								
<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	nicht zulässig			
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	nicht zulässig			
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	nicht zulässig			
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		$k_8$	[-]	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				nicht zulässig			

**Injektionssystem VMU plus für Beton**

**Leistung**  
Charakteristische Werte für **Ankerstangen bei Zugbeanspruchung in ungerissenem Beton**

**Anhang C2**

**Tabelle C3: Charakteristische Werte für Ankerstangen bei Querbeanspruchung in gerissenem und ungerissenem Beton**

Ankerstange			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
<b>Stahlversagen ohne Hebelarm</b>										
Charakteristische Quertragfähigkeit	$V_{Rk,s}$	[kN]	$0,5 \cdot A_s \cdot f_{uk}$							
Duktilitätsfaktor gemäß CEN/TS 1992-4-5	$k_2$	[-]	0,8							
<b>Stahlversagen mit Hebelarm</b>										
Charakteristisches Biegemoment	$M^0_{Rk,s}$	[Nm]	$1,2 \cdot W_{el} \cdot f_{uk}$							
<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 C3**

**Tabelle C4: 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]	$A_s \cdot f_{uk}$								
<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	nicht zulässig			
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	nicht zulässig			
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	nicht zulässig			
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				nicht zulässig				
<b>Querbeanspruchung</b>											
<b>Stahlversagen ohne Hebelarm</b>											
Charakteristische Quertragfähigkeit	$V_{Rk,s,seis}$	[kN]	$0,35 \cdot A_s \cdot f_{uk}$								
<b>Stahlversagen mit Hebelarm</b>											
Charakteristisches Biegemoment	$M_{Rk,s,seis}^0$	[Nm]	Keine Leistung bestimmt (NPD)								

**Injektionssystem VMU plus für Beton**

**Leistung**

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

**Anhang C4**

**Tabelle C5: Charakteristische Werte für Betonstahl bei Zugbeanspruchung in gerissenem 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	nicht zulässig				
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	nicht zulässig				
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	nicht zulässig				
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						nicht zulässig			

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

**Injektionssystem VMU plus für Beton**

**Leistung**

Charakteristische Werte für **Betonstahl bei Zugbeanspruchung in gerissenem Beton**

**Anhang C5**

**Tabelle C6: Charakteristische Werte für Betonstahl bei Zugbeanspruchung in ungerissenem 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 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	nicht zulässig				
Temperaturbereich II: 80°C/50°C	trockener und feuchter Beton	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	7,5	9	9	9	9	9	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	nicht zulässig				
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	nicht zulässig				
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	$k_8$	[-]	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						nicht zulässig				

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

**Injektionssystem VMU plus für Beton**

**Leistung**  
Charakteristische Werte für **Betonstahl** bei **Zugbeanspruchung** in **ungerissenem Beton**

**Anhang C6**

**Tabelle C7: Charakteristische Werte für Betonstahl bei Querbeanspruchung in gerissenem und ungerissenem 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** in **gerissenem und ungerissenem Beton**

**Anhang C7**

**Tabelle C8: 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	nicht zulässig				
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	nicht zulässig				
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	nicht zulässig				
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							nicht zulässig			
<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 (NPD)										

<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 C8**

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

Ankerstange			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
<b>Ungerissener Beton C20/25</b>										
Temperaturbereich I: 40°C/24°C	$\delta_{N0}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,021	0,023	0,026	0,031	0,036	0,041	0,045	0,049
	$\delta_{N\infty}$ -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	$\delta_{N0}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,050	0,056	0,063	0,075	0,088	0,100	0,110	0,119
	$\delta_{N\infty}$ -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	$\delta_{N0}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,050	0,056	0,063	0,075	0,088	0,100	0,110	0,119
	$\delta_{N\infty}$ -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	$\delta_{N0}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,090			0,070				
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,105			0,105				
Temperaturbereich II: 80°C/50°C	$\delta_{N0}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,219			0,170				
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,255			0,245				
Temperaturbereich III: 120°C/72°C	$\delta_{N0}$ -Faktor	[mm/(N/mm <sup>2</sup> )]	0,219			0,170				
	$\delta_{N\infty}$ -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 C10: Verschiebung unter Querbeanspruchung<sup>1)</sup> (Ankerstange)**

Ankerstange			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
<b>Ungerissener Beton C20/25</b>										
Alle Temperaturbereiche	$\delta_{V0}$ -Faktor	[mm/(kN)]	0,06	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03
	$\delta_{V\infty}$ -Faktor	[mm/(kN)]	0,09	0,08	0,08	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05
<b>Gerissener Beton C20/25</b>										
Alle Temperaturbereiche	$\delta_{V0}$ -Faktor	[mm/(kN)]	0,12	0,12	0,11	0,10	0,09	0,08	0,08	0,07
	$\delta_{V\infty}$ -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

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

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

**Injektionssystem VMU plus für Beton**

**Leistung**  
Verschiebungen (Ankerstange)

**Anhang C9**

**Tabelle C11: 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 C12: 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 C10**