

Zulassungsstelle für Bauprodukte und Bauarten

Bautechnisches Prüfamts

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



Europäische Technische Bewertung

ETA-17/0716
vom 8. Dezember 2017

Allgemeiner Teil

Technische Bewertungsstelle, die die Europäische Technische Bewertung ausstellt

Deutsches Institut für Bautechnik

Handelsname des Bauprodukts

Injektionssystem VMH für Beton

Produktfamilie,
zu der das Bauprodukt gehört

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

25 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

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

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

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

Besonderer Teil

1 Technische Beschreibung des Produkts

Das "Injektionssystem VMH für Beton" ist ein Verbunddübel, der aus einer Mörtelkartusche mit Injektionsmörtel VMH und einem Stahlteil besteht. Das Stahlteil ist eine Gewindestange mit Scheibe und Sechskantmutter in den Größen M8 bis M30 oder ein Betonstahl in den Größen $\varnothing 8$ bis $\varnothing 32$ mm oder einer Innengewindestange VMU-IG M6 bis VMU-IG M20.

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

Die Produktbeschreibung ist in Anhang A 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 für statische und quasi-statische Einwirkungen und Seismische Leistungskategorien C1, C2	Siehe Anhang C 1 bis C 7
Verschiebungen	Siehe Anhang C 8 bis 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

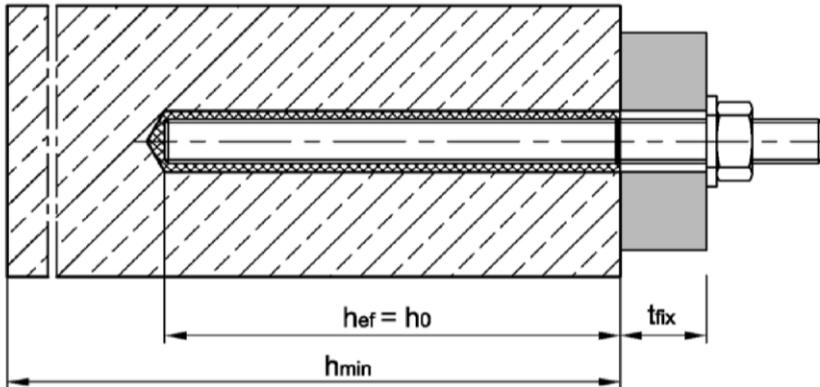
Technische Einzelheiten, die für die Durchführung des Systems zur Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit notwendig sind, sind Bestandteil des Prüfplans, der beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegt ist.

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

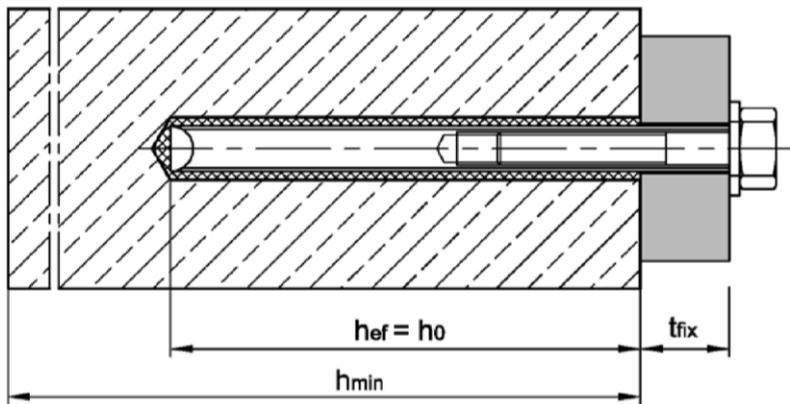
BD Dipl.-Ing. Andreas Kummerow
Abteilungsleiter

Beglaubigt:

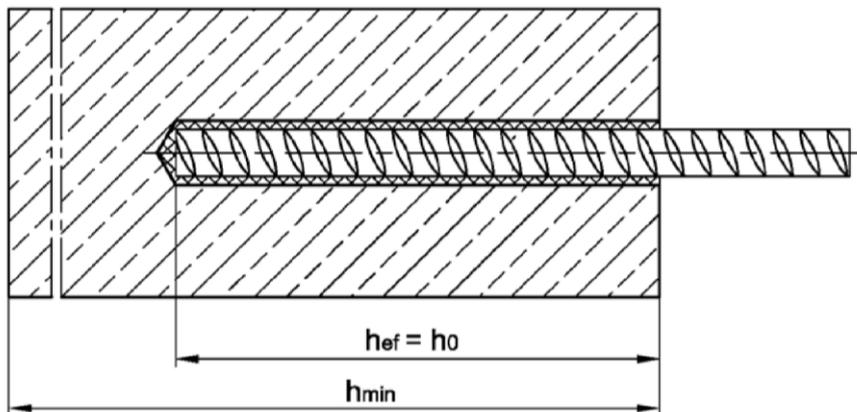
Einbauzustand Ankerstange M8 bis M30



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



Einbauzustand Betonstahl ø8 bis ø32



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

Injektionssystem VMH für Beton

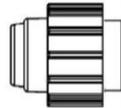
Produktbeschreibung
Einbauzustand

Anhang A1

Kartusche: Injektionsmörtel VMH

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

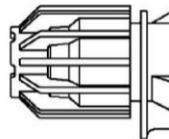
Schraubverschluss



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

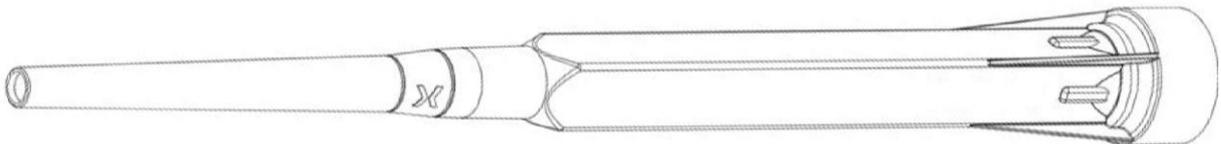
235 ml, 345 ml bis 360 ml und 825 ml Kartusche (Typ: "side-by-side")

Schraubverschluss



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

Statikmischer



Injektionssystem VMH für Beton

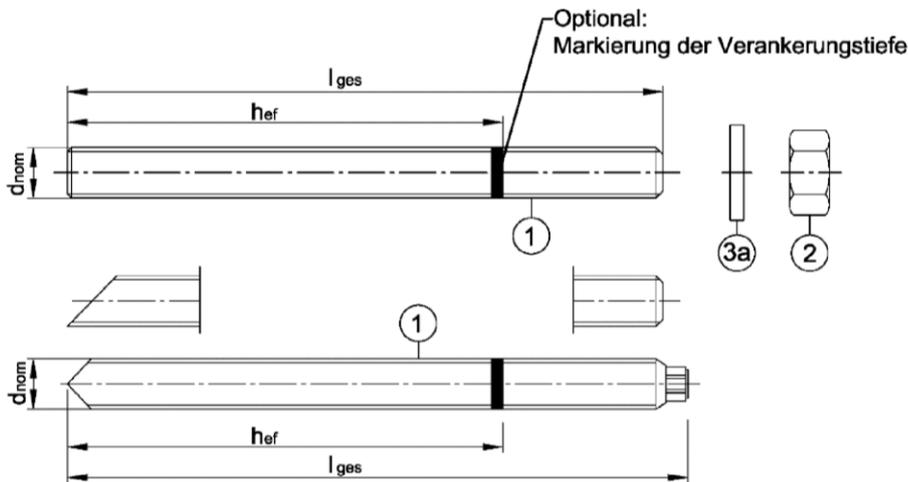
Produktbeschreibung
Kartuschen und Statikmischer

Anhang A2

Ankerstangen

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

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



Prägung z.B.:  M10

 Werkzeichen

M10 Gewindegröße

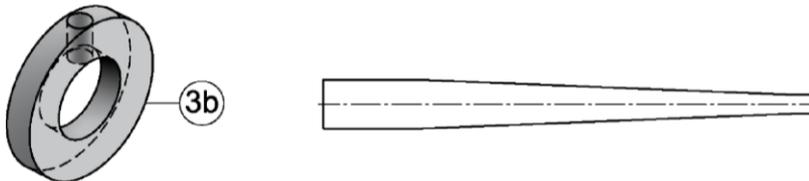
A4 zusätzliche Kennung für nichtrostenden Stahl

HCR zusätzliche Kennung für hochkorrosionsbeständigen Stahl

Handelsübliche Gewindestange mit:

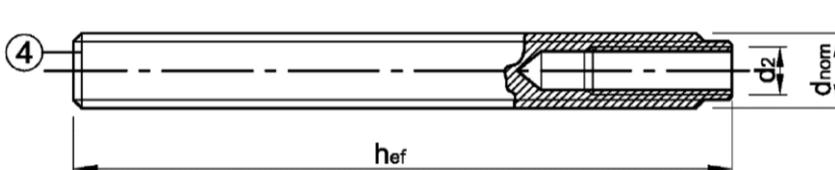
- Werkstoff, Abmessungen und mechanische Eigenschaften gemäß Tabelle A1
- Abnahmeprüfzeugnis 3.1 gemäß EN 10204:2004

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.:  M8

 Werkzeichen
I Innengewinde

M8 Gewindegröße (Innengewinde)
A4 zusätzliche Kennung für nichtrostenden Stahl

HCR zusätzliche Kennung für hochkorrosionsbeständigem Stahl

Injektionssystem VMH für Beton

Produktbeschreibung

Ankerstange und Innengewindeankerstange

Anhang A3

Tabelle A1: Werkstoffe

Teil	Benennung	Werkstoff	
Stahlteile aus verzinktem Stahl			
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	$f_{uk} \geq 400 \text{ N/mm}^2$; $f_{yk} \geq 240 \text{ N/mm}^2$; $A_5 > 8 \%$ Bruchdehnung
		Festigkeitsklasse 4.8	$f_{uk} \geq 400 \text{ N/mm}^2$; $f_{yk} \geq 320 \text{ N/mm}^2$; $A_5 > 8 \%$ Bruchdehnung
		Festigkeitsklasse 5.6	$f_{uk} \geq 500 \text{ N/mm}^2$; $f_{yk} \geq 300 \text{ N/mm}^2$; $A_5 > 8 \%$ Bruchdehnung
		Festigkeitsklasse 5.8	$f_{uk} \geq 500 \text{ N/mm}^2$; $f_{yk} \geq 400 \text{ N/mm}^2$; $A_5 > 8 \%$ Bruchdehnung
		Festigkeitsklasse 8.8	$f_{uk} \geq 800 \text{ N/mm}^2$; $f_{yk} \geq 640 \text{ N/mm}^2$; $A_5 > 12\%$ Bruchdehnung ¹⁾
			EN 10087:1998, EN 10263:2001; handelsübliche Gewindestangen: EN ISO 898-1:2013
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, 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
Stahlteile aus nichtrostendem Stahl A4			
1	Ankerstange	Werkstoff 1.4401 / 1.4404 / 1.4571 / 1.4578 / 1.4362 / 1.4062	EN 10088-1:2014
		Festigkeitsklasse 50	$f_{uk} = 500 \text{ N/mm}^2$; $f_{yk} = 210 \text{ N/mm}^2$; $A_5 > 12\%$ Bruchdehnung ¹⁾
		Festigkeitsklasse 70	$f_{uk} = 700 \text{ N/mm}^2$; $f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$; $A_5 > 12\%$ Bruchdehnung ¹⁾ M8 bis M24
			EN ISO 3506-1:2009
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
Stahlteile aus hochkorrosionsbeständigem Stahl HCR			
1	Ankerstange	Werkstoff 1.4529 / 1.4565	EN 10088-1: 2014
		Festigkeitsklasse 50	$f_{uk} = 500 \text{ N/mm}^2$; $f_{yk} = 210 \text{ N/mm}^2$; $A_5 > 12\%$ Bruchdehnung ¹⁾
		Festigkeitsklasse 70	$f_{uk} = 700 \text{ N/mm}^2$; $f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$; $A_5 > 12\%$ Bruchdehnung ¹⁾ M8 bis M24
			EN ISO 3506-1:2009
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

¹⁾ $A_5 > 8 \%$ Bruchdehnung wenn keine Anforderungen der seismischen Leistungskategorie C2 bestehen

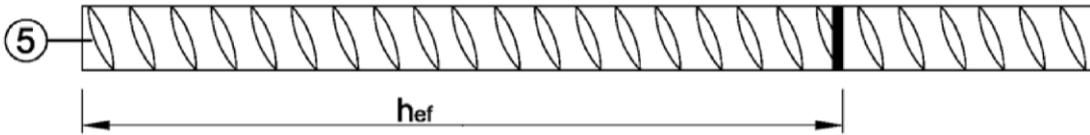
Injektionssystem VMH für Beton

Produktbeschreibung
Werkstoffe

Anhang A4

Betonstahl

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



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

Tabelle A2: Werkstoffe Betonstahl

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

Injektionssystem VMH für Beton

Produktbeschreibung

Produktbeschreibung und Werkstoffe Betonstahl

Anhang A5

Spezifizierung des Verwendungszwecks

Injektionssystem VMH	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 ¹⁾ , A4, HCR	-	Ø8 - Ø32
Seismische Einwirkung Kategorie C2	M12 verzinkt ¹⁾ (Fkl. 8.8), A4, HCR	-	-
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 +80 °C	max. Langzeit-Temperatur +50 °C und max. Kurzzeittemperatur +80 °C	
Temperaturbereich II	-40 °C bis +120 °C	max. Langzeit-Temperatur +72 °C und max. Kurzzeit-Temperatur +120 °C	
Temperaturbereich III	-40 °C bis +160 °C	max. Langzeit-Temperatur +100 °C und max. Kurzzeit-Temperatur +160 °C	

¹⁾ Ausgenommen feuerverzinkte Ankerstangen

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 (nichtrostender 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 Verankerung 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 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
- Bohrlochherstellung durch Hammer- oder Pressluftbohren (Saugbohren erlaubt)
- Überkopfmontage erlaubt
- Einbau durch entsprechend geschultes Personal unter Aufsicht des Bauleiters
- Schrauben und Gewindestange (inkl. Mutter und Unterlegscheibe) müssen dem Material und der Festigkeitsklasse der Innengewindeankerstange entsprechen.

Injektionssystem VMH für Beton

Verwendungszweck
Spezifikationen

Anhang B1

Tabelle B1: Montage- und Dübelkennwerte, Ankerstange

Ankerstange		M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
Durchmesser Ankerstange	$d_{nom} =$ [mm]	8	10	12	16	20	24	27	30
Bohrernennendurchmesser	$d_0 =$ [mm]	10	12	14	18	22	28	30	35
Effektive Verankerungstiefe	$h_{ef,min} =$ [mm]	60	60	70	80	90	96	108	120
	$h_{ef,max} =$ [mm]	160	200	240	320	400	480	540	600
Durchgangsloch im anzuschließenden Bauteil ¹⁾	$d_f \leq$ [mm]	9	12	14	18	22	26	30	33
Montagedrehmoment	$T_{inst} \leq$ [Nm]	10	20	40 (35) ²⁾	60	100	170	250	300
Mindestbauteildicke	h_{min} [mm]	$h_{ef} + 30 \text{ mm}$ $\geq 100 \text{ mm}$			$h_{ef} + 2d_0$				
minimaler Achsabstand	s_{min} [mm]	40	50	60	75	95	115	125	140
minimaler Randabstand	c_{min} [mm]	35	40	45	50	60	65	75	80

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

²⁾ Maximales Drehmoment für M12 mit Festigkeitsklasse 4.6

Tabelle B2: Montage- und Dübelkennwerte, Innengewindeankerstange

Innengewindeankerstange		IG-M 6	IG-M 8	IG-M 10	IG-M 12	IG-M 16	IG-M 20
Innendurchmesser	$d_2 =$ [mm]	6	8	10	12	16	20
Außendurchmesser ²⁾	$d_{nom} =$ [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 ¹⁾	$d_f \leq$ [mm]	7	9	12	14	18	22
Montagedrehmoment	$T_{inst} \leq$ [Nm]	10	10	20	40	60	100
Min. Einschraubtiefe	l_{IG} [mm]	8	8	10	12	16	20
Mindestbauteildicke	h_{min} [mm]	$h_{ef} + 30 \text{ mm}$ $\geq 100 \text{ mm}$			$h_{ef} + 2d_0$		
minimaler Achsabstand	s_{min} [mm]	50	60	75	95	115	140
minimaler Randabstand	c_{min} [mm]	40	45	50	60	65	80

¹⁾ Bei größeren Durchgangslöchern TR029, Abschnitt 1.1 beachten;

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

Tabelle B3: Montagekennwerte Betonstahl

Betonstahl		Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 25	Ø 28	Ø 32
Durchmesser Betonstahl	$d = d_{nom} =$ [mm]	8	10	12	14	16	20	25	28	32
Bohrernennendurchmesser	$d_0 =$ [mm]	12	14	16	18	20	25	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	75	95	120	130	150
minimaler Randabstand	c_{min} [mm]	35	40	45	50	50	60	70	75	85

Injektionssystem VMH für Beton

Verwendungszweck
Montagekennwerte

Anhang B2

Tabelle B4: Parameter für Reinigungs- und Setzubehör

Anker- stange 	Beton- stahl 	Innen- gewinde- hülse 	Bohrer Ø 	Bürsten Ø 	min. Bürsten Ø 	Injektionsadapter 	Einbaurichtung und Verwendung von Injektionsadaptern		
							[-]	↓	→
[-]	Ø [mm]	[-]	d_0 [mm]	d_b [mm]	$d_{b,min}$ [mm]	[-]	Kein Injektionsadapter erforderlich		
M8			10	11,5	10,5	-	Kein Injektionsadapter erforderlich		
M10	8	VMU-IG M 6	12	13,5	12,5	-			
M12	10	VMU-IG M 8	14	15,5	14,5	-			
	12		16	17,5	16,5	-			
M16	14	VMU-IG M10	18	20,0	18,5	VM-IA 18	$h_{ef} >$ 250mm	$h_{ef} >$ 250mm	alle
	16		20	22,0	20,5	VM-IA 20			
M20		VMU-IG M12	22	24,0	22,5	VM-IA 22			
	20		25	27,0	25,5	VM-IA 25			
M24		VMU-IG M16	28	30,0	28,5	VM-IA 28			
M27			30	31,8	30,5	VM-IA 30			
	25		32	34,0	32,5	VM-IA 32			
M30	28	VMU-IG M20	35	37,0	35,5	VM-IA 35			
	32		40	43,5	40,5	VM-IA 40			



Ausblaspumpe (Volumen 750ml)
Bohrerdurchmesser (d_0): 10 mm bis 20 mm
Bohrlochtiefe (h_0): $\leq 10 d_{nom}$
für ungerissenen Beton



Empfohlene Druckluftpistole (min 6 bar)
Bohrerdurchmesser (d_0): alle Durchmesser



Injektionsadapter für Überkopf- oder Horizontalmontage
Bohrerdurchmesser (d_0):
18 mm bis 40 mm



Stahlbürste
Bohrerdurchmesser (d_0): alle Durchmesser

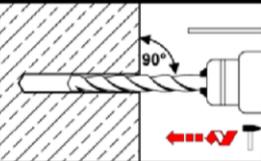
Injektionssystem VMH für Beton

Verwendungszweck
Reinigungs- und Installationszubehör

Anhang B3

Montageanweisung

Bohrlocherstellung

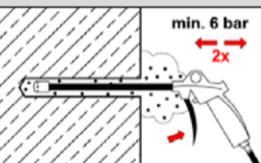
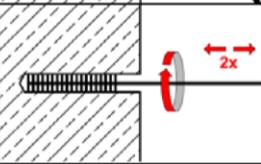
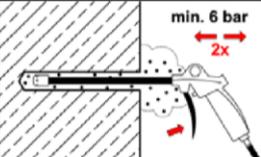
1.  Bohrloch dreh Schlagend (mit Hammer-, Druckluft-, oder Saugbohrer) mit vorgeschriebenem Bohrerdurchmesser (Tabelle B1, B2 oder Tabelle B3) und gewählter Bohrlochtiefe erstellen. Bei Fehlbohrungen ist das Bohrloch zu vermörteln.

Reinigung

Achtung! Vor dem Reinigen des Bohrloches stehendes Wasser entfernen!

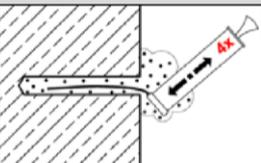
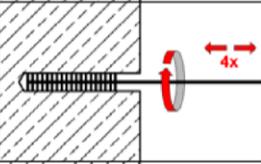
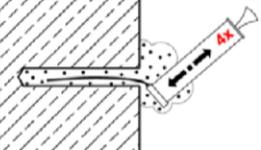
Reinigung mit Druckluft

Gerissener und ungerissener Beton: alle Durchmesser

- 2a.  Das Bohrloch vom Bohrlochgrund her mind. **2x** vollständig mit Druckluft (min. 6 bar) ausblasen bis die ausströmende Luft staubfrei ist. Bei tiefen Bohrlöchern sind Verlängerungen zu verwenden.
- 2b.  Bohrloch mit geeigneter Drahtbürste gem. Tabelle B4 (minimaler Bürstendurchmesser $d_{b,min}$ ist einzuhalten) mind. **2x** ausbürsten. Bei tiefen Bohrlöchern Bürstenverlängerung benutzen.
- 2c.  Das Bohrloch vom Bohrlochgrund her erneut mind. **2x** vollständig mit Druckluft (min. 6 bar) ausblasen bis die ausströmende Luft staubfrei ist. Bei tiefen Bohrlöchern sind Verlängerungen zu verwenden.

Manuelle Reinigung

Bohrlochdurchmesser $d_0 \leq 20\text{mm}$ und Bohrlochtiefe $h_0 \leq 10 d_{nom}$ (nur im ungerissenen Beton)

- 2a.  Das Bohrloch vom Bohrlochgrund her mit der Ausblaspumpe mind. **4x** vollständig ausblasen.
- 2b.  Bohrloch mit geeigneter Drahtbürste gem. Tabelle B4 (minimaler Bürstendurchmesser $d_{b,min}$ ist einzuhalten) mind. **4x** ausbürsten. Bei tiefen Bohrlöchern Bürstenverlängerung benutzen.
- 2c.  Das Bohrloch vom Bohrlochgrund her erneut mit der Ausblaspumpe mind. **4x** vollständig ausblasen.

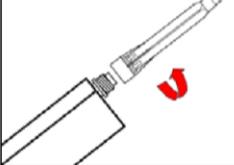
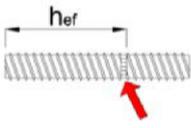
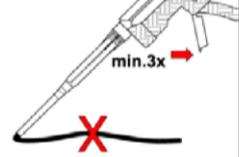
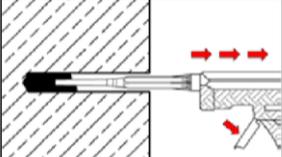
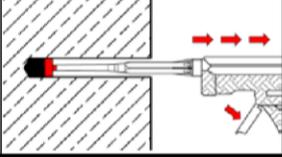
Nach der Reinigung ist das Bohrloch bis zum Injizieren des Mörtels vor erneutem Verschmutzen in geeigneter Weise zu schützen. Gegebenenfalls ist die Reinigung unmittelbar vor dem Injizieren des Mörtels zu wiederholen. Einfließendes Wasser darf nicht zur erneuten Verschmutzung des Bohrlochs führen.

Injektionssystem VMH für Beton

Verwendungszweck
Montageanweisung

Anhang B4

Montageanweisung (Fortsetzung)

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

Injektionssystem VMH für Beton

Verwendungszweck
Montageanweisung (Fortsetzung)

Anhang B5

Montageanweisung (Fortsetzung)

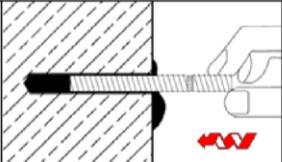
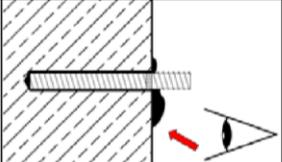
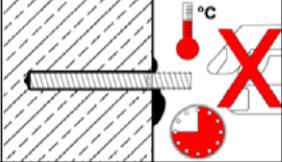
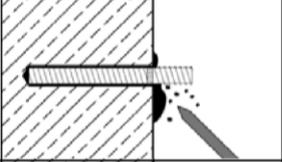
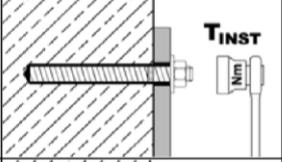
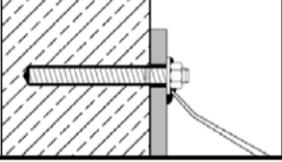
Setzen der Ankerstange	
7.	 <p>Befestigungselement mit leichten Drehbewegungen bis zur festgelegten Verankerungstiefe einsetzen. Die Ankerstange muss schmutz-, fett- und ölfrei sein.</p>
8.	 <p>Nach der Installation muss der Ringspalt komplett mit Mörtel verfüllt sein. Wird kein Mörtel an der Betonoberfläche sichtbar, ist die Ankerstange sofort (vor Beendigung der Verarbeitungszeit) heraus zu ziehen und die Anwendung ab Schritt 6 zu wiederholen. Für Überkopfmontage ist die Ankerstange zu fixieren (z.B. mit Holzkeilen).</p>
9.	 <p>Die angegebene Aushärtezeit muss eingehalten werden. Befestigungselement während der Aushärtezeit (siehe Tabelle B5) nicht bewegen oder belasten.</p>
10.	 <p>Ausgetretenen Mörtel entfernen.</p>
11.	 <p>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 festgezogen werden.</p>
12.	 <p>Ringspalt zwischen Ankerstange und Anbauteil kann optional mit Mörtel verfüllt werden. Dafür Unterlegscheibe durch Verfüllscheibe ersetzen und Mischerrreduzierung auf den Statikmischer stecken. Ringspalt ist vollständig verfüllt, wenn Mörtel austritt.</p>

Tabelle B5: Verarbeitungs- und Aushärtezeiten

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

Injektionssystem VMH für Beton

Verwendungszweck
Montageanweisung (Fortsetzung)
Verarbeitungs- und Aushärtezeiten

Anhang B6

Tabelle C1: Charakteristische Stahltragfähigkeit für Ankerstangen unter Zug- und Querbeanspruchung

Ankerstange				M 8	M 10	M 12	M 16	M 20	M 24	M 27	M 30
Stahlversagen											
Zugbeanspruchung											
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							-
Querbeanspruchung											
Stahlversagen ohne Hebelarm											
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	-	-
Stahlversagen mit Hebelarm											
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 VMH für Beton										Anhang C1	
Leistungen Charakteristische Werte für Ankerstangen unter Zug- und Querbeanspruchung											

Tabelle C2: Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Ankerstangen
unter statischer, quasi-statischer Belastung und Erdbebenbelastung C1 + C2

Ankerstangen			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
Stahlversagen										
Charakteristische Zugtragfähigkeit	$N_{Rk,s}$	[kN]	siehe Tabelle C1							
	$N_{Rk,s,C1}$	[kN]	$1,0 \cdot N_{Rk,s}$							
	$N_{Rk,s,C2}$	[kN]	NPD	$1,0 \cdot N_{Rk,s}$	keine Leistung bestimmt (NPD)					
Teilsicherheitsbeiwert	$\gamma_{Ms,N}$	[-]	siehe Tabelle C1							
Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch										
Charakteristische Verbundtragfähigkeit im ungerissenen Beton C20/25										
Temperaturbereich I: 80°C / 50°C	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm ²]	17	17	16	15	14	13	13	13
Temperaturbereich II: 120°C / 72°C	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm ²]	15	14	14	13	12	12	11	11
Temperaturbereich III: 160°C / 100°C	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm ²]	12	12	11	10	9,5	9,0	9,0	9,0
Charakteristische Verbundtragfähigkeit im gerissenen Beton C20/25										
Temperaturbereich I: 80°C / 50°C	$\tau_{Rk,cr} = \tau_{Rk,C1}$	[N/mm ²]	6,5	7,0	7,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5
	$\tau_{Rk,C2}$	[N/mm ²]	NPD		3,6	keine Leistung bestimmt (NPD)				
Temperaturbereich II: 120°C / 72°C	$\tau_{Rk,cr} = \tau_{Rk,C1}$	[N/mm ²]	5,5	6,0	6,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
	$\tau_{Rk,C2}$	[N/mm ²]	NPD		3,1	keine Leistung bestimmt (NPD)				
Temperaturbereich III: 160°C / 100°C	$\tau_{Rk,cr} = \tau_{Rk,C1}$	[N/mm ²]	5,0	5,5	6,0	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
	$\tau_{Rk,C2}$	[N/mm ²]	NPD		2,5	keine Leistung bestimmt (NPD)				
Erhöhungsfaktor für Beton	ψ_c	C25/30	1,02							
		C30/37	1,04							
		C35/45	1,07							
		C40/50	1,08							
		C45/55	1,09							
		C50/60	1,10							
Faktor gem. CEN/TS1992-4-5	ungerissener Beton	k_B	[-]	10,1						
				gerissener Beton	7,2					
Betonausbruch										
Faktor gem. CEN/TS1992-4-5	ungerissener Beton	k_{ucr}	[-]	10,1						
				gerissener Beton	7,2					
Spalten										
Randabstand	$h/h_{ef} \geq 2,0$	$C_{cr,sp}$	[mm]	$1,0 h_{ef}$						
	$2,0 > h/h_{ef} > 1,3$			$2 \cdot h_{ef} (2,5 - h/h_{ef})$						
	$h/h_{ef} \leq 1,3$			$2,4 h_{ef}$						
Achsabstand		$S_{cr,sp}$	[mm]	$2 C_{cr,sp}$						
Montagesicherheitsbeiwert Druckluftreinigung	$\gamma_2 = \gamma_{inst}$	[-]	1,0 (1,2) ¹⁾				1,2			
Montagesicherheitsbeiwert Manuelle Reinigung	$\gamma_2 = \gamma_{inst}$	[-]	1,2				-			

¹⁾ Wert in Klammer für gerissenen Beton

Injektionssystem VMH für Beton

Leistungen
Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Ankerstangen

Anhang C2

Tabelle C3: Charakteristische Werte der **Quertragfähigkeit** für **Ankerstangen**
unter statischer, quasi-statischer Belastung und Erdbebenbelastung C1 + C2

Ankerstangen		M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
Stahlversagen <u>ohne</u> Hebelarm									
Charakteristische Quertragfähigkeit	$V_{Rk,s}$ [kN]	siehe Tabelle C1							
	$V_{Rk,s,C1}$ [kN]	$0,70 \cdot V_{Rk,s}$							
	$V_{Rk,s,C2}$ [kN]	NPD	$0,80 \cdot V_{Rk,s}$	keine Leistung bestimmt (NPD)					
Teilsicherheitsbeiwert	$\gamma_{Ms,v}$ [-]	siehe Tabelle C1							
Stahlversagen <u>mit</u> Hebelarm									
Charakteristisches Biegemoment	$M^0_{Rk,s}$ [Nm]	siehe Tabelle C1							
	$M^0_{Rk,s,C1}$ [Nm]	keine Leistung bestimmt (NPD)							
	$M^0_{Rk,s,C2}$ [Nm]								
Teilsicherheitsbeiwert	$\gamma_{Ms,v}$ [-]	siehe Tabelle C1							
Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite									
Faktor k gemäß Technical Report TR 029 bzw. Faktor k_3 gemäß CEN/TS 1992-4-5	$k_{(3)}$ [-]	2,0							
Montagesicherheitsbeiwert	$\gamma_2 = \gamma_{inst}$ [-]	1,0							
Betonkantenbruch									
Effektive Ankerlänge	l_f [mm]	$l_f = \min(h_{ef}; 8 d_{nom})$							
Außendurchmesser der Ankerstange	d_{nom} [mm]	8	10	12	16	20	24	27	30
Montagesicherheitsbeiwert	$\gamma_2 = \gamma_{inst}$ [-]	1,0							

Injektionssystem VMH für Beton

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

Anhang C3

Tabelle C4: Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Innengewindeankerstangen unter statischer, quasi-statischer Belastung

Innengewindeankerstange			IG-M 6	IG-M 8	IG-M 10	IG-M 12	IG-M 16	IG-M 20
Stahlversagen ¹⁾								
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 ³⁾
Teilsicherheitsbeiwert	$\gamma_{Ms,N}$	[-]	1,87					
Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch								
Charakteristische Verbundtragfähigkeit im ungerissenen Beton C20/25								
Temperaturbereich I: 80°C / 50°C	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm ²]	17	16	15	14	13	13
Temperaturbereich II: 120°C / 72°C	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm ²]	14	14	13	12	12	11
Temperaturbereich III: 160°C / 100°C	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm ²]	12	11	10	9,5	9,0	9,0
Charakteristische Verbundtragfähigkeit im gerissenen Beton C20/25								
Temperaturbereich I: 80°C / 50°C	$\tau_{Rk,cr}$	[N/mm ²]	7,0	7,5	8,5	8,5	8,5	8,5
Temperaturbereich II: 120°C / 72°C	$\tau_{Rk,cr}$	[N/mm ²]	6,0	6,5	7,5	7,5	7,5	7,5
Temperaturbereich III: 160°C / 100°C	$\tau_{Rk,cr}$	[N/mm ²]	5,5	6,0	6,5	6,5	6,5	6,5
Erhöhungsfaktor für Beton	ψ_c	C25/30	1,02					
		C30/37	1,04					
		C35/45	1,07					
		C40/50	1,08					
		C45/55	1,09					
		C50/60	1,10					
Faktor gem. CEN/TS1992-4-5	ungerissener Beton gerissener Beton	k_8	[-]	10,1 7,2				
Betonausbruch								
Faktor gem. CEN/TS1992-4-5	ungerissener Beton gerissener Beton	k_{ucr} k_{cr}	[-]	10,1 7,2				
Spalten								
Randabstand	$h/h_{ef} \geq 2,0$	$c_{cr,sp}$	[mm]	1,0 h_{ef}				
	$2,0 > h/h_{ef} > 1,3$			$2^* h_{ef} (2,5 - h / h_{ef})$				
	$h/h_{ef} \leq 1,3$			2,4 h_{ef}				
Achsabstand		$s_{cr,sp}$	[mm]	2 $c_{cr,sp}$				
Montagesicherheitsbeiwert Druckluftreinigung	$\gamma_2 = \gamma_{inst}$	[-]	1,0 (1,2) ²⁾			1,2		
Montagesicherheitsbeiwert Manuelle Reinigung	$\gamma_2 = \gamma_{inst}$	[-]	1,2			-		

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

²⁾ Wert in Klammern für gerissenen Beton

³⁾ Für VMU-IG M20: Ankerstangen mit Innengewinde: Festigkeitsklasse 50; Befestigungsschrauben oder Gewindestangen (inkl. Scheibe und Mutter): Festigkeitsklasse 70

Injektionssystem VMH für Beton

Leistungen

Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Innengewindeankerstangen

Anhang C4

Tabelle C5: Charakteristische Werte unter **Querbeanspruchung** für **Innengewindeankerstangen** unter statischer und quasi-statischer Belastung

Innengewindeankerstange			IG-M 6	IG-M 8	IG-M 10	IG-M 12	IG-M 16	IG-M 20
Stahlversagen ohne Hebelarm¹⁾								
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 ²⁾
Teilsicherheitsbeiwert	$\gamma_{Ms,v}$	[-]	1,56					
Stahlversagen mit Hebelarm¹⁾								
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 ²⁾
Teilsicherheitsbeiwert	$\gamma_{Ms,v}$	[-]	1,56					
Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite								
Faktor k gemäß TR 029 bzw. Faktor k_3 gemäß CEN/TS 1992-4-5	$k_{(3)}$	[-]	2,0					
Betonkantenbruch								
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					

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

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

Injektionssystem VMH für Beton

Leistungen

Charakteristische Werte der **Querzugtragfähigkeit** für Innengewindeankerstange

Anhang C5

Tabelle C6: Charakteristische Werte der **Zugtragfähigkeit** für **Betonstahl** unter statischer, quasi-statischer Belastung und Erdbebenbelastung C1

Betonstahl		Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 25	Ø 28	Ø 32		
Stahlversagen												
Charakteristische Zugtragfähigkeit	$N_{Rk,s} = N_{Rk,s,C1}$	[kN]	$A_s \cdot f_{uk}^{1)}$									
Stahlspannungsquerschnitt	A_s	[mm ²]	50	79	113	154	201	314	491	616	804	
Teilsicherheitsbeiwert	$\gamma_{Ms,N}$	[-]	1,4 ²⁾									
Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch												
Charakteristische Verbundtragfähigkeit im ungerissenen Beton C20/25												
Temperaturbereich I: 80°C / 50°C	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm ²]	14	14	14	14	13	13	13	13	13	
Temperaturbereich II: 120°C / 72°C	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm ²]	13	12	12	12	12	11	11	11	11	
Temperaturbereich III: 160°C / 100°C	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm ²]	10	10	9,5	9,5	9,5	9,0	9,0	9,0	9,0	
Charakteristische Verbundtragfähigkeit im gerissenen Beton C20/25												
Temperaturbereich I: 80°C / 50°C	$\tau_{Rk,cr} = \tau_{Rk,C1}$	[N/mm ²]	5,0	5,5	6,0	6,0	7,5	7,5	7,5	7,5	8,0	
Temperaturbereich II: 120°C / 72°C	$\tau_{Rk,cr} = \tau_{Rk,C1}$	[N/mm ²]	4,5	5,0	5,0	5,5	6,5	6,5	6,5	6,5	7,0	
Temperaturbereich III: 160°C / 100°C	$\tau_{Rk,cr} = \tau_{Rk,C1}$	[N/mm ²]	4,0	4,5	4,5	5,0	5,5	6,0	6,0	5,5	6,5	
Erhöhungsfaktor für Beton	ψ_c	C25/30	1,02									
		C30/37	1,04									
		C35/45	1,07									
		C40/50	1,08									
		C45/55	1,09									
		C50/60	1,10									
Faktor gem. CEN/TS1992-4-5	ungerissener Beton	k_8	[-]	10,1								
	gerissener Beton			7,2								
Betonausbruch												
Faktor gem. CEN/TS1992-4-5	ungerissener Beton	k_{ucr}	[-]	10,1								
	gerissener Beton	k_{cr}		7,2								
Spalten												
Randabstand	$h/h_{ef} \geq 2,0$	$C_{cr,sp}$	[mm]	1,0 h_{ef}								
	$2,0 > h/h_{ef} > 1,3$			$2 \cdot h_{ef} (2,5 - h/h_{ef})$								
	$h/h_{ef} \leq 1,3$			2,4 h_{ef}								
Achsabstand		$S_{cr,sp}$	[mm]	2 $C_{cr,sp}$								
Montagesicherheitsbeiwert	$\gamma_2 = \gamma_{inst}$	[-]	1,0 (1,2) ³⁾					1,2				
Druckluftreinigung												
Montagesicherheitsbeiwert	$\gamma_2 = \gamma_{inst}$	[-]	1,2					-				
Manuelle Reinigung												

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

²⁾ Sofern andere nationalen Regelungen fehlen

³⁾ Wert in Klammer gültig für gerissenen Beton

Injektionssystem VMH für Beton

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

Anhang C6

Tabelle C7: Charakteristische Werte der **Quertragfähigkeit** für **Betonstahl**
unter statischer, quasi-statischer Belastung und Erdbebenbelastung C1

Betonstahl		Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 25	Ø 28	Ø 32
Stahlversagen ohne Hebelarm										
Charakteristische Quertragfähigkeit	$V_{Rk,s}$ [kN]	$0,50 \cdot A_s \cdot f_{uk}^{1)}$								
	$V_{Rk,s,C1}$ [kN]	$0,37 \cdot A_s \cdot f_{uk}^{1)}$								
Stahlspannungsquerschnitt	A_s [mm ²]	50	79	113	154	201	314	491	616	804
Teilsicherheitsbeiwert	$\gamma_{Ms,v}$ [-]	1,5 ²⁾								
Duktilitätsfaktor gemäß CEN/TS 1992-4-5	k_2 [-]	0,8								
Stahlversagen mit Hebelarm										
Charakteristisches Biegemoment	$M_{Rk,s}^0$ [Nm]	$1,2 \cdot W_{el} \cdot f_{uk}^{1)}$								
	$M_{Rk,s,C1}^0$ [Nm]	keine Leistung bestimmt (NPD)								
Elastisches Widerstandsmoment	W_{el} [mm ³]	50	98	170	269	402	785	1534	2155	3217
Teilsicherheitsbeiwert	$\gamma_{Ms,v}$ [-]	1,5 ²⁾								
Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite										
Faktor k gemäß TR 029 bzw. Faktor k_3 gemäß CEN/TS 1992-4-5	$k_{(3)}$ [-]	2,0								
Montagesicherheitsbeiwert	$\gamma_2 = \gamma_{inst}$ [-]	1,0								
Betonkantenbruch										
Effektive Ankerlänge	l_f [mm]	$l_f = \min(h_{ef}; 8 d_{nom})$								
Außendurchmesser des Betonstahls	d_{nom} [mm]	8	10	12	14	16	20	25	28	32
Montagesicherheitsbeiwert	$\gamma_2 = \gamma_{inst}$ [-]	1,0								

¹⁾ ist den Spezifikationen des Betonstahls zu entnehmen

²⁾ Sofern andere nationalen Regelungen fehlen

Injektionssystem VMH für Beton

Leistungen

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

Anhang C7

Tabelle C8: Verschiebung unter Zugbeanspruchung¹⁾ (Ankerstange)

Ankerstange			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
Ungerissener Beton C20/25 unter statischer und quasi-statischer Belastung										
Temperaturbereich I: 80°C / 50°C	δ_{N0} -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	0,031	0,032	0,034	0,037	0,039	0,042	0,044	0,046
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	0,040	0,042	0,044	0,047	0,051	0,054	0,057	0,060
Temperaturbereich II: 120°C / 72°C	δ_{N0} -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	0,032	0,034	0,035	0,038	0,041	0,044	0,046	0,048
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	0,042	0,044	0,045	0,049	0,053	0,056	0,059	0,062
Temperaturbereich III: 160°C / 100°C	δ_{N0} -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	0,121	0,126	0,131	0,142	0,153	0,163	0,171	0,179
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	0,124	0,129	0,135	0,146	0,157	0,168	0,176	0,184
Gerissener Beton C20/25 unter statischer und quasi-statischer Belastung										
Temperaturbereich I: 80°C / 50°C	δ_{N0} -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	0,081	0,083	0,085	0,090	0,095	0,099	0,103	0,106
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	0,104	0,107	0,110	0,116	0,122	0,128	0,133	0,137
Temperaturbereich II: 120°C / 72°C	δ_{N0} -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	0,084	0,086	0,088	0,093	0,098	0,103	0,107	0,110
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	0,108	0,111	0,114	0,121	0,127	0,133	0,138	0,143
Temperaturbereich III: 160°C / 100°C	δ_{N0} -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	0,312	0,321	0,330	0,349	0,367	0,385	0,399	0,412
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	0,321	0,330	0,340	0,358	0,377	0,396	0,410	0,424
Gerissener Beton C20/25 unter seismischer Belastung (C2)										
Alle Temperaturbereiche	$\delta_{N,seis}$ (DLS) -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	(NPD)		0,120	Keine Leistung bestimmt (NPD)				
	$\delta_{N,seis}$ (ULS) -Faktor	[mm/(N/mm ²)]			0,140					

¹⁾ Berechnung der Verschiebung

$$\delta_{N0} = \delta_{N0}\text{-Faktor} \cdot \tau; \quad \delta_{N,seis(DLS)} = \delta_{N,seis(DLS)\text{-Faktor}} \cdot \tau; \quad \tau: \text{einwirkende Verbundspannung unter Zugbeanspruchung}$$

$$\delta_{N\infty} = \delta_{N\infty}\text{-Faktor} \cdot \tau; \quad \delta_{N,seis(ULS)} = \delta_{N,seis(ULS)\text{-Faktor}} \cdot \tau;$$

Tabelle C9: Verschiebung unter Querbeanspruchung¹⁾ (Ankerstange)

Ankerstange			M 8	M 10	M 12	M 16	M 20	M 24	M 27	M 30
Ungerissener und gerissener Beton C20/25 unter statischer und quasi-statischer Einwirkung										
Alle Temperaturbereiche	δ_{V0} -Faktor	[mm/(kN)]	0,06	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03
	$\delta_{V\infty}$ -Faktor	[mm/(kN)]	0,09	0,08	0,08	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05
Gerissener Beton C20/25 unter seismischer Belastung (C2)										
Alle Temperaturbereiche	$\delta_{V,seis(DLS)}$ -Faktor	[mm/(kN)]	(NPD)		0,27	Keine Leistung bestimmt (NPD)				
	$\delta_{V,seis(ULS)}$ -Faktor	[mm/(kN)]			0,27					

¹⁾ Berechnung der Verschiebung

$$\delta_{V0} = \delta_{V0}\text{-Faktor} \cdot V; \quad \delta_{V,seis(DLS)} = \delta_{V,seis(DLS)\text{-Faktor}} \cdot V; \quad V: \text{einwirkende Querkraft}$$

$$\delta_{V\infty} = \delta_{V\infty}\text{-Faktor} \cdot V; \quad \delta_{V,seis(ULS)} = \delta_{V,seis(ULS)\text{-Faktor}} \cdot V;$$

Injektionssystem VMH für Beton

Leistungen
Verschiebung (Ankerstange)

Anhang C8

Tabelle C10: Verschiebung unter Zugbeanspruchung¹⁾ (Innengewindeankerstange)

Ankerstange mit Innengewinde			IG-M6	IG-M8	IG-M10	IG-M12	IG-M16	IG-M20
Ungerissener Beton C20/25 unter statischer und quasi-statischer Belastung								
Temperaturbereich I: 80°C / 50°C	δ_{N0} -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	0,032	0,034	0,037	0,039	0,042	0,046
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	0,042	0,044	0,047	0,051	0,054	0,060
Temperaturbereich II: 120°C / 72°C	δ_{N0} -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	0,034	0,035	0,038	0,041	0,044	0,048
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	0,044	0,045	0,049	0,053	0,056	0,062
Temperaturbereich III: 160°C / 100°C	δ_{N0} -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	0,126	0,131	0,142	0,153	0,163	0,179
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	0,129	0,135	0,146	0,157	0,168	0,184
Gerissener Beton C20/25 unter statischer und quasi-statischer Belastung								
Temperaturbereich I: 80°C / 50°C	δ_{N0} -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	0,083	0,085	0,090	0,095	0,099	0,106
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	0,107	0,110	0,116	0,122	0,128	0,137
Temperaturbereich II: 120°C / 72°C	δ_{N0} -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	0,086	0,088	0,093	0,098	0,103	0,110
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	0,111	0,114	0,121	0,127	0,133	0,143
Temperaturbereich III: 160°C / 100°C	δ_{N0} -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	0,321	0,330	0,349	0,367	0,385	0,412
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	0,330	0,340	0,358	0,377	0,396	0,424

¹⁾ Berechnung der Verschiebung

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

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

Tabelle C11: Verschiebung unter Querbeanspruchung¹⁾ (Innengewindeankerstange)

Ankerstange mit Innengewinde			IG-M6	IG-M8	IG-M10	IG-M12	IG-M16	IG-M20
Ungerissener und gerissener Beton C20/25 unter statischer, quasi-statischer Belastung								
Alle Temperaturbereiche	δ_{V0} -Faktor	[mm/(kN)]	0,07	0,06	0,06	0,05	0,04	0,04
	$\delta_{V\infty}$ -Faktor	[mm/(kN)]	0,10	0,09	0,08	0,08	0,06	0,06

¹⁾ Berechnung der Verschiebung

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

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

Injektionssystem VMH für Beton

Leistungen
Verschiebungen (Innengewindeankerstange)

Anhang C9

Tabelle C12: Verschiebung unter Zugbeanspruchung¹⁾ (Betonstahl)

Betonstahl			Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 25	Ø 28	Ø 32
Ungerissener Beton C20/25 unter statischer und quasi-statischer Belastung											
Temperaturbereich I: 80°C / 50°C	δ_{N0} -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	0,031	0,032	0,034	0,035	0,037	0,039	0,043	0,045	0,048
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	0,040	0,042	0,044	0,045	0,047	0,051	0,055	0,058	0,063
Temperaturbereich II: 120°C / 72°C	δ_{N0} -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	0,032	0,034	0,035	0,036	0,038	0,041	0,045	0,047	0,050
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	0,042	0,044	0,045	0,047	0,049	0,053	0,057	0,060	0,065
Temperaturbereich III: 160°C / 100°C	δ_{N0} -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	0,121	0,126	0,131	0,137	0,142	0,153	0,164	0,172	0,186
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	0,124	0,129	0,135	0,141	0,146	0,157	0,169	0,177	0,192
Gerissener Beton C20/25 unter statischer und quasi-statischer Belastung											
Temperaturbereich I: 80°C / 50°C	δ_{N0} -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	0,081	0,083	0,085	0,087	0,090	0,095	0,099	0,103	0,108
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	0,104	0,107	0,110	0,113	0,116	0,122	0,128	0,133	0,141
Temperaturbereich II: 120°C / 72°C	δ_{N0} -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	0,084	0,086	0,088	0,090	0,093	0,098	0,103	0,107	0,113
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	0,108	0,111	0,114	0,118	0,121	0,127	0,133	0,138	0,148
Temperaturbereich III: 160°C / 100°C	δ_{N0} -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	0,312	0,321	0,330	0,340	0,349	0,367	0,385	0,399	0,425
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor	[mm/(N/mm ²)]	0,321	0,330	0,340	0,349	0,358	0,377	0,396	0,410	0,449

¹⁾ Berechnung der Verschiebung

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

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

Tabelle C13: Verschiebung unter Querbeanspruchung¹⁾ (Betonstahl)

Betonstahl			Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 25	Ø 28	Ø 32
Gerissener und ungerissener Beton C20/25 unter statischer und quasi-statischer Belastung											
Alle Temperaturbereiche	δ_{V0} -Faktor	[mm/(kN)]	0,06	0,05	0,05	0,04	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	0,04	0,04

¹⁾ Berechnung der Verschiebung

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

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

Injektionssystem VMH für Beton

Leistungen
Verschiebung (Betonstahl)

Anhang C10