

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

Europäische Technische
Bewertungsstelle für Bauprodukte



Europäische Technische Bewertung

ETA-17/0716
vom 23. April 2026

Allgemeiner Teil

Technische Bewertungsstelle, die
die Europäische Technische Bewertung
ausstellt

Handelsname des Bauprodukts

Produktfamilie,
zu der das Bauprodukt gehört

Hersteller

Herstellungsbetrieb

Diese Europäische Technische Bewertung
enthält

Diese Europäische Technische Bewertung
wird ausgestellt gemäß Artikel 95(4) der
Verordnung (EU) Nr. 2024/3110, auf der
Grundlage von

Diese Fassung ersetzt

Deutsches Institut für Bautechnik

Injektionssystem VMH für Beton

Verbunddübel und Verbundspreizdübel zur Verankerung
in Beton

(Alternative Bohrverfahren, Erdbeben und Feuer in
Stahlfaserbeton, variable Nutzungsdauer, Bewertung der
Zeit bis zum Versagen)

MKT

Metall-Kunststoff-Technik GmbH & Co. KG

Auf dem Immel 2

67685 Weilerbach

DEUTSCHLAND

Werk 1, D

Werk 2, D

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

EAD 330499-02-0601-v01

ETA-17/0716 vom 1. August 2024

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 36 Absatz 3 der Verordnung (EU) Nr. 2024/3110.

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 gemäß Anhang A 3 bis A 6 besteht.

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

Die Produktbeschreibung ist in Anhang A angegeben.

2 Spezifizierung des Verwendungszwecks gemäß anwendbarem Europäischen Bewertungsdokument

Von den Leistungen in Abschnitt 3 kann nur ausgegangen werden, wenn der Dübel entsprechend den Angaben und unter den Randbedingungen nach Anhang B verwendet wird.

Die Prüf- und Bewertungsmethoden, die dieser Europäischen Technischen Bewertung zu Grunde liegen, führen zur Annahme einer Nutzungsdauer des Dübels gemäß Anhang B2, Anwendungsbedingungen. Die Angabe der Nutzungsdauer kann nicht als Garantie des Herstellers verstanden werden, sondern ist lediglich ein Hilfsmittel zur Auswahl des richtigen Produkts in Bezug auf die angenommene wirtschaftlich angemessene Nutzungsdauer des Bauwerks.

3 Leistung des Produkts und Angaben der Methoden ihrer Bewertung

3.1 Mechanische Festigkeit und Standsicherheit (BWR 1)

Wesentliches Merkmal	Leistung
Charakteristischer Widerstand unter Zugbeanspruchung (statische und quasi-statische Einwirkungen)	Siehe Anhang B4, C1, C3, C4, C5, C9, C10, C12, C13
Charakteristischer Widerstand unter Querbeanspruchung (statische und quasi-statische Einwirkungen)	Siehe Anhang C2, C6, C11, C14
Verschiebungen unter Kurzzeit- und Langzeitbelastung	Siehe Anhang C17 bis C19
Charakteristischer Widerstand für seismische Leistungskategorie C1 und C2	Siehe Anhang C7, C8, C15, C16, C17

3.2 Brandschutz (BWR 2)

Wesentliches Merkmal	Leistung
Brandverhalten	Klasse A1
Feuerwiderstand	Siehe Anhang C20 bis C22

3.3 Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz (BWR 3)

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

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

Gemäß dem Europäischen Bewertungsdokument EAD 330499-02-0601-v01 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.

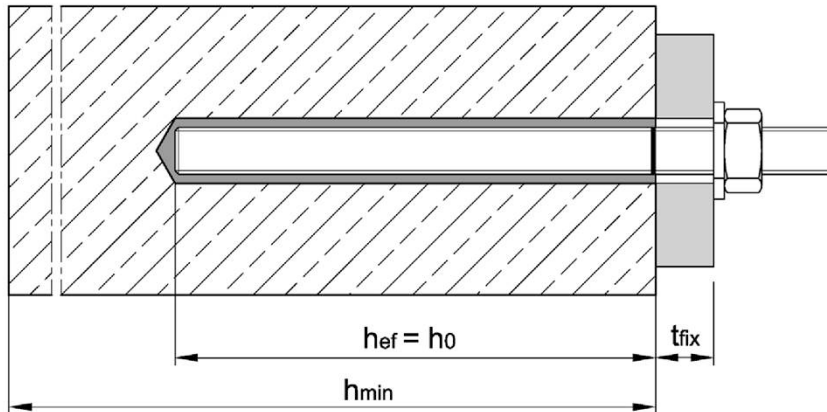
Ausgestellt in Berlin am 23. April 2026 vom Deutschen Institut für Bautechnik

Dipl.-Ing. Beatrix Wittstock
Referatsleiterin

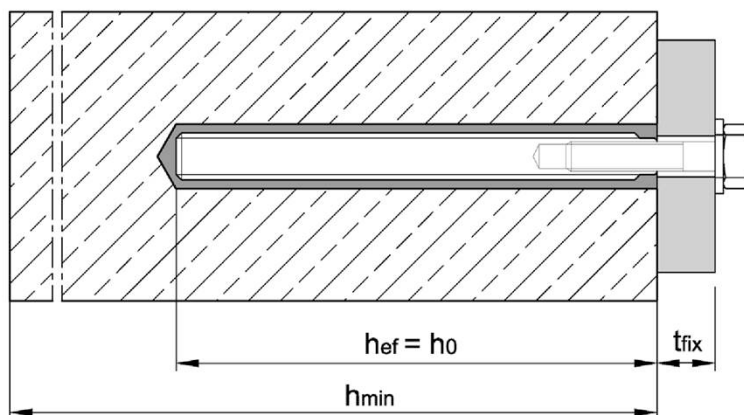
Beglaubigt
Baderschneider

Einbauzustand Ankerstange M8 bis M30

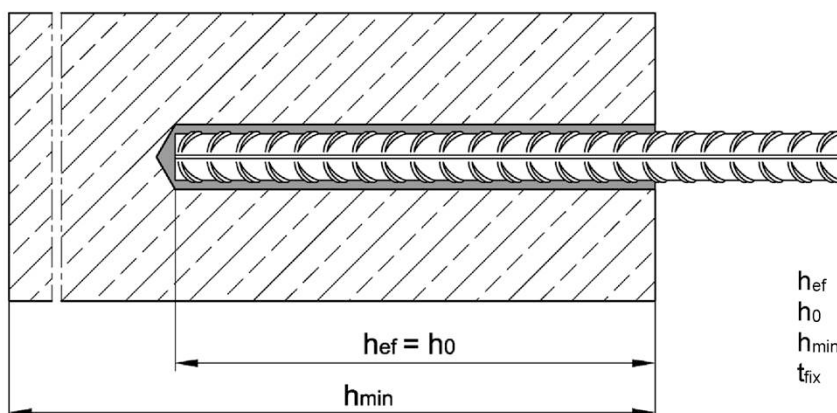
Vorsteckmontage oder Durchsteckmontage (optional mit verfülltem Ringspalt)



Einbauzustand Innengewindeankerstange IG M6 bis IG M20



Einbauzustand Betonstahl Ø8 bis Ø32



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

Injektionssystem VMH für Beton

Produktbeschreibung
Einbauzustand

Anhang A1

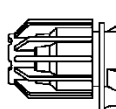
Kartusche: Injektionsmörtel VMH

Koaxial Kartusche
150 ml, 280 ml,
300 ml bis 330 ml,
380 ml bis 420 ml



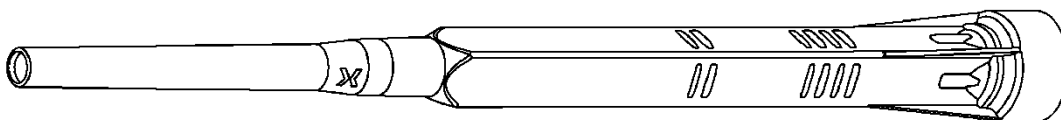
Aufdruck:
VMH
Verarbeitungs- und Sicherheitshinweise,
Haltbarkeit, Chargennummer,
Herstellerangaben, Mengenangabe

Side-by-side Kartusche
235 ml,
345 ml bis 360 ml,
825 ml

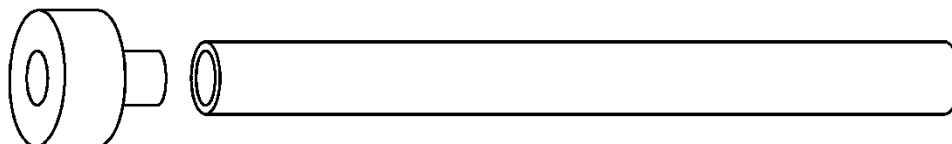


Aufdruck:
VMH
Verarbeitungs- und Sicherheitshinweise,
Haltbarkeit, Chargennummer,
Herstellerangaben, Mengenangabe

Statikmischer VM-XHP



Injektionsadapter mit Mischerverlängerung



Injektionssystem VMH für Beton

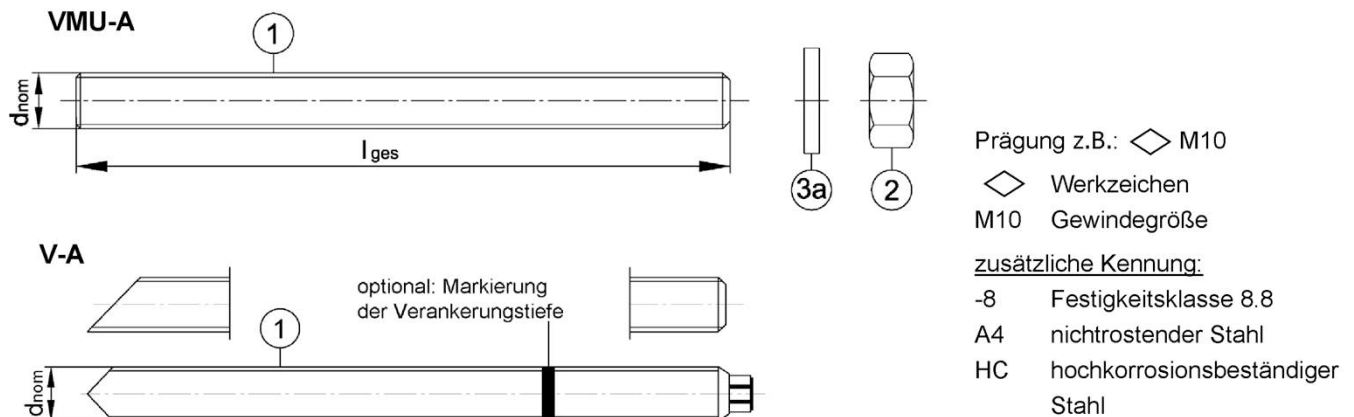
Produktbeschreibung
Kartuschen, Statikmischer und Injektionsadapter

Anhang A2

Ankerstangen

Ankerstangen VMU-A und V-A

M8, M10, M12, M16, M20, M24, M27, M30 (verzinkt, A4, HCR)
mit Unterlegscheibe und Sechskantmutter



Ankerstange VM-A

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

- Werkstoff, Abmessungen und mechanische Eigenschaften gemäß Tabelle A1

Handelsübliche Gewindestangen

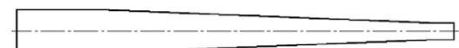
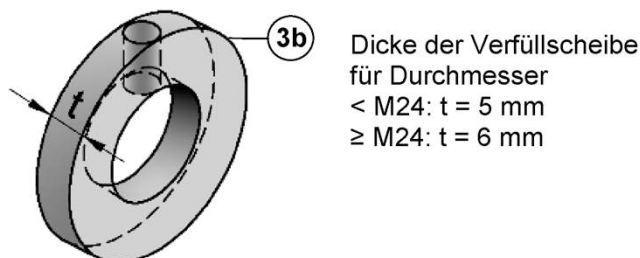
M8, M10, M12, M16, M20, M24, M27, M30 (verzinkt, A2, A4, HCR)

- Werkstoff, Abmessungen und mechanische Eigenschaften gemäß Tabelle A1
- Abnahmeprüfzeugnis 3.1 gemäß EN 10204:2004 (Dokumente sind aufzubewahren)

Für feuerverzinkte Elemente sind die Anforderungen an die Kombination von Muttern und Gewindestangen gemäß EN ISO 10684:2004+AC:2009 Anhang F zu berücksichtigen.

Verfüllscheibe VS und Mischerreduzierung

zum Verfüllen des Ringspalts zwischen Anker und Anbauteil



Injektionssystem VMH für Beton

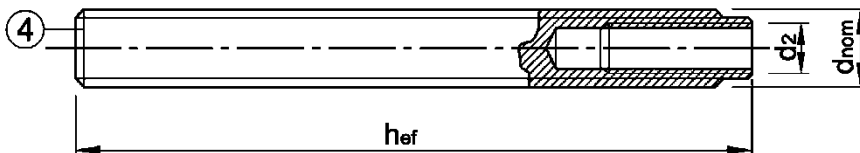
Produktbeschreibung
Ankerstangen und Verfüllscheibe

Anhang A3

Innengewindeankerstangen

Innengewindeankerstange VMU-IG

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



Prägung z.B.: $\diamond$ M8

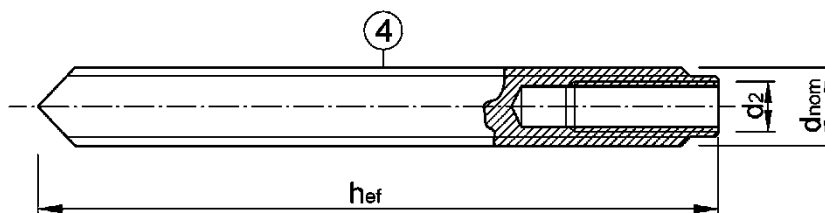
$\diamond$ Werkzeichen

I Innengewinde (optional)

M8 Gewindegröße
(Innengewinde)

Innengewindeankerstange VZ-IG

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



zusätzliche Kennung:

-8 Festigkeitsklasse 8.8

A4 nichtrostender Stahl

HCR hochkorrosionsbeständiger
Stahl

Anforderungen an Schraube bzw. an Gewindestange (inkl. Mutter und Unterlegscheibe entsprechend Planungsunterlagen:

- Mindesteinschraubtiefe $L_{sd,min}$ siehe Tabelle B2
- Die Länge der Schraube bzw. der Gewindestange muss in Abhängigkeit von der Anbauteildicke t_{fix} , der vorhandenen Gewindelänge und der Mindesteinschraubtiefe $L_{sd,min}$ festgelegt werden.
- Werkstoffe für Schrauben bzw. Gewindestange (inkl. Mutter und Unterlegscheibe) müssen mindestens dem Material und der Festigkeitsklasse der verwendeten Innengewindeankerstange entsprechen.

Injektionssystem VMH für Beton

Produktbeschreibung
Innengewindeankerstangen

Anhang A4

Tabelle A1: Werkstoffe

Teil		Benennung		Werkstoffe und mechanische Eigenschaften					
Stahl, verzinkt galvanisch verzinkt ≥ 5 µm gemäß EN ISO 4042:2022 oder feuerverzinkt ≥ 50 µm im Mittel gemäß EN ISO 1461:2022, EN ISO 10684:2004+AC:2009 oder diffusionsverzinkt ≥ 45 µm gemäß EN ISO 17668:2016									
1	Ankerstange	Festigkeits- klasse	Charakteristische Zugfestigkeit		Charakteristische Streckgrenze		Bruch- dehnung	EN ISO 683-4:2018, EN 10263:2017	
		4.6	f _{uk} [N/mm²]	400	f _{yk} [N/mm²]	240	A ₅ > 8 %	handelsübliche Gewindestangen: EN ISO 898-1:2013	
		4.8		400		320	A ₅ > 8 %		
		5.6		500		300	A ₅ > 8 %		
		5.8		500		400	A ₅ > 8 %		
		8.8		800		640	A ₅ ≥ 12% ¹⁾		
2	Sechskantmutter	4	für Ankerstangen der Klasse 4.6, 4.8					handelsübliche Muttern z.B.: EN ISO 898-2:2022	
		5	für Ankerstangen der Klasse 4.6, 4.8, 5.6, 5.8						
		8	für Ankerstangen der Klasse 4.6, 4.8, 5.6, 5.8, 8.8						
3a	Unterlegscheibe			z.B.: EN ISO 7089:2000, EN ISO 7093:2000, EN ISO 7094:2000, EN ISO 887:2006					
3b	Verfüllscheibe			Stahl, verzinkt					
4	Innengewinde- ankerstange	5.8	Stahl, galvanisch verzinkt oder				A ₅ > 8%	EN ISO 683-4:2018	
		8.8	diffusionsverzinkt				A ₅ > 8%		
Nichtrostender Stahl A2 ²⁾ CRC II (1.4301 / 1.4307 / 1.4311 / 1.4567 / 1.4541)									
Nichtrostender Stahl A4 CRC III (1.4401 / 1.4404 / 1.4571 / 1.4578)									
Hochkorrosionsbeständiger Stahl HCR CRC V (1.4529 / 1.4565)									
1	Ankerstange	Festigkeits- klasse	Charakteristische Zugfestigkeit		Charakteristische Streckgrenze		Bruch- dehnung	EN 10088-1:2014	
		50	f _{uk} [N/mm²]	500	f _{yk} [N/mm²]	210	A ₅ > 8%	handelsübliche Gewindestangen: EN ISO 3506-1:2020	
		70		700		450 (560) ⁴⁾	A ₅ ≥ 12% ¹⁾		
		80 ³⁾		800		600 (640) ⁴⁾	A ₅ ≥ 12% ¹⁾		
2	Sechskantmutter	50	für Ankerstangen der Klasse 50					handelsübliche Muttern z.B.: EN 10088-1:2014 EN ISO 3506-2:2020	
		70	für Ankerstangen der Klasse 50, 70						
		80 ³⁾	für Ankerstangen der Klasse 50, 70, 80						
3a	Unterlegscheibe			z.B.: EN ISO 7089:2000, EN ISO 7093:2000, EN ISO 7094:2000; EN ISO 887:2006					
3b	Verfüllscheibe			nichtrostender Stahl A4; hochkorrosionsbeständiger Stahl HCR					
4	Innengewinde- ankerstange	50	IG-M20				A ₅ > 8 %	EN 10088-1:2014	
		70	IG-M6 bis IG-M20				A ₅ > 8 %		

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

²⁾ Festigkeitsklasse 50 und 70

³⁾ Festigkeitsklasse 80: M8 bis M24

⁴⁾ Wert in Klammern für Ankerstangen VMU-A und V-A

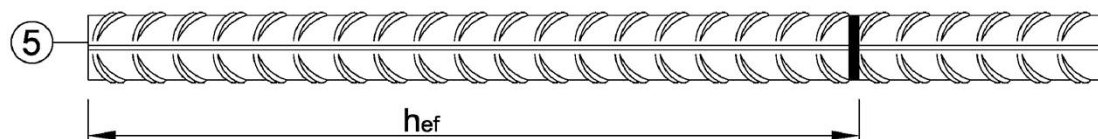
Injektionssystem VMH für Beton

Produktbeschreibung
Werkstoffe

Anhang A5

Betonstahl

Ø 8, Ø 10, Ø 12, Ø 14, Ø 16, Ø 20, Ø 24, Ø 25, Ø 28, Ø 32



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

Tabelle A2: Werkstoffe - Betonstahl

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

Injektionssystem VMH für Beton

Produktbeschreibung

Produktbeschreibung und Werkstoffe Betonstahl

Anhang A6

Spezifizierung des Verwendungszwecks

Statische und quasi-statische Einwirkung				
Nutzungsdauer		50 Jahre		100 Jahre
Verankerungsgrund		gerissener oder ungerissener Beton		
		Festigkeitsklasse C20/25 bis C90/105		
Bohr- verfahren	Hammerbohren (HD)	M8 - M30 IG M6 - IG M20 Ø8 - Ø32		
	Saugbohren (VD)			
	Druckluftbohren (CD)			
Temperaturbereich ¹⁾		I: -40°C bis +40°C II: -40°C bis +80°C III: -40°C bis +120°C IV: -40°C bis +160°C	I: -40°C bis +40°C II: -40°C bis +80°C	
Seismische Einwirkung				
Leistungskategorie		C1		C2
Verankerungsgrund		gerissener oder ungerissener Beton		
		Festigkeitsklasse C20/25 bis C50/60		
Bohr- verfahren	Hammerbohren (HD)	M8 - M30 Ø8 - Ø32		M12 – M24 Stahl verzinkt: Festigkeitsklasse 8.8 A4 / HCR Festigkeitsklasse ≥ 70
	Saugbohren (VD)			
	Druckluftbohren (CD)			
Temperaturbereich ¹⁾		I: -40°C bis +40°C II: -40°C bis +80°C III: -40°C bis +120°C ²⁾ IV: -40°C bis +160°C ²⁾		
Brandeinwirkung				
Verankerungsgrund		gerissener oder ungerissener Beton		
		Festigkeitsklasse C20/25 bis C50/60		
Bohr- verfahren	Hammerbohren (HD)	M8 - M30 IG M6 - IG M20 Ø8 - Ø32		
	Saugbohren (VD)			
	Druckluftbohren (CD)			
Temperaturbereich ¹⁾		I: -40°C bis +40°C II: -40°C bis +80°C III: -40°C bis +120°C IV: -40°C bis +160°C		

- ¹⁾ Temperaturbereich I: max. Langzeittemperatur +24°C und max. Kurzzeittemperatur +40°C
 Temperaturbereich II: max. Langzeittemperatur +50°C und max. Kurzzeittemperatur +80°C
 Temperaturbereich III: max. Langzeittemperatur +72°C und max. Kurzzeittemperatur +120°C
 Temperaturbereich IV: max. Langzeittemperatur +100°C und max. Kurzzeittemperatur +160°C
²⁾ Nur für 50 Jahre Lebensdauer

Injektionssystem VMH für Beton

Verwendungszweck
Spezifizierung

Anhang B1

Spezifizierung des Verwendungszwecks

Verankerungsgrund:

- Verdichteter bewehrter oder unbewehrter Normalbeton mit Festigkeitsklassen C20/25 bis C90/105 nach EN 206:2013+A2:2021

Anwendungsbedingungen (Umweltbedingungen):

Für 50 und/ oder 100 Jahre Lebensdauer :

- Bauteile unter den Bedingungen trockener Innenräume: alle Materialien
- Für alle anderen Bedingungen gilt:
Verwendung der Werkstoffe aus Anhang A5, Tabelle A1 entsprechend der Korrosionsbeständigkeitsklasse CRC gemäß EN 1993-1-4:2006+A1:2015

Für variable Lebensdauer:

Bauteile, die inneren und äußeren Bedingungen unterliegen (Kohlenstoffstahl, feuerverzinkt nach EN ISO 10684:2004 + AC:2009 mit mittlerer Schichtdicke $\geq 50 \mu\text{m}$): Klassifizierung der atmosphärischen Korrosivität, Bestimmung und Schätzung C1-CX gemäß EN ISO 9223:2012-02 Tabelle C.1 für eine variable Lebensdauer gemäß Tabelle B1.

Tabelle B1: Variable Lebensdauer

Korrosivitäts-kategorie ¹⁾	Korrosivität	Lebensdauer (Jahre)
C1	unbedeutend	50
C2	gering	50
C3	mäßig	25
C4	stark	12,5
C5	sehr stark	5
CX	extrem	2

¹⁾ Korrosivitätskategorie nach EN ISO 9223:2012-02, Tabelle C.

Bemessung:

- Unter Berücksichtigung der zu verankernden Lasten sind prüfbare Berechnungen und Konstruktionszeichnungen anzufertigen. Auf den Konstruktionszeichnungen ist die Lage des Dübels angegeben (z.B. Lage des Dübels zur Bewehrung oder zu den Auflagern usw.)
- Die Bemessung der Verankerungen erfolgt unter der Verantwortung eines auf dem Gebiet der Verankerungen und des Betonbaus erfahrenen Ingenieurs
- Die Bemessung der Verankerungen erfolgt nach EN 1992-4:2018
- Die Bemessung der Verankerung unter Brandeinwirkung erfolgt nach Technical Report TR 082, Fassung Juni 2023.

Injektionssystem VMH für Beton

Verwendungszweck
Spezifizierung (Fortsetzung)

Anhang B2

Einbau:

- Trockener oder feuchter Beton oder wassergefüllte Bohrlöcher (ausgenommen Seewasser)
- Bohrlochherstellung durch
 - HD: Hammerbohren
 - VD: Saugbohren
 - CD: Druckluftbohren
- Überkopfmontage erlaubt
- Einbau durch entsprechend geschultes Personal unter Verantwortung des Bauleiters
- Einbautemperatur im Beton:
 - 5°C bis +40°C für die üblichen Temperaturveränderungen nach dem Einbau.
- Bohrloch unmittelbar vor der Montage des Dübels reinigen, oder in geeigneter Weise bis zur Montage gegen Verschmutzung schützen. Bei einfließendem Wasser oder erneuter Verschmutzung, ist die Reinigung vor der Montage zu wiederholen.

Injektionssystem VMH für Beton

Verwendungszweck
Spezifizierung (Fortsetzung)

Anhang B3

Tabelle B1: Montage- und Dübelkennwerte, Ankerstangen

Ankerstange			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
Durchmesser Ankerstange	$d=d_{nom}$	[mm]	8	10	12	16	20	24	27	30
Bohrernenndurchmesser	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 Anbauteil ²⁾	Vorsteckmontage $d_f \leq$	[mm]	9	12	14	18	22	26	30	33
	Durchsteckmontage $d_f \leq$	[mm]	12	14	16	20	24	30	33	40
Maximales Montagedrehmoment	$max. T_{inst} \leq$	[Nm]	10	20	40 (35) ¹⁾	60	100	170	250	300
Mindestbauteildicke	h_{min}	[mm]	$h_{ef} + 30 \text{ mm} \geq 100 \text{ mm}$				$h_{ef} + 2d_0$			
Minimaler Achsabstand	s_{min}	[mm]	40	50	60	75	95	115	125	140
Minimaler Randabstand	c_{min}	[mm]	35	40	45	50	60	65	75	80

¹⁾ Maximales Montagedrehmoment für M12 mit Festigkeitsklasse 4.6

²⁾ Für Anwendungen unter seismischer Einwirkung darf das Durchgangsloch im Anbauteil $max. d_{nom} + 1 \text{ mm}$ betragen oder alternativ ist der Ringspalt zwischen Gewindestange und Anbauteil mit Mörtel kraftschlüssig zu verfüllen.

Tabelle B2: Montage- und Dübelkennwerte, Innengewindeankerstangen

Innengewindeankerstange			IG M 6	IG M 8	IG M 10	IG M 12	IG M 16	IG M 20
Innendurchmesser	d_2	[mm]	6	8	10	12	16	20
Außendurchmesser ¹⁾	$d=d_{nom}$	[mm]	10	12	16	20	24	30
Bohrernenndurchmesser	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 Anbauteil	$d_f \leq$	[mm]	7	9	12	14	18	22
Maximales Montagedrehmoment	$max. T_{inst} \leq$	[Nm]	10	10	20	40	60	100
Min. Einschraubtiefe	$L_{sd,min}$	[mm]	8	8	10	12	16	20
Mindestbauteildicke	h_{min}	[mm]	$h_{ef} + 30 \text{ mm} \geq 100 \text{ mm}$			$h_{ef} + 2d_0$		
Minimaler Achsabstand	s_{min}	[mm]	50	60	75	95	115	140
Minimaler Randabstand	c_{min}	[mm]	40	45	50	60	65	80

¹⁾ Mit metrischem Gewinde

Tabelle B3: Montagekennwerte Betonstahl

Betonstahl			Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 24	Ø 25	Ø 28	Ø 32
Durchmesser Betonstahl	$d=d_{nom}$	[mm]	8	10	12	14	16	20	24	25	28	32
Bohrernenndurchmesser ¹⁾	d_0	[mm]	10 12	12 14	14 16	18	20	25	30 32	30 32	35	40
Effektive Verankerungstiefe	$h_{ef,min}$	[mm]	60	60	70	75	80	90	96	100	112	128
	$h_{ef,max}$	[mm]	160	200	240	280	320	400	480	500	560	640
Mindestbauteildicke	h_{min}	[mm]	$h_{ef} + 30 \text{ mm} \geq 100 \text{ mm}$				$h_{ef} + 2d_0$					
Minimaler Achsabstand	s_{min}	[mm]	40	50	60	70	75	95	120	120	130	150
Minimaler Randabstand	c_{min}	[mm]	35	40	45	50	50	60	70	70	75	85

¹⁾ Beide Bohrernenndurchmesser dürfen verwendet werden

Injektionssystem VMH für Beton

Verwendungszweck
Montagekennwerte

Anhang B4

Tabelle B4: Parameter für Reinigungs- und Setzzubehör

Anker- stange	IG- Anker- stangen	Beton- stahl	Bohrer Ø	Bürsten Ø	min. Bürsten Ø	Injektionsadapter Einbaurichtung und Verwendung			
[-]	[-]	Ø [mm]	d ₀ [mm]	d _b [mm]	d _{b,min} [mm]	[-]	↓	→	↑
M8	-	8	10	11,5	10,5	Kein Injektionsadapter erforderlich			
M10	IG M6	8 / 10	12	13,5	12,5				
M12	IG M8	10 / 12	14	15,5	14,5				
-	-	12	16	17,5	16,5				
M16	IG M10	14	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	IG M12	-	22	24,0	22,5	VM-IA 22			
-	-	20	25	27,0	25,5	VM-IA 25			
M24	IG M16	-	28	30,0	28,5	VM-IA 28			
M27	-	24 / 25	30	31,8	30,5	VM-IA 30			
-	-	24 / 25	32	34,0	32,5	VM-IA 32			
M30	IG M20	28	35	37,0	35,5	VM-IA 35			
-	-	32	40	43,5	40,5	VM-IA 40			

Tabelle B5: Injektionszubehör

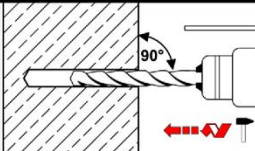
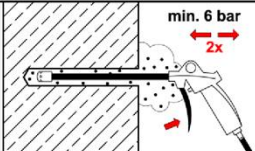
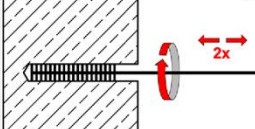
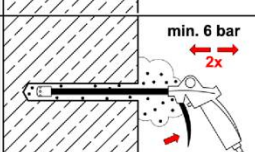
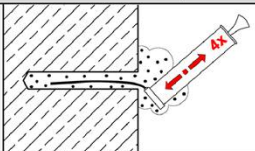
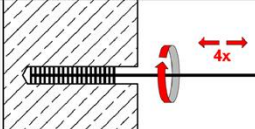
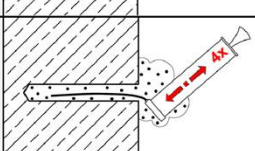
Saugbohrer Bohrernennendurchmesser (d ₀): alle Durchmesser Saugbohrer (MKT Saugbohrer SB, Würth Saugbohrer oder Heller Duster Expert Saugbohrer) und einem Klasse M Staubsauger mit einem Unterdruck von mind. 253 hPa und einer Durchflussrate von mind. 42 l/s (150 m³/h)	
Empfohlene Druckluftpistole min 6 bar Bohrernennendurchmesser (d ₀): alle Durchmesser	
Reinigungsbürste RB	
Injektionsadapter VM-IA	

Injektionssystem VMH für Beton

Verwendungszweck
Reinigungs- und Installationszubehör

Anhang B5

Montageanweisung – Hammerbohren oder Druckluftbohren

Hammerbohren oder Druckluftbohren		
Bohren		
1		Hammerbohren oder Druckluftbohren: Bohrloch dreh Schlagend mit vorgeschriebenem Bohrerdurchmesser (Tabelle B1, B2 oder B3) und gewählter Bohrlochtiefe erstellen. Bei Fehlbohrungen ist das Bohrloch zu vermörteln.
Reinigen		
Achtung! Vor der Reinigung des Bohrlochs stehendes Wasser entfernen!		
Reinigung mit Druckluft		
alle Untergründe und Abmessungen nach Anhang B1		
2a		Das Bohrloch vom Bohrlochgrund her mind. 2x vollständig mit Druckluft (min. 6 bar) ausblasen, bis die ausströmende Luft staubfrei ist. Wird der Bohrlochgrund nicht erreicht, ist eine Verlängerung zu verwenden.
2b		Bohrloch mit geeigneter Drahtbürste gem. Tabelle B4 (minimaler Bürstendurchmesser $d_{b,min}$ ist einzuhalten) mind. 2x ausbürsten. Erreicht die Bürste den Bohrlochgrund nicht, ist eine geeignete Bürstenverlängerung zu verwenden.
2c		Das Bohrloch vom Bohrlochgrund her erneut mind. 2x vollständig mit Druckluft (min. 6 bar) ausblasen, bis die ausströmende Luft staubfrei ist. Wird der Bohrlochgrund nicht erreicht, ist eine Verlängerung zu verwenden.
2	Manuelle Reinigung ungerissener Beton, trocken oder feucht; Bohrlochdurchmesser $d_0 \leq 20\text{mm}$ und Bohrlochtiefe $h_0 \leq 10 d_{nom}$	
2a		Das Bohrloch vom Bohrlochgrund her mit der Ausblaspumpe mind. 4x vollständig ausblasen, bis die ausströmende Luft staubfrei ist.
2b		Bohrloch mit geeigneter Drahtbürste gem. Tabelle B4 (minimaler Bürstendurchmesser $d_{b,min}$ ist einzuhalten) mind. 4x ausbürsten. Erreicht die Bürste den Bohrlochgrund nicht, ist eine geeignete Bürstenverlängerung zu verwenden.
2c		Das Bohrloch vom Bohrlochgrund her erneut mit der Ausblaspumpe mind. 4x vollständig ausblasen, bis die ausströmende Luft staubfrei ist.

Injektionssystem VMH für Beton

Verwendungszweck
Montageanweisung

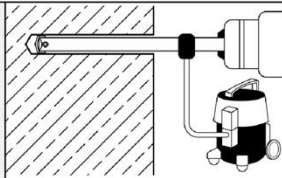
Anhang B6

Montageanweisung (Fortsetzung)

Saugbohren

Bohrlocherstellung und Reinigung

1
+
2

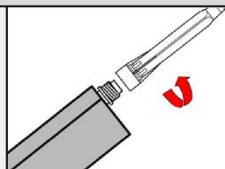


Saugbohrer: siehe Anhang B4
Bohrloch erstellen (Durchmesser und Bohrlochtiefe entsprechend Tabelle B1, B2 oder B3). Eine zusätzliche Reinigung ist nicht erforderlich!
Bei Fehlbohrungen ist das Bohrloch zu vermörteln.

Es ist keine weitere Reinigung notwendig, weiter bei Schritt 3!

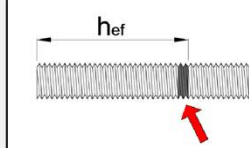
Injektion

3



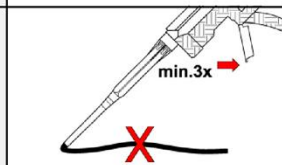
Den mitgelieferten Statikmischer fest auf die Kartusche aufschrauben und Kartusche in eine geeignete Auspresspistole einlegen.
Bei jeder Arbeitsunterbrechung länger als die empfohlene Verarbeitungszeit (Tabelle B6) und bei jeder neuen Kartusche ist der Statikmischer zu erneuern.

4



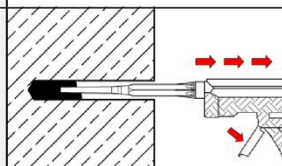
Vor dem Injizieren des Mörtels die geforderte Verankerungstiefe auf der Ankerstange oder dem Bewehrungsstab markieren.
Bei Durchsteckmontage t_{fix} berücksichtigen.
Das Befestigungselement muss frei von Schmutz, Fett, Öl und anderen Fremdmaterialien sein.

5



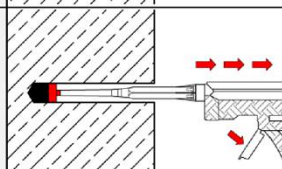
Der Mörtelvorlauf ist nicht zur Befestigung der Ankerstange geeignet. Daher Vorlauf solange verwerfen, bis sich eine gleichmäßig graue Mischfarbe eingestellt hat, jedoch min. 3 volle Hübe.

6a



Verfüllen ohne Injektionsadapter: Gereinigtes Bohrloch vom Bohrlochgrund her ca. zu 2/3 mit Verbundmörtel befüllen. Langsames Zurückziehen des Statikmischers (ggf. mit Mischerverlängerung) aus dem Bohrloch verhindert die Bildung von Lufteinschlüssen. Die Verarbeitungszeiten gemäß Tabelle B6 sind zu beachten.

6b



Verfüllen mit Injektionsadapter (vergl. Tabelle B4):
Injektionsadapter bis zum Bohrlochgrund (ggf. Mischerverlängerung verwenden) einführen und Bohrloch mit ca. 2/3 mit Mörtel befüllen. Während des Injizierens wird der Verfüllstutzen durch den Staudruck des Mörtels aus dem Bohrloch gedrückt. Die Verarbeitungszeiten gemäß Tabelle B6 sind zu beachten.

Injektionssystem VMH für Beton

Verwendungszweck
Montageanweisung (Fortsetzung)

Anhang B7

Montageanweisung (Fortsetzung)

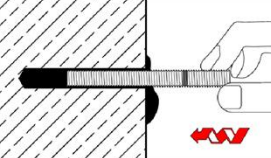
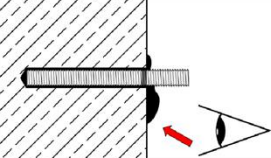
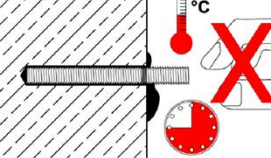
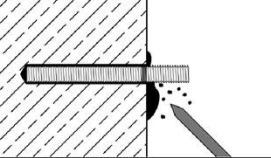
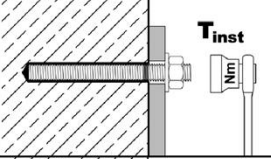
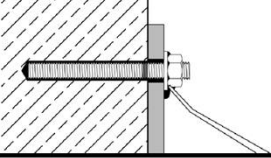
Setzen des Befestigungselementes		
7		Befestigungselement mit leichten Drehbewegungen bis zur Markierung der Verankerungstiefe einsetzen.
8		Ringspalt zwischen Ankerstange und Beton (bei Durchsteckmontage zusätzlich im Anbauteil), muss komplett mit Mörtel verfüllt sein. Andernfalls Anwendung vor Beendigung der Verarbeitungszeit wiederholen! Bei Überkopfmontage ist die Ankerstange zu fixieren (z.B. mit Holzkeilen).
9		Die angegebene Aushärtezeit muss eingehalten werden. Befestigungselement während der Aushärtezeit (siehe Tabelle B6) nicht bewegen oder belasten.
10		Ausgetretenen Mörtel entfernen.
11		Nach vollständiger Aushärtung kann das Anbauteil mit dem Montagedrehmoment $\leq T_{inst}$ nach Tabelle B1 oder B2 montiert werden.
12		Bei der Vorsteckmontage kann optional der Ringspalt zwischen Ankerstange und Anbauteil mit Mörtel verfüllt werden. Dafür Unterlegscheibe durch Verfüllscheibe ersetzen und Mischerreduzierung verwenden. Ringspalt ist vollständig verfüllt, wenn Mörtel austritt.

Tabelle B6: Verarbeitungs- und Aushärtezeiten

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

Injektionssystem VMH für Beton

Verwendungszweck

Montageanweisung (Fortsetzung) / Verarbeitungs- und Aushärtezeiten

Anhang B8

Tabelle C1: Charakteristische Stahltragfähigkeit für Ankerstangen unter Zugbeanspruchung

Ankerstange				M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
Stahlversagen											
Spannungsquerschnitt		A _s	[mm ²]	36,6	58	84,3	157	245	353	459	561
Charakteristische Widerstände unter Zugbeanspruchung ¹⁾											
Stahl, verzinkt	Festigkeitsklasse 4.6 und 4.8	N _{Rk,s}	[kN]	15 (13) ¹⁾	23 (21) ¹⁾	34	63	98	141	184	224
	Festigkeitsklasse 5.6 und 5.8	N _{Rk,s}	[kN]	18 (17) ¹⁾	29 (27) ¹⁾	42	79	123	177	230	281
	Festigkeitsklasse 8.8	N _{Rk,s}	[kN]	29 (27) ¹⁾	46 (43) ¹⁾	67	126	196	282	367	449
Nichtrostender Stahl	Festigkeitsklasse 50 (A2 / A4 / HCR)	N _{Rk,s}	[kN]	18	29	42	79	123	177	230	281
	Festigkeitsklasse 70 (A2 / A4 / HCR)	N _{Rk,s}	[kN]	26	41	59	110	172	247	321	393
	Festigkeitsklasse 80 (A4 / HCR)	N _{Rk,s}	[kN]	29	46	67	126	196	282	– ⁴⁾	– ⁴⁾
Teilsicherheitsbeiwerte ²⁾											
Stahl, verzinkt	Festigkeitsklasse 4.6	γ _{Ms,N}	[-]	2,0							
	Festigkeitsklasse 4.8	γ _{Ms,N}	[-]	1,5							
	Festigkeitsklasse 5.6	γ _{Ms,N}	[-]	2,0							
	Festigkeitsklasse 5.8	γ _{Ms,N}	[-]	1,5							
	Festigkeitsklasse 8.8	γ _{Ms,N}	[-]	1,5							
Nichtrostender Stahl	Festigkeitsklasse 50 (A2 / A4 / HCR)	γ _{Ms,N}	[-]	2,86							
	Festigkeitsklasse 70 (A2 / A4 / HCR)	γ _{Ms,N}	[-]	1,87 (1,5) ³⁾							
	Festigkeitsklasse 80 (A4 / HCR)	γ _{Ms,N}	[-]	1,6 (1,5) ³⁾						– ⁴⁾	– ⁴⁾

¹⁾ Die charakteristischen Widerstände gelten für alle Ankerstangen VMU-A, V-A, VM-A und für Gewindestangen mit dem hier angegebenen Spannungsquerschnitt A_s. Für Gewindestangen mit geringerem Spannungsquerschnitt (z.B.: feuerverzinkte Gewindestangen gemäß EN ISO 10684:2004 + AC:2009) gelten die Werte in Klammern.

²⁾ Sofern andere nationale Regelungen fehlen

³⁾ Wert in Klammern gilt nur für Ankerstangen VMU-A oder V-A

⁴⁾ Dübelvariante nicht in ETA enthalten

Injektionssystem VMH für Beton

Leistung

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

Anhang C1

Tabelle C2: Charakteristische Stahltragfähigkeit für Ankerstangen unter Querbeanspruchung

Ankerstange				M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30	
Stahlversagen												
Spannungsquerschnitt				A _s [mm ²]	36,6	58,0	84,3	157	245	353	459	561
Charakteristische Widerstände unter Querbeanspruchung ¹⁾												
Stahlversagen <u>ohne</u> Hebelarm												
Stahl, verzinkt	Festigkeitsklasse 4.6 und 4.8	V ⁰ _{Rk,s}	[kN]	9 (8)	14 (13)	20	38	59	85	110	135	
	Festigkeitsklasse 5.6 und 5.8	V ⁰ _{Rk,s}	[kN]	11 (10)	17 (16)	25	47	74	106	138	168	
	Festigkeitsklasse 8.8	V ⁰ _{Rk,s}	[kN]	15 (13)	23 (21)	34	63	98	141	184	224	
Nichtrosten- der Stahl	Festigkeitsklasse 50 (A2 / A4 / HCR)	V ⁰ _{Rk,s}	[kN]	9	15	21	39	61	88	115	140	
	Festigkeitsklasse 70 (A2 / A4 / HCR)	V ⁰ _{Rk,s}	[kN]	13	20	30	55	86	124	161	196	
	Festigkeitsklasse 80 (A4 / HCR)	V ⁰ _{Rk,s}	[kN]	15	23	34	63	98	141	– ⁴⁾	– ⁴⁾	
Stahlversagen <u>mit</u> Hebelarm												
Stahl, verzinkt	Festigkeitsklasse 4.6 und 4.8	M ⁰ _{Rk,s}	[Nm]	15 (13)	30 (27)	52	133	260	449	666	900	
	Festigkeitsklasse 5.6 und 5.8	M ⁰ _{Rk,s}	[Nm]	19 (16)	37 (33)	65	166	325	561	832	1124	
	Festigkeitsklasse 8.8	M ⁰ _{Rk,s}	[Nm]	30 (26)	60 (53)	105	266	519	898	1332	1799	
Nichtrosten- der Stahl	Festigkeitsklasse 50 (A2 / A4 / HCR)	M ⁰ _{Rk,s}	[Nm]	19	37	65	166	325	561	832	1124	
	Festigkeitsklasse 70 (A2 / A4 / HCR)	M ⁰ _{Rk,s}	[Nm]	26	52	92	233	454	785	1165	1574	
	Festigkeitsklasse 80 (A4 / HCR)	M ⁰ _{Rk,s}	[Nm]	30	60	105	266	519	898	– ⁴⁾	– ⁴⁾	
Teilsicherheitsbeiwerte ²⁾												
Stahl, verzinkt	Festigkeitsklasse 4.6	γ _{Ms,V}	[-]	1,67								
	Festigkeitsklasse 4.8	γ _{Ms,V}	[-]	1,25								
	Festigkeitsklasse 5.6	γ _{Ms,V}	[-]	1,67								
	Festigkeitsklasse 5.8	γ _{Ms,V}	[-]	1,25								
	Festigkeitsklasse 8.8	γ _{Ms,V}	[-]	1,25								
Nichtrosten- der Stahl	Festigkeitsklasse 50 (A2 / A4 / HCR)	γ _{Ms,V}	[-]	2,38								
	Festigkeitsklasse 70 (A2 / A4 / HCR)	γ _{Ms,V}	[-]	1,56 (1,25) ³⁾								
	Festigkeitsklasse 80 (A4 / HCR)	γ _{Ms,V}	[-]	1,33 (1,25) ³⁾							– ⁴⁾	– ⁴⁾

¹⁾ Die charakteristischen Widerstände gelten für alle Ankerstangen VMU-A, V-A, VM-A und für Gewindestangen mit dem hier angegebenen Spannungsquerschnitt A_s . Für Gewindestangen mit geringerem Spannungsquerschnitt (z.B.: feuerverzinkte Gewindestangen gemäß EN ISO 10684:2004 + AC:2009) gelten die Werte in Klammern

²⁾ Sofern andere nationale Regelungen fehlen

³⁾ Wert in Klammern gilt nur für Ankerstangen VMU-A oder V-A

⁴⁾ Dübelvariante nicht in ETA enthalten

Injektionssystem VMH für Beton

Leistung

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

Anhang C2

**Tabelle C3: Charakteristische Werte für Betonausbruch und Spalten,
Nutzungsdauer 50 und 100 Jahren**

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

Injektionssystem VMH für Beton

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

Anhang C3

**Tabelle C4: Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Ankerstangen
statische und quasi-statische Einwirkung, Nutzungsdauer 50 Jahre**

Ankerstangen				M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30	
Stahlversagen												
Charakteristischer Widerstand		$N_{Rk,s}$	[kN]	$A_s \cdot f_{uk}$ oder siehe Tabelle C1								
Teilsicherheitsbeiwert		$\gamma_{Ms,N}$	[-]	siehe Tabelle C1								
Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch												
Charakteristische Verbundtragfähigkeit im <u>ungerissenen</u> Beton C20/25												
Temperaturbereich	I	24°C / 40°C	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm²]	17	17	16	15	14	13	13	13
	II	50°C / 80°C			17	17	16	15	14	13	13	13
	III	72°C / 120°C			15	14	14	13	12	12	11	11
	IV	100°C / 160°C			12	11	11	10	9,5	9,0	9,0	9,0
Charakteristische Verbundtragfähigkeit im <u>gerissenen</u> Beton C20/25												
Temperaturbereich	I	24°C / 40°C	$\tau_{Rk,cr}$	[N/mm²]	7,0	7,5	8,0	9,0	8,5	7,0	7,0	7,0
	II	50°C / 80°C			7,0	7,5	8,0	9,0	8,5	7,0	7,0	7,0
	III	72°C / 120°C			6,0	6,5	7,0	7,5	7,0	6,0	6,0	6,0
	IV	100°C / 160°C			5,5	5,5	6,0	6,5	6,0	5,5	5,5	5,5
Reduktionsfaktor ψ^0_{sus} im Beton C20/25												
Temperaturbereich	I	24°C / 40°C	ψ^0_{sus}	[-]	1,00							
	II	50°C / 80°C			0,87							
	III	72°C / 120°C			0,75							
	IV	100°C / 160°C			0,66							
Charakteristische Verbundtragfähigkeit im Beton $\geq$ C25/30												
Erhöhungsfaktor ψ_c für		ψ_c	[-]	$\left(\frac{f_{ck}}{20}\right)^{0,1} \leq 1,1$								
$\tau_{Rk,ucr} = \psi_c \cdot \tau_{Rk,ucr} (C20/25)$ $\tau_{Rk,cr} = \psi_c \cdot \tau_{Rk,cr} (C20/25)$												
Betonausbruch												
Relevante Parameter				siehe Tabelle C3								
Spalten												
Relevante Parameter				siehe Tabelle C3								
Montagebeiwert												
trockener oder feuchter Beton	Saugbohren		γ_{inst}	[-]	1,2							
	manuelle Reinigung				1,2		Leistung nicht bewertet					
	Druckluftreinigung				1,0							
wassergefülltes Bohrloch	Druckluftreinigung		γ_{inst}	[-]	1,4							

Injektionssystem VMH für Beton

Leistung

Charakteristische Werte für **Betonausbruch** und **Spalten**, Nutzungsdauer **50 Jahre**

Anhang C4

Tabelle C5: Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Ankerstangen, statische und quasi-statische Einwirkung, Nutzungsdauer 100 Jahre

Ankerstangen				M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30	
Stahlversagen												
Charakteristischer Widerstand		$N_{Rk,s}$	[kN]	$A_s \cdot f_{uk}$ oder siehe Tabelle C1								
Teilsicherheitsbeiwert		$\gamma_{Ms,N}$	[-]	siehe Tabelle C1								
Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch												
Charakteristische Verbundtragfähigkeit im <u>ungerissenen</u> Beton C20/25												
Temperaturbereich	I	24°C / 40°C	$\tau_{Rk,ucr,100}$	[N/mm²]	17	17	16	15	14	13	13	13
	II	50°C / 80°C			17	17	16	15	14	13	13	13
Charakteristische Verbundtragfähigkeit im <u>gerissenen</u> Beton C20/25												
Temperaturbereich	I	24°C / 40°C	$\tau_{Rk,cr,100}$	[N/mm²]	5,5	6,0	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
	II	50°C / 80°C			5,5	6,0	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
Reduktionsfaktor ψ^0_{sus} im Beton C20/25												
Temperaturbereich	I	24°C / 40°C	$\psi^0_{sus,100}$	[-]	1,00							
	II	50°C / 80°C			0,87							
Charakteristische Verbundtragfähigkeit im Beton $\geq$ C25/30												
Erhöhungsfaktor ψ_c für $\tau_{Rk,ucr,100} = \psi_c \cdot \tau_{Rk,ucr,100}$ (C20/25) $\tau_{Rk,cr,100} = \psi_c \cdot \tau_{Rk,cr,100}$ (C20/25)			ψ_c	[-]	$\left(\frac{f_{ck}}{20}\right)^{0,1} \leq 1,1$							
Betonausbruch												
Relevante Parameter				siehe Tabelle C3								
Spalten												
Relevante Parameter				siehe Tabelle C3								
Montagebeiwert												
trockener oder feuchter Beton	Saugbohren		γ_{inst}	[-]	1,2							
	manuelle Reinigung				1,2		Leistung nicht bewertet					
	Druckluftreinigung				1,0							
wassergefülltes Bohrloch	Druckluftreinigung		γ_{inst}	[-]	1,4							

Injektionssystem VMH für Beton

Leistung
Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Ankerstangen,
Nutzungsdauer 100 Jahre

Anhang C5

Tabelle C6: Charakteristische Werte der Quertragfähigkeit für Ankerstangen, statische und quasi-statische Einwirkung, Nutzungsdauer 50 und 100 Jahre

Ankerstangen			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
Stahlversagen <u>ohne</u> Hebelarm										
Charakteristischer Widerstand Stahl verzinkt, Fkl 4.6, 4.8, 5.6 und 5.8	$V^0_{Rk,s}$	[kN]	0,6 · A _s · f _{uk} oder siehe Tabelle C2							
Charakteristischer Widerstand Stahl verzinkt, Fkl. 8.8 Nichtrostender Stahl A2, A4 und HCR	$V^0_{Rk,s}$	[kN]	0,5 · A _s · f _{uk} oder siehe Tabelle C2							
Duktilitätsfaktor	k ₇	[-]	1,0							
Teilsicherheitsbeiwert	γ _{Ms,V}	[-]	siehe Tabelle C2							
Stahlversagen <u>mit</u> Hebelarm										
Charakteristischer Biege­widerstand	$M^0_{Rk,s}$	[Nm]	1,2 · W _{el} · f _{uk} oder siehe Tabelle C2							
Elastisches Widerstandsmoment	W _{el}	[mm ³]	31	62	109	277	541	935	1387	1874
Teilsicherheitsbeiwert	γ _{Ms,V}	[-]	siehe Tabelle C2							
Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite										
Pry-out Faktor	k ₈	[-]	2,0							
Betonkantenbruch										
Effektive Ankerlänge	l _f	[mm]	min (h _{ef} ; 12 d _{nom})						min (h _{ef} ; 300mm)	
Außendurchmesser der Ankerstange	d _{nom}	[mm]	8	10	12	16	20	24	27	30
Montagebeiwert	γ _{inst}	[-]	1,0							

Injektionssystem VMH für Beton

Leistung
Charakteristische Werte der **Quertragfähigkeit** für **Ankerstangen**

Anhang C6

Tabelle C7: Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Ankerstangen, seismische Einwirkung (Leistungskategorie C1 + C2), Nutzungsdauer 50 Jahre

Ankerstangen			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
Stahlversagen										
Charakteristischer Widerstand ¹⁾	$N_{Rk,s,C1}$	[kN]	$1,0 \cdot N_{Rk,s}$							
	$N_{Rk,s,C2}$	[kN]	- ²⁾		$1,0 \cdot N_{Rk,s}$				- ²⁾	
Teilsicherheitsbeiwert		$\gamma_{Ms,N}$	siehe Tabelle C1							
Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch										
Charakteristische Verbundtragfähigkeit im Beton C20/25 bis C50/60										
Temperaturbereich	I: 24°C / 40°C	$\tau_{Rk,C1}$ [N/mm ²]	7,0	7,5	8,0	9,0	8,5	7,0	7,0	7,0
		$\tau_{Rk,C2}$ [N/mm ²]	- ²⁾		3,6	3,5	3,3	2,3	- ²⁾	
	II: 50°C / 80°C	$\tau_{Rk,C1}$ [N/mm ²]	7,0	7,5	8,0	9,0	8,5	7,0	7,0	7,0
		$\tau_{Rk,C2}$ [N/mm ²]	- ²⁾		3,6	3,5	3,3	2,3	- ²⁾	
	III: 72°C / 120°C	$\tau_{Rk,C1}$ [N/mm ²]	6,0	6,5	7,0	7,5	7,0	6,0	6,0	6,0
		$\tau_{Rk,C2}$ [N/mm ²]	- ²⁾		3,1	3,0	2,8	2,0	- ²⁾	
	IV: 100°C / 160°C	$\tau_{Rk,C1}$ [N/mm ²]	5,5	5,5	6,0	6,5	6,0	5,5	5,5	5,5
		$\tau_{Rk,C2}$ [N/mm ²]	- ²⁾		2,5	2,7	2,5	1,8	- ²⁾	
Montagebeiwert										
Druckluftreinigung	trockener oder feuchter Beton	γ_{inst}	[-]	1,0						
	wassergefülltes Bohrloch			1,4						
Saugbohren	trockener oder feuchter Beton	γ_{inst}	[-]	1,2						

¹⁾ Leistungskategorie C2: verzinkter Stahl, Festigkeitsklasse 8.8; nichtrostender Stahl A4 und HCR, Festigkeitsklasse ≥ 70

²⁾ Leistung nicht bewertet

Injektionssystem VMH für Beton

Leistung

Charakteristische Werte für **Ankerstangen** unter **seismischer Einwirkung**

Anhang C7

Tabelle C8: Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Ankerstangen, seismische Einwirkung (Leistungskategorie C1 + C2), Nutzungsdauer 100 Jahre

Ankerstangen				M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
Stahlversagen											
Charakteristischer Widerstand ¹⁾	$N_{Rk,s,C1}$	[kN]	1,0 · $N_{Rk,s}$								
	$N_{Rk,s,C2}$	[kN]	- ²⁾			1,0 · $N_{Rk,s}$				- ²⁾	
Teilsicherheitsbeiwert		$\gamma_{Ms,N}$	[-]	siehe Tabelle C1							
Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch											
Charakteristische Verbundtragfähigkeit im Beton C20/25 bis C50/60											
Temperaturbereich	I: 24°C / 40°C	$\tau_{Rk,C1}$	[N/mm ²]	5,5	6,0	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
		$\tau_{Rk,C2}$	[N/mm ²]	- ²⁾		3,6	3,5	3,3	2,3	- ²⁾	
	II: 50°C / 80°C	$\tau_{Rk,C1}$	[N/mm ²]	5,5	6,0	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
		$\tau_{Rk,C2}$	[N/mm ²]	- ²⁾		3,6	3,5	3,3	2,3	- ²⁾	
Montagebeiwert											
Druckluftreinigung	trockener oder feuchter Beton	γ_{inst}	[-]	1,0							
	wassergefülltes Bohrloch			1,4							
Saugbohren	trockener oder feuchter Beton	γ_{inst}	[-]	1,2							

¹⁾ Leistungskategorie C2: verzinkter Stahl, Festigkeitsklasse 8.8; nichtrostender Stahl A4 und HCR, Festigkeitsklasse ≥ 70

²⁾ Leistung nicht bewertet

Tabelle C9: Charakteristische Werte der Quertragfähigkeit für Ankerstangen, seismische Einwirkung (Leistungskategorie C1 + C2), Nutzungsdauer 50 und 100 Jahre

Ankerstangen			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
Stahlversagen <u>ohne</u> Hebelarm										
Charakteristischer Widerstand ¹⁾	$V_{Rk,s,C1}$	[kN]	$0,7 \cdot V^0_{Rk,s}$							
	$V_{Rk,s,C2}$	[kN]	- ²⁾		$0,7 \cdot V^0_{Rk,s}$					- ²⁾
Teilsicherheitsbeiwert		$\gamma_{Ms,V}$	[-]		siehe Tabelle C2					
Faktor für Befestigungen	ohne Ringspalt	α_{gap}	[-]	1,0						
	mit Lochspiel zwischen Ankerstange und Anbauteil			0,5						

¹⁾ Leistungskategorie C2: verzinkter Stahl, Festigkeitsklasse 8.8; nichtrostender Stahl A4 und HCR, Festigkeitsklasse ≥ 70

²⁾ Leistung nicht bewertet

Injektionssystem VMH für Beton

Leistung

Charakteristische Werte für Ankerstangen unter seismischer Einwirkung

Anhang C8

**Tabelle C10: Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für
Innengewindeankerstangen, statische und quasi-statische Einwirkung,
Nutzungsdauer 50 Jahre**

Innengewindeankerstangen VMU-IG und VZ-IG				IG M6	IG M8	IG M10	IG M12	IG M16	IG M20
Stahlversagen ¹⁾									
Charakteristischer Widerstand Stahl, verzinkt	Fkl 5.8	N _{Rk,s}	[kN]	10	17	29	42	76	123
	Fkl 8.8	N _{Rk,s}	[kN]	16	27	46	67	121	196
Teilsicherheitsbeiwert		γ _{Ms,N}	[-]	1,5					
Charakteristischer Widerstand Nichtrostender Stahl A4 / HCR	Fkl. 70	N _{Rk,s}	[kN]	14	26	41	59	110	172 (124) ²⁾
	Teilsicherheitsbeiwert		γ _{Ms,N}	[-]	1,87				
Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch									
Charakteristische Verbundtragfähigkeit im ungerissenen Beton C20/25									
Temperaturbereich	I: 24°C / 40°C	τ _{Rk,ucr}	[N/mm²]	17	16	15	14	13	13
	II: 50°C / 80°C			17	16	15	14	13	13
	III: 72°C / 120°C			14	14	13	12	12	11
	IV: 100°C / 160°C			11	11	10	9,5	9,0	9,0
Charakteristische Verbundtragfähigkeit im gerissenen Beton C20/25									
Temperaturbereich	I: 24°C / 40°C	τ _{Rk,cr}	[N/mm²]	7,5	8,0	9,0	8,5	7,0	7,0
	II: 50°C / 80°C			7,5	8,0	9,0	8,5	7,0	7,0
	III: 72°C / 120°C			6,5	7,0	7,5	7,0	6,0	6,0
	IV: 100°C / 160°C			5,5	6,0	6,5	6,0	5,5	5,5
Reduktionsfaktor ψ ⁰ _{sus} im Beton C20/25									
Temperaturbereich	I: 24°C / 40°C	ψ ⁰ _{sus}	[-]	1,00					
	II: 50°C / 80°C			0,87					
	III: 72°C / 120°C			0,75					
	IV: 100°C / 160°C			0,66					
Charakteristische Verbundtragfähigkeit im Beton ≥ C25/30									
Erhöhungsfaktor ψ _c für		ψ _c	[-]	$\left(\frac{f_{ck}}{20}\right)^{0,1} \leq 1,1$					
τ _{Rk,ucr} = ψ _c · τ _{Rk,ucr} (C20/25)									
τ _{Rk,cr} = ψ _c · τ _{Rk,cr} (C20/25)									
Betonausbruch									
Relevante Parameter				siehe Tabelle C3					
Spalten									
Relevante Parameter				siehe Tabelle C3					
Montagebeiwert									
trockener oder feuchter Beton	Saugbohren	γ _{inst}	[-]	1,2					
	manuelle Reinigung			1,2		Leistung nicht bewertet			
	Druckluftreinigung			1,0					
wassergefülltes Bohrloch	Druckluftreinigung	γ _{inst}	[-]	1,4					

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

²⁾ Wert in Klammern: Festigkeitsklasse 50

Injektionssystem VMH für Beton

Leistung
Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Innengewindeankerstangen,
Nutzungsdauer 50 Jahre

Anhang C9

**Tabelle C11: Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für
Innengewindeankerstangen, statische und quasi-statische Einwirkung,
Nutzungsdauer 100 Jahre**

Innengewindeankerstangen VMU-IG und VZ-IG				IG M6	IG M8	IG M10	IG M12	IG M16	IG M20
Stahlversagen ¹⁾									
Charakteristischer Widerstand	Fkl 5.8	N _{Rk,s}	[kN]	10	17	29	42	76	123
Stahl, verzinkt	Fkl 8.8	N _{Rk,s}	[kN]	16	27	46	67	121	196
Teilsicherheitsbeiwert		γ _{Ms,N}	[-]	1,5					
Charakteristischer Widerstand nichtrostender Stahl A4 / HCR	Fkl. 70	N _{Rk,s}	[kN]	14	26	41	59	110	172 (124) ²⁾
Teilsicherheitsbeiwert		γ _{Ms,N}	[-]	1,87 (2,86) ²⁾					
Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch									
Charakteristische Verbundtragfähigkeit im <u>ungerissenen</u> Beton C20/25									
Temperaturbereich	I: 24°C / 40°C	τ _{Rk,ucr,100}	[N/mm²]	17	16	15	14	13	13
	II: 50°C / 80°C			17	16	15	14	13	13
Charakteristische Verbundtragfähigkeit im <u>gerissenen</u> Beton C20/25									
Temperaturbereich	I: 24°C / 40°C	τ _{Rk,cr100}	[N/mm²]	6,0	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
	II: 50°C / 80°C			6,0	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
Reduktionsfaktor ψ ⁰ _{sus} im Beton C20/25									
Temperaturbereich	I: 24°C / 40°C	ψ ⁰ _{sus,100}	[-]	1,00					
	II: 50°C / 80°C			0,87					
Charakteristische Verbundtragfähigkeit im Beton ≥ C25/30									
Erhöhungsfaktor ψ _c für		ψ _c	[-]	$\left(\frac{f_{ck}}{20}\right)^{0,1} \leq 1,1$					
τ _{Rk,ucr,100} = ψ _c · τ _{Rk,ucr,100} (C20/25)									
τ _{Rk,cr,100} = ψ _c · τ _{Rk,cr,100} (C20/25)									
Betonausbruch									
Relevante Parameter				siehe Tabelle C3					
Spalten									
Relevante Parameter				siehe Tabelle C3					
Montagebeiwert									
trockener oder feuchter Beton	Saugbohren	γ _{inst}	[-]	1,2					
	manuelle Reinigung			1,2		Leistung nicht bewertet			
	Druckluftreinigung			1,0					
wassergefülltes Bohrloch	Druckluftreinigung	γ _{inst}	[-]	1,4					

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

²⁾ Wert in Klammern: Festigkeitsklasse 50

Injektionssystem VMH für Beton

Leistung

Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Innengewindeankerstangen, Nutzungsdauer 100 Jahre

Anhang C10

**Tabelle C12: Charakteristische Werte unter Querbeanspruchung für
Innengewindeankerstangen, statische und quasi-statische Einwirkung,
Nutzungsdauer 50 und 100 Jahre**

Innengewindeankerstangen VMU-IG und VZ-IG				IG M6	IG M8	IG M10	IG M12	IG M16	IG M20
Stahlversagen <u>ohne</u> Hebelarm ¹⁾									
Stahl, verzinkt	Charakteristischer Widerstand	Fkl. 5.8	$V^0_{Rk,s}$ [kN]	6	10	17	25	45	74
	Charakteristischer Widerstand	Fkl. 8.8	$V^0_{Rk,s}$ [kN]	8	14	23	34	60	98
	Teilsicherheitsbeiwert		$\gamma_{Ms,V}$ [-]	1,25					
Nicht-rostender Stahl	Charakteristischer Widerstand, A4 / HCR	Fkl. 70	$V^0_{Rk,s}$ [kN]	7	13	20	30	55	86 (62) ²⁾
	Teilsicherheitsbeiwert		$\gamma_{Ms,V}$ [-]	1,56					1,56 (2,38) ²⁾
Duktilitätsfaktor			k_7 [-]	1,0					
Stahlversagen <u>mit</u> Hebelarm ¹⁾									
Stahl, verzinkt	Charakteristischer Biege­widerstand	Fkl. 5.8	$M^0_{Rk,s}$ [Nm]	8	19	37	66	167	325
	Charakteristischer Biege­widerstand	Fkl. 8.8	$M^0_{Rk,s}$ [Nm]	12	30	60	105	267	519
	Teilsicherheitsbeiwert		$\gamma_{Ms,V}$ [-]	1,25					
Nicht-rostender Stahl	Charakteristischer Biege­widerstand A4/HCR	Fkl. 70	$M^0_{Rk,s}$ [Nm]	11	26	53	92	234	454
	Teilsicherheitsbeiwert		$\gamma_{Ms,V}$ [-]	1,56					
Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite									
Pry-out Faktor			k_8 [-]	2,0					
Betonkantenbruch									
Effektive Ankerlänge			l_f [mm]	min (h_{ef} ; 12 d_{nom})					min (h_{ef} ; 300mm)
Außendurchmesser der Ankerstange			d_{nom} [mm]	10	12	16	20	24	30
Montagebeiwert			γ_{inst} [-]	1,0					

¹⁾ Befestigungsschrauben oder Gewindestangen (inkl. Scheibe und Mutter) müssen mindestens der gewählten Festigkeitsklasse der Innengewindeankerstangen entsprechen (Ausnahme: IG M20). Die charakteristischen Tragfähigkeiten für Stahlversagen gelten für die Innengewindeankerstange und die zugehörigen Befestigungsmittel.

²⁾ Wert in Klammern: Ankerstangen mit Innengewinde, Festigkeitsklasse 50 mit Befestigungsschrauben oder Gewindestangen (inkl. Scheibe und Mutter): Festigkeitsklasse 70

Injektionssystem VMH für Beton

Anhang C11

Leistung

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

Tabelle C13: Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Betonstahl, statische und quasi-statische Einwirkung, Nutzungsdauer 50 Jahre

Betonstahl				Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 24	Ø 25	Ø 28	Ø 32
Stahlversagen													
Charakteristischer Widerstand		$N_{Rk,s}$	[kN]	$A_s \cdot f_{uk}^{1)}$									
Stahlspannungsquerschnitt		A_s	[mm²]	50	79	113	154	201	314	452	491	616	804
Teilsicherheitsbeiwert		$\gamma_{Ms,N}$	[-]	$1,4^{2)}$									
Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch													
Charakteristische Verbundtragfähigkeit im ungerissenen Beton C20/25													
Temperaturbereich	I: 24°C / 40°C	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm²]	14	14	14	14	13	13	13	13	13	13
	II: 50°C / 80°C			14	14	14	14	13	13	13	13	13	13
	III: 72°C / 120°C			13	12	12	12	12	11	11	11	11	11
	IV: 100°C / 160°C			9,5	9,5	9,5	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	8,5	8,5
Charakteristische Verbundtragfähigkeit im gerissenen Beton C20/25													
Temperaturbereich	I: 24°C / 40°C	$\tau_{Rk,cr}$	[N/mm²]	5,5	5,5	6,0	6,5	6,5	6,5	6,5	7,0	7,0	7,0
	II: 50°C / 80°C			5,5	5,5	6,0	6,5	6,5	6,5	6,5	7,0	7,0	7,0
	III: 72°C / 120°C			4,5	5,0	5,0	5,5	5,5	5,5	5,5	6,0	6,0	6,0
	IV: 100°C / 160°C			4,0	4,5	4,5	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Reduktionsfaktor ψ_{sus}^0 im Beton C20/25													
Temperaturbereich	I: 24°C / 40°C	ψ_{sus}^0	[-]	1,00									
	II: 50°C / 80°C			0,87									
	III: 72°C / 120°C			0,75									
	IV: 100°C / 160°C			0,66									
Charakteristische Verbundtragfähigkeit im Beton $\geq$ C25/30													
Erhöhungsfaktor ψ_c für		ψ_c	[-]	$\left(\frac{f_{ck}}{20}\right)^{0,1} \leq 1,1$									
$\tau_{Rk,ucr} = \psi_c \cdot \tau_{Rk,ucr} (C20/25)$													
$\tau_{Rk,cr} = \psi_c \cdot \tau_{Rk,cr} (C20/25)$													
Betonausbruch													
Relevante Parameter				siehe Tabelle C3									
Spalten													
Relevante Parameter				siehe Tabelle C3									
Montagebeiwert													
trockener oder feuchter Beton	Saugbohren	γ_{inst}	[-]	1,2									
	manuelle Reinigung			1,2	Leistung nicht bewertet								
	Druckluftreinigung			1,0									
wassergefülltes Bohrloch	Druckluftreinigung	γ_{inst}	[-]	1,4									

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

²⁾ Sofern andere nationale Regelungen fehlen

Injektionssystem VMH für Beton

Leistung

Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Betonstahl, Nutzungsdauer 50 Jahre

Anhang C12

Tabelle C14: Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Betonstahl, statische und quasi-statische Einwirkung, Nutzungsdauer 100 Jahre

Betonstahl				Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 24	Ø 25	Ø 28	Ø 32
Stahlversagen													
Charakteristischer Widerstand		N _{Rk,s}	[kN]	A _s • f _{uk} ¹⁾									
Stahlspannungsquerschnitt		A _s	[mm²]	50	79	113	154	201	314	452	491	616	804
Teilsicherheitsbeiwert		γ _{Ms,N}	[-]	1,4 ²⁾									
Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch													
Charakteristische Verbundtragfähigkeit im <u>ungerissenen</u> Beton C20/25													
Temperaturbereich	I: 24°C / 40°C	τ _{Rk,ucr,100}	[N/mm²]	14	14	14	14	13	13	13	13	13	13
	II: 50°C / 80°C			14	14	14	14	13	13	13	13	13	13
Charakteristische Verbundtragfähigkeit im <u>gerissenen</u> Beton C20/25													
Temperaturbereich	I: 24°C / 40°C	τ _{Rk,cr,100}	[N/mm²]	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
	II: 50°C / 80°C			4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Reduktionsfaktor ψ ⁰ _{sus} im Beton C20/25													
Temperaturbereich	I: 24°C / 40°C	ψ ⁰ _{sus,100}	[-]	1,00									
	II: 50°C / 80°C			0,87									
Charakteristische Verbundtragfähigkeit im Beton ≥ C25/30													
Erhöhungsfaktor ψ _c für		ψ _c	[-]	$\left(\frac{f_{ck}}{20}\right)^{0,1} \leq 1,1$									
τ _{Rk,ucr,100} = ψ _c • τ _{Rk,ucr,100} (C20/25)													
τ _{Rk,cr,100} = ψ _c • τ _{Rk,cr,100} (C20/25)													
Betonausbruch													
Relevante Parameter				siehe Tabelle C3									
Spalten													
Relevante Parameter				siehe Tabelle C3									
Montagebeiwert													
trockener oder feuchter Beton	Saugbohren	γ _{inst}	[-]	1,2									
	manuelle Reinigung			1,2					Leistung nicht bewertet				
	Druckluftreinigung			1,0									
wassergefülltes Bohrloch	Druckluftreinigung	γ _{inst}	[-]	1,4									

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

²⁾ Sofern andere nationale Regelungen fehlen

Injektionssystem VMH für Beton

Anhang C13

Leistung
Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Betonstahl,
Nutzungsdauer 100 Jahre

Tabelle C15: Charakteristische Werte unter Querbeanspruchung für Betonstahl, statische und quasi-statische Einwirkung, Nutzungsdauer 50 und 100 Jahre

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

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

²⁾ Sofern andere nationale Regelungen fehlen

Injektionssystem VMH für Beton

Leistung

Charakteristische Werte unter **Querbeanspruchung** für **Betonstahl**

Anhang C14

Tabelle C16: Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Betonstahl, seismische Einwirkung (Leistungskategorie C1), Nutzungsdauer 50 Jahre

Betonstahl				Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 24	Ø 25	Ø 28	Ø 32
Stahlversagen													
Charakteristischer Widerstand		$N_{Rk,s,C1}$	[kN]	$A_s \cdot f_{uk}^{1)}$									
Stahlspannungsquerschnitt		A_s	[mm²]	50	79	113	154	201	314	452	491	616	804
Teilsicherheitsbeiwert		$\gamma_{Ms,N}$	[-]	1,4 ²⁾									
Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch													
Charakteristische Verbundtragfähigkeit im Beton C20/25 bis C50/60													
Temperaturbereich	I: 24°C / 40°C	$\tau_{Rk,C1}$	[N/mm²]	5,5	5,5	6,0	6,5	6,5	6,5	6,5	7,0	7,0	7,0
	II: 50°C / 80°C			5,5	5,5	6,0	6,5	6,5	6,5	6,5	7,0	7,0	7,0
	III: 72°C / 120°C			4,5	5,0	5,0	5,5	5,5	5,5	5,5	6,0	6,0	6,0
	IV: 100°C / 160°C			4,0	4,5	4,5	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Montagebeiwert													
trockener oder feuchter Beton	Saugbohren	γ_{inst}	[-]	1,2									
	Druckluftreinigung	γ_{inst}	[-]	1,0									
wassergefülltes Bohrloch			γ_{inst}	[-]	1,4								

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

²⁾ Sofern andere nationale Regelungen fehlen

Injektionssystem VMH für Beton

Leistung

Charakteristische Werte für **Betonstahl** unter **seismischer Einwirkung C1**

Anhang C15

Tabelle C17: Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Betonstahl, seismische Einwirkung (Leistungskategorie C1), Nutzungsdauer 100 Jahre

Betonstahl				Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 24	Ø 25	Ø 28	Ø 32
Stahlversagen													
Charakteristischer Widerstand		$N_{Rk,s,C1}$	[kN]	$A_s \cdot f_{uk}^{1)}$									
Stahlspannungsquerschnitt		A_s	[mm²]	50	79	113	154	201	314	452	491	616	804
Teilsicherheitsbeiwert		$\gamma_{Ms,N}$	[-]	$1,4^{2)}$									
Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch													
Charakteristische Verbundtragfähigkeit im Beton C20/25 bis C50/60													
Temperaturbereich	I: 24°C / 40°C	$\tau_{Rk,C1}$	[N/mm²]	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
	II: 50°C / 80°C			4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Montagebeiwert													
trockener oder feuchter Beton	Saugbohren	γ_{inst}	[-]	1,2									
	Druckluftreinigung	γ_{inst}	[-]	1,0									
wassergefülltes Bohrloch		γ_{inst}	[-]	1,4									

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

²⁾ Sofern andere nationale Regelungen fehlen

Tabelle C18: Charakteristische Werte der Quertragfähigkeit für Betonstahl, seismischer Einwirkung (Leistungskategorie C1), Nutzungsdauer 50 und 100 Jahre

Betonstahl				Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 24	Ø 25	Ø 28	Ø 32
Stahlversagen <u>ohne</u> Hebelarm													
Charakteristischer Widerstand	$V_{Rk,s,C1}$	[kN]	$0,35 \cdot A_s \cdot f_{uk}^{1)}$										
Stahlspannungsquerschnitt	A_s	[mm ²]	50	79	113	154	201	314	452	491	616	804	
Teilsicherheitsbeiwert	$\gamma_{Ms,V}$	[-]	1,5 ²⁾										

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

²⁾ Sofern andere nationale Regelungen fehlen

Injektionssystem VMH für Beton

Leistung

Charakteristische Werte für **Betonstahl** unter **seismischer Einwirkung**

Anhang C16

Tabelle C19: Verschiebung unter Zugbeanspruchung (Ankerstange)

Ankerstange			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
Verschiebungsfaktoren ¹⁾ ungerissener Beton, statische und quasi-statische Einwirkung										
Temperaturbereich I: 24°C / 40°C	δ_{N0} -Faktor	[$\frac{\text{mm}}{\text{N/mm}^2}$]	0,031	0,032	0,034	0,037	0,039	0,042	0,044	0,046
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor		0,040	0,042	0,044	0,047	0,051	0,054	0,057	0,060
Temperaturbereich III: 72°C / 120°C	δ_{N0} -Faktor		0,032	0,034	0,035	0,038	0,041	0,044	0,046	0,048
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor		0,042	0,044	0,045	0,049	0,053	0,056	0,059	0,062
Temperaturbereich IV: 100°C / 160°C	δ_{N0} -Faktor		0,121	0,126	0,131	0,142	0,153	0,163	0,171	0,179
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor		0,124	0,129	0,135	0,146	0,157	0,168	0,176	0,184
Verschiebungsfaktoren ¹⁾ gerissener Beton, statische und quasi-statische Einwirkung										
Temperaturbereich I: 24°C / 40°C	δ_{N0} -Faktor	[$\frac{\text{mm}}{\text{N/mm}^2}$]	0,081	0,083	0,085	0,090	0,095	0,099	0,103	0,106
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor		0,104	0,107	0,110	0,116	0,122	0,128	0,133	0,137
Temperaturbereich III: 72°C / 120°C	δ_{N0} -Faktor		0,084	0,086	0,088	0,093	0,098	0,103	0,107	0,110
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor		0,108	0,111	0,114	0,121	0,127	0,133	0,138	0,143
Temperaturbereich IV: 100°C / 160°C	δ_{N0} -Faktor		0,312	0,321	0,330	0,349	0,367	0,385	0,399	0,412
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor		0,321	0,330	0,340	0,358	0,377	0,396	0,410	0,424
Verschiebung, seismische Einwirkung (C2)										
Alle Temperaturbereiche	$\delta_{N,C2}$ (DLS)	[mm]	- ²⁾	0,24	0,27	0,29	0,27	- ²⁾		
	$\delta_{N,C2}$ (ULS)			0,55	0,51	0,50	0,58			

¹⁾ Berechnung der Verschiebung

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

τ : einwirkende Verbundspannung unter Zugbeanspruchung

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

²⁾ Leistung nicht bewertet

Tabelle C20: Verschiebung unter Querbeanspruchung (Ankerstange)

Ankerstange			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
Verschiebungsfaktoren ¹⁾ gerissener und ungerissener Beton, statische und quasi-statische 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		0,09	0,08	0,08	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05
Verschiebung, seismische Einwirkung (C2)										
Alle Temperaturbereiche	$\delta_{V,C2(DLS)}$	[mm]	- ²⁾	3,6	3,0	3,1	3,5	- ²⁾		
	$\delta_{V,C2(ULS)}$			7,0	6,6	7,0	9,3			

¹⁾ Berechnung der Verschiebung

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

V: einwirkende Querkraft

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

²⁾ Keine Leistung bewertet

Injektionssystem VMH für Beton

Leistung
Verschiebungen (Ankerstange)

Anhang C17

Tabelle C21: Verschiebung unter Zugbeanspruchung (Innengewindeankerstange)

Innengewindeankerstangen VMU-IG und VZ-IG			IG M 6	IG M8	IG M10	IG M12	IG M16	IG M20
Verschiebungsfaktoren ¹⁾ ungerissener Beton, statische und quasi-statische Einwirkung								
Temperaturbereich I: 24°C / 40°C II: 50°C / 80°C	δ_{N0} -Faktor	mm [$\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$]	0,032	0,034	0,037	0,039	0,042	0,046
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor		0,042	0,044	0,047	0,051	0,054	0,060
Temperaturbereich III: 72°C / 120°C	δ_{N0} -Faktor		0,034	0,035	0,038	0,041	0,044	0,048
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor		0,044	0,045	0,049	0,053	0,056	0,062
Temperaturbereich IV: 100°C / 160°C	δ_{N0} -Faktor		0,126	0,131	0,142	0,153	0,163	0,179
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor		0,129	0,135	0,146	0,157	0,168	0,184
Verschiebungsfaktoren ¹⁾ gerissener Beton, statische und quasi-statische Einwirkung								
Temperaturbereich I: 24°C / 40°C II: 50°C / 80°C	δ_{N0} -Faktor	mm [$\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$]	0,083	0,085	0,090	0,095	0,099	0,106
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor		0,107	0,110	0,116	0,122	0,128	0,137
Temperaturbereich III: 72°C / 120°C	δ_{N0} -Faktor		0,086	0,088	0,093	0,098	0,103	0,110
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor		0,111	0,114	0,121	0,127	0,133	0,143
Temperaturbereich IV: 100°C / 160°C	δ_{N0} -Faktor		0,321	0,330	0,349	0,367	0,385	0,412
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor		0,330	0,340	0,358	0,377	0,396	0,424

¹⁾ Berechnung der Verschiebung

$$\delta_{N0} = \delta_{N0}\text{-Faktor} \cdot \tau_i$$

τ_i : einwirkende Verbundspannung unter Zugbeanspruchung

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

Tabelle C22: Verschiebung unter Querbeanspruchung (Innengewindeankerstange)

Innengewindeankerstangen VMU-IG und VZ-IG			IG M 6	IG M 8	IG M 10	IG M 12	IG M 16	IG M 20
Verschiebungsfaktoren ¹⁾ gerissener und ungerissener Beton, statische und quasi-statische Einwirkung								
Alle Temperaturbereiche	δ_{V0} -Faktor	$\left[\frac{\text{mm}}{\text{kN}} \right]$	0,07	0,06	0,06	0,05	0,04	0,04
	$\delta_{V\infty}$ -Faktor		0,10	0,09	0,08	0,08	0,06	0,06

¹⁾ Berechnung der Verschiebung

$$\delta_{V0} = \delta_{V0}\text{-Faktor} \cdot V_i$$

V_i : einwirkende Querkraft

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

Injektionssystem VMH für Beton

Leistung
Verschiebungen (Innengewindeankerstange)

Anhang C18

Tabelle C23: Verschiebung unter Zugbeanspruchung (Betonstahl)

Betonstahl			Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 24	Ø 25	Ø 28	Ø 32
Verschiebungsfaktoren ¹⁾ ungerissener Beton, statische und quasi-statische Einwirkung												
Temperaturbereich I: 24°C / 40°C II: 50°C / 80°C	δ_{N0} -Faktor	$\left[\frac{\text{mm}}{\text{N/mm}^2} \right]$	0,031	0,032	0,034	0,035	0,037	0,039	0,042	0,043	0,045	0,048
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor		0,040	0,042	0,044	0,045	0,047	0,051	0,054	0,055	0,058	0,063
Temperaturbereich III: 72°C / 120°C	δ_{N0} -Faktor		0,032	0,034	0,035	0,036	0,038	0,041	0,044	0,045	0,047	0,050
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor		0,042	0,044	0,045	0,047	0,049	0,053	0,056	0,057	0,060	0,065
Temperaturbereich IV: 100°C / 160°C	δ_{N0} -Faktor		0,121	0,126	0,131	0,137	0,142	0,153	0,163	0,164	0,172	0,186
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor		0,124	0,129	0,135	0,141	0,146	0,157	0,168	0,169	0,177	0,192
Verschiebungsfaktoren ¹⁾ gerissener Beton, statische und quasi-statische Einwirkung												
Temperaturbereich I: 24°C / 40°C II: 50°C / 80°C	δ_{N0} -Faktor	$\left[\frac{\text{mm}}{\text{N/mm}^2} \right]$	0,081	0,083	0,085	0,087	0,090	0,095	0,099	0,099	0,103	0,108
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor		0,104	0,107	0,110	0,113	0,116	0,122	0,128	0,128	0,133	0,141
Temperaturbereich III: 72°C / 120°C	δ_{N0} -Faktor		0,084	0,086	0,088	0,090	0,093	0,098	0,103	0,103	0,107	0,113
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor		0,108	0,111	0,114	0,118	0,121	0,127	0,133	0,133	0,138	0,148
Temperaturbereich IV: 100°C / 160°C	δ_{N0} -Faktor		0,312	0,321	0,330	0,340	0,349	0,367	0,385	0,385	0,399	0,425
	$\delta_{N\infty}$ -Faktor		0,321	0,330	0,340	0,349	0,358	0,377	0,396	0,396	0,410	0,449

¹⁾ Berechnung der Verschiebung

$$\delta_{N0} = \delta_{N0}\text{-Faktor} \cdot \tau_i$$

τ_i : einwirkende Verbundspannung unter Zugbeanspruchung

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

Tabelle C24: Verschiebung unter Querbeanspruchung (Betonstahl)

Betonstahl		Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 24	Ø 25	Ø 28	Ø 32
Verschiebungsfaktoren ¹⁾ gerissener und ungerissener Beton, statische und quasi-statische Einwirkung											
Alle Temperatur- bereiche	δ_{V0} -Faktor	$\left[\frac{\text{mm}}{\text{kN}} \right]$	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03
	$\delta_{V\infty}$ -Faktor		0,09	0,08	0,08	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,04

¹⁾ Berechnung der Verschiebung

$$\delta_{V0} = \delta_{V0}\text{-Faktor} \cdot V_i$$

V_i : einwirkende Querkraft

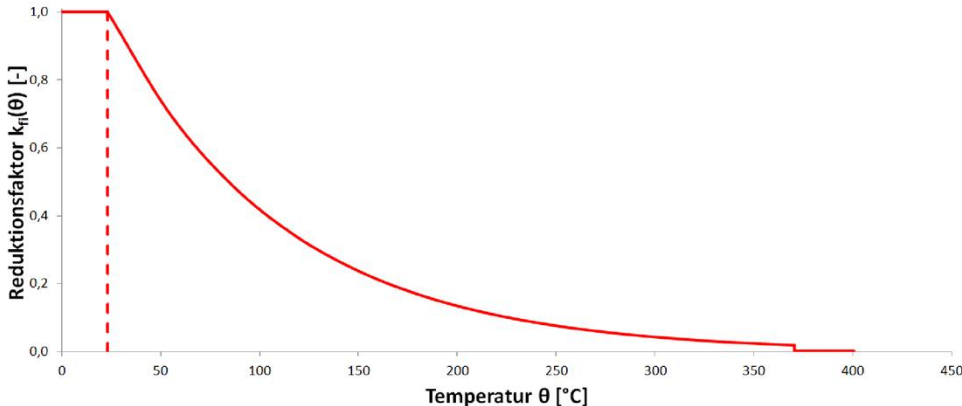
$$\delta_{V\infty} = \delta_{V\infty}\text{-Faktor} \cdot V_i$$

Injektionssystem VMH für Beton

Leistung
Verschiebung (Betonstahl)

Anhang C19

Tabelle C25: Charakteristische Werte der Zug- und Querkzugtragfähigkeit unter Brandeinwirkung (Ankerstangen)

Ankerstange				M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
Stahlversagen											
Stahl verzinkt (Festigkeitsklasse ≥ 5.8) und nichtrostender Stahl A2, A4, HCR (Festigkeitsklasse ≥ 50)											
Charakteristische Zugtragfähigkeit	N _{Rk,s,fi}	[kN]	R30	1,1	1,7	3,0	5,7	8,8	12,7	16,5	20,2
			R60	0,9	1,4	2,3	4,2	6,6	9,5	12,4	15,1
			R90	0,7	1,0	1,6	3,0	4,7	6,7	8,7	10,7
			R120	0,5	0,8	1,2	2,2	3,4	4,9	6,4	7,9
Charakteristische Verbundtragfähigkeit im gerissenen und ungerissenen Beton C20/25 bis C50/60 unter Brandeinwirkung für die Temperatur θ											
Temperaturabhängiger Reduktionsfaktor	k _{fi,p} (θ)	[-]	θ < 24°C	1,0							
			24°C ≤ θ ≤ 379°C	1,301 * e ^{-0,011*θ} ≤ 1,0							
			θ > 379°C	0,0							
											
Charakteristische Verbundtragfähigkeit für die Temperatur (θ)	τ _{Rk,fi} (θ)	[N/mm²]	k _{fi,p} (θ) * τ _{Rk,cr(20/25)} ¹⁾								
Stahlversagen ohne Hebelarm											
Stahl verzinkt (Festigkeitsklasse ≥ 5.8) und nichtrostender Stahl A2, A4, HCR (Festigkeitsklasse ≥ 50)											
Charakteristische Quertragfähigkeit	V _{Rk,s,fi}	[kN]	R30	1,1	1,7	3,0	5,7	8,8	12,7	16,5	20,2
			R60	0,9	1,4	2,3	4,2	6,6	9,5	12,4	15,1
			R90	0,7	1,0	1,6	3,0	4,7	6,7	8,7	10,7
			R120	0,5	0,8	1,2	2,2	3,4	4,9	6,4	7,9
Stahlversagen mit Hebelarm											
Stahl verzinkt (Festigkeitsklasse ≥ 5.8) und nichtrostender Stahl A2, A4, HCR (Festigkeitsklasse ≥ 50)											
Charakteristisches Biegemoment	M ⁰ _{Rk,s,fi}	[Nm]	R30	1,1	2,2	4,7	12,0	23,4	40,4	59,9	81,0
			R60	0,9	1,8	3,5	9,0	17,5	30,3	44,9	60,7
			R90	0,7	1,3	2,5	6,3	12,3	21,3	31,6	42,7
			R120	0,5	1,0	1,8	4,7	9,1	15,7	23,3	31,5

¹⁾ $\tau_{Rk,cr(20/25)}$ charakteristische Verbundtragfähigkeit für gerissenen Beton für die Betonfestigkeitsklasse C20/25 des jeweiligen Temperaturbereiches

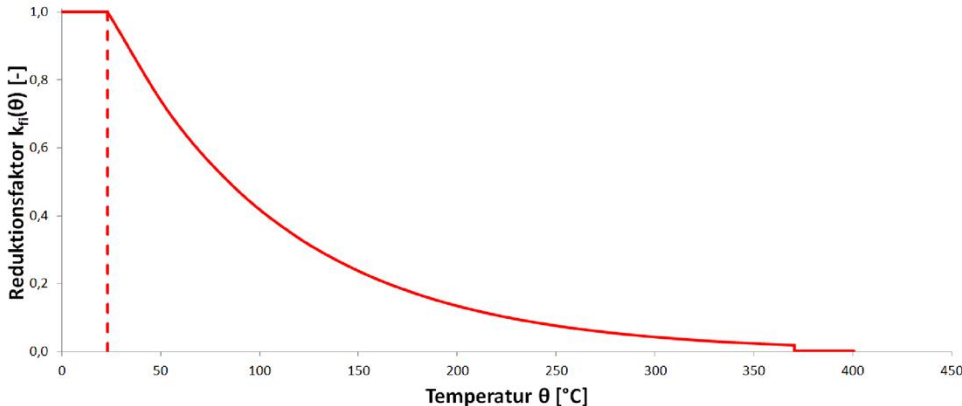
Injektionssystem VMH für Beton

Leistung

Charakteristische Werte der Zug- und Quertragfähigkeit unter Brandeinwirkung (Ankerstangen)

Anhang C20

Tabelle C26: Charakteristische Werte der Zug- und Querkzugtragfähigkeit unter Brandeinwirkung (Innengewindeankerstangen)

Innengewindeankerstangen VMU-IG und VZ-IG				IG-M6	IG-M8	IG-M10	IG-M12	IG-M16	IG-M20
Stahlversagen									
Stahl verzinkt (Festigkeitsklasse 5.8 und 8.8) und nichtrostender Stahl A4 und HCR (Festigkeitsklasse 70)									
Charakteristische Zugtragfähigkeit	N _{Rk,s,fi}	[kN]	R30	0,3	1,1	1,7	3,0	5,7	8,8
			R60	0,2	0,9	1,4	2,3	4,2	6,6
			R90	0,2	0,7	1,0	1,6	3,0	4,7
			R120	0,1	0,5	0,8	1,2	2,2	3,4
Charakteristische Verbundtragfähigkeit im gerissenen und ungerissenen Beton C20/25 bis C50/60 unter Brandbedingungen für die Temperatur θ									
Temperaturabhängiger Reduktionsfaktor	k _{fi,p} (θ)	[-]	θ < 24°C	1,0					
			24°C ≤ θ ≤ 379°C	1,301 * e ^{-0,011*θ} ≤ 1,0					
			θ > 379°C	0,0					
									
Charakteristische Verbundtragfähigkeit für die Temperatur (θ)	τ _{Rk,fi} (θ)	[N/mm²]	k _{fi,p} (θ) * τ _{Rk,cr} (20/25) ¹⁾						
Stahlversagen ohne Hebelarm									
Stahl verzinkt (Festigkeitsklasse 5.8 und 8.8) und nichtrostender Stahl A4 und HCR (Festigkeitsklasse 70)									
Charakteristische Quertragfähigkeit	V _{Rk,s,fi}	[kN]	R30	0,3	1,1	1,7	3,0	5,7	8,8
			R60	0,2	0,9	1,4	2,3	4,2	6,6
			R90	0,2	0,7	1,0	1,6	3,0	4,7
			R120	0,1	0,5	0,8	1,2	2,2	3,4
Stahlversagen mit Hebelarm									
Stahl verzinkt (Festigkeitsklasse 5.8 und 8.8) und nichtrostender Stahl A4 und HCR (Festigkeitsklasse 70)									
Charakteristisches Biegemoment	M ⁰ _{Rk,s,fi}	[Nm]	R30	0,2	1,1	2,2	4,7	12,0	23,4
			R60	0,2	0,9	1,8	3,5	9,0	17,5
			R90	0,1	0,7	1,3	2,5	6,3	12,3
			R120	0,1	0,5	1,0	1,8	4,7	9,1

¹⁾ $\tau_{Rk,cr(20/25)}$ charakteristische Verbundtragfähigkeit für gerissenen Beton für die Betonfestigkeitsklasse C20/25 des jeweiligen Temperaturbereiches

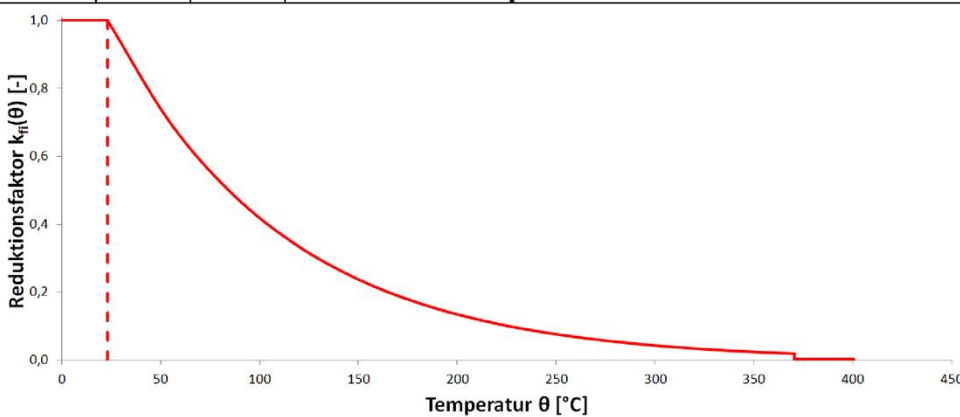
Injektionssystem VMH für Beton

Leistung

Charakteristische Werte der Zug- und Querkzugtragfähigkeit unter Brandeinwirkung (Innengewindeankerstange)

Anhang C21

Tabelle C27: Charakteristische Werte der Zug- und Querkzugtragfähigkeit unter Brandeinwirkung (Betonstahl)

Betonstahl				Ø8	Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø20	Ø24	Ø25	Ø28	Ø30
Stahlversagen													
BSt 500													
Charakteristische Zugtragfähigkeit	N _{Rk,s,fi}	[kN]	R30	0,5	1,2	2,3	3,1	4,0	6,3	9,0	9,8	12,3	16,1
			R60	0,5	1,0	1,7	2,3	3,0	4,7	6,8	7,4	9,2	12,1
			R90	0,4	0,8	1,5	2,0	2,6	4,1	5,9	6,4	8,0	10,5
			R120	0,3	0,6	1,1	1,5	2,0	3,1	4,5	4,9	6,0	8,0
Charakteristische Verbundtragfähigkeit im gerissenen und ungerissenen Beton C20/25 bis C50/60 unter Brandbedingungen für die Temperatur θ													
Temperaturabhängiger Reduktionsfaktor	k _{fi,p} (θ)	[-]	θ < 22°C	1,0									
			22°C ≤ θ ≤ 370°C	1,268 * e ^{-0,011*θ} ≤ 1,0									
			θ > 370°C	0,0									
													
Charakteristische Verbundtragfähigkeit für die Temperatur (θ)	τ _{Rk,fi} (θ)	[N/mm²]	k _{fi,p} (θ) * τ _{Rk,cr} (20/25) ¹⁾										
Stahlversagen ohne Hebelarm													
BSt 500													
Charakteristische Quertragfähigkeit	V _{Rk,s,fi}	[kN]	R30	0,5	1,2	2,3	3,1	4,0	6,3	9,0	9,8	12,3	16,1
			R60	0,5	1,0	1,7	2,3	3,0	4,7	6,8	7,4	9,2	12,1
			R90	0,4	0,8	1,5	2,0	2,6	4,1	5,9	6,4	8,0	10,5
			R120	0,3	0,6	1,1	1,5	2,0	3,1	4,5	4,9	6,0	8,0
Stahlversagen mit Hebelarm													
BSt 500													
Charakteristisches Biegemoment	M ⁰ _{Rk,s,fi}	[Nm]	R30	0,6	1,8	4,1	6,5	9,7	18,8	32,6	36,8	51,7	77,2
			R60	0,5	1,5	3,1	4,8	7,2	14,1	24,4	27,6	38,8	57,9
			R90	0,4	1,2	2,6	4,2	6,3	12,3	21,2	23,9	33,6	50,2
			R120	0,3	0,8	2,0	3,2	4,8	9,4	16,3	18,4	25,9	38,6

¹⁾ $\tau_{Rk,cr(20/25)}$ charakteristische Verbundtragfähigkeit für gerissenen Beton für die Betonfestigkeitsklasse C20/25 des jeweiligen Temperaturbereiches

Injektionssystem VMH für Beton

Leistung

Charakteristische Werte der Zug- und Querkzugtragfähigkeit unter Brandeinwirkung (Betonstahl)

Anhang C22