

LEISTUNGSERKLÄRUNG

DoP Nr.: MKT-2.1-601_de

- ✧ **Eindeutiger Kenncode des Produkttyps:** **Injektionssystem VMH für Beton**
- ✧ **Verwendungszweck(e):** Verbunddübel zur Verankerung im Beton, siehe Anhang B
- ✧ **Hersteller:** MKT Metall-Kunststoff-Technik GmbH & Co.KG
Auf dem Immel 2
67685 Weilerbach
- ✧ **System(e) zur Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit:** 1
- ✧ **Europäisches Bewertungsdokument:** **EAD 330499-01-0601**
Europäische Technische Bewertung: **ETA-17/0716, 11.05.2021**
Technische Bewertungsstelle: DIBt, Berlin
Notifizierte Stelle(n): NB 2873 – Technische Universität Darmstadt
- ✧ **Erklärte Leistung(en):**

Wesentliche Merkmale	Leistung
Mechanische Festigkeit und Standsicherheit (BWR 1)	
Charakteristische Widerstände unter Zugbeanspruchung (statische und quasi-statische Einwirkungen)	Anhang B3, C1, C3, C4, C5, C8, C9, C11, C12
Charakteristische Widerstände unter Querbeanspruchung (statische und quasi-statische Einwirkungen)	Anhang C2, C6, C10, C13
Verschiebungen unter Kurzzeit- und Langzeitbelastung	Anhang C15 – C17
Charakteristischer Widerstand und Verschiebungen für seismische Leistungskategorie C1+C2	Anhang C7, C14, C15
Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz (BWR 3)	
Inhalt, Emission und/oder Freisetzung von gefährlichen Stoffen	Leistung nicht bewertet

Die Leistung des vorstehenden Produkts entspricht der erklärten Leistung / den erklärten Leistungen.
Für die Erstellung der Leistungserklärung im Einklang mit der Verordnung (EU) Nr. 305/2011 ist allein der obengenannte Hersteller verantwortlich.

Unterzeichnet für den Hersteller und im Namen des Herstellers von:


Stefan Weustenhagen
(Geschäftsführer)
Weilerbach, 11.05.2021

i.V. 
Dipl.-Ing. Detlef Bigalke
(Leiter der Produktentwicklung)



Spezifizierung des Verwendungszwecks

Statische und quasi-statische Einwirkung	Nutzungsdauer 50 Jahre	Nutzungsdauer 100 Jahre
Ankerstangen Innengewindeankerstangen Betonstahl	M8 - M30 VMU-IG M6 - VMU-IG M20 Ø8 - Ø32	
Verankerungsgrund	gerissener oder ungerissener Beton	
	Festigkeitsklasse C20/25 bis C50/60 verdichteter, bewehrter oder unbewehrter Normalbeton ohne Fasern gemäß EN 206:2013+A1:2016	
Bohrlocherstellung	Hammerbohren / Druckluftbohren / Saugbohren	
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	Leistungskategorie C2
Ankerstangen Betonstahl	M8 - M30 Ø8 - Ø32	M12 - M24 ---
Verankerungsgrund	gerissener oder ungerissener Beton	
	Festigkeitsklasse C20/25 bis C50/60 verdichteter, bewehrter oder unbewehrter Normalbeton ohne Fasern gemäß EN 206:2013+A1:2016	
Bohrlocherstellung	Hammerbohren / Druckluftbohren / Saugbohren	
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 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

Injektionssystem VMH für Beton

Verwendungszweck
Spezifikationen

Anhang B1

Spezifizierung des Verwendungszwecks

Anwendungsbedingungen (Umweltbedingungen):

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

Bemessung:

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

Einbau:

- Trockener oder feuchter Beton oder wassergefüllte Bohrlöcher (ausgenommen Seewasser)
- Bohrlochherstellung durch Hammer-, Druckluft- oder Saugbohren
- Überkopfmontage erlaubt
- Einbau durch entsprechend geschultes Personal unter Verantwortung des Bauleiters
- Der Injektionsmörtel wurde für den Einbau bei einer Mindestbetontemperatur von -5°C bewertet, wobei anschließend die Temperatur im Beton nicht mit einer schnellen Geschwindigkeit ansteigen darf, z.B. von der Mindesteinbautemperatur auf 24°C innerhalb von 12 Stunden
- Innengewindeankerstangen: Schrauben und Gewindestange (inkl. Mutter und Unterlegscheibe) müssen mindestens dem Material und der Festigkeitsklasse der verwendeten Innengewindeankerstange entsprechen

Injektionssystem VMH für Beton

Verwendungszweck
Spezifikationen

Anhang B2

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
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 ²⁾	Vorsteckmontage d _f ≤	[mm]	9	12	14	18	22	26	30	33
	Durchsteckmontage d _f ≤	[mm]	12	14	16	20	24	30	33	40
Maximales Montagedrehmoment	max.T _{inst} ≤	[Nm]	10	20	40 (35) ¹⁾	60	100	170	250	300
Mindestbauteildicke	h _{min}	[mm]	h _{ef} + 30 mm ≥ 100 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} + 1mm 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
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	d _f ≤	[mm]	7	9	12	14	18	22
Maximales Montagedrehmoment	max.T _{inst} ≤	[Nm]	10	10	20	40	60	100
Min. Einschraubtiefe	l _{IG}	[mm]	8	8	10	12	16	20
Mindestbauteildicke	h _{min}	[mm]	h _{ef} + 30 mm ≥ 100 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 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 24	Ø 25	Ø 28	Ø 32
Durchmesser Betonstahl	d=d _{nom}	[mm]	8	10	12	14	16	20	24	25	28	32
Bohrernennendurchmesser ¹⁾	d ₀	[mm]	10 12	12 14	14 16	18	20	25 30 32	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 mm ≥ 100 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⁾ für Ø8, Ø10, Ø12, Ø24 und Ø25 können beide Bohrernennendurchmesser verwendet werden

Injektionssystem VMH für Beton

Verwendungszweck
Montagekennwerte

Anhang B3

Tabelle B4: Parameter für Reinigungs- und Setzzubehör

Ankerstange	Innengewinde- ankerstange	Betonstahl	Bohrer Ø	Bürsten Ø	min. Bürsten Ø
					
[-]	[-]	Ø [mm]	d ₀ [mm]	d _b [mm]	d _{b,min} [mm]
M8		8	10	11,5	10,5
M10	VMU-IG M6	8 / 10	12	13,5	12,5
M12	VMU-IG M8	10 / 12	14	15,5	14,5
		12	16	17,5	16,5
M16	VMU-IG M10	14	18	20,0	18,5
		16	20	22,0	20,5
M20	VMU-IG M12		22	24,0	22,5
		20	25	27,0	25,5
M24	VMU-IG M16		28	30,0	28,5
M27		24 / 25	30	31,8	30,5
		24 / 25	32	34,0	32,5
M30	VMU-IG M20	28	35	37,0	35,5
		32	40	43,5	40,5

Tabelle B5: Injektionsadapter

Bohrer Ø		Einbaurichtung und Verwendung		
d ₀ [mm]	[-]	↓	→	↑
10		Kein Injektionsadapter erforderlich		
12				
14				
16				
18	VM-IA 18	h _{ef} > 250mm	h _{ef} > 250mm	alle
20	VM-IA 20			
22	VM-IA 22			
25	VM-IA 25			
28	VM-IA 28			
30	VM-IA 30			
32	VM-IA 32			
35	VM-IA 35			
40	VM-IA 40			



Saugbohrer

Bohrernennendurchmesser (d₀): 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 (d₀): alle Durchmesser



Ausblaspumpe (Volumen 750ml)

Bohrerdurchmesser (d₀): 10 mm bis 20 mm
Bohrlochtiefe (h₀): ≤ 10 d_{nom}
für ungerissenen Beton

Injektionssystem VMH für Beton

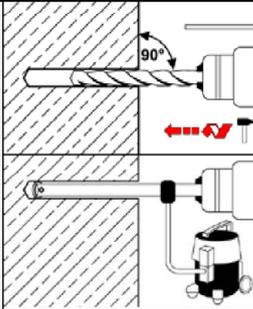
Verwendungszweck
Reinigungs- und Installationszubehör

Anhang B4

Montageanweisung

Bohren

1



Hammerbohren oder Druckluftbohren:

Bohrloch dreh Schlagend mit vorgeschriebenem Bohrerdurchmesser (Tabelle B1, B2 oder B3) und gewählter Bohrlochtiefe erstellen. Weiter bei Schritt 2.
Bei Fehlbohrungen ist das Bohrloch zu vermörteln.

Saugbohrer: siehe Anhang B4

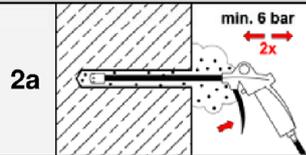
Bohrloch erstellen (Durchmesser und Bohrlochtiefe entsprechend Tabelle B1, B2 oder B3). Eine zusätzliche Reinigung ist nicht erforderlich!
Weiter bei Schritt 3.
Bei Fehlbohrungen ist das Bohrloch zu vermörteln.

Reinigung (entfällt bei Verwendung eines Saugbohrers)

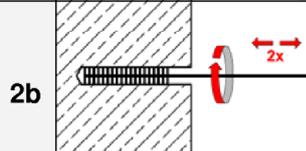
Achtung! Vor der Reinigung des Bohrlochs stehendes Wasser entfernen!

Reinigung mit Druckluft

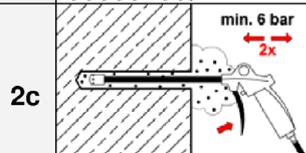
alle Untergründe und Abmessungen nach Anhang B1



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.



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.



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.

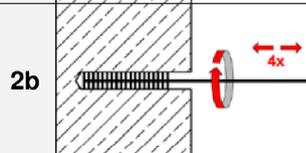
2

Manuelle Reinigung

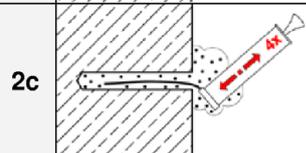
ungerissener Beton, trocken oder feucht; Bohrlochdurchmesser $d_0 \leq 20\text{mm}$ und Bohrlochtiefe $h_0 \leq 10 d_{nom}$



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



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.



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

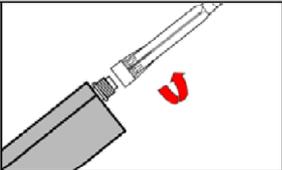
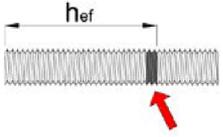
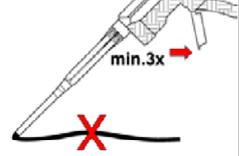
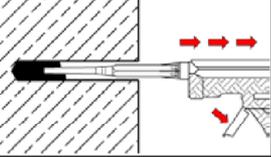
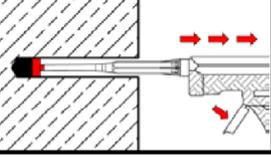
Nach der Reinigung ist das Bohrloch bis zum Injizieren des Mörtels vor erneutem Verschmutzen in geeigneter Weise zu schützen. Gegebenenfalls ist die Reinigung unmittelbar vor dem Injizieren des Mörtels zu wiederholen. Einfließendes Wasser darf nicht zur erneuten Verschmutzung des Bohrlochs führen.

Injektionssystem VMH für Beton

Verwendungszweck
Montageanweisung

Anhang B5

Montageanweisung (Fortsetzung)

Injektion		
3		Den mitgelieferten Statikmischer fest auf die Kartusche aufschrauben und Kartusche in eine geeignete Auspresspistole einlegen. Bei jeder Arbeitsunterbrechung länger als die empfohlene Verarbeitungszeit (Tabelle 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.
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		Gereinigtes Bohrloch vom Bohrlochgrund her ca. zu 2/3 mit Verbundmörtel befüllen. Langsames Zurückziehen des Statikmischers aus dem Bohrloch verhindert die Bildung von Lufteinschlüssen. Wird der Bohrlochgrund nicht erreicht, ist eine passende Mischerverlängerung zu verwenden. Die Verarbeitungszeiten gemäß Tabelle B6 sind zu beachten.
6b		Injektionsadapter mit Mischerverlängerung sind für folgende Verankerungen zu verwenden (vergl. Tabelle B5) : <ul style="list-style-type: none"> • Installationen horizontal oder vertikal nach unten mit Bohrer-Ø $d_0 \geq 18$ mm und Verankerungstiefen $h_{ef} > 250$ mm • Überkopfmontage: Bohrer-Ø $d_0 \geq 18$ mm

Injektionssystem VMH für Beton

Verwendungszweck
Montageanweisung (Fortsetzung)

Anhang B6

Montageanweisung (Fortsetzung)

Setzen des Befestigungselementes

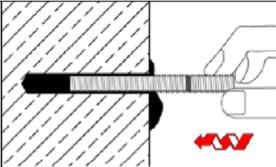
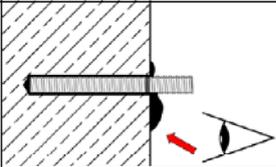
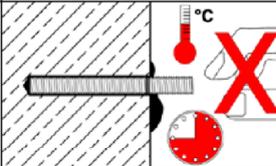
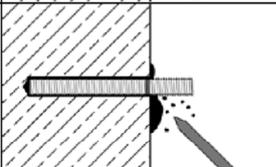
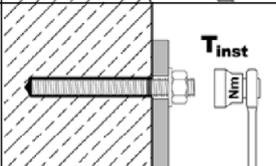
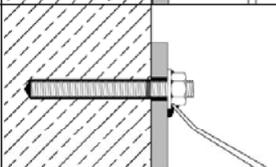
7		<p>Befestigungselement mit leichten Drehbewegungen bis zur festgelegten Verankerungstiefe einsetzen.</p> <p>Das Befestigungselement muss frei von Schmutz, Fett, Öl und anderen Fremdmaterialien sein.</p>
8		<p>Nach der Installation muss der Ringspalt zwischen Ankerstange und Beton, bei Durchsteckmontage zusätzlich auch im Anbauteil, komplett mit Mörtel verfüllt sein. Wird bei Erreichen der Verankerungstiefe kein Mörtel an der Oberfläche sichtbar, Anwendung vor Beendigung der Verarbeitungszeit wiederholen!</p> <p>Bei 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 B6) nicht bewegen oder belasten.</p>
10		<p>Ausgetretenen Mörtel entfernen.</p>
11		<p>Nach vollständiger Aushärtung kann das Anbauteil mit dem Montagedrehmoment $\leq T_{inst}$ nach Tabelle B1 oder B2 montiert werden.</p>
12		<p>Bei der Vorsteckmontage kann optional der Ringspalt zwischen Ankerstange und Anbauteil mit Mörtel verfüllt werden. Dafür Unterlegscheibe durch Verfüllscheibe ersetzen und Mischerrreduzierung auf den Statikmischer stecken. Ringspalt ist vollständig verfüllt, wenn Mörtel austritt.</p>

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 B7

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	58,0	84,3	157	245	353	459	561
Charakteristische Widerstände unter Zugbeanspruchung ¹⁾											
Stahl, verzinkt	Festigkeitsklasse 4.6 und 4.8	$N_{Rk,s}$	[kN]	15 (13)	23 (21)	34	63	98	141	184	224
	Festigkeitsklasse 5.6 und 5.8	$N_{Rk,s}$	[kN]	18 (17)	29 (27)	42	78	122	176	230	280
	Festigkeitsklasse 8.8	$N_{Rk,s}$	[kN]	29 (27)	46 (43)	67	125	196	282	368	449
Nichtrostender Stahl	A2, A4 und HCR Festigkeitsklasse 50	$N_{Rk,s}$	[kN]	18	29	42	79	123	177	230	281
	A2, A4 und HCR Festigkeitsklasse 70	$N_{Rk,s}$	[kN]	26	41	59	110	171	247	_ ₃₎	_ ₃₎
	A4 und HCR Festigkeitsklasse 80	$N_{Rk,s}$	[kN]	29	46	67	126	196	282	_ ₃₎	_ ₃₎
Teilsicherheitsbeiwerte ²⁾											
Stahl, verzinkt	Festigkeitsklasse 4.6	$\gamma_{Ms,N}$	[-]	2,0							
	Festigkeitsklasse 4.8	$\gamma_{Ms,N}$	[-]	1,5							
	Festigkeitsklasse 5.6	$\gamma_{Ms,N}$	[-]	2,0							
	Festigkeitsklasse 5.8	$\gamma_{Ms,N}$	[-]	1,5							
	Festigkeitsklasse 8.8	$\gamma_{Ms,N}$	[-]	1,5							
Nichtrostender Stahl	A2, A4 und HCR Festigkeitsklasse 50	$\gamma_{Ms,N}$	[-]	2,86							
	A2, A4 und HCR Festigkeitsklasse 70	$\gamma_{Ms,N}$	[-]	1,87						_ ₃₎	_ ₃₎
	A4 und HCR Festigkeitsklasse 80	$\gamma_{Ms,N}$	[-]	1,6						_ ₃₎	_ ₃₎

¹⁾ die charakteristischen Widerstände gelten für alle Ankerstangen mit dem hier angegebenen Spannungsquerschnitt A_s : VMU-A, V-A, VM-A. Für handelsübliche Gewindestangen mit geringerem Spannungsquerschnitt (z.B.: feuerverzinkte Gewindestangen M8, M10 gemäß EN ISO 10684:2004 + AC:2009) gelten die Werte in Klammern.

²⁾ sofern andere nationale Regelungen fehlen

³⁾ Dübelvariante nicht in ETA enthalten

Injektionssystem VMH für Beton

Leistungen

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		
Nichtrostender Stahl	A2, A4 und HCR, Festigkeitsklasse 50	V ⁰ _{Rk,s} [kN]	9	15	21	39	61	88	115	140		
	A2, A4 und HCR, Festigkeitsklasse 70	V ⁰ _{Rk,s} [kN]	13	20	30	55	86	124	.. ³⁾	.. ³⁾		
	A4 und HCR, Festigkeitsklasse 80	V ⁰ _{Rk,s} [kN]	15	23	34	63	98	141	.. ³⁾	.. ³⁾		
Stahlversagen <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	324	560	833	1123		
	Festigkeitsklasse 8.8	M ⁰ _{Rk,s} [Nm]	30 (26)	60 (53)	105	266	519	896	1333	1797		
Nichtrostender Stahl	A2, A4 und HCR, Festigkeitsklasse 50	M ⁰ _{Rk,s} [Nm]	19	37	66	167	325	561	832	1125		
	A2, A4 und HCR, Festigkeitsklasse 70	M ⁰ _{Rk,s} [Nm]	26	52	92	232	454	784	.. ³⁾	.. ³⁾		
	A4 und HCR, Festigkeitsklasse 80	M ⁰ _{Rk,s} [Nm]	30	59	105	266	519	896	.. ³⁾	.. ³⁾		
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			
Nichtrostender Stahl	A2, A4 und HCR, Festigkeitsklasse 50	γ _{Ms,V} [-]							2,38			
	A2, A4 und HCR, Festigkeitsklasse 70	γ _{Ms,V} [-]							1,56		.. ³⁾	.. ³⁾
	A4 und HCR, Festigkeitsklasse 80	γ _{Ms,V} [-]							1,33		.. ³⁾	.. ³⁾

¹⁾ die charakteristischen Widerstände gelten für alle Ankerstangen mit dem hier angegebenen Spannungsquerschnitt A_s: VMU-A, V-A, VM-A. Für handelsübliche Gewindestangen mit geringerem Spannungsquerschnitt (z.B.: feuerverzinkte Gewindestangen M8, M10 gemäß EN ISO 10684:2004 + AC:2009) gelten die Werte in Klammern

²⁾ sofern andere nationale Regelungen fehlen

³⁾ Dübelvariante nicht in ETA enthalten

Injektionssystem VMH für Beton

Leistungen

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

Anhang C2

Tabelle C3: Charakteristische Werte für **Betonausbruch und **Spalten****

Ankerstangen / Innengewindeankerstangen / Betonstahl			alle Größen	
Betonausbruch				
Faktor k_1	ungerissener Beton	$k_{ucr,N}$	[-]	11,0
	gerissener Beton	$k_{cr,N}$	[-]	7,7
Randabstand		$C_{cr,N}$	[mm]	$1,5 \cdot h_{ef}$
Achsabstand		$S_{cr,N}$	[mm]	$2,0 \cdot C_{cr,N}$
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

Leistungen
 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 ungerissenen Beton C20/25												
Temperaturbereich	I	40°C / 24°C	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm ²]	17	17	16	15	14	13	13	13
	II	80°C / 50°C			17	17	16	15	14	13	13	13
	III	120°C / 72°C			15	14	14	13	12	12	11	11
	VI	160°C / 100°C			12	11	11	10	9,5	9,0	9,0	9,0
Charakteristische Verbundtragfähigkeit im gerissenen Beton C20/25												
Temperaturbereich	I	40°C / 24°C	$\tau_{Rk,cr}$	[N/mm ²]	7,0	7,5	8,0	9,0	8,5	7,0	7,0	7,0
	II	80°C / 50°C			7,0	7,5	8,0	9,0	8,5	7,0	7,0	7,0
	III	120°C / 72°C			6,0	6,5	7,0	7,5	7,0	6,0	6,0	6,0
	VI	160°C / 100°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	40°C / 24°C	ψ^0_{sus}	[-]	0,90							
	II	80°C / 50°C			0,87							
	III	120°C / 72°C			0,75							
	VI	160°C / 100°C			0,66							
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
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				Keine Leistung bewertet			
	Druckluftreinigung				1,0							
wassergefülltes Bohrloch	Druckluftreinigung		γ_{inst}	[-]	1,4							

Injektionssystem VMH für Beton

Leistungen

Charakteristische Werte der **Zugtragfähigkeit** für **Ankerstangen**, 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 ungerissenen Beton C20/25												
Temperaturbereich	I	40°C / 24°C	$\tau_{Rk,ucr,100}$	[N/mm ²]	17	17	16	15	14	13	13	13
	II	80°C / 50°C			17	17	16	15	14	13	13	13
Charakteristische Verbundtragfähigkeit im gerissenen Beton C20/25												
Temperaturbereich	I	40°C / 24°C	$\tau_{Rk,cr,100}$	[N/mm ²]	5,5	6,0	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
	II	80°C / 50°C			5,5	6,0	6,5	6,5	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									
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	Keine Leistung bewertet							
	Druckluftreinigung			1,0								
wassergefülltes Bohrloch	Druckluftreinigung	γ_{inst}	[-]	1,4								

Injektionssystem VMH für Beton

Leistungen

Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Ankerstangen, 100 Jahre Nutzungsdauer

Anhang C5

Tabelle C6: Charakteristische Werte der Quertragfähigkeit für Ankerstangen, statische und quasi-statische Einwirkung

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	$V_{Rk,s}^0$	[kN]	0,6 · A _s · f _{uk} oder siehe Tabelle C2								
Charakteristischer Widerstand Stahl verzinkt, Fkl. 8.8 Nichtrostender Stahl A2, A4 und HCR	$V_{Rk,s}^0$	[kN]	0,5 · A _s · f _{uk} oder siehe Tabelle C2								
Duktilitätsfaktor	k ₇	[-]	1,0								
Teilsicherheitsbeiwert	γ _{Ms,V}	[-]	siehe Tabelle C2								
Stahlversagen <u>mit</u> Hebelarm											
Charakteristischer Biege­widerstand	$M_{Rk,s}^0$	[Nm]	1,2 · W _{el} · f _{uk} oder siehe Tabelle C2								
Elastisches Widerstandsmoment	W _{el}	[mm ³]	31	62	109	277	541	935	1387	1874	
Teilsicherheitsbeiwert	γ _{Ms,V}	[-]	siehe Tabelle 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

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

Anhang C6

Tabelle C7: Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Ankerstangen, seismische Einwirkung (Leistungskategorie C1 + C2), Nutzungsdauer 50 und 100 Jahre

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

¹⁾ Keine Leistung bewertet

Tabelle C8: Charakteristische Werte der Quertragfähigkeit für Ankerstangen, seismische Einwirkung (Leistungskategorie C1 + C2)

Ankerstangen				M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
Stahlversagen ohne Hebelarm											
Charakteristischer Widerstand		$V_{Rk,s,C1}$	[kN]	$0,7 \cdot V^0_{Rk,s}$							
		$V_{Rk,s,C2}$	[kN]	- ¹⁾				$0,7 \cdot V^0_{Rk,s}$			
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⁾ Keine Leistung bewertet

Injektionssystem VMH für Beton

Leistungen

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

Anhang C7

Tabelle C9: Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Innengewindeankerstangen, statische und quasi-statische Einwirkung, Nutzungsdauer 50 Jahre

Innengewindeankerstange				VMU-IG M6	VMU-IG M8	VMU-IG M10	VMU-IG M12	VMU-IG M16	VMU-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		$\gamma_{Ms,N}$	[-]	1,5					
Charakteristischer Widerstand Nichtrostender Stahl A4 / HCR	Fkl. 70	$N_{Rk,s}$	[kN]	14	26	41	59	110	124 ²⁾
	Teilsicherheitsbeiwert		$\gamma_{Ms,N}$	[-]	1,87				2,86
Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch									
Charakteristische Verbundtragfähigkeit im ungerissenen Beton C20/25									
Temperaturbereich	I: 40°C / 24°C	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm ²]	17	16	15	14	13	13
	II: 80°C / 50°C			17	16	15	14	13	13
	III: 120°C / 72°C			14	14	13	12	12	11
	VI: 160°C / 100°C			11	11	10	9,5	9,0	9,0
Charakteristische Verbundtragfähigkeit im gerissenen Beton C20/25									
Temperaturbereich	I: 40°C / 24°C	$\tau_{Rk,cr}$	[N/mm ²]	7,5	8,0	9,0	8,5	7,0	7,0
	II: 80°C / 50°C			7,5	8,0	9,0	8,5	7,0	7,0
	III: 120°C / 72°C			6,5	7,0	7,5	7,0	6,0	6,0
	VI: 160°C / 100°C			5,5	6,0	6,5	6,0	5,5	5,5
Reduktionsfaktor ψ^0_{sus} im Beton C20/25									
Temperaturbereich	I: 40°C / 24°C	ψ^0_{sus}	[-]	0,90					
	II: 80°C / 50°C			0,87					
	III: 120°C / 72°C			0,75					
	VI: 160°C / 100°C			0,66					
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				
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	Keine Leistung 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⁾ für VMU-IG M20: Festigkeitsklasse 50

Injektionssystem VMH für Beton

Leistungen

Charakteristische Werte der **Zugtragfähigkeit** für Innengewindeankerstangen, 50 Jahre Nutzungsdauer

Anhang C8

Tabelle C10: Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Innengewindeankerstangen, statische und quasi-statische Einwirkung, Nutzungsdauer 100 Jahre

Innengewindeankerstange				VMU-IG M6	VMU-IG M8	VMU-IG M10	VMU-IG M12	VMU-IG M16	VMU-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		$\gamma_{Ms,N}$	[-]	1,5					
Charakteristischer Widerstand nichtrostender Stahl A4 / HCR 70	Fkl.	$N_{Rk,s}$	[kN]	14	26	41	59	110	124 ²⁾
	70			1,87					2,86
Teilsicherheitsbeiwert		$\gamma_{Ms,N}$	[-]	1,87					2,86
Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch									
Charakteristische Verbundtragfähigkeit im ungerissenen Beton C20/25									
Temperaturbereich	I: 40°C / 24°C	$\tau_{Rk,ucr,100}$	[N/mm ²]	17	16	15	14	13	13
	II: 80°C / 50°C			17	16	15	14	13	13
Charakteristische Verbundtragfähigkeit im gerissenen Beton C20/25									
Temperaturbereich	I: 40°C / 24°C	$\tau_{Rk,cr100}$	[N/mm ²]	6,0	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
	II: 80°C / 50°C			6,0	6,5	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					
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			Keine Leistung 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⁾ für VMU-IG M20: Festigkeitsklasse 50

Injektionssystem VMH für Beton

Leistungen

Charakteristische Werte der **Zugtragfähigkeit** für Innengewindeankerstangen, **100 Jahre** Nutzungsdauer

Anhang C9

Tabelle C11: Charakteristische Werte unter Querbeanspruchung für Innengewindeankerstangen, statische und quasi-statische Einwirkung

Innengewindeankerstange				VMU-IG M6	VMU-IG M8	VMU-IG M10	VMU-IG M12	VMU-IG M16	VMU-IG M20
Stahlversagen ohne 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	62 ²⁾
	Teilsicherheitsbeiwert		$\gamma_{Ms,V}$	[-]	1,56				
Duktilitätsfaktor			k ₇	[-]	1,0				
Stahlversagen mit 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	643 ²⁾
	Teilsicherheitsbeiwert		$\gamma_{Ms,V}$	[-]	1,56				
Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite									
Pry-out Faktor			k ₈	[-]	2,0				
Betonkantenbruch									
Effektive Ankerlänge			l_f [mm]	min ($h_{ef}; 12 d_{nom}$)					min ($h_{ef}; 300mm$)
Außendurchmesser der Ankerstange			d_{nom} [mm]	10	12	16	20	24	30
Montagebeiwert			γ_{inst}	[-]	1,0				

¹⁾ Befestigungsschrauben oder Gewindestangen (inkl. Scheibe und Mutter) müssen mindestens der gewählten Festigkeitsklasse der Innengewindeankerstangen entsprechen (Ausnahme: VMU-IG M20). 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 unter **Querbeanspruchung** für **Innengewindeankerstangen**

Anhang C10

Tabelle C12: Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Betonstahl, statische und quasi-statische Einwirkung, 50 Jahre Nutzungsdauer

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	[mm ²]	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: 40°C / 24°C	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm ²]	14	14	14	14	13	13	13	13	13	13
	II: 80°C / 50°C			14	14	14	14	13	13	13	13	13	13
	III: 120°C / 72°C			13	12	12	12	12	11	11	11	11	11
	VI: 160°C / 100°C			9,5	9,5	9,5	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	8,5
Charakteristische Verbundtragfähigkeit im gerissenen Beton C20/25													
Temperaturbereich	I: 40°C / 24°C	$\tau_{Rk,cr}$	[N/mm ²]	5,5	5,5	6,0	6,5	6,5	6,5	6,5	7,0	7,0	7,0
	II: 80°C / 50°C			5,5	5,5	6,0	6,5	6,5	6,5	6,5	7,0	7,0	7,0
	III: 120°C / 72°C			4,5	5,0	5,0	5,5	5,5	5,5	5,5	6,0	6,0	6,0
	VI: 160°C / 100°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: 40°C / 24°C	ψ_{sus}^0	[-]	0,90									
	II: 80°C / 50°C			0,87									
	III: 120°C / 72°C			0,75									
	VI: 160°C / 100°C			0,66									
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										
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									
	Druckluftreinigung			Keine Leistung bewertet									
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

Leistungen

Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Betonstahl, 50 Jahre Nutzungsdauer

Anhang C11

Tabelle C13: Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Betonstahl, statische und quasi-statische Einwirkung, 100 Jahre Nutzungsdauer

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	[mm ²]	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: 40°C / 24°C	$\tau_{Rk,ucr,100}$	[N/mm ²]	14	14	14	14	13	13	13	13	13	13
	II: 80°C / 50°C			14	14	14	14	13	13	13	13	13	13
Charakteristische Verbundtragfähigkeit im gerissenen Beton C20/25													
Temperaturbereich	I: 40°C / 24°C	$\tau_{Rk,cr,100}$	[N/mm ²]	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
	II: 80°C / 50°C			4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
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									
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					Keine Leistung 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

Leistungen

Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Betonstahl, 100 Jahre Nutzungsdauer

Anhang C12

Tabelle C14: Charakteristische Werte unter Querbeanspruchung für Betonstahl, statische und quasi-statische Einwirkung

Betonstahl		Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 20	Ø 24	Ø 25	Ø 28	Ø 32		
Stahlversagen ohne Hebelarm													
Charakteristischer Widerstand	$V^0_{Rk,s}$	[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 mit Hebelarm													
Charakteristischer Biege­widerstand	$M^0_{Rk,s}$	[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 Ankerlänge	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⁾ ist den Spezifikationen des Betonstahls zu entnehmen

²⁾ sofern andere nationale Regelungen fehlen

Injektionssystem VMH für Beton

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

Anhang C13

Tabelle C15: Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit für Betonstahl, seismische 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													
Charakteristischer Widerstand	$N_{Rk,s,C1}$	[kN]	$A_s \cdot f_{uk}^{1)}$										
Stahlspannungsquerschnitt	A_s	[mm ²]	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: 40°C / 24°C	$\tau_{Rk,C1}$	[N/mm ²]	5,5	5,5	6,0	6,5	6,5	6,5	6,5	7,0	7,0	7,0
	II: 80°C / 50°C			5,5	5,5	6,0	6,5	6,5	6,5	6,5	7,0	7,0	7,0
	III: 120°C / 72°C			4,5	5,0	5,0	5,5	5,5	5,5	5,5	6,0	6,0	6,0
	VI: 160°C / 100°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⁾ ist den Spezifikationen des Betonstahls zu entnehmen

²⁾ sofern andere nationale Regelungen fehlen

Tabelle C16: Charakteristische Werte der Quertragfähigkeit für Betonstahl, seismischer Einwirkung (Leistungskategorie C1)

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

¹⁾ ist den Spezifikationen des Betonstahls zu entnehmen

²⁾ sofern andere nationale Regelungen fehlen

Injektionssystem VMH für Beton

Leistungen

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

Anhang C14

Tabelle C17: Verschiebung unter Zugbeanspruchung (Ankerstange)

Ankerstange		M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30	
Verschiebungsfaktoren ¹⁾										
ungerissener Beton, statische und quasi-statische Einwirkung, Nutzungsdauer 50 und 100 Jahre										
Temperaturbereich I: 40°C / 24°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		0,040	0,042	0,044	0,047	0,051	0,054	0,057	0,060
Temperaturbereich II: 80°C / 50°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 III: 120°C / 72°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
Temperaturbereich VI: 160°C / 100°C	δ_{N0} -Faktor		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: 120°C / 72°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 VI: 160°C / 100°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	
Verschiebungsfaktoren ¹⁾										
gerissener Beton, statische und quasi-statische Einwirkung, Nutzungsdauer 50 und 100 Jahre										
Temperaturbereich I: 40°C / 24°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		0,104	0,107	0,110	0,116	0,122	0,128	0,133	0,137
Temperaturbereich II: 80°C / 50°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 III: 120°C / 72°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
Temperaturbereich VI: 160°C / 100°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⁾ Keine Leistung bewertet

Tabelle C18: Verschiebung unter Querbeanspruchung (Ankerstange)

Ankerstange		M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30	
Verschiebungsfaktoren¹⁾										
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

Leistungen
Verschiebung (Ankerstange)

Anhang C15

Tabelle C19: Verschiebung unter Zugbeanspruchung (Innengewindeankerstange)

Innengewindeankerstange		VMU-IG M 6	VMU-IG M 8	VMU-IG M 10	VMU-IG M 12	VMU-IG M 16	VMU-IG M 20	
Verschiebungsfaktoren¹⁾ ungerissener Beton, statische und quasi-statische Einwirkung, Nutzungsdauer 50 und 100 Jahre								
Temperaturbereich I: 40°C / 24°C	δ_{N0} -Faktor	mm [N/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: 120°C / 72°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 VI: 160°C / 100°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
Verschiebungsfaktoren¹⁾ gerissener Beton, statische und quasi-statische Einwirkung, Nutzungsdauer 50 und 100 Jahre								
Temperaturbereich I: 40°C / 24°C	δ_{N0} -Faktor	mm [N/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: 120°C / 72°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 VI: 160°C / 100°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

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

τ : einwirkende Verbundspannung unter Zugbeanspruchung

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

Tabelle C20: Verschiebung unter Querbeanspruchung (Innengewindeankerstange)

Innengewindeankerstange		VMU-IG M 6	VMU-IG M 8	VMU-IG M 10	VMU-IG M 12	VMU-IG M 16	VMU-IG M 20	
Verschiebungsfaktoren¹⁾ gerissener und ungerissener Beton, statische und quasi-statische Einwirkung								
Alle Temperaturbereiche	δ_{V0} -Faktor	[mm/(kN)]	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

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

V: einwirkende Querkraft

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

Injektionssystem VMH für Beton

Leistungen

Verschiebungen (Innengewindeankerstange)

Anhang C16

Tabelle C21: 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	
Verschiebungsfaktoren¹⁾ ungerissener Beton, statische und quasi-statische Einwirkung, Nutzungsdauer 50 und 100 Jahre												
Temperaturbereich I: 40°C / 24°C II: 80°C / 50°C	δ_{N0} -Faktor	[$\frac{\text{mm}}{\text{N/mm}^2}$]	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: 120°C / 72°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 VI: 160°C / 100°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
Verschiebungsfaktoren¹⁾ gerissener Beton, statische und quasi-statische Einwirkung, Nutzungsdauer 50 und 100 Jahre												
Temperaturbereich I: 40°C / 24°C II: 80°C / 50°C	δ_{N0} -Faktor	[$\frac{\text{mm}}{\text{N/mm}^2}$]	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: 120°C / 72°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 VI: 160°C / 100°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

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

τ : einwirkende Verbundspannung unter Zugbeanspruchung

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

Tabelle C22: 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	
Verschiebungsfaktoren¹⁾ gerissener und ungerissener Beton, statische und quasi-statische Einwirkung												
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	0,03
	$\delta_{V\infty}$ -Faktor		0,09	0,08	0,08	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04

¹⁾ Berechnung der Verschiebung

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

V: einwirkende Querkraft

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

Injektionssystem VMH für Beton

Leistungen
Verschiebung (Betonstahl)

Anhang C17