



MFPA Leipzig GmbH

Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle für
Baustoffe, Bauprodukte und Bausysteme

Zentrum für Innovation und Berechnung

Dr.-Ing. Susanne Reichel

Arbeitsgruppe - FEM

Dr.-Ing. Susanne Reichel

Telefon +49 (0) 341-6582-106

s.reichel@mfpa-leipzig.de

Gutachterliche Stellungnahme Nr. GS 6.1/20-004-3

vom 22.06.2020

Gegenstand:

Bewertung des Tragverhaltens eingeklebter stählerner Verbunddübel VMZ-A, VMZ-IG und VMZ dynamic aus hochkorrosionsbeständigem Stahl mit Injektionssystem VMZ unter zentrischem Zug und einseitiger Brandbeanspruchung mit der ZTV-ING-Kurve - Kurzfassung

Auftraggeber:

Metall-Kunststoff-Technik GmbH & Co.KG

Auf dem Immel 2

D-67685 Weilerbach

Bearbeiter:

Dr.-Ing. Susanne Reichel

Dieses Dokument besteht aus 16 Seiten, inkl. 0 Anlagen.

Dieses Dokument darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Eine Veröffentlichung – auch auszugsweise – bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung der MFPA Leipzig GmbH. Als rechtsverbindliche Form gilt die deutsche Schriftform mit Originalunterschriften und Originalstempel des/der Zeichnungsberechtigten. Es gelten die Allgemeinen Geschäftsbedingungen (AGB) der MFPA Leipzig GmbH.

Gesellschaft für Materialforschung und Prüfungsanstalt für das
Bauwesen Leipzig mbH (MFPA Leipzig GmbH)

Sitz: Hans-Weigel-Str. 2b – 04319 Leipzig/Germany
Geschäftsführer: Dr.-Ing. habil. Jörg Schmidt
Handelsregister: Amtsgericht Leipzig HRB 17719
USt-Id Nr.: DE 813200649
Tel.: +49 (0) 341-6582-0
Fax: +49 (0) 341-6582-135



Gesamtinhaltsverzeichnis

I	Veranlassung und Zielsetzung	3
II	Beschreibung der Konstruktion	4
III	Literatur	6
	1 Verwendete Normen, Richtlinien und Regelwerke	6
	2 Referenzdokumente	6
	2.1 ETAs und Verwendbarkeitsnachweise	7
	2.2 Gutachten und Prüfberichte	7
IV	Beurteilung der Leistungsfähigkeit	8
	1 Bemessungskonzept	8
	2 Versagen durch Herausziehen	9
	3 Stahlversagen	11
	4 Betonausbruch	13
V	Besondere Hinweise/Anwendungsgrenzen	15



I Veranlassung und Zielsetzung

Die MFPA Leipzig GmbH wurde von der MKT GmbH & Co.KG beauftragt, auf Basis von Versuchs- und Berechnungsergebnissen eine Bewertung des Tragverhaltens eingeklebter stählerner Verbunddübel VMZ-A, VMZ-IG und VMZ dynamic aus hochkorrosionsbeständigem Stahl mit Injektionsmörtel VMZ oder VMZ Express unter zentrischer Zugbeanspruchung und einseitiger Brandbeanspruchung mit der ZTV-ING-Kurve gemäß [N1] vorzunehmen. Die Bewertung und damit einher gehende Ermittlung der charakteristischen Zugtragfähigkeit umfasst die Versagensarten „Stahlversagen“, „Herausziehen“ und „Betonausbruch“.

Das vorliegende Dokument enthält eine Zusammenfassung des Bemessungskonzepts für die Nachweisführung im Brandfall und die zugehörigen charakteristischen Zugtragfähigkeiten. Für eine ausführliche Herleitung der Tragfähigkeitsgrößen sei auf [G1] verwiesen.

II Beschreibung der Konstruktion

Das MKT Injektionssystem VMZ ist ein Verbunddübel zur Verankerung im Beton, der aus einer Mörtelkartusche VMZ oder VMZ Express und einer Ankerstange mit Spreizknoten sowie einer Sechskantmutter und einer Unterlegscheibe besteht. Im Hinblick auf die Ankerstange werden gemäß [P1] die Varianten VMZ-A „Verbunddübel mit Ankerstange“ und VMZ-IG „Innengewindehülse“ unterschieden. Weiterhin ist in [P2] mit dem Injektionssystem „VMZ dynamic“ ein Verbunddübel für dynamische Beanspruchungen zugelassen. Abbildungen 1 bis 3 zeigen Prinzipdarstellungen der Dübelgeometrien.

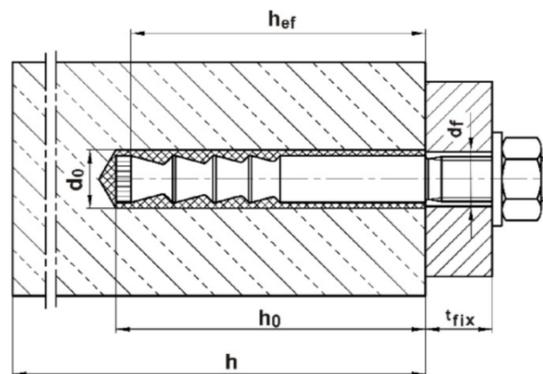


Abbildung 1: Injektionssystem VMZ mit Ankerstange VMZ-A: Geometrie im Einbauzustand, aus [P1]

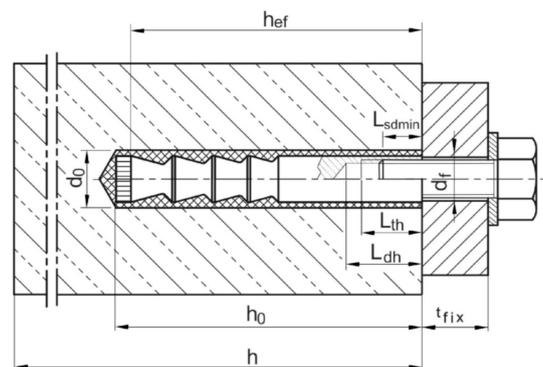


Abbildung 2: Injektionssystem VMZ mit Ankerstange VMZ-IG: Geometrie im Einbauzustand, aus [P1]

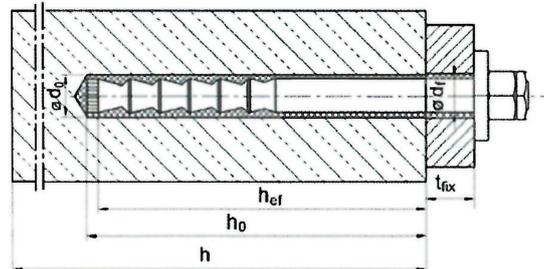


Abbildung 3: Injektionssystem VMZ mit Ankerstange VMZ dynamic: Geometrie im Einbauzustand, aus [P2]

Die Kraftübertragung erfolgt hauptsächlich über die mechanische Verzahnung der Konen im Injektionsmörtel sowie zusätzlich über eine Kombination aus Halte- und Reibungskräften im Verankerungsgrund. Die Dübel dürfen unter statischer und quasi-statischer Beanspruchung, sowie im Fall von VMZ dynamic unter dynamischer Beanspruchung, in bewehrtem und unbewehrtem Normalbeton der Festigkeitsklasse von mindestens C20/25 und höchstens C50/60 gemäß [N2] verankert werden.

Der erforderliche Durchmesser des Bohrlochs sowie die erforderliche Bohrlochtiefe und die Mindestbauteildicke sind für jeden konkreten Dübeltyp in [P1] bzw. [P2] angegeben. Bei der Montage der Verbunddübel sind die in [P1, P2] spezifizierten Herstellerangaben zu beachten.

Gemäß [P1, P2] sind die Ankerstangen des Injektionssystems VMZ in 3 verschiedenen Werkstoffvarianten verfügbar:

- verzinkter Stahl gemäß [N3],
- nichtrostender Stahl A4 gemäß [N4],
- hochkorrosionsbeständiger Stahl gemäß [N4].

Im Rahmen der vorliegenden Bewertung werden ausschließlich Ankerstangen aus hochkorrosionsbeständigem Stahl behandelt. Beim Injektionssystem VMZ dynamic HCR entfällt die Größe 170 M20.

Für eine detaillierte Produktbeschreibung sowie weitere Angaben zum Anwendungsbereich sei an dieser Stelle auf [P1, P2] verwiesen.

III Literatur

1 Verwendete Normen, Richtlinien und Regelwerke

Den Berechnungen liegen die folgenden Normen, Richtlinien und Regelwerke zugrunde:

- [N1] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten, ZTV-ING: Teil 5, Tunnelbau – Bundesanstalt für Straßenwesen, Stand: 2018/01
- [N2] DIN EN 206:2017-01: Beton - Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität; Deutsche Fassung EN 206:2013+A1:2016
- [N3] DIN EN 10087:1999-01: Automatenstähle - Technische Lieferbedingungen für Halbzeug, warmgewalzte Stäbe und Walzdraht; Deutsche Fassung EN 10087:1998
- [N4] DIN EN 10088-2:2014-12: Nichtrostende Stähle - Teil 2: Technische Lieferbedingungen für Blech und Band aus korrosionsbeständigen Stählen für allgemeine Verwendung; Deutsche Fassung EN 10088-2:2014
- [N5] DIN EN 1992-4:2019-04: Eurocode 2 - Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 4: Bemessung der Verankerung von Befestigungen in Beton; Deutsche Fassung EN 1992-4:2018
- [N6] ETAG 001; Guideline for European Technical Approval of metal anchors for use in concrete; April 2013
- [N7] TR 020: Beurteilung der Feuerwiderstandsfähigkeit von Verankerungen im Beton; 05/2004
- [N8] EAD 330232-00-0601: Mechanical fasteners for use in concrete; 10/2016
- [N9] DIN EN 1992-1-2:2010-12: Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton - und Spannbetontragwerken - Teil 1-2: Allgemeine Regeln - Tragwerksbemessung für den Brandfall; Deutsche Fassung EN 1992-1-2:2004 + AC:2008

2 Referenzdokumente

Den Berechnungen liegen die folgenden Referenzdokumente sowie zusätzlichen Informationen zugrunde:

2.1 ETAs und Verwendbarkeitsnachweise

- [P1] ETA-04/0092: MKT Injektionssystem VMZ, Kraftkontrolliert spreizender Verbunddübel mit Ankerstange VMZ-A und Innengewindehülse VMZ-IG zur Verankerung im Beton – Deutsches Institut für Bautechnik, 13.04.2017
- [P2] ETA-17/0194: Injektionssystem VMZ dynamic, Nachträglich eingebaute Befestigungsmittel in Beton unter ermüdungsrelevanter zyklischer Beanspruchung – Deutsches Institut für Bautechnik, 31.05.2018

2.2 Gutachten und Prüfberichte

- [G1] Gutachterliche Stellungnahme Nr. GS 6.1/20-004-1: Bewertung des Tragverhaltens eingeklebter stählerner Verbunddübel VMZ-A, VMZ-IG und VMZ dynamic aus hochkorrosionsbeständigem Stahl mit Injektionssystem VMZ unter zentrischem Zug und einseitiger Brandbeanspruchung mit der ZTV-ING-Kurve – MFPA Leipzig GmbH; 17.06.2020

IV Beurteilung der Leistungsfähigkeit

1 Bemessungskonzept

Die charakteristische Tragfähigkeit eines eingeklebten Verbunddübels im Brandfall ist aus dem Mindestwert der Tragwiderstände für die Versagensarten Herausziehen, Stahlversagen und Betonausbruch zu bestimmen

$$N_{Rk,fi} = \min [N_{Rk,p,fi}, N_{Rk,s,fi}, N_{Rk,c,fi}]. \quad (1)$$

Für die Versagensarten Herausziehen und Stahlversagen dürfen die in den Tabellen 1 bis 3 bzw. 4 bis 6 angegebenen Werte direkt in Gleichung (1) eingesetzt werden.

Im Hinblick auf die Versagensart Betonausbruch sind in den Tabellen 7 bis 9 Widerstandswerte $N_{Rk,c,fi}^0$ für den Einzeldübel angegeben. Die Ermittlung von $N_{Rk,c,fi}$ als Eingangsgröße für Gleichung (1) erfolgt in Abhängigkeit der konkreten konstruktiven Gegebenheiten gemäß [N5], Kapitel 7.2.1.4 und Anhang D.4.2.2 unter Berücksichtigung der Angaben aus [P1]. Abweichend von den Angaben aus [N5], Kapitel 7.2.1.4 ist für den Wert f_{ck} die Würfeldruckfestigkeit des umgebenden Betons einzusetzen, da die Bestimmung von $k_{cr,N}$ und $k_{ucr,N}$ (siehe [P1, P2]) auf Basis von [N6] erfolgte.

2 Versagen durch Herausziehen

In den nachfolgenden Tabellen sind die charakteristischen Zugtragfähigkeiten $N_{Rk,p,fi}$ der verschiedenen Dübelvarianten für Versagen durch Herausziehen spezifiziert.

		$N_{Rk,p,fi}$ [kN]
A1-HCR	40 M8	0,00
A2-HCR	50 M8	0,00
A3-HCR	60 M10	0,22
A4-HCR	75 M10	1,15
A5-HCR	75 M12	1,49
A6-HCR	70 M12	0,88
A7-HCR	80 M12	1,94
A8-HCR	95 M12	3,99
A9-HCR	100 M12	5,27
A10-HCR	110 M12	6,93
A11-HCR	125 M12	9,08
A12-HCR	90 M16	3,85
A13-HCR	105 M16	7,21
A14-HCR	125 M16	12,91
A15-HCR	145 M16	17,21
A16-HCR	160 M16	22,46
A17-HCR	115 M20	9,75
A18-HCR	170 M20	31,48
A19-HCR	190 M20	37,74
A20-HCR	170 M24	39,76
A21-HCR	200 M24	52,06
A22-HCR	225 M24	61,92

Tabelle 1: Injektionssystem VMZ mit Ankerstange VMZ-A aus hochkorrosionsbeständigem Stahl: Charakteristische Zugtragfähigkeiten $N_{Rk,p,fi}$ [kN] für Herausziehen bei Brandbeanspruchung durch die ZTV-ING-Kurve

		$N_{Rk,p,fi}$ [kN]
IG1-HCR	IG 40 M6	0,00
IG2-HCR	IG 50 M6	0,00
IG3-HCR	IG 60 M8	0,22
IG4-HCR	IG 75 M8	1,49
IG5-HCR	IG 70 M10	0,88
IG6-HCR	IG 80 M10	1,94
IG7-HCR	IG 90 M12	3,85
IG8-HCR	IG 105 M12	7,21
IG9-HCR	IG 125 M12	12,91
IG10-HCR	IG 115 M16	9,75
IG11-HCR	IG 170 M16	31,48
IG12-HCR	IG 170 M20	39,76

Tabelle 2: Injektionssystem VMZ mit Ankerstange VMZ-IG aus hochkorrosionsbeständigem Stahl: Charakteristische Zugtragfähigkeiten $N_{Rk,p,fi}$ [kN] für Herausziehen bei Brandbeanspruchung durch die ZTV-ING-Kurve

		$N_{Rk,p,fi}$ [kN]
D1-A4	100 M12 dyn	5,32
D2-A4	125 M16 dyn	13,34

Tabelle 3: Injektionssystem VMZ mit Ankerstange VMZ dynamic aus hochkorrosionsbeständigem Stahl: Charakteristische Zugtragfähigkeiten $N_{Rk,p,fi}$ [kN] für Herausziehen bei Brandbeanspruchung durch die ZTV-ING-Kurve

3 Stahlversagen

In den nachfolgenden Tabellen sind die charakteristischen Zugtragfähigkeiten $N_{Rk,s,fi}$ der verschiedenen Dübelvarianten für Stahlversagen spezifiziert.

		$N_{Rk,s,fi}$ [kN]
A1-HCR	40 M8	*
A2-HCR	50 M8	*
A3-HCR	60 M10	1,08
A4-HCR	75 M10	1,08
A5-HCR	75 M12	2,25
A6-HCR	70 M12	2,50
A7-HCR	80 M12	2,50
A8-HCR	95 M12	2,50
A9-HCR	100 M12	2,50
A10-HCR	110 M12	2,50
A11-HCR	125 M12	2,50
A12-HCR	90 M16	4,10
A13-HCR	105 M16	4,10
A14-HCR	125 M16	4,10
A15-HCR	145 M16	4,10
A16-HCR	160 M16	4,10
A17-HCR	115 M20	5,04
A18-HCR	170 M20	5,60
A19-HCR	190 M20	5,60
A20-HCR	170 M24	8,07
A21-HCR	200 M24	8,07
A22-HCR	225 M24	8,07

Tabelle 4: Injektionssystem VMZ mit Ankerstange VMZ-A aus hochkorrosionsbeständigem Stahl: Charakteristische Zugtragfähigkeiten $N_{Rk,s,fi}$ [kN] für Stahlversagen bei Brandbeanspruchung durch die ZTV-ING-Kurve (* Stahlversagen nicht maßgebend)

		$N_{Rk,s,fi}$ [kN]
IG1-HCR	IG 40 M6	*
IG2-HCR	IG 50 M6	*
IG3-HCR	IG 60 M8	0,324
IG4-HCR	IG 75 M8	0,324
IG5-HCR	IG 70 M10	0,75
IG6-HCR	IG 80 M10	0,75
IG7-HCR	IG 90 M12	1,23
IG8-HCR	IG 105 M12	1,23
IG9-HCR	IG 125 M12	1,23
IG10-HCR	IG 115 M16	1,51
IG11-HCR	IG 170 M16	1,68
IG12-HCR	IG 170 M20	2,42

Tabelle 5: Injektionssystem VMZ mit Ankerstange VMZ-IG aus hochkorrosionsbeständigem Stahl: Charakteristische Zugtragfähigkeiten $N_{Rk,s,fi}$ [kN] für Stahlversagen bei Brandbeanspruchung durch die ZTV-ING-Kurve (* Stahlversagen nicht maßgebend)

		$N_{Rk,s,fi}$ [kN]
D1-HCR	100 M12 dyn	2,50
D2-HCR	125 M16 dyn	4,10

Tabelle 6: Injektionssystem VMZ mit Ankerstange VMZ dynamic aus hochkorrosionsbeständigem Stahl: Charakteristische Zugtragfähigkeiten $N_{Rk,s,fi}$ [kN] für Stahlversagen bei Brandbeanspruchung durch die ZTV-ING-Kurve

4 Betonausbruch

In den nachfolgenden Tabellen sind die charakteristischen Zugtragfähigkeiten $N_{Rk,c,fi}^0$ der verschiedenen Dübelvarianten für Betonausbruch eines Einzeldübels spezifiziert.

		$N_{Rk,c,fi}^0$ [kN]
A1	40 M8	1,46
A2	50 M8	2,55
A3	60 M10	4,02
A4	75 M10	7,01
A5	75 M12	7,01
A6	70 M12	5,90
A7	80 M12	8,24
A8	95 M12	12,67
A9	100 M12	14,40
A10	110 M12	18,27
A11	125 M12	25,16
A12	90 M16	11,07
A13	105 M16	16,27
A14	125 M16	25,16
A15	145 M16	36,46
A16	160 M16	46,63
A17	115 M20	20,42
A18	170 M20	54,26
A19	190 M20	71,65
A20	170 M24	54,26
A21	200 M24	81,46
A22	225 M24	109,35

Tabelle 7: Injektionssystem VMZ mit Ankerstange VMZ-A: Charakteristische Zugtragfähigkeiten $N_{Rk,c,fi}^0$ [kN] eines Einzeldübels für Betonausbruch bei Brandbeanspruchung durch die ZTV-ING-Kurve

		$N_{Rk,c,fi}^0$ [kN]
IG1	IG 40 M6	1,46
IG2	IG 50 M6	2,55
IG3	IG 60 M8	4,02
IG4	IG 75 M8	7,01
IG5	IG 70 M10	5,90
IG6	IG 80 M10	8,24
IG7	IG 90 M12	11,07
IG8	IG 105 M12	16,27
IG9	IG 125 M12	25,16
IG10	IG 115 M16	20,42
IG11	IG 170 M16	54,26
IG12	IG 170 M20	54,26

Tabelle 8: Injektionssystem VMZ mit Ankerstange VMZ-IG: Charakteristische Zugtragfähigkeiten $N_{Rk,c,fi}^0$ [kN] eines EinzeldüBEL für Betonausbruch bei Brandbeanspruchung durch die ZTV-ING-Kurve

		$N_{Rk,c,fi}^0$ [kN]
D1	100 M12 dyn	14,40
D2	125 M16 dyn	25,16

Tabelle 9: Injektionssystem VMZ mit Ankerstange VMZ dynamic: Charakteristische Zugtragfähigkeiten $N_{Rk,c,fi}^0$ [kN] eines EinzeldüBEL für Betonausbruch bei Brandbeanspruchung durch die ZTV-ING-Kurve

V Besondere Hinweise/Anwendungsgrenzen

Die vorliegende gutachterliche Bewertung gilt für stählerne Verbunddübel VMZ-A, VMZ-IG und VMZ dynamic der Firma MKT aus hochkorrosionsbeständigem Stahl mit Injektionsmörtel VMZ oder VMZ Express in Beton, die unter Einhaltung der in [P1, P2] beschriebenen Montagebestimmungen eingebaut werden. Die mechanische Beanspruchung darf die in [P1, P2] spezifizierten Tragfähigkeiten unter Umgebungsbedingungen nicht überschreiten.

Die im vorliegenden Dokument ausgewiesenen Tragfähigkeitswerte wurden für eine einseitige Brandbeanspruchung mit der ZTV-ING-Kurve gemäß [N1] bestimmt. In Anlehnung an [N7] dürfen die Werte auch bei mehrseitiger Brandbeanspruchung angesetzt werden, sofern für den Randabstand des Dübels gilt $c \geq 300\text{mm}$ und $c \geq 2 \cdot h_{ef}$.

Die im vorliegenden Dokument ausgewiesenen Tragfähigkeitswerte wurden für zentrische Zugbeanspruchung in Dübellängsrichtung ermittelt. In Anlehnung an [N8] ist auf der sicheren Seite liegend eine Übertragung auf Zugbeanspruchungen senkrecht und schräg zur Dübelachse möglich.

Für Ankerstangen VMZ-IG sind Befestigungsschrauben, Gewindestangen und Muttern mit einer Festigkeitsklasse ≥ 70 einzusetzen.

Die vorliegende gutachterliche Bewertung ist nur in Verbindung mit Konstruktionen aus bewehrtem und unbewehrtem Normalbeton der Festigkeitsklassen $\geq C20/25$ und $\leq C50/60$ gemäß [N2] gültig, die mindestens die gleiche Feuerwiderstandsklasse aufweisen wie die eingesetzten Dübel. Die Bemessung der Stahlbetonkonstruktion muss gemäß [N9] erfolgen.

Die im vorliegenden Dokument ausgewiesenen Tragfähigkeitswerte wurden unter der Voraussetzung bestimmt, dass keine explosiven Betonabplatzungen auftreten und sind nur unter dieser Bedingung gültig. Hinweise zur Vermeidung von explosiven Betonabplatzungen werden in [N9], Kapitel 4.5 gegeben.



Die Ergebnisse der Prüfungen beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. Dieses Dokument ersetzt kein Zertifikat der Leistungsbeständigkeit und keinen Verwendbarkeitsnachweis im Sinne der Bauordnungen (national/ europäisch).

Leipzig, den 22.06.2020

A handwritten signature in blue ink that reads 'S. Reichel'.

Dr.-Ing. S. Reichel

Geschäftsbereichsleiterin & Bearbeiterin