



MFPA Leipzig GmbH

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

Geschäftsbereich III - Baulicher Brandschutz

Dipl.-Ing. Sebastian Hauswaldt

**Arbeitsgruppe 3.2 - Brandverhalten von Bauarten und
Sonderkonstruktionen**

Dipl.-Ing. M. Juknat

Telefon +49 (0) 341-6582-146

juknat@mfpa-leipzig.de

Gutachterliche Stellungnahme Nr. GS 3.2/15-128-2-r1

vom 6. Juni 2019

Revision 01 des Berichtes GS 3.2/15-128-2 vom 05. April 2016

Gegenstand: Fischer Injektionssystem FIS SB in Verbindung mit Betonstählen
Brandschutztechnisches Bemessungskonzept für das Fischer Injektionssystem FIS SB in Verbindung mit Betonstahl BSt 500 S in Anlehnung an EAD 330087-00-0601 (Draft 17. April 2015)

Auftraggeber: fischerwerke GmbH & Co. KG
Otto-Hahn-Straße 15
79211 Denzlingen

Auftragsdatum: 29. April 2015

Bearbeiter: Dipl.-Ing. S. Bauer

Die Gültigkeit dieser gutachterlichen Stellungnahme endet am 04. April 2021.

Dieses Dokument besteht aus 6 Textseiten und 1 Anlage.

Dieses Dokument darf nur ungekürzt vervielfältigt und veröffentlicht werden. 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

1 Anlass und Auftrag

Am 29. April 2015 beauftragte die *fischerwerke GmbH & Co. KG* die MFPA Leipzig GmbH mit der Erstellung einer gutachterlichen Stellungnahme zum Brandverhalten des fischer Injektionssystems FIS SB, d.h. des fischer Injektionsmörtels FIS SB in Verbindung mit Bewehrungsstäben bei Anordnung senkrecht zur einseitig brandbeanspruchten Oberfläche in Platten und Wänden.

2 Beschreibung der zu beurteilenden Konstruktion

In der europäischen technischen Zulassung [2] ist das fischer Injektionssystem FIS SB detailliert beschrieben. Für Betonstahlabschnitte sind variable Verankerungstiefen zulässig. Auf eine weitere Beschreibung des Injektionssystems wird an dieser Stelle verzichtet und auf die ETA [2] verwiesen.

3 Brandschutztechnisches Bemessungskonzept

Dieses brandschutztechnische Bemessungskonzept für Bewehrungsanschlüsse betrachtet den Anwendungsfall „Ankeranwendung“.

Bei der Ankeranwendung (siehe Abb. 1) wird der Anschluss einer Deckenplatte an eine Wand dargestellt. Dabei ist der Bewehrungsanker senkrecht zur feuerbeanspruchten Seite der Wand eingebaut. Die Temperaturen entlang der Einbindetiefe fallen mit steigender Einbindetiefe. So ergeben sich über die Einbindetiefe verschiedene Verbundspannungen.

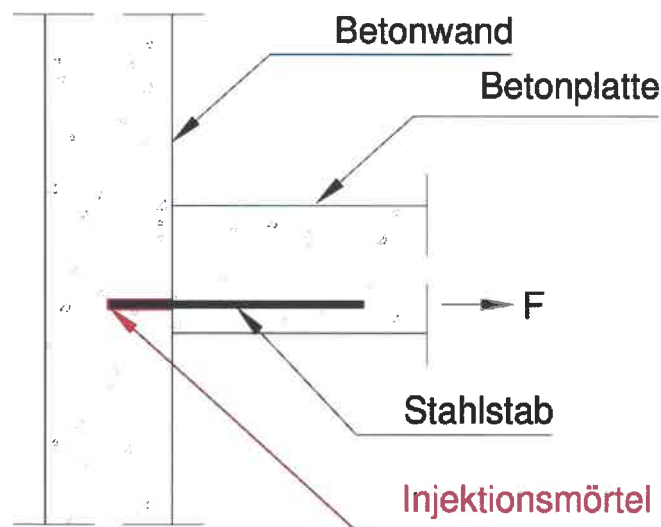


Abb. 1 Darstellung Ankeranwendung

Zur Ermittlung der Temperaturen an der Bewehrung wurden gemäß [5] für die gutachterliche Stellungnahme Temperaturkurven, insbesondere für das Erwärmungsverhalten von Stahlbetonbauteilen aus Normalbeton mit quarzitischen Zuschlägen, zugrunde gelegt. In Abb. 2 sind die Temperaturen als Funktion der Erwärmungsdauer und der Betontiefe für durch die Einheitstemperaturzeitkurve (ETK) nach DIN EN 1363-1 einseitig brandbeanspruchte Massivbauteile veranschaulicht.

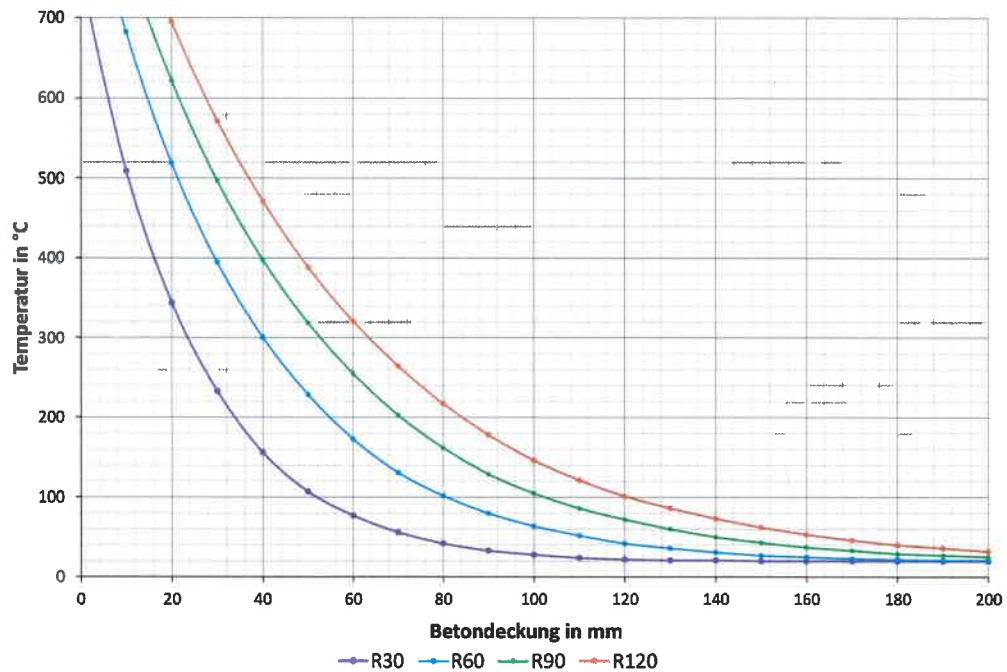


Abb. 2 Temperaturen in Stahlbetonbauteilen nach 30, 60, 90 und 120 Minuten bei einseitiger Brandbeanspruchung nach EN 1363-1, Daten aus [5]

Zur Berechnung der charakteristischen Widerstände gegen Herausziehen der Bewehrungsstäbe wird angenommen, die Stahltemperatur entspricht der Temperatur im Beton.

Weiterhin wurde den Berechnungen ein Reduktionsfaktor für Temperaturbeanspruchung $k_{fi}(\theta)$ zugrunde gelegt. Dieser Reduktionsfaktor ist temperaturabhängig und ergibt sich aus den Prüfergebnissen des Prüfberichtes PB 3.2/15-158-1 vom 06.01.2016 der MFPFA Leipzig [4] folgendermaßen:

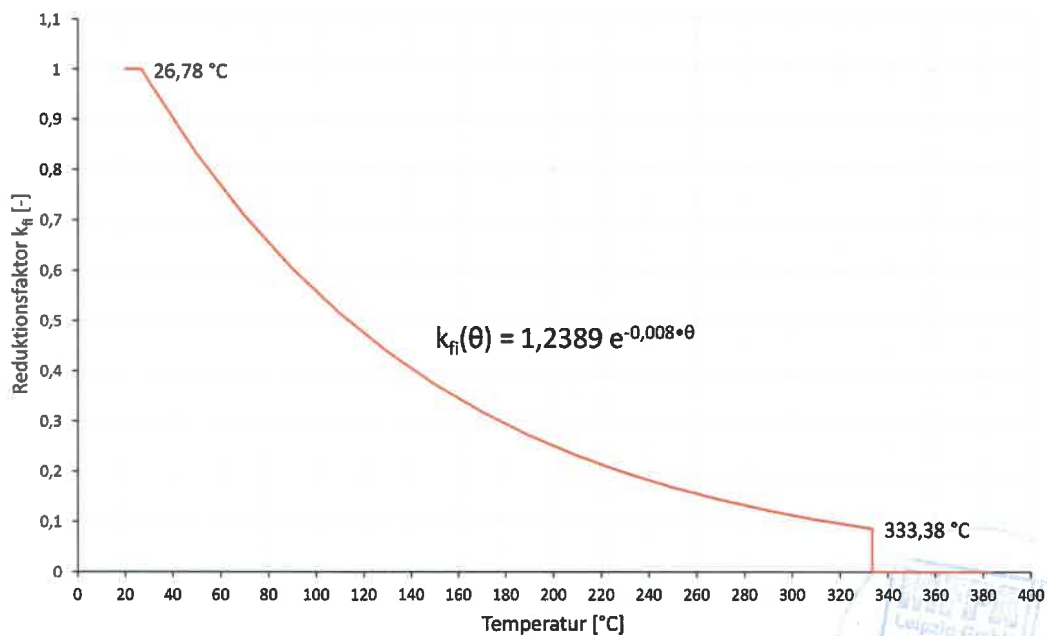


Abb. 3 Reduktionsfaktor für Temperaturbeanspruchung



3.1 Anwendungsfall: Ankeranwendung

In Abb. 1 wird die Funktionsweise der Ankeranwendung erläutert. Der Verankerungsbereich der Bewehrung befindet sich senkrecht zur brandbeanspruchten Bauteiloberfläche und liegt in unterschiedlichen Temperaturbereichen.

Der charakteristische Widerstand der Verankerung gegen Herausziehen aus Beton kann mit Hilfe der Temperaturkurven aus Abb. 2 und des Reduktionsfaktors für Temperaturbeanspruchung (Abb. 3) durch die Gleichung

$$N_{rd,fire} = \pi \cdot d \cdot f_{bd,cold} \cdot \frac{\gamma_{c,cold}}{\gamma_{M,fi}} \int_0^{l_v} k(\theta(x)) \cdot dx$$

bestimmt werden. Dabei sind

$N_{rd,fire}$ der charakteristische Widerstand gegen Herausziehen zu einem bestimmten Zeitpunkt,

$f_{bd,cold}$ Bemessungswert der Verbundspannung gemäß DIN EN 1992-1-1,

$$\begin{array}{ll} \gamma_{c,cold} = 1,5 & \gamma_{M,fi} = 1,0 \\ f_{bd} = 2,3 \text{ N/mm}^2 & \text{entsprechend EAD 330087, Tabelle 2.5} \end{array}$$

d der Durchmesser des Bewehrungsstahls,

$k(\theta)$ der Reduktionsfaktor für Temperaturbeanspruchung,

l_v die Einbindetiefe des Verbundankers.

Da die Temperatur der Scherfläche im Beton mit der Lochtiefe variiert, erfolgt die Ermittlung der charakteristischen Werte des Widerstandes im Brandfall für die Versagensart „Herausziehen aus dem Beton“ durch Integration der kritischen temperaturabhängigen Verbundspannungen (multipliziert mit der Verbundfläche) in Abhängigkeit von der Verankerungstiefe.

Die Berechnung erfolgt mit der Annahme, dass die Temperatur am Anker der Temperatur im Beton entspricht. Auf der sicheren Seite liegend wird die Erwärmung der Wand durch eine flächige Beflammung angenommen, das heißt die kühlende und schützende Wirkung des angeschlossenen Massivbauteils bleibt unberücksichtigt.

Anlage 1 zeigt die Ergebnisse der Berechnungen. Diese beziehen sich jedoch nur auf den Anwendungsfall Ankeranwendung. Der Nachweis der angeschlossenen Platte muss separat erfolgen.

Auf der sicheren Seite liegend dürfen die Ergebnisse der Ankeranwendung auch auf Plattenanschlüsse übertragen werden.

Die Werte der Ankeranwendung gelten auch für angeschlossene Balken. Ergebnisse aus der Berechnung der Plattenstöße dürfen jedoch nur auf Balken mit einseitiger Brandbeanspruchung übertragen werden, da der Temperatureintrag in den Balken bei einer mehrseitigen Brandbeanspruchung deutlich höher sein kann. Die Tragfähigkeit von Balken im Brandfall ist demnach separat nachzuweisen.

Das Bemessungskonzept gilt für Betonstahlsorten mit Streckgrenzen von 500 MPa, für Stäbe mit dem Nenndurchmesser \varnothing 8 bis \varnothing 32 und für Feuerwiderstandsdauern von 30 Minuten bis 120 Minuten.

Die charakteristischen Werte gegen Herausziehen sind in Anlage 1 für BSt 500 zusammengestellt und durch den Bemessungswert der Zugtragfähigkeit für den Kaltfall begrenzt ($\gamma_{s,cold} = 1,15$). Entsprechende Werte sind grau hinterlegt. Zwischenwerte dürfen linear interpoliert werden. Eine Extrapolation ist nicht erlaubt. Die angegebenen Lasten gelten für die Beanspruchungsrichtungen zentrischer Zug, Querzug und Schrägzug unter jedem Winkel.

Der Nachweis für die Versagensart Stahlversagen im Brandfall ist gemäß DIN EN 1992-1-2, Kapitel 5.2 (4) auf Basis eines Temperaturkriteriums zu führen. Die Temperaturen am Bewehrungsstahl können in Abhängigkeit der Betondeckung der Platte aus Abbildung 2 entnommen werden.



4 Anwendungsbereich

Das Bemessungskonzept gilt für Betonstahlsorten mit Streckgrenzen von 500 MPa, für Stäbe mit dem Nenn Durchmesser \varnothing 8 bis \varnothing 32 und für Feuerwiderstandsdauern von 30 Minuten bis 240 Minuten unter Berücksichtigung der in Abschnitt 3 angegebenen Teilsicherheitsfaktoren und bei einer thermischen Beanspruchung durch die Einheitstemperaturzeitkurve gemäß DIN EN 1363-1.

Die angegebenen Werte beziehen sich auf die Beton-Festigkeitsklasse C20/25 und sind auf Betone mit Festigkeitsklassen bis C50/60 übertragbar.

Ergebnisse der Ankeranwendung können auf der sicheren Seite liegend auch für Plattenstöße verwendet werden.

In dieser Beurteilung wird die Betondeckung lediglich als thermischer Schutz betrachtet. Die Berechnung der notwendigen Betondeckung muss gemäß EN 1992-1-1, Abschnitt 4 erfolgen.

Die charakteristischen Werte für ein Versagen bei Ankeranwendung sind in Anlage 1 angegeben. Begrenzt werden die Werte der Ankeranwendung durch die Stahlversagenswerte im Kaltfall (grau hinterlegt). Diese Werte wurden mit einem Teilsicherheitsbeiwert von 1,0 berechnet und sind nur für den Lastfall „Feuerbeanspruchung“ verwendbar.

Zwischenwerte dürfen interpoliert werden. Eine Extrapolation ist nicht erlaubt. Die angegebenen Lasten gelten für die Beanspruchungsrichtungen zentrischer Zug, Querkzug und Schrägzug unter jedem Winkel.

Die Versagensarten Stahlversagen und Betonausbruch wurden bei dieser Bemessung nicht berücksichtigt. Das angeschlossene Bauteil muss den gleichen Feuerwiderstand wie die Ankeranwendung aufweisen.

5 Besondere Hinweise

Die vorstehende Beurteilung gilt für das fischer Injektionssystem FIS SB in Beton, das unter Einhaltung der Montagebestimmungen der ETA-12/0258 [2] eingebaut wird.

Die Beurteilung gilt allgemein für eine einseitige Brandbeanspruchung der Bauteile. Bei mehrseitiger Brandbeanspruchung kann das Nachweisverfahren nur dann verwendet werden, wenn der Randabstand des Dübels $c \geq 300$ mm und $\geq 2 h_{ef}$ beträgt.

Auf dieser Grundlage angegebene Lasten gelten auch für Querkzug und/oder Schrägzug.


Die Beurteilung gilt nur in Verbindung mit Stahlbetondecken der Festigkeitsklasse $\geq C 20/25$ und $\leq C 50/60$ nach EN 206-1: 2000-12, die mindestens in die Feuerwiderstandsklasse eingestuft werden können, die der Feuerwiderstandsdauer der Dübel entspricht. Des Weiteren gelten die in DIN EN 1992 1-2 (siehe Abschnitt 4.5) enthaltenen Hinweise zur Vermeidung von Betonabplatzungen. Der Feuchtigkeitsgehalt muss demnach weniger als drei (bzw. vier nach dem Nationalen Anhang) Gewichts-% betragen.

Die Ergebnisse der Prüfungen beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. Dieses Dokument ersetzt keinen Konformitäts- oder Verwendbarkeitsnachweis im Sinne der Bauordnungen (national/europäisch).

Leipzig, den 6. Juni 2019


Dipl.-Ing. M. Juknat
stellv. Geschäftsbereichsleiter




Dipl.-Ing. S. Bauer
Bearbeiter

Quellen

- [1] EAD 330087-00-0601 *Systems for post-installed rebar connections with mortar*: DRAFT 03/2015 (EOTA file No: 14-33-0087-06.01) der European Organisation for Technical Approvals (EOTA),
- [2] Europäisch Technische Zulassung ETA-12/0258 ausgestellt von Deutsches Institut für Bautechnik am 23. März 2015, Handelsbezeichnung: fischer Superbond, Produktfamilie: Verbunddübel zur Verankerung im Beton,
- [3] Technical Report TR 020 *Evaluation of Anchorages in Concrete concerning Resistance to Fire*: 2004-05 der European Organisation for Technical Approvals (EOTA),
- [4] Prüfbericht PB 3.2/15-158-1 vom 06.01.2016 der MFWA Leipzig: „Prüfung des charakteristischen Scherwiderstands der Verbundfläche unter Zugbeanspruchung bei erhöhten Temperaturen entsprechend EAD 330087-00-0601 (Draft 17. April 2015)“.
- [5] DIN EN 13381-3:2015-06 – Prüfverfahren zur Bestimmung des Beitrages zum Feuerwiderstand von tragenden Bauteilen – Teil 3: Brandschutzmaßnahmen für Betonbauteile
- [6] DIN EN 1992-1-1:2011-01: Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau
- [7] 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

Anlagenverzeichnis

- Anlage 1 Charakteristische Zugbelastung im Brandfall für Betonstahl BSt 500 S als Ankeranwendung in Abhängigkeit von der Feuerwiderstandsdauer aufgeführt in Tabelle A1.1 bis A1.9



Tabelle A1.1 *fischer Superbond mit 8er BSt 500 als Ankeranwendung (Betonstahl ist nicht dem Brand ausgesetzt)*

Stabdurchmesser in mm	Bohrnendurchmesser in mm	Verankerungstiefe in mm	Charakteristische Zugbelastung in Abhängigkeit von der Feuerwiderstandsdauer in kN			
			h _{ef}	R30	R60	R90
8	10 oder 12	60	1,22	0,34	0,11	0,00
		70	1,85	0,66	0,28	0,10
		80	2,58	1,09	0,53	0,26
		90	3,38	1,60	0,86	0,48
		100	4,22	2,21	1,29	0,78
		110	5,08	2,88	1,79	1,15
		120	5,95	3,62	2,36	1,59
		130	6,82	4,41	2,99	2,10
		140	7,69	5,23	3,68	2,66
		150	8,55	6,08	4,42	3,29
		160	9,42	6,95	5,20	3,97
		170	10,29	7,82	6,02	4,69
		180	11,15	8,68	6,85	5,45
		190	12,02	9,55	7,71	6,25
		200	12,89	10,42	8,58	7,06
		210	13,76	11,28	9,45	7,91
		220	14,62	12,15	10,31	8,76
		230	15,49	13,02	11,18	9,63
		240	16,36	13,88	12,05	10,50
		250	17,22	14,75	12,91	11,37
		260	18,09	15,62	13,78	12,23
		270	18,96	16,49	14,65	13,10
		280	19,82	17,35	15,52	13,97
		290	20,69	18,22	16,38	14,83
		300	21,56	19,09	17,25	15,70
		310	21,85	19,95	18,12	16,57
		320	21,85	20,82	18,98	17,44
		330	21,85	21,69	19,85	18,30
340	21,85	21,85	20,72	19,17		
350	21,85	21,85	21,59	20,04		
360	21,85	21,85	21,85	20,90		
370	21,85	21,85	21,85	21,77		
380	21,85	21,85	21,85	21,85		

grau hinterlegt = Stahlversagen maßgebend



Tabelle A1.2 *fischer Superbond mit 10er BSt 500 als Ankeranwendung (Betonstahl ist nicht dem Brand ausgesetzt)*

Stabdurchmesser in mm	Bohrnendurchmesser in mm	Verankerungstiefe in mm	Charakteristische Zugbelastung in Abhängigkeit von der Feuerwiderstandsdauer in kN			
			h _{ef}	R30	R60	R90
10	12 oder 14	60	1,53	0,43	0,14	0,00
		70	2,32	0,83	0,35	0,13
		80	3,23	1,36	0,66	0,33
		90	4,22	2,01	1,08	0,60
		100	5,27	2,76	1,61	0,97
		110	6,36	3,60	2,23	1,43
		120	7,44	4,53	2,95	1,98
		130	8,52	5,51	3,74	2,62
		140	9,61	6,54	4,60	3,33
		150	10,69	7,60	5,53	4,11
		160	11,78	8,68	6,50	4,96
		170	12,86	9,77	7,52	5,86
		180	13,94	10,85	8,57	6,82
		190	15,03	11,94	9,64	7,81
		200	16,11	13,02	10,72	8,83
		210	17,19	14,10	11,81	9,88
		220	18,28	15,19	12,89	10,96
		230	19,36	16,27	13,98	12,04
		240	20,45	17,36	15,06	13,12
		250	21,53	18,44	16,14	14,21
		260	22,61	19,52	17,23	15,29
		270	23,70	20,61	18,31	16,37
		280	24,78	21,69	19,40	17,46
		290	25,87	22,77	20,48	18,54
		300	26,95	23,86	21,56	19,63
		310	28,03	24,94	22,65	20,71
320	29,12	26,03	23,73	21,79		
330	30,20	27,11	24,81	22,88		
340	31,28	28,19	25,90	23,96		
350	32,37	29,28	26,98	25,05		
360	33,45	30,36	28,07	26,13		
370	34,15	31,45	29,15	27,21		
380	34,15	32,53	30,23	28,30		
390	34,15	33,61	31,32	29,38		
400	34,15	34,15	32,40	30,46		
450	34,15	34,15	34,15	34,15		

grau hinterlegt = Stahlversagen maßgebend

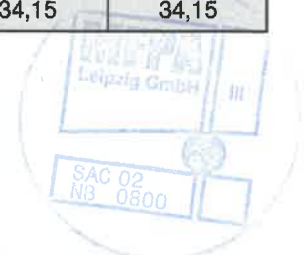




Tabelle A1.3 *fischer Superbond mit 12er BSt 500 als Ankeranwendung (Betonstahl ist nicht dem Brand ausgesetzt)*

Stabdurchmesser in mm	Bohrnendurchmesser in mm	Verankerungstiefe in mm	Charakteristische Zugbelastung in Abhängigkeit von der Feuerwiderstandsdauer in kN			
			R30	R60	R90	R120
12	14 oder 16	70	2,78	0,99	0,42	0,16
		80	3,87	1,63	0,79	0,39
		90	5,06	2,41	1,30	0,72
		100	6,33	3,31	1,93	1,16
		110	7,63	4,33	2,68	1,72
		120	8,93	5,43	3,54	2,38
		130	10,23	6,61	4,49	3,14
		140	11,53	7,84	5,52	4,00
		150	12,83	9,12	6,64	4,94
		160	14,13	10,42	7,81	5,95
		170	15,43	11,72	9,02	7,04
		180	16,73	13,02	10,28	8,18
		190	18,03	14,32	11,57	9,37
		200	19,33	15,62	12,87	10,60
		210	20,63	16,93	14,17	11,86
		220	21,93	18,23	15,47	13,15
		230	23,23	19,53	16,77	14,45
		240	24,54	20,83	18,07	15,75
		250	25,84	22,13	19,37	17,05
		260	27,14	23,43	20,67	18,35
		270	28,44	24,73	21,97	19,65
		280	29,74	26,03	23,27	20,95
		290	31,04	27,33	24,57	22,25
		300	32,34	28,63	25,88	23,55
		310	33,64	29,93	27,18	24,85
		320	34,94	31,23	28,48	26,15
		330	36,24	32,53	29,78	27,45
		340	37,54	33,83	31,08	28,75
350	38,84	35,13	32,38	30,05		
360	40,14	36,43	33,68	31,36		
370	41,44	37,73	34,98	32,66		
380	42,74	39,04	36,28	33,96		
390	44,04	40,34	37,58	35,26		
400	45,34	41,64	38,88	36,56		
450	49,17	48,14	45,38	43,06		
500	49,17	49,17	49,17	49,17		

grau hinterlegt = Stahlversagen maßgebend

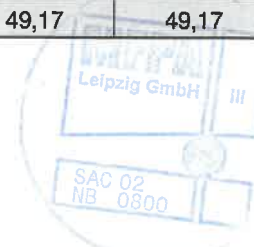




Tabelle A1.4 *fischer Superbond mit 14er BSt 500 als Ankeranwendung (Betonstahl ist nicht dem Brand ausgesetzt)*

Stabdurchmesser in mm	Bohrnendurchmesser in mm	Verankerungstiefe in mm	Charakteristische Zugbelastung in Abhängigkeit von der Feuerwiderstandsdauer in kN			
			h _{ef}	R30	R60	R90
14	18	70	3,24	1,16	0,49	0,18
		80	4,52	1,90	0,93	0,46
		90	5,91	2,81	1,51	0,84
		100	7,38	3,86	2,25	1,36
		110	8,90	5,05	3,13	2,00
		120	10,42	6,34	4,13	2,78
		130	11,93	7,71	5,23	3,67
		140	13,45	9,15	6,45	4,66
		150	14,97	10,64	7,74	5,76
		160	16,49	12,16	9,11	6,94
		170	18,00	13,68	10,53	8,21
		180	19,52	15,19	11,99	9,54
		190	21,04	16,71	13,50	10,93
		200	22,55	18,23	15,01	12,36
		210	24,07	19,75	16,53	13,83
		220	25,59	21,26	18,05	15,34
		230	27,11	22,78	19,57	16,85
		240	28,62	24,30	21,08	18,37
		250	30,14	25,82	22,60	19,89
		260	31,66	27,33	24,12	21,41
		270	33,18	28,85	25,64	22,92
		280	34,69	30,37	27,15	24,44
		290	36,21	31,88	28,67	25,96
		300	37,73	33,40	30,19	27,48
		310	39,25	34,92	31,71	28,99
		320	40,76	36,44	33,22	30,51
		330	42,28	37,95	34,74	32,03
		340	43,80	39,47	36,26	33,55
		350	45,32	40,99	37,77	35,06
		360	46,83	42,51	39,29	36,58
370	48,35	44,02	40,81	38,10		
380	49,87	45,54	42,33	39,62		
390	51,39	47,06	43,84	41,13		
400	52,90	48,58	45,36	42,65		
450	60,49	56,16	52,95	50,24		
500	66,93	63,75	60,54	57,82		
550	66,93	66,93	66,93	65,41		
600	66,93	66,93	66,93	66,93		

grau hinterlegt = Stahlversagen maßgebend

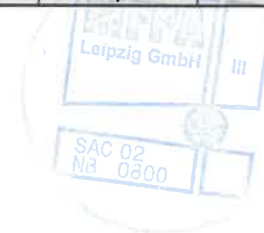


Tabelle A1.5 *fischer Superbond mit 16er BSt 500 als Ankeranwendung (Betonstahl ist nicht dem Brand ausgesetzt)*

Stabdurchmesser in mm	Bohrnendurchmesser in mm	Verankerungstiefe in mm	Charakteristische Zugbelastung in Abhängigkeit von der Feuerwiderstandsdauer in kN			
			h _{ef}	R30	R60	R90
16	20	80	5,16	2,17	1,06	0,52
		90	6,75	3,21	1,73	0,96
		100	8,44	4,42	2,57	1,55
		110	10,17	5,77	3,57	2,29
		120	11,90	7,24	4,72	3,17
		130	13,64	8,81	5,98	4,19
		140	15,37	10,46	7,37	5,33
		150	17,11	12,16	8,85	6,58
		160	18,84	13,90	10,41	7,94
		170	20,57	15,63	12,03	9,38
		180	22,31	17,36	13,71	10,91
		190	24,04	19,10	15,42	12,49
		200	25,78	20,83	17,16	14,13
		210	27,51	22,57	18,89	15,81
		220	29,25	24,30	20,63	17,53
		230	30,98	26,04	22,36	19,26
		240	32,71	27,77	24,10	21,00
		250	34,45	29,50	25,83	22,73
		260	36,18	31,24	27,56	24,47
		270	37,92	32,97	29,30	26,20
		280	39,65	34,71	31,03	27,93
		290	41,38	36,44	32,77	29,67
		300	43,12	38,17	34,50	31,40
		310	44,85	39,91	36,23	33,14
		320	46,59	41,64	37,97	34,87
		330	48,32	43,38	39,70	36,60
		340	50,05	45,11	41,44	38,34
		350	51,79	46,84	43,17	40,07
		360	53,52	48,58	44,91	41,81
		370	55,26	50,31	46,64	43,54
380	56,99	52,05	48,37	45,28		
390	58,73	53,78	50,11	47,01		
400	60,46	55,52	51,84	48,74		
450	69,13	64,19	60,51	57,41		
500	77,80	72,86	69,18	66,09		
550	86,47	81,53	77,85	74,76		
600	87,42	87,42	86,53	83,43		
650	87,42	87,42	87,42	87,42		

grau hinterlegt = Stahlversagen maßgebend





Tabelle A1.6 *fischer Superbond mit 20er BSt 500 als Ankeranwendung (Betonstahl ist nicht dem Brand ausgesetzt)*

Stabdurchmesser in mm	Bohrnendurchmesser in mm	Verankerungstiefe in mm	Charakteristische Zugbelastung in Abhängigkeit von der Feuerwiderstandsdauer in kN			
			h _{ef}	R30	R60	R90
20	25	90	8,44	4,01	2,16	1,21
		100	10,54	5,52	3,22	1,94
		110	12,71	7,21	4,47	2,86
		120	14,88	9,05	5,89	3,97
		130	17,05	11,02	7,48	5,24
		140	19,21	13,07	9,21	6,66
		150	21,38	15,20	11,06	8,23
		160	23,55	17,37	13,01	9,92
		170	25,72	19,54	15,04	11,73
		180	27,89	21,71	17,13	13,63
		190	30,05	23,87	19,28	15,61
		200	32,22	26,04	21,45	17,66
		210	34,39	28,21	23,62	19,76
		220	36,56	30,38	25,78	21,91
		230	38,72	32,54	27,95	24,08
		240	40,89	34,71	30,12	26,25
		250	43,06	36,88	32,29	28,41
		260	45,23	39,05	34,45	30,58
		270	47,39	41,21	36,62	32,75
		280	49,56	43,38	38,79	34,92
		290	51,73	45,55	40,96	37,08
		300	53,90	47,72	43,13	39,25
		310	56,07	49,89	45,29	41,42
		320	58,23	52,05	47,46	43,59
		330	60,40	54,22	49,63	45,76
		340	62,57	56,39	51,80	47,92
		350	64,74	58,56	53,96	50,09
		360	66,90	60,72	56,13	52,26
370	69,07	62,89	58,30	54,43		
380	71,24	65,06	60,47	56,59		
390	73,41	67,23	62,64	58,76		
400	75,57	69,39	64,80	60,93		
450	86,41	80,23	75,64	71,77		
500	97,25	91,07	86,48	82,61		
550	108,09	101,91	97,32	93,44		
600	118,93	112,75	108,16	104,28		
650	129,77	123,59	119,00	115,12		
700	136,59	134,43	129,83	125,96		
750	136,59	136,59	136,59	136,59		

grau hinterlegt = Stahlversagen maßgebend





Tabelle A1.7 *fischer Superbond mit 25er BSt 500 als Ankeranwendung (Betonstahl ist nicht dem Brand ausgesetzt)*

Stabdurchmesser in mm	Bohrnendurchmesser in mm	Verankerungstiefe in mm	Charakteristische Zugbelastung in Abhängigkeit von der Feuerwiderstandsdauer in kN			
			h _{ef}	R30	R60	R90
25	30	90	10,55	5,01	2,70	1,51
		100	13,18	6,90	4,02	2,42
		110	15,89	9,01	5,58	3,58
		120	18,60	11,32	7,37	4,96
		130	21,31	13,77	9,35	6,55
		140	24,02	16,34	11,51	8,33
		150	26,73	19,00	13,82	10,28
		160	29,44	21,71	16,26	12,40
		170	32,15	24,42	18,80	14,66
		180	34,86	27,13	21,42	17,04
		190	37,57	29,84	24,10	19,52
		200	40,28	32,55	26,81	22,08
		210	42,99	35,26	29,52	24,71
		220	45,70	37,97	32,23	27,39
		230	48,40	40,68	34,94	30,10
		240	51,11	43,39	37,65	32,81
		250	53,82	46,10	40,36	35,52
		260	56,53	48,81	43,07	38,23
		270	59,24	51,52	45,78	40,94
		280	61,95	54,23	48,49	43,65
		290	64,66	56,94	51,20	46,36
		300	67,37	59,65	53,91	49,07
		310	70,08	62,36	56,62	51,78
		320	72,79	65,07	59,33	54,48
		330	75,50	67,78	62,04	57,19
		340	78,21	70,49	64,75	59,90
		350	80,92	73,20	67,46	62,61
		360	83,63	75,90	70,16	65,32
		370	86,34	78,61	72,87	68,03
		380	89,05	81,32	75,58	70,74
390	91,76	84,03	78,29	73,45		
400	94,47	86,74	81,00	76,16		
450	108,02	100,29	94,55	89,71		
500	121,56	113,84	108,10	103,26		
550	135,11	127,39	121,65	116,81		
600	148,66	140,94	135,20	130,35		
650	162,21	154,48	148,74	143,90		
700	175,76	168,03	162,29	157,45		
750	189,31	181,58	175,84	171,00		
800	202,85	195,13	189,39	184,55		
850	213,42	208,68	202,94	198,09		
900	213,42	213,42	213,42	211,64		
950	213,42	213,42	213,42	213,42		

grau hinterlegt = Stahlversagen maßgebend



Tabelle A1.8 *fischer Superbond mit 28er BSt 500 als Ankeranwendung (Betonstahl ist nicht dem Brand ausgesetzt)*

Stabdurchmesser in mm	Bohrnendurchmesser in mm	Verankerungstiefe in mm	Charakteristische Zugbelastung in Abhängigkeit von der Feuerwiderstandsdauer in kN			
			h _{ef}	R30	R60	R90
28	35	110	17,80	10,09	6,25	4,01
		120	20,83	12,67	8,25	5,56
		130	23,87	15,43	10,47	7,33
		140	26,90	18,30	12,89	9,33
		150	29,94	21,28	15,48	11,52
		160	32,97	24,32	18,21	13,89
		170	36,00	27,35	21,05	16,42
		180	39,04	30,39	23,99	19,09
		190	42,07	33,42	26,99	21,86
		200	45,11	36,46	30,03	24,72
		210	48,14	39,49	33,06	27,67
		220	51,18	42,53	36,10	30,68
		230	54,21	45,56	39,13	33,71
		240	57,25	48,60	42,17	36,74
		250	60,28	51,63	45,20	39,78
		260	63,32	54,67	48,24	42,81
		270	66,35	57,70	51,27	45,85
		280	69,39	60,74	54,31	48,88
		290	72,42	63,77	57,34	51,92
		300	75,46	66,80	60,38	54,95
		310	78,49	69,84	63,41	57,99
		320	81,53	72,87	66,45	61,02
		330	84,56	75,91	69,48	64,06
		340	87,60	78,94	72,52	67,09
		350	90,63	81,98	75,55	70,13
		360	93,67	85,01	78,58	73,16
		370	96,70	88,05	81,62	76,20
		380	99,74	91,08	84,65	79,23
		390	102,77	94,12	87,69	82,27
		400	105,80	97,15	90,72	85,30
450	120,98	112,33	105,90	100,47		
500	136,15	127,50	121,07	115,65		
550	151,33	142,67	136,25	130,82		
600	166,50	157,85	151,42	146,00		
650	181,67	173,02	166,59	161,17		
700	196,85	188,20	181,77	176,34		
750	212,02	203,37	196,94	191,52		
800	227,20	218,54	212,11	206,69		
850	242,37	233,72	227,29	221,87		
900	257,54	248,89	242,46	237,04		
950	267,72	264,07	257,64	252,21		
1000	267,72	267,72	267,72	267,39		
1050	267,72	267,72	267,72	267,72		

grau hinterlegt = Stahlversagen maßgebend

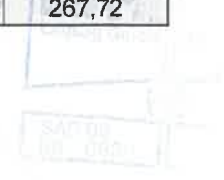


Tabelle A1.9 *fischer Superbond mit 32er BSt 500 als Ankeranwendung (Betonstahl ist nicht dem Brand ausgesetzt)*

Stabdurchmesser in mm	Bohrnendurchmesser in mm	Verankerungstiefe in mm	Charakteristische Zugbelastung in Abhängigkeit von der Feuerwiderstandsdauer in kN			
			h _{ef}	R30	R60	R90
32	40	180	44,62	34,73	27,42	21,81
		190	48,09	38,20	30,85	24,98
		200	51,55	41,67	34,32	28,26
		210	55,02	45,13	37,79	31,62
		220	58,49	48,60	41,25	35,06
		230	61,96	52,07	44,72	38,53
		240	65,43	55,54	48,19	41,99
		250	68,90	59,01	51,66	45,46
		260	72,36	62,48	55,13	48,93
		270	75,83	65,94	58,60	52,40
		280	79,30	69,41	62,06	55,87
		290	82,77	72,88	65,53	59,34
		300	86,24	76,35	69,00	62,80
		310	89,70	79,82	72,47	66,27
		320	93,17	83,28	75,94	69,74
		330	96,64	86,75	79,41	73,21
		340	100,11	90,22	82,87	76,68
		350	103,58	93,69	86,34	80,15
		360	107,05	97,16	89,81	83,61
		370	110,51	100,63	93,28	87,08
		380	113,98	104,09	96,75	90,55
		390	117,45	107,56	100,22	94,02
		400	120,92	111,03	103,68	97,49
		450	138,26	128,37	121,03	114,83
		500	155,60	145,71	138,37	132,17
		550	172,94	163,06	155,71	149,51
		600	190,29	180,40	173,05	166,85
		650	207,63	197,74	190,39	184,19
700	224,97	215,08	207,73	201,54		
750	242,31	232,42	225,08	218,88		
800	259,65	249,76	242,42	236,22		
850	276,99	267,11	259,76	253,56		
900	294,34	284,45	277,10	270,90		
950	311,68	301,79	294,44	288,24		
1000	329,02	319,13	311,78	305,59		
1050	346,36	336,47	329,13	322,93		
1100	349,67	349,67	346,47	340,27		
1150	349,67	349,67	349,67	349,67		

grau hinterlegt = Stahlversagen maßgebend

