

Bereich III – Baulicher Brandschutz

Bereichsleiter: Dipl.-Phys. Ingolf Kotthoff

AG Brandverhalten von Bauteilen

Prüfbericht

PB III/B-06-283

vom 16.10.2006 1. Ausfertigung

Gegenstand:	fischer Nagelanker FNA II A4 und FNA II C Prüfung nach Technical Report TR 020 „Evaluation of Anchorages in Concrete concerning Resistance to Fire“ (Mai 2004) zur Ermittlung der charakteristischen Stahlspannungen unter Zug- bzw. Querkzugbeanspruchung
Auftraggeber:	fischerwerke Artur Fischer GmbH & Co. KG Weinhalde 14-18 72178 Waldachtal
Auftragsdatum:	22.05.2006
Probeneingang:	20.06.2006
Prüfdatum:	Juli bis September 2006
Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Claudia Sint

Die Gültigkeit dieses Prüfberichts endet am 15.10.2011.

Dieser Prüfbericht besteht aus 13 Seiten einschließlich 5 Anlagen.

Dieser Bericht darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Eine Veröffentlichung – auch auszugsweise – bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung der MFPA Leipzig GmbH.

Gesellschaft für Materialforschung und Prüfungsanstalt
für das Bauwesen Leipzig mbH
Geschäftsführer: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Winter, Dr.-Ing. Frank Dehn
Sitz: Hans Weigel Straße 2b · D - 04319 Leipzig
Telefon: +49 (0) 341/65 82-146
Fax: +49 (0) 341/65 82-197
E-Mail: sint@mfpaleipzig.de

Handelsregister: Amtsgericht Leipzig HRB 177 19
Ust.-Nr.: DE 813200649
Bankverbindung: Sparkasse Leipzig
Kto.-Nr 1100 560 781
BLZ 860 555 92

1 Beschreibung der geprüften Konstruktion

Der FISCHER NAGELANKER FNA II ist ein Dübel mit lastkontrollierter zwangsweiser Spreizung aus galvanisch verzinktem bzw. nichtrostendem Stahl, der für Verankerungen unter vorwiegend ruhender Belastung in bewehrtem oder unbewehrtem Normalbeton der Festigkeitsklasse $\geq C 12/15$ und $\leq C 50/60$ nach EN 206-1: 2000-12 bzw. der Festigkeitsklasse $\geq B15$ und $\leq B 55$ nach DIN 1045: 1988-07 verwendet werden darf.

Der FISCHER NAGELANKER FNA II besteht aus einem Dübelschaft und einer Sprezhülse. Der Dübel wird in den folgenden 3 Varianten hergestellt.

Dübeltyp I Nagelkopf: Ende des Dübelschafts ist als Nagelkopf ausgebildet.

Dübeltyp II Gewindebolzen: Ende des Dübelschafts ist als Gewinde (M6 bzw. M8) ausgebildet; der Dübel besitzt zusätzlich eine Unterlegscheibe und eine Flanschmutter (galvanisch verzinkte Variante) bzw. eine Sechskantmutter (A4- und C-Variante).

Dübeltyp III Öse: Ende des Dübelschafts ist als Öse ausgebildet.

Die nichtrostende Variante des Dübels FNA II A4 sowie der hochkorrosionsbeständige Dübel FNA II C haben eine Verankerungstiefe von 30 mm.

Der Dübel wird durch Einschlagen mit einem Handhammer oder mit einem optional erhältlichen Setzwerkzeug gesetzt.

2 Prüfanordnung und -durchführung

Die Prüfungen wurden gemäß Technical Report TR 020 „Evaluation of Anchorages in Concrete concerning Resistance to Fire“ (Mai 2004) [1] zur Ermittlung der Feuerwiderstandsdauer unter Zugbeanspruchung (Versagensart Stahlversagen, Abschnitt 2.3.1.1) durchgeführt.

Insgesamt wurden 16 in einen Beton der Festigkeitsklasse C 20/25 gesetzte, auf zentrischen Zug beanspruchte FISCHER NAGELANKER FNA II A4 der Nagelkopf-Variante und der Gewindebolzen-Variante auf Brandverhalten zur Ermittlung der Feuerwiderstandsdauer geprüft. Dübeltyp III (Öse) war auftragsgemäß nicht Gegenstand der Untersuchungen.

Der Einbau der Dübel erfolgte nach den Angaben des von der Firma fischerwerke vorgelegten Entwurfs der Anlagen zur europäischen technischen Zulassung [2]. Die relevanten Montagekennwerte sind in der Anlage 1 dieses Berichts angegeben.

Während der Brandprüfungen bildete jeweils ein Stahlbetondeckenabschnitt, in den die Dübel gesetzt waren, den oberen, horizontalen Raumabschluss der Brandkammer. (Anlage 2).

Die Belastung der Dübel erfolgte über Totlasten bzw. eine pneumatische Zugvorrichtung.

Die Brandprüfungen wurden nach DIN EN 1363-1: 10-1999 [3], unter Verwendung der Einheitstemperatur-Zeit-Kurve durchgeführt. Zum Nachweis der Temperaturen im Brandraum wurden Platten-



Thermometer gemäß DIN EN 1363-1, Abschnitt 4.5.1.1 im Abstand von 100 ± 50 mm zur Stahlbetonplatte in der Brandkammer installiert und dienen der Steuerung der Brandraumtemperatur.

Alle Brandraumtemperaturen wurden im Zeitintervall von 3 s bzw. 5 s gemessen und registriert.

Die während der Brandprüfungen in der Brandkammer gemessenen Temperaturen sind in Anlage 3 graphisch dargestellt.

3 Prüfergebnisse

Die Ergebnisse der Brandprüfungen sind unter Angabe der Versagensursache in Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1: Ergebnisse der zentrischen Zugprüfungen an FISCHER NAGELANKER FNA II

Dübeltyp	Kopfform	Prüfdatum	Zugkraft [kN]	Versagenszeitpunkt [min:s]	Versagensursache
FNA II 6X30 A4	Nagelkopf	26.07.2006	0,70	184:20	Nagelkopf abgeschert
FNA II 6X30 A4	Nagelkopf	08.09.2006	1,00	147:48	Nagelkopf abgeschert
FNA II 6X30 A4	Nagelkopf	08.09.2006	1,30	128:36	Nagelkopf abgeschert
FNA II 6X30 A4	Nagelkopf	08.09.2006	1,60	136:39	Nagelkopf abgeschert
FNA II 6X30 A4	Nagelkopf	26.09.2006	2,5	89:57	Nagelkopf abgeschert
FNA II 6X30 A4	Nagelkopf	26.09.2006	3,0	89:42	Nagelkopf abgeschert
FNA II 6X30 A4	Nagelkopf	26.09.2006	4,0	60:03	Nagelkopf abgeschert
FNA II 6 M6 A4	Bolzen M6	26.07.2006	0,40	174:15	Bolzen aus dem Beton gezogen
FNA II 6 M6 A4	Bolzen M6	26.07.2006	0,50	149:40	Mutter vom Gewinde geschoben
FNA II 6 M6 A4	Bolzen M6	26.07.2006	0,60	92:40	Mutter vom Gewinde geschoben
FNA II 6 M6 A4	Bolzen M6	08.09.2006	0,80	108:27	Mutter vom Gewinde geschoben
FNA II 6 M6 A4	Bolzen M6	08.09.2006	1,20	105:45	Mutter vom Gewinde geschoben
FNA II 6 M6 A4	Bolzen M6	08.09.2006	1,40	95:03	Mutter vom Gewinde geschoben
FNA II 6 M6 A4	Bolzen M6	26.09.2006	1,20	83:54	Mutter vom Gewinde geschoben

Dübeltyp	Kopfform	Prüfdatum	Zugkraft [kN]	Versagens- zeitpunkt [min:s]	Versagens- ursache
FNA II 6 M6 A4	Bolzen M6	26.09.2006	1,40	87:15	Mutter vom Gewinde geschoben
FNA II 6 M6 A4	Bolzen M6	26.09.2006	1,70	87:45	Mutter vom Gewinde geschoben

4 Versuchsauswertung und Schlussfolgerungen

Die Versuchsauswertung für Stahlversagen erfolgte nach dem Technical Report TR 020 „Evaluation of Anchorages in Concrete concerning Resistance to Fire“ (Mai 2004) der European Organisation for Technical Approvals (EOTA), Abschnitt 2.3.1.1 (siehe Anlage 4 und Anlage 5). In Anlehnung an TR 020 erfolgte zusätzlich die Angabe der charakteristischen Kennwerte für eine Feuerwiderstandsdauer von 180 Minuten.

Auf der Basis der vorliegenden Prüfergebnisse für die FISCHER NAGELANKER FNA II 6x30 A4 und FNA II 6 M6 A4 unter zentrischer Zugbeanspruchung soll die Beurteilung auf der sicheren Seite liegend zusätzlich auf die Dübelvariante mit Gewindebolzen M8 sowie auf FISCHER NAGELANKER FNA II unter Querkzugbeanspruchung ausgeweitet werden.

Ferner soll die Beurteilung für die FISCHER NAGELANKER aus nichtrostendem Stahl FNA II A4 auf der sicheren Seite liegend zusätzlich auf die FISCHER NAGELANKER aus hochkorrosionsbeständigem Stahl FNA II C mit der Werkstoffbezeichnung 1.4529 übertragen werden.

Die für die FISCHER NAGELANKER mit Gewindebolzen M6 (FNA II 6 M6 A4) ermittelten Kennwerte können gemäß TR 020 auf die FISCHER NAGELANKER mit Gewindebolzen M8 (FNA II 6 M8 A4) übertragen werden. Hierfür werden für beide Größen die gleichen charakteristischen Stahlspannungen zugrundegelegt.

Die Prüferfahrung mit Stahllankern zeigt weiterhin, dass die unter zentrischem Zug erreichten Ergebnisse (Stahlversagen außerhalb des Betonbauteils) auf der sicheren Seite liegend auch auf Querkzugbeanspruchung übertragen werden können.

Wegen des mindestens gleichwertigen Hochtemperaturverhaltens von hochkorrosionsbeständigem Stahl (Werkstoff 1.4529) gegenüber nichtrostendem Stahl A4 sowie vorliegender Prüferfahrungen können die ermittelten charakteristischen Kennwerte auf die Anker FNA II C übertragen werden.

Auf dieser Grundlage können für den FISCHER NAGELANKER FNA II A4 und FNA II C für die Versagensart Stahlversagen charakteristische Stahlspannungen und charakteristische Tragfähigkeiten angegeben werden. Die Werte gelten sowohl bei zentrischer Zugbeanspruchung als auch bei Querkzugbeanspruchung.

Tabelle 2: Charakteristische Kennwerte für FISCHER NAGELANKER FNA II A4 und FNA II C bei zentrischer Zugbeanspruchung oder Querkzugbeanspruchung (Stahlversagen)

fischer Nagelanker FNA II A4, FNA II C				FNA II 6x30 (Nagelkopf)	FNA II 6 M6 (Gewindebolzen)	FNA II 6 M8 (Gewindebolzen)
Stahlversagen						
charakteristische Stahlspannung						
30 min	$\sigma_{Rk,s,fi(30)}$	[N/mm ²]		174,5	77,3	77,3
60 min	$\sigma_{Rk,s,fi(60)}$	[N/mm ²]		124,5	54,3	54,3
90 min	$\sigma_{Rk,s,fi(90)}$	[N/mm ²]		74,5	31,2	31,2
120 min	$\sigma_{Rk,s,fi(120)}$	[N/mm ²]		49,4	19,6	19,6
180 min	$\sigma_{Rk,s,fi(180)}$	[N/mm ²]		24,4	8,1	8,1
charakteristische Zugtragfähigkeit						
30 min	$N_{Rk,p,fi(30)}$	[kN]		4,90	1,55	2,80
60 min	$N_{Rk,p,fi(60)}$	[kN]		3,50	1,05	1,95
90 min	$N_{Rk,p,fi(90)}$	[kN]		2,10	0,60	1,10
120 min	$N_{Rk,p,fi(120)}$	[kN]		1,35	0,35	0,70
180 min	$N_{Rk,p,fi(180)}$	[kN]		0,65	0,15	0,25

Die Ermittlung der charakteristischen Kennwerte für andere Versagensarten (z. B. „Herausziehen“ und „Betonausbruch“) war nicht Gegenstand der Untersuchungen; sie können nach dem vereinfachten Nachweisverfahren der TR 020 oder experimentell nach dem im Technical Report TR 020 beschriebenen Verfahren ermittelt werden.

5 Besondere Hinweise

Die vorstehende Beurteilung gilt nur für FISCHER NAGELANKER FNA II 6x30 mit Nagelkopf oder Öse sowie für FNA II 6 M6 und FNA II 6 M8 aus nichtrostendem Stahl A4 sowie hochkorrosionsbeständigem Stahl C mit der Werkstoffbezeichnung 1.4529, die unter Einhaltung der Bestimmungen der Europäischen Technischen Zulassung eingebaut wurden.

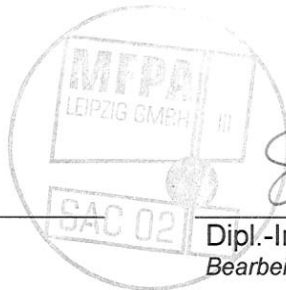
Die Beurteilung gilt nur in Verbindung mit Stahlbetondecken der Festigkeitsklasse $\geq C 20/25$ und $\leq C 50/60$ nach EN 206-1: 2000-12 bzw. der Festigkeitsklasse $\geq B25$ und $\leq B 55$ nach DIN 1045: 1988-07, die mindestens in die Feuerwiderstandsklasse eingestuft werden können, die der Feuerwiderstandsdauer der Dübel entspricht.

Dieser Prüfbericht ersetzt nicht einen im deutschen bauaufsichtlichen Verfahren erforderlichen Verwendbarkeitsnachweis.

Leipzig, den 16.10.2006



Dr.-Ing. P. Nause
Arbeitsgruppenleiter



Dipl.-Ing. C. Sint
Bearbeiterin

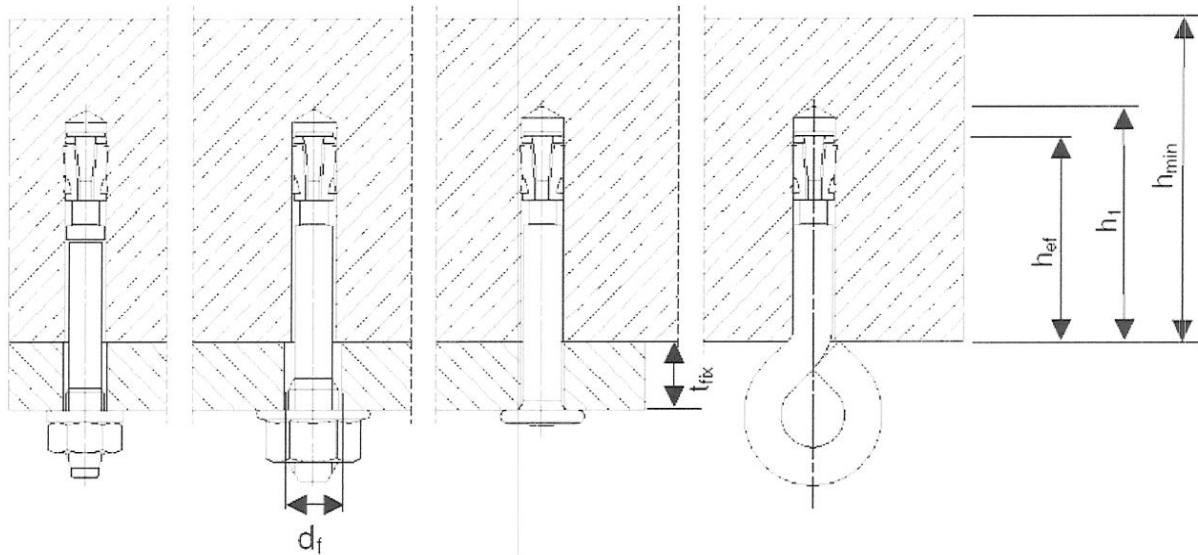
Quellen

- [1] Technical Report TR 020 „Evaluation of Anchorages in Concrete concerning Resistance to Fire“ (Mai 2004) der European Organisation for Technical Approvals (EOTA)
- [2] Annex 1 to 4 of European Technical Approval ETA-06/0176 für FISCHER NAIL ANCHOR FNA II A4
- [3] Annex 1 to 4 of European Technical Approval ETA-06/0177 für FISCHER NAIL ANCHOR FNA II C
- [4] DIN EN 1363-1: 1999-10 Feuerwiderstandsprüfungen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen

Anlagenverzeichnis

- Anlage 1: Montagekennwerte des FISCHER NAGELANKER FNA II A4
- Anlage 2: Konstruktiver Aufbau der Prüfeinrichtung und Einbausituation im zentrischen Zugversuch
- Anlage 3: Temperaturen im Brandraum
- Anlage 4: Auswertung der Dübelprüfungen nach dem Technical Report TR 020 „Evaluation of Anchorages in Concrete concerning Resistance to Fire“
- Anlage 5: Graphische Darstellung der Auswertung

Montagekennwerte FISCHER NAGELANKER FNA II A4



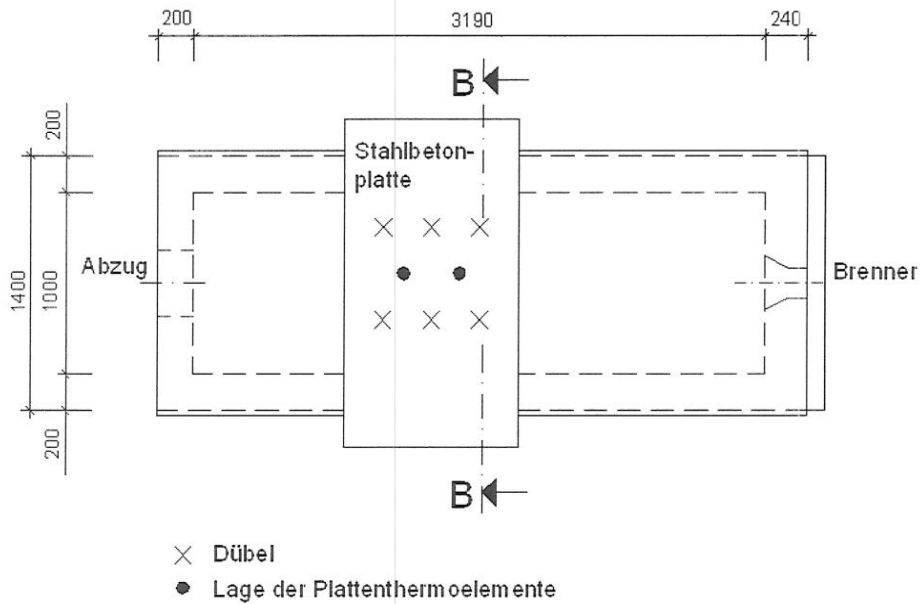
Montagekennwerte der geprüften Anker:

Dübeltyp		FNA II 6x30 A4
Bohrlochtiefe	$h_1 \geq [\text{mm}]$	40
effektive Verankerungstiefe	$h_{\text{ef}} \geq [\text{mm}]$	30
Durchgangsloch Anbauteil	$d_f \leq [\text{mm}]$	7
Montagedrehmoment	$\max T_{\text{inst}} = [\text{Nm}]$	4
Anbauteildicke im Zugversuch	$t_{\text{fix}} = [\text{mm}]$	15
Bauteildicke im Zugversuch	$h = [\text{mm}]$	250

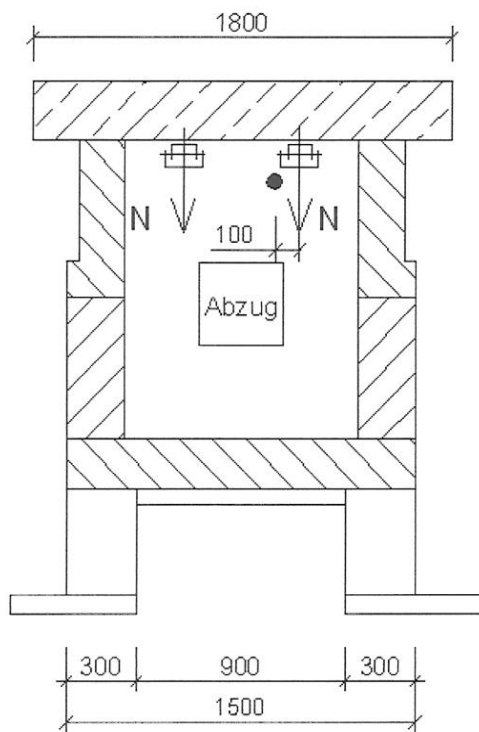


Konstruktiver Aufbau der Prüfeinrichtung und Einbausituation im zentrischen Zugversuch

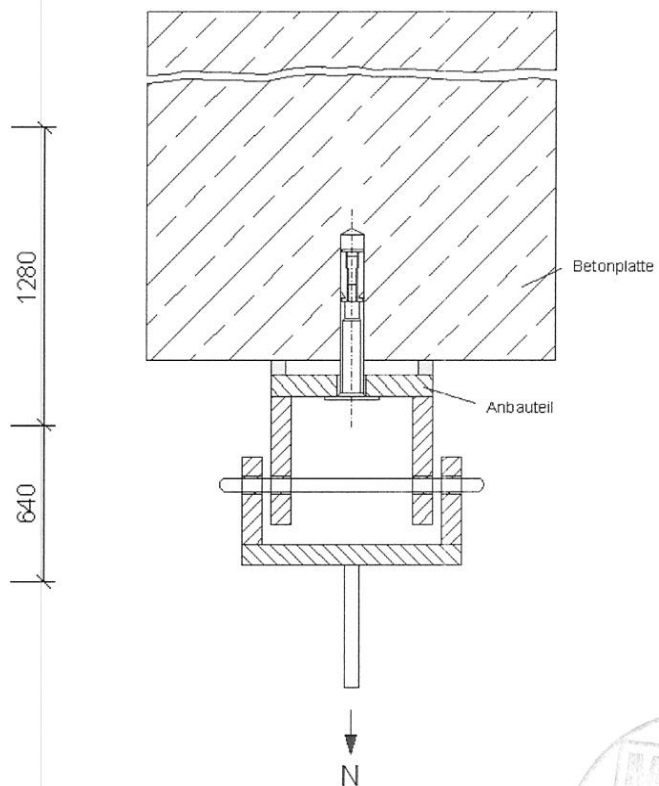
Prüfofen - Draufsicht



Schnitt B-B

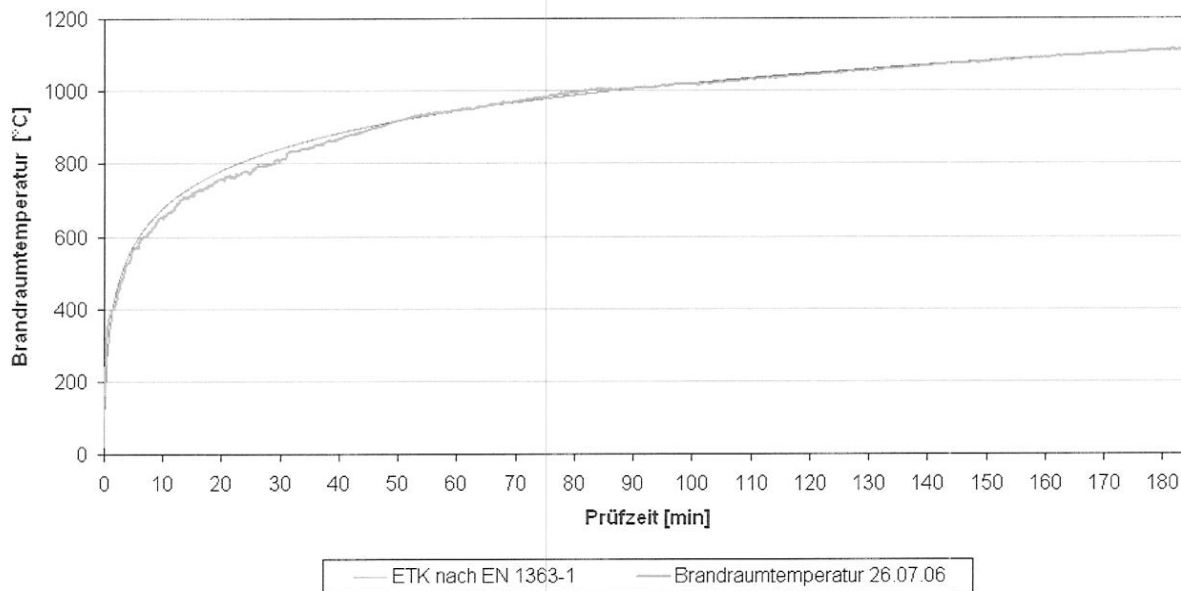


Ansicht Zugvorrichtung

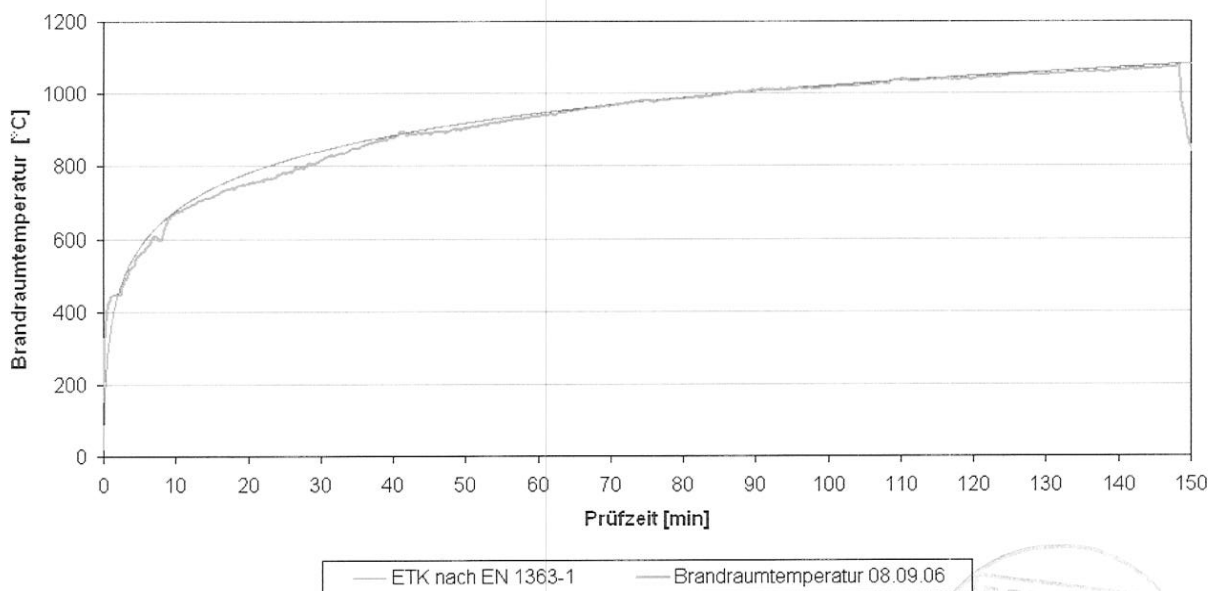


Brandraumtemperatur

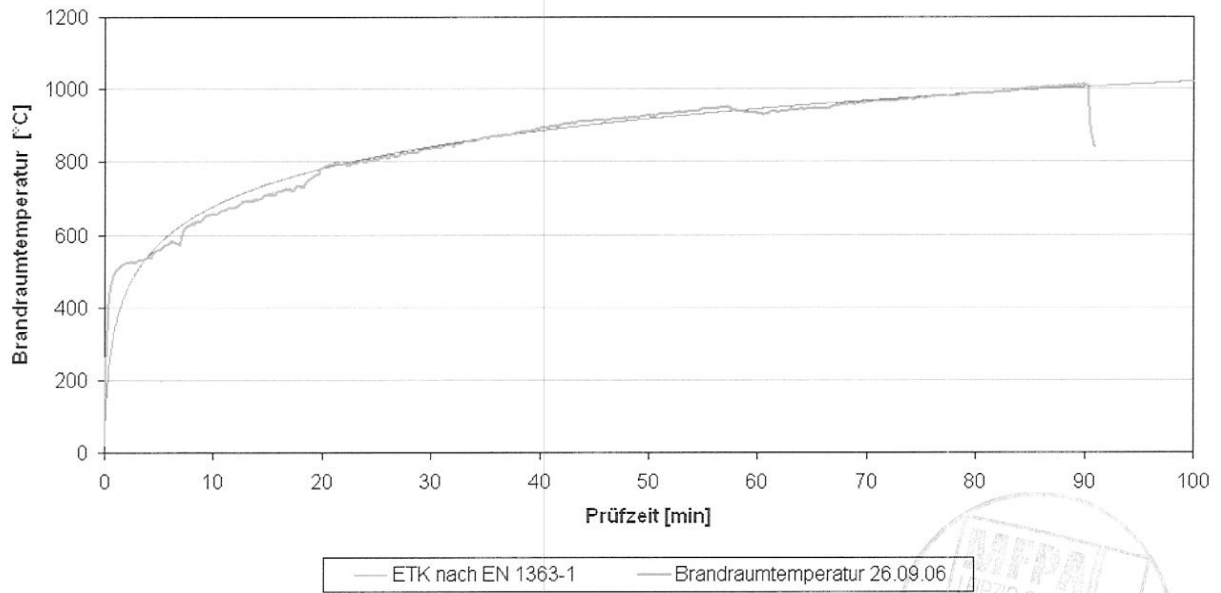
Temperatur im Brandraum



Temperatur im Brandraum



Temperatur im Brandraum



Auswertung der Dübelprüfungen nach dem Technical Report TR 020 "Evaluation of Anchorages in Concrete concerning Resistance to Fire" (Mai 2004)

Verankerungsmittel: fischer Nagelanker FNA II 6x30 A4
Kopfausführung d = 6 mm

Ermittlung der Regressionsgleichung

Dübel-Nr.	aufgebrachte Zugkraft F [kN]	aufgebrachte Stahlspannung σ_s [N/mm ²]	Feuerwiderstandsdauer t_U [min]	$1/t_U$ [1/min]
1	0,70	24,73	184,33	0,0054
2	1,00	35,34	147,80	0,0068
3	1,30	45,94	128,60	0,0078
4	3,00	106,01	89,70	0,0111
5	2,50	88,34	89,95	0,0111
6	4,00	141,34	60,05	0,0167
7	1,60	56,54	136,65	0,0073

Regressionsgleichung:

$\sigma_{s1} = c_1 + c_2 / t_U$	$c_1 = -30,553$
	$c_2 = 10756,353$

Ermittlung der Stahlspannungen

ungünstigstes Versuchsergebnis

untere Grenzwertkurve:

$t_U = 147,8$
 $\sigma_s = 35,34$

$\sigma_{s2} = c_3 * (c_1 + c_2 / t_U)$
$c_3 = 0,837$

Geradengleichung zur Interpolation zwischen 30 und 90 Minuten:

$\sigma_{s3} = c_4 - c_5 * t_U$	$c_4 = 224,479$
	$c_5 = 1,667$

Empfohlene charakteristische Kennwerte für die Aufnahme in die ETA:

Feuerwiderstands- klasse	charakteristische Stahl- spannungen	charakteristische Zugtragfähigkeit
	$\sigma_{Rk,s,fi(t_U)}$ [N/mm ²]	$N_{Rk,p,fi(t_U)}$ [kN]
R30	174,47	4,90
R60	124,46	3,50
R90	74,45	2,10
R120	49,45	1,35
R180	24,44	0,65



Auswertung der Dübelprüfungen nach dem Technical Report TR 020 "Evaluation of Anchorages in Concrete concerning Resistance to Fire" (Mai 2004)

Verankerungsmittel: fischer Nagelanker FNA II 6 M6 A4, Gewindebolzen

Ermittlung der Regressionsgleichung

Dübel- Nr.	aufgebrachte Zugkraft F [kN]	aufgebrachte Stahlspannung σ_s [N/mm ²]	Feuerwiderstandsdauer t_U [min]	$1/t_U$ [1/min]
---	F	σ_s	t_U	$1/t_U$
---	[kN]	[N/mm ²]	[min]	[1/min]
1	0,50	24,88	149,67	0,0067
2	0,60	29,85	92,67	0,0108
3	0,80	39,80	108,45	0,0092
4	1,20	59,70	105,75	0,0095
5	1,40	69,65	95,05	0,0105
6	1,70	84,58	87,75	0,0114
7	1,40	69,65	87,25	0,0115
8	1,20	59,70	83,90	0,0119

Regressionsgleichung:

$\sigma_{s1} = c_1 + c_2 / t_U$	$c_1 = -30,008$
	$c_2 = 8322,888$

Ermittlung der Stahlspannungen

ungünstigstes Versuchsergebnis

untere Grenzwertkurve:

$$t_U = 92,7$$

$$\sigma_s = 29,85$$

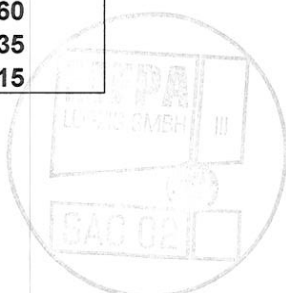
$\sigma_{s2} = c_3 * (c_1 + c_2 / t_U)$
$c_3 = 0,499$

Geradengleichung zur Interpolation zwischen 30 und 90 Minuten:

$\sigma_{s3} = c_4 - c_5 * t_U$	$c_4 = 100,414$
	$c_5 = 0,769$

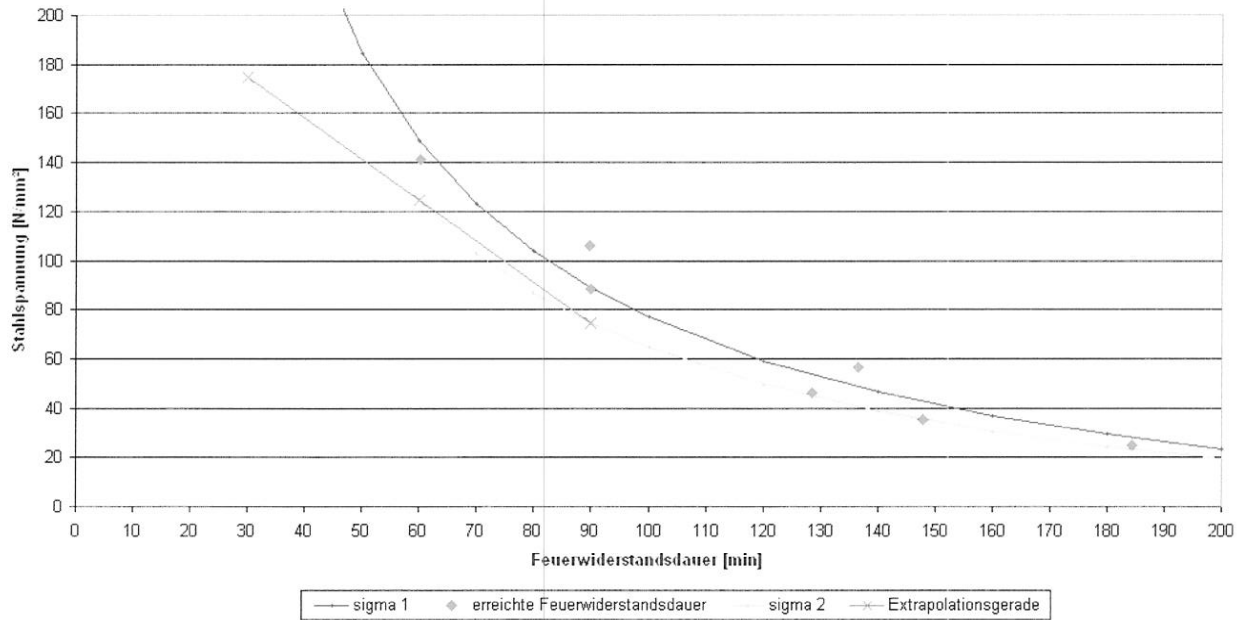
Empfohlene charakteristische Kennwerte für die Aufnahme in die ETA:

Feuerwiderstands- klasse	charakteristische Stahl- spannungen	charakteristische Zugtragfähigkeit
	$\sigma_{Rk,s,fi(t_U)}$ [N/mm ²]	$N_{Rk,p,fi(t_U)}$ [kN]
R30	77,34	1,55
R60	54,26	1,05
R90	31,18	0,60
R120	19,64	0,35
R180	8,10	0,15



Graphische Darstellung der Auswertung

FNA II 6x30 A4 Nagelkopf: Auswertung der Versuchsergebnisse



FNA II 6 M6 A4 Bolzen: Auswertung der Versuchsergebnisse

