

Bereich III – Baulicher Brandschutz

Bereichsleiter: Dipl.-Phys. Ingolf Kotthoff

AG Brandverhalten von Bauteilen

Prüfbericht

PB III/B-06-267

vom 18.09.2006 1. Ausfertigung

Gegenstand:	fischer Nagelanker FNA II 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 17.09.2011.

Dieser Prüfbericht besteht aus 15 Seiten einschließlich 4 Anlagen.

Dieser Bericht darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Eine Veröffentlichung – auch auszugsweise – bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung der M F P A 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@mfpa-leipzig.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 Spreizhülse. 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 galvanisch verzinkte Variante des Dübels gibt es sowohl mit 25 mm Verankerungstiefe als auch mit 30 mm; der FNA II A4 und der 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 22 in einen Beton der Festigkeitsklasse C 20/25 gesetzte, auf zentrischen Zug beanspruchte FISCHER NAGELANKER FNA II verschiedenen Typs auf Brandverhalten zur Ermittlung der Feuerwiderstandsdauer geprüft.

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. Abweichend von Technical Report TR 020 konnte für die Belastung der FNA II mit Öse kein Anbauteil verwendet werden; die Totlasten wurden direkt abgehängt.



Die Brandprüfungen wurden nach DIN EN 1363-1: 10-1999 [4], 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 dienten der Steuerung der Brandraumtemperatur.

Alle Brandraumtemperaturen wurden im Zeitintervall von 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 6x25	Nagelkopf	06.07.2006	0,25	> 180:00	kein Versagen
FNA II 6x25	Nagelkopf	06.07.2006	0,35	113:05	Nagelkopf abgerissen
FNA II 6x25	Nagelkopf	07.07.2006	0,30	173:30	Dübel aus dem Beton gezogen
FNA II 6x25	Nagelkopf	07.07.2006	0,40	131:05	Dübel aus dem Beton gezogen
FNA II 6x25	Nagelkopf	17.07.2006	0,25	> 180:00	kein Versagen
FNA II 6x25	Nagelkopf	17.07.2006	0,30	176:35	Nagelkopf abgerissen
FNA II 6x25	Nagelkopf	17.07.2006	0,35	154:20	Nagelkopf abgerissen
FNA II 6x25	Nagelkopf	17.07.2006	0,40	151:20	Nagelkopf abgerissen
FNA II 6x25	Nagelkopf	20.07.2006	0,60	107:45	Nagelkopf abgerissen
FNA II 6x25	Nagelkopf	20.07.2006	0,70	97:30	Nagelkopf abgerissen
FNA II 6x25	Nagelkopf	26.07.2006	0,40	150:50	Nagelkopf abgerissen
FNA II 6x25	Nagelkopf	26.07.2006	0,35	155:45	Nagelkopf abgerissen
FNA II 6x25	Bolzen M6	06.07.2006	0,35	63:00	Mutter vom Gewinde geschoben

Dübeltyp	Kopfform	Prüfdatum	Zugkraft [kN]	Versagenszeitpunkt [min:s]	Versagensursache
FNA II 6x25	Bolzen M6	06.07.2006	0,25	> 180:00	kein Versagen
FNA II 6x25	Bolzen M6	07.07.2006	0,30	95:30	Mutter vom Gewinde geschoben
FNA II 6x25	Bolzen M6	07.07.2006	0,30	116:00	Mutter vom Gewinde geschoben
FNA II 6x25	Bolzen M6	17.07.2006	0,35	131:35	Mutter vom Gewinde geschoben
FNA II 6x25	Öse	06.07.2006	0,15	97:40	Öse aufgebogen
FNA II 6x25	Öse	06.07.2006	0,10	155:50	Öse abgerissen
FNA II 6x25	Öse	07.07.2006	0,15	96:05	Öse abgerissen
FNA II 6x25	Öse	07.07.2006	0,20	70:10	Öse aufgebogen
FNA II 6x25	Öse	17.07.2006	0,20	65:20	Öse aufgebogen

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).

Auf der Basis der vorliegenden Prüfergebnisse für die FISCHER NAGELANKER FNA II 6x25 unter zentrischer Zugbeanspruchung soll die Beurteilung auf der sicheren Seite liegend zusätzlich auf die Dübel mit einer Verankerungstiefe von 30 mm, auf die Dübelvariante mit Gewindebolzen M8 sowie auf FISCHER NAGELANKER FNA II unter Querzugbeanspruchung ausgeweitet werden.

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

Die für FNA II 6x25 ermittelten Kennwerte können auf die Anker FNA II 6x30 übertragen werden, da in allen Fällen Stahlversagen außerhalb des Betonbauteils auftrat und somit geschlussfolgert werden kann, dass eine größere Verankerungstiefe keinen Einfluss auf die Feuerwiderstandsdauer hat. Die für die FISCHER NAGELANKER mit Gewindebolzen M6 (FNA II 6 M6) ermittelten Kennwerte können gemäß TR 020 auf die FISCHER NAGELANKER mit Gewindebolzen M8 (FNA II 6 M8) übertragen wer-

den. Hierfür werden für beide Größen die gleichen charakteristischen Stahlspannungen zugrundegelegt.

Die Prüferfahrung mit Stahlankern 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 günstigeren Hochtemperaturverhaltens von nichtrostendem Stahl A4 und hochkorrosionsbeständigem Stahl (Werkstoff 1.4529) gegenüber galvanisch verzinktem Stahl sowie vorliegender Prüferfahrungen können die ermittelten charakteristischen Kennwerte auf die Anker FNA II A4 und FNA II C übertragen werden.

Für den FNA II 6x25 (Nagelkopf) wurden unter der zentrischen Zugkraft von 0,35 kN drei Versuchsergebnisse erzielt:

- 06.07.2006: 113 min:05 s
- 17.07.2006: 154 min:20 s
- 26.07.2006: 155 min:45 s

Auch die Darstellung aller für diesen Dübeltyp erreichten Ergebnisse zeigt, dass es sich bei dem am 06.07.2006 um einen deutlichen „Ausreißer“ handelt. Dieser Messwert wurde daher nicht in die Auswertung aufgenommen.

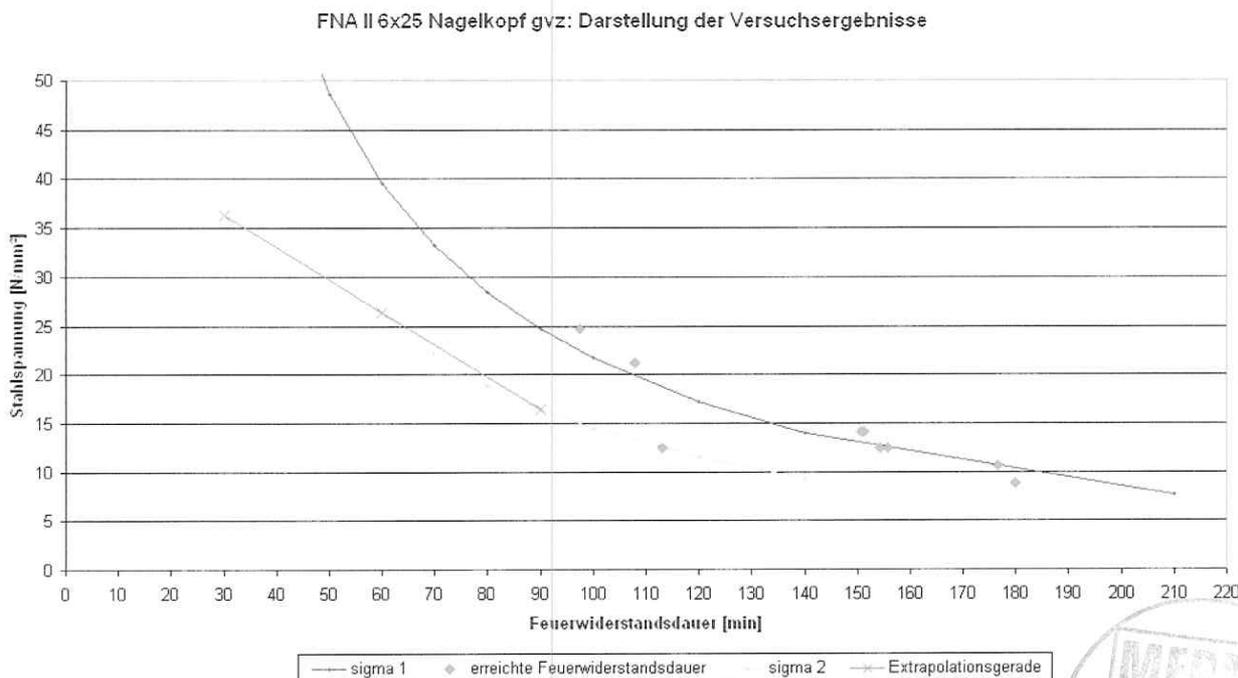


Bild 1: FNA II 6x25 Nagelkopf gvz - Darstellung der Versuchsergebnisse



Auf dieser Grundlage können für den FISCHER NAGELANKER FNA II 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 bei zentrischer Zugbeanspruchung oder Querkzugbeanspruchung (Stahlversagen)

fischer Nagelanker FNA II (gvz), FNA II A4, FNA II C			FNA II 6x25 FNA II 6x30 (Nagelkopf)	FNA II 6x25 M6 FNA II 6x30 M6 (Bolzen)	FNA II 6x25 M8 FNA II 6x30 M8 (Bolzen)	FNA II 6x25 FNA II 6x30 (Öse)
Stahlversagen						
charakteristische Stahlspannung						
30 min	$\sigma_{Rk,s,fi(30)}$	[N/mm ²]	57,6	18,7	18,7	13,8
60 min	$\sigma_{Rk,s,fi(60)}$	[N/mm ²]	41,3	16,9	16,9	10,7
90 min	$\sigma_{Rk,s,fi(90)}$	[N/mm ²]	25,1	15,1	15,1	7,6
120 min	$\sigma_{Rk,s,fi(120)}$	[N/mm ²]	17,0	14,2	14,2	6,0
charakteristische Zugtragfähigkeit						
30 min	$N_{Rk,p,fi(30)}$	[kN]	1,60	0,35	0,65	0,35
60 min	$N_{Rk,p,fi(60)}$	[kN]	1,15	0,30	0,60	0,30
90 min	$N_{Rk,p,fi(90)}$	[kN]	0,70	0,30	0,55	0,20
120 min	$N_{Rk,p,fi(120)}$	[kN]	0,45	0,25	0,50	0,15

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 6x25 und 6x30 mit Nagelkopf oder Öse sowie für FNA II 6 M6 und FNA II 6 M8 aus galvanisch verzinktem, nichtrostendem Stahl A4 sowie hochkorrosionsbeständigem Stahl C mit der Werkstoffbezeichnung 1.4529, die unter Einhaltung der Bestimmungen der Europäischen Technischen Zulassung eingebaut wurden.

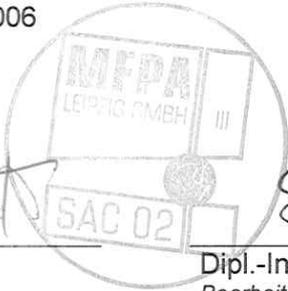
Die Beurteilung gilt nur in Verbindung mit Stahlbetondecken der Festigkeitsklasse $\geq C 20/25$ und $\leq C 50/60$ nach EN 206-1: 2000-12 bzw. der Festigkeitsklasse $\geq B25$ und $\leq B 55$ nach DIN 1045: 1988-07, die mindestens in die Feuerwiderstandsklasse eingestuft werden können, die der Feuerwiderstandsdauer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





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

Leipzig, den 18.09.2006


Dr.-Ing. P. Nause
Arbeitsgruppenleiter

Dipl.-Ing. C. Sint
Bearbeiterin

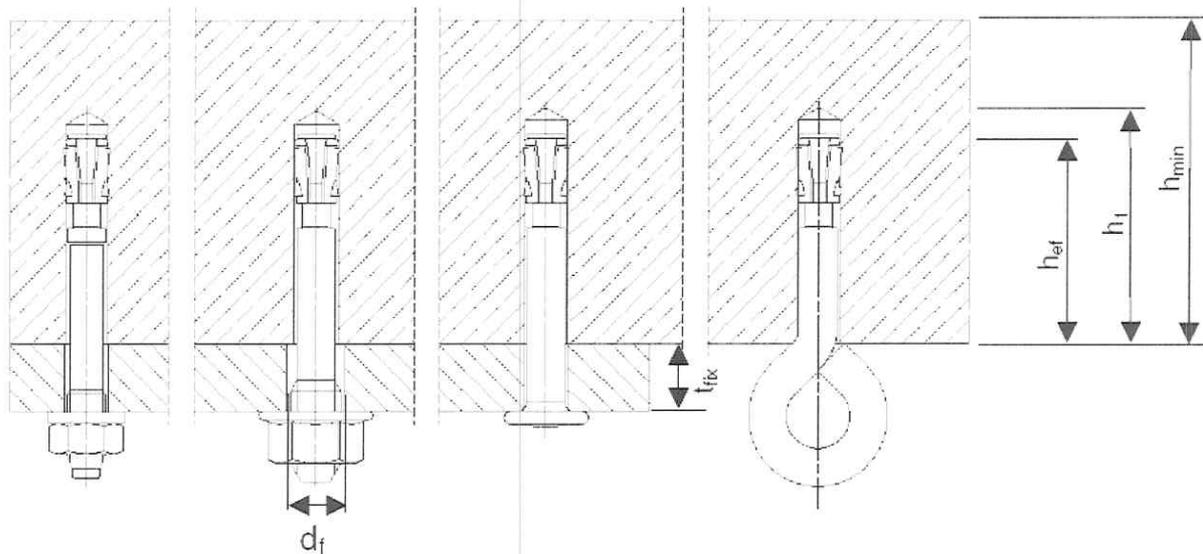
Quellen

- [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 Annex 4 of European Technical Approval ETA-?/ für FISCHER NAIL ANCHOR FNA II
- [3] Annex 1 - Annex 4 of European Technical Approval ETA-?/ für FISCHER NAIL ANCHOR FNA II A4
- [4] Annex 1 to Annex 4 of European Technical Approval ETA-?/ für FISCHER NAIL ANCHOR FNA II C
- [5] DIN EN 1363-1: 1999-10 Feuerwiderstandsprüfungen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen

Anlagenverzeichnis

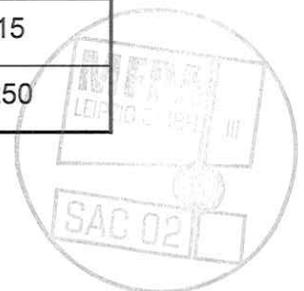
- Anlage 1: Montagekennwerte des FISCHER NAGELANKER FNA II
- Anlage 2: Konstruktiver Aufbau der Prüfeinrichtung und Einbausituation im zentrischen Zugversuch
- Anlage 3: Temperaturen im Brandraum
- Anlage 4: Auswertung der Dübelprüfungen nach dem Technical Report TR 020 „Evaluation of Anchorages in Concrete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

Montagekennwerte FISCHER NAGELANKER FNA II



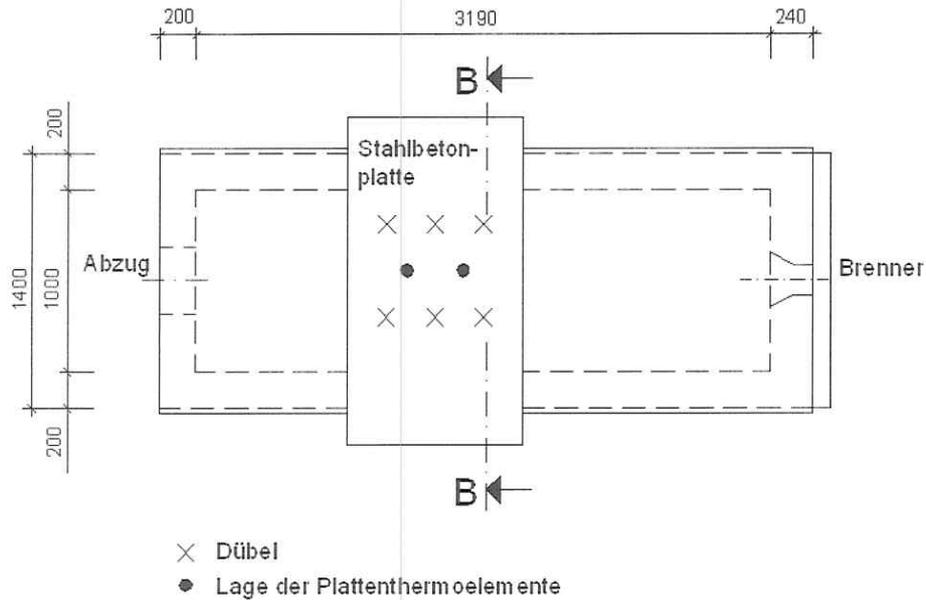
Montagekennwerte der geprüften Anker:

Dübeltyp		FNA II 6x25 gvz	FNA II 6x30 A4
Bohrlochtiefe	$h_1 \geq [\text{mm}]$	35	40
effektive Verankerungstiefe	$h_{\text{ef}} \geq [\text{mm}]$	25	30
Durchgangsloch Anbauteil	$d_f \leq [\text{mm}]$	7	7
Montagedrehmoment	$\max T_{\text{inst}} = [\text{Nm}]$	4	4
Anbauteildicke im Zugversuch	$t_{\text{fix}} = [\text{mm}]$	15	15
Bauteildicke im Zugversuch	$h = [\text{mm}]$	250	250

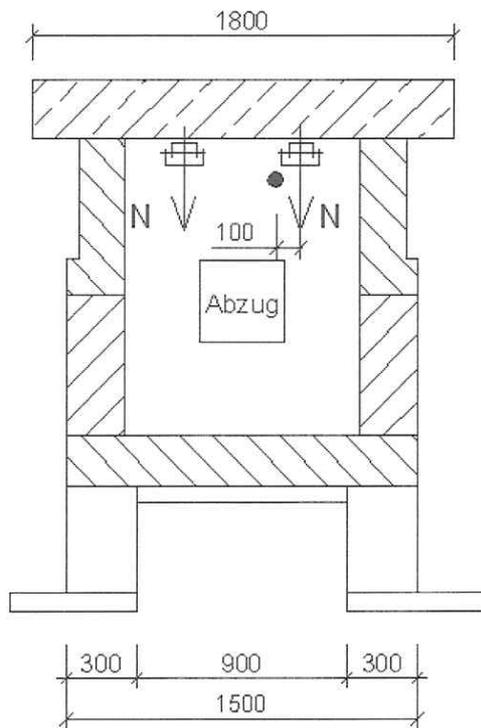


Konstruktiver Aufbau der Prüfeinrichtung und Einbausituation im zentrischen Zugversuch

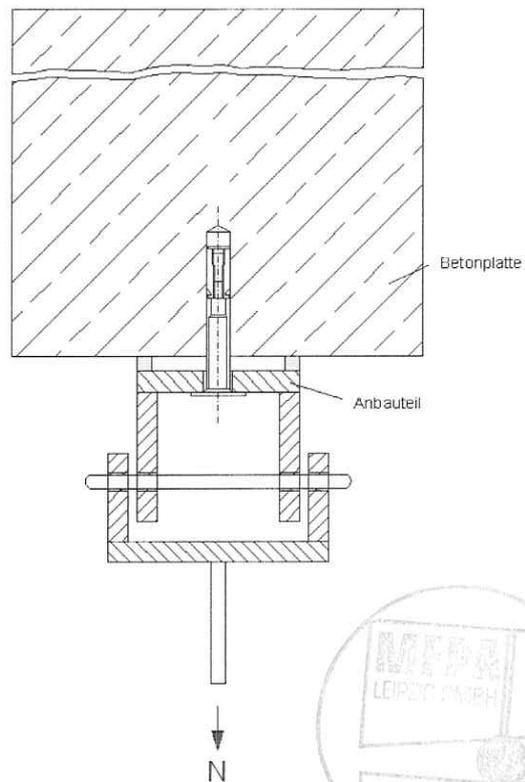
Prüfofen - Draufsicht



Schnitt B-B

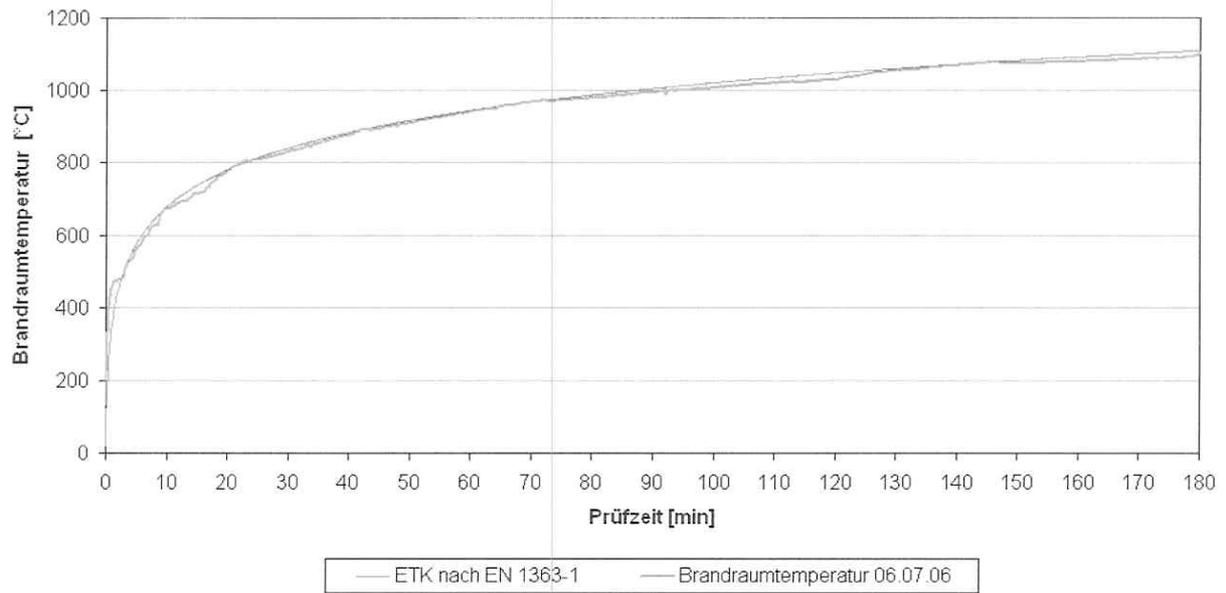


Ansicht Zugvorrichtung

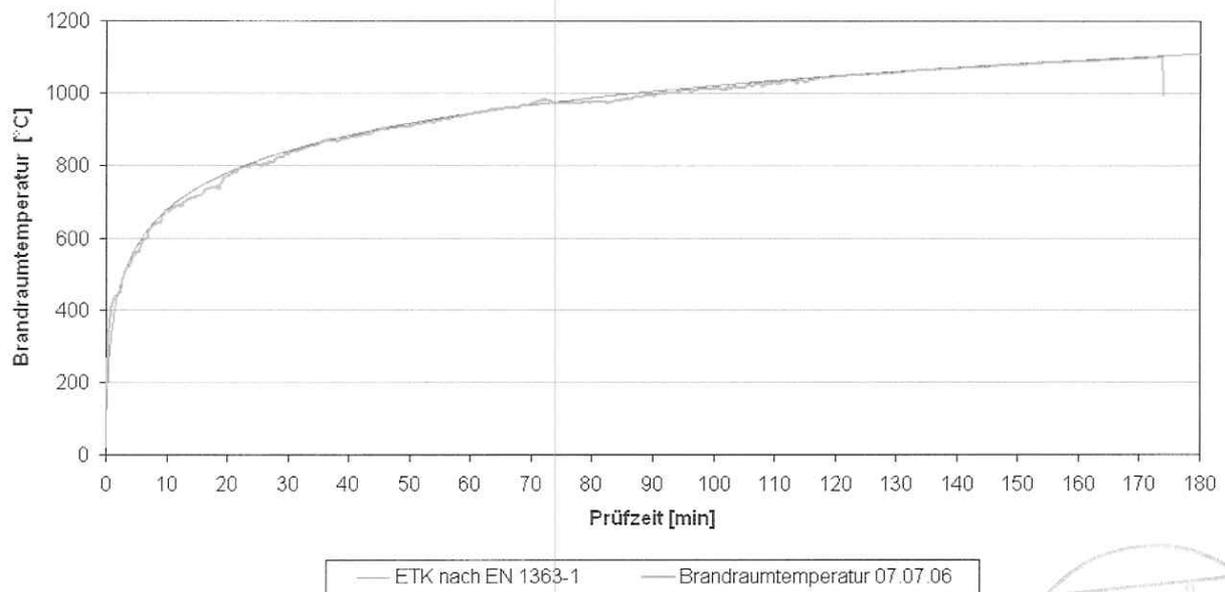


Brandraumtemperaturen

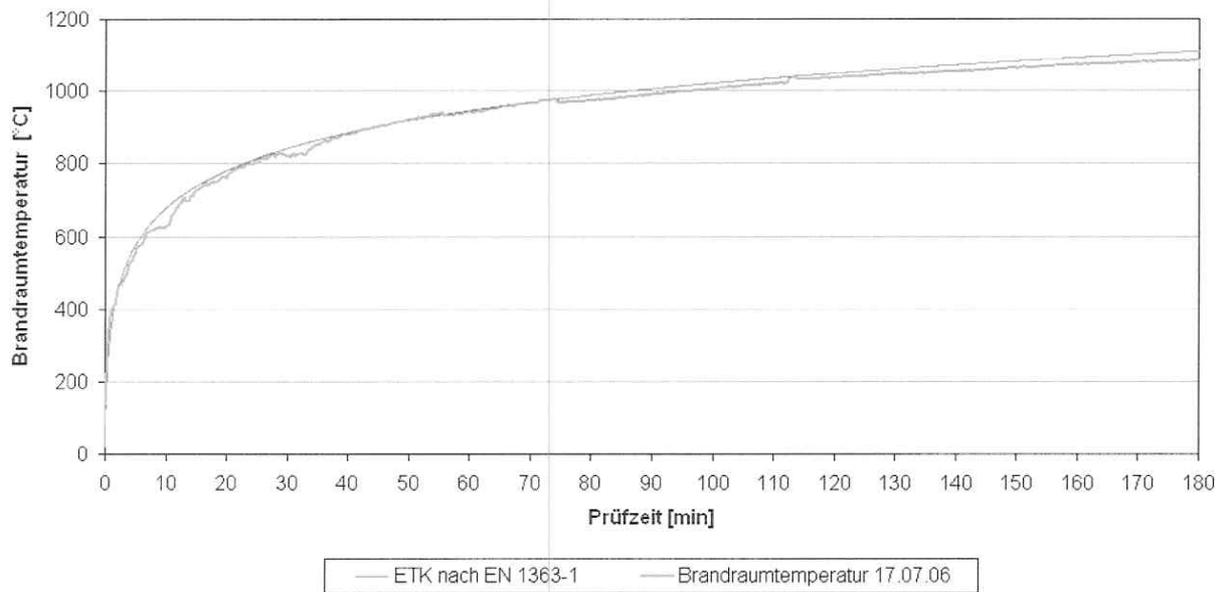
Temperatur im Brandraum



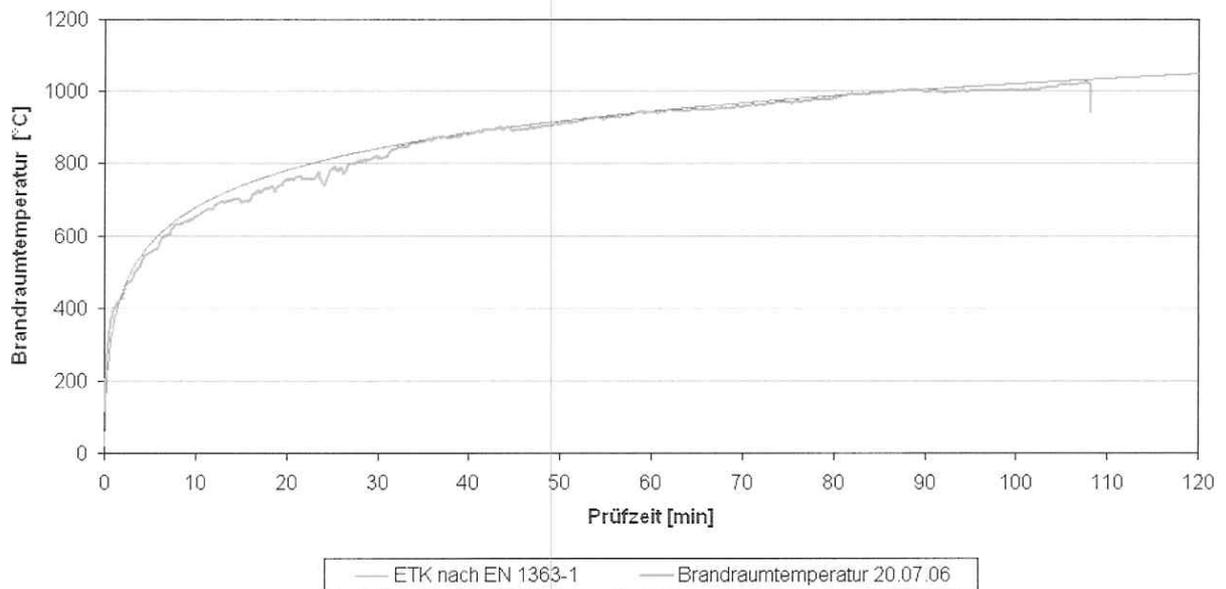
Temperatur im Brandraum



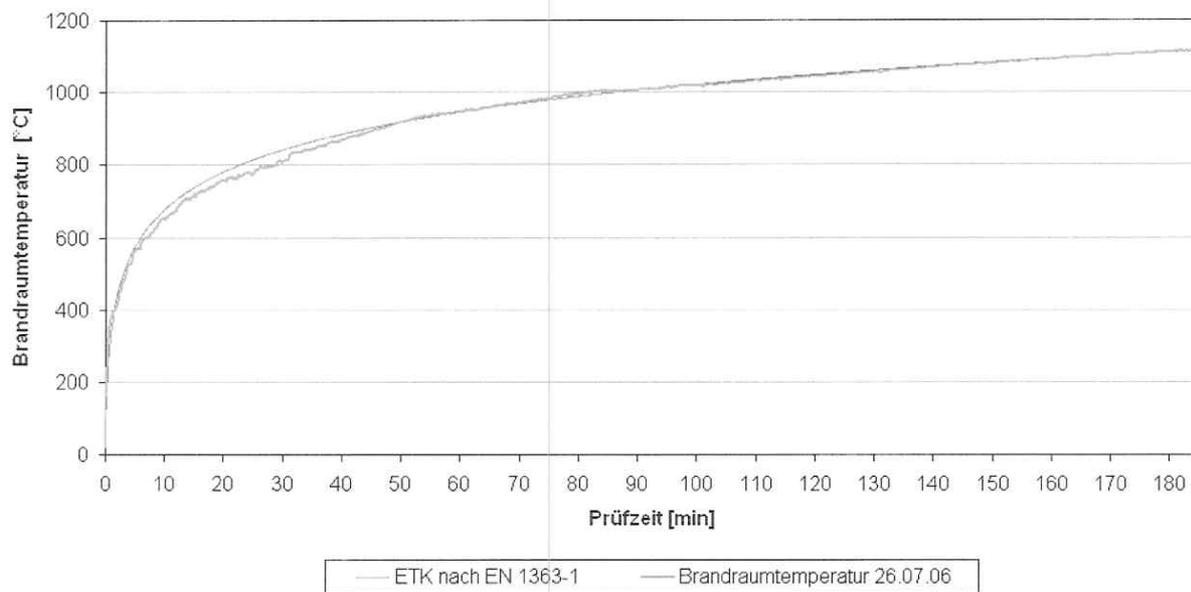
Temperatur im Brandraum



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 6x25, gvz
Kopfausführung d = 6 mm

Ermittlung der Regressionsgleichung

Dübel-Nr.	aufgebrachte Zugkraft	aufgebrachte Stahlspannung	Feuerwiderstandsdauer	
---	F	σ_s	t_U	$1/t_U$
---	[kN]	[N/mm ²]	[min]	[1/min]
1	0,25	8,83	180,00	0,0056
2	0,25	8,83	180,00	0,0056
3	0,30	10,60	176,58	0,0057
4	0,35	12,37	154,33	0,0065
5	0,40	14,13	151,33	0,0066
6	0,60	21,20	107,75	0,0093
7	0,70	24,73	97,50	0,0103
8	0,40	14,13	150,83	0,0066
9	0,35	12,37	155,75	0,0064

Regressionsgleichung:

$\sigma_{s1} = c_1 + c_2 / t_U$	$c_1 = -8,132$
	$c_2 = 3208,941$

Ermittlung der Stahlspannungen

ungünstigstes Versuchsergebnis

untere Grenzwertkurve:

$t_U = 180,0$
 $\sigma_s = 8,83$

$\sigma_{s2} = c_3 * (c_1 + c_2 / t_U)$
$c_3 = 0,911$

Geradengleichung zur Interpolation zwischen 30 und 90 Minuten:

$\sigma_{s3} = c_4 - c_5 * t_U$	$c_4 = 73,806$
	$c_5 = 0,541$

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	57,56	1,60
R60	41,32	1,15
R90	25,08	0,70
R120	16,96	0,45



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 6x25, gvz
Öse 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	0,15	7,46	97,67	0,0102
2	0,10	4,98	155,83	0,0064
3	0,15	7,46	96,08	0,0104
4	0,20	9,95	70,17	0,0143
5	0,20	9,95	65,33	0,0153

Regressionsgleichung:

$\sigma_{s1} = c_1 + c_2 / t_U$	$c_1 =$	1,372
	$c_2 =$	581,789

Ermittlung der Stahlspannungen

ungünstigstes Versuchsergebnis

untere Grenzwertkurve:

$t_U = 65,3$
 $\sigma_s = 9,95$

$\sigma_{s2} = c_3 * (c_1 + c_2 / t_U)$	
$c_3 =$	0,968

Geradengleichung zur Interpolation zwischen 30 und 90 Minuten:

$\sigma_{s3} = c_4 - c_5 * t_U$	$c_4 =$	16,976
	$c_5 =$	0,104

Empfohlene charakteristische Kennwerte für die Aufnahme in die ETA:

Feuerwiderstands-kategorie	charakteristische Stahlspannungen $\sigma_{Rk,s,fi(t_U)}$ [N/mm ²]	charakteristische Zugtragfähigkeit $N_{Rk,p,fi(t_U)}$ [kN]
R30	13,85	0,35
R60	10,72	0,30
R90	7,59	0,20
R120	6,02	0,15

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 6x25, gvz
Gewindebolzen M6

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	0,35	17,41	63,00	0,0102
2	0,25	12,44	180,00	0,0064
3	0,30	14,93	95,50	0,0104
4	0,30	14,93	116,00	0,0143
5	0,35	17,41	131,58	0,0153

Regressionsgleichung:

$\sigma_{s1} = c_1 + c_2 / t_U$	$c_1 = 1,372$
	$c_2 = 581,789$

Ermittlung der Stahlspannungen

ungünstigstes Versuchsergebnis untere Grenzwertkurve:

$t_U = 95,5$
 $\sigma_s = 14,93$

$\sigma_{s2} = c_3 * (c_1 + c_2 / t_U)$
$c_3 = 0,968$

Geradengleichung zur Interpolation zwischen 30 und 90 Minuten:

$\sigma_{s3} = c_4 - c_5 * t_U$	$c_4 = 16,976$
	$c_5 = 0,104$

Empfohlene charakteristische Kennwerte für die Aufnahme in die ETA:

Feuerwiderstands- klasse	charakteristische Stahl- spannungen $\sigma_{Rk,s,fi(t_U)}$ [N/mm ²]	charakteristische Zugtragfähigkeit $N_{Rk,p,fi(t_U)}$ [kN]
R30	18,68	0,35
R60	16,90	0,30
R90	15,13	0,30
R120	14,24	0,25

