

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.-Wirtsch.-Ing. S. Kramer

Telefon +49 (0) 341 - 6582-194

kramer@mfpa-leipzig.de

Prüfbericht Nr. PB 3.2/15-193-1

vom 12. Juni 2015

1. Ausfertigung

Gegenstand:	Upat Ankerbolzen IMC Prüfung nach DIN EN 1363-1: 1999-10 zur Ermittlung der Feuerwiderstandsdauer unter Querlastbeanspruchung und unter Zugbeanspruchung in Anlehnung an Technical Report TR 020 „Evaluation of Anchorages in Concrete concerning Resistance to Fire“ (Mai 2004).
Auftraggeber:	Upat Vertriebs GmbH Otto-Hahn-Straße 15 79211 Denzlingen
Auftragsdatum:	09. Juni 2015
Probenentnahme:	keine
Gültigkeit:	11. Juni 2020
Prüfdatum:	September und Oktober 2007
Bearbeiter:	Dipl.-Wirtsch.-Ing. S. Kramer

Dieser Prüfbericht besteht aus 7 Seiten und 5 Anlagen.

Dieser Prüfbericht ist eine Neuausfertigung des Prüfberichtes PB 3.2/10-108-1 vom 03.05.2010 inklusive der beiden Ergänzungen vom 14.06.2010.

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.



Durch die DAkks GmbH nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren (in diesem Dokument mit * gekennzeichnet). Die Urkunde kann unter www.mfpa-leipzig.de eingesehen werden.

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

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

1 Allgemeines

Die MFWA Leipzig GmbH wurde am 09. Juni 2015 von der Firma Upat Vertriebs GmbH beauftragt, den Upat Ankerbolzen IMC bei einseitiger Brandbeanspruchung und Verankerung in einem Stahlbetonuntergrund zu prüfen, um die charakteristischen Kennwerte für eine Belastung unter zentrischem Zug bzw. Querlast zu ermitteln.

2 Beschreibung der geprüften Konstruktion

Der Upat Ankerbolzen IMC ist ein kraftkontrolliert spreizender Metalldübel, der für Verankerungen unter vorwiegend ruhender Belastung bzw. quasi-ruhender Belastung in bewehrtem oder unbewehrtem Normalbeton der Festigkeitsklasse $\geq C 20/25$ und $\leq C 50/60$ nach EN 206-1: 2000 verwendet werden darf. Der Dübel darf nur im ungerissenen Normalbeton verankert und als Mehrfachbefestigung für nicht-tragende Systeme verwendet werden.

Der Upat Ankerbolzen IMC ist ein Dübel aus galvanisch verzinktem Stahl, der in ein Bohrloch gesetzt und durch kraftkontrollierte Spreizung verankert wird. Er wird in den Größen M6, M8, M10, M12, M16 und M20 hergestellt. Er besteht aus einem Bolzen mit Dehnungsring (Dübelhülse), einer Unterlegscheibe und einer Sechskantmutter. Der Bolzen wird entweder gepresst oder gedreht hergestellt. Die Dübelhülse ist geschlitzt und hat Sperrzungen, die den Dübel im Untergrund halten. Der Bolzen wird, durch Anziehen der Mutter, in die Dübelhülse geschoben, wobei sich die Hülse spreizt. Der Dübel wird in zwei Varianten, mit Standardsetztiefe und reduzierter Setztiefe hergestellt.

3 Prüfanordnung und -durchführung

Die Prüfungen wurden in Anlehnung an den Technical Report TR 020 „Evaluation of Anchorages in Concrete concerning Resistance to Fire“ (Mai 2004) A1.1.1.[1] zur Ermittlung der Feuerwiderstandsdauer unter Zugbeanspruchung (Versagensart Stahlversagen, Abschnitt 2.3.1.1) und zur Ermittlung der Feuerwiderstandsdauer unter Querlastbeanspruchung (Versagensart Stahlversagen, Abschnitt 2.3.2.1) durchgeführt.

Abweichend von TR 020 ist der Dübel nur für die Verankerung in ungerissenem Beton und nicht für die Verankerung in gerissenem Beton zugelassen.

Insgesamt wurden 24 in einen Beton der Festigkeitsklasse C 20/25 gesetzte, auf zentrischen Zug beanspruchte Upat Ankerbolzen IMC und 12 in einen Stahlbetonuntergrund gesetzte, auf Querlast beanspruchte Upat Ankerbolzen IMC auf Brandverhalten zur Ermittlung der Feuerwiderstandsdauer geprüft.

Der Einbau der Dübel erfolgte nach den Angaben der von der Firma Upat Vertriebs GmbH vorgelegten europäischen technischen Zulassung A1.1.1.[2]. Die relevanten Montagekennwerte sind in der Anlage 1 dieses Berichts angegeben.

Während der Brandprüfungen mit zentrischem Zug bildete jeweils ein Stahlbetondeckenabschnitt, in den die Dübel gesetzt waren, den oberen, horizontalen Raumabschluss der Brandkammer (Anlage 2); bei den Querzugprüfungen bildete sie den unteren, horizontalen Raumabschluss (Anlage 3).

Die bei den Zugprüfungen verwendeten Anbauteile entsprachen dem Technical Report TR 020 A1.1.1.[1] Tabelle 2.3. Sie wurden mit einem Abstand von 10 mm von der Stahlbetonoberfläche installiert. Bei den Querzugprüfungen wurde die Last über eine 20 mm dicke Stahllasche aufgebracht.

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

Die Brandprüfungen wurden nach DIN EN 1363-1: 10-1999 A1.1.1.[3], unter Verwendung der Einheits-temperatur-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 3 s gemessen und registriert.

Die während der Brandprüfungen in der Brandkammer gemessenen Temperaturen sind in Anlage 4 graphisch dargestellt.

4 Prüfergebnisse

Die Ergebnisse der Brandprüfungen sind unter Angabe der Versagensursache in Tabelle 1 bis 3 zusammengestellt.

Tabelle 1 Ergebnisse der zentrischen Zugprüfungen am Upat Ankerbolzen IMC

Dübeltyp Ausführung	Prüfdatum	Zugkraft [kN]	Versagenszeitpunkt [h:min:s]	Versagensursache ^{1);2)}
Upat Ankerbolzen IMC M8	11.09.2007	1,0	1:52:00	Abriss
Upat Ankerbolzen IMC M8	11.09.2007	0,8	1:47:30	Abriss
Upat Ankerbolzen IMC M8	11.09.2007	0,6	2:09:24	Mutter
Upat Ankerbolzen IMC M12	11.09.2007	2,2	---	Setzfehler
Upat Ankerbolzen IMC M12	11.09.2007	2,0	2:49:53	Abriss
Upat Ankerbolzen IMC M12	11.09.2007	1,8	2:49:50	Abriss
Upat Ankerbolzen IMC M8	12.09.2007	1,3	0:49:00	Mutter
Upat Ankerbolzen IMC M8	12.09.2007	1,5	0:54:45	Mutter
Upat Ankerbolzen IMC M8	12.09.2007	1,7	0:57:00	Mutter
Upat Ankerbolzen IMC M12	12.09.2007	2,5	2:13:04	Abriss
Upat Ankerbolzen IMC M12	12.09.2007	3,5	2:03:24	Abriss
Upat Ankerbolzen IMC M12	12.09.2007	4,0	2:02:05	Mutter
Upat Ankerbolzen IMC M8	21.09.2007	1,0	1:13:00	Abriss
Upat Ankerbolzen IMC M8	21.09.2007	1,1	1:35:19	Mutter
Upat Ankerbolzen IMC M8	21.09.2007	1,3	1:20:09	Mutter
Upat Ankerbolzen IMC M12	21.09.2007	4,5	1:29:09	Mutter
Upat Ankerbolzen IMC M12	21.09.2007	5,0	1:27:15	Mutter
Upat Ankerbolzen IMC M12	21.09.2007	6,0	1:19:00	Mutter

- 1) Abriss: Stahlversagen: Abriss durch Querschnittseinschnürung oberhalb der Mutter.
2) Mutter: Stahlversagen: Mutter über das Gewinde gezogen.

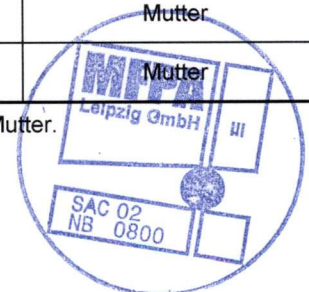


Tabelle 2 Ergebnisse der Querlastprüfungen am Upat Ankerbolzen IMC

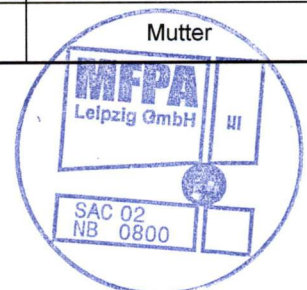
Dübeltyp Ausführung	Prüfdatum	Zugkraft	Versagenszeitpunkt	Versagensursache 1)
		[kN]	[h:min:s]	
Upat Ankerbolzen IMC M8	02.10.2007	1,8	1:37:39	Abriss
Upat Ankerbolzen IMC M12	02.10.2007	8,0	1:38:50	Abriss
Upat Ankerbolzen IMC M8	02.10.2007	1,4	1:56:25	Abriss
Upat Ankerbolzen IMC M8	04.10.2007	2,5	1:22:33	Abriss
Upat Ankerbolzen IMC M12	04.10.2007	10,0	Zugeinrichtung versagt	kein Versagen
Upat Ankerbolzen IMC M8	04.10.2007	3,0	1:04:13	Abriss
Upat Ankerbolzen IMC M12	05.10.2007	10,0	1:14:34	Abriss
Upat Ankerbolzen IMC M8	05.10.2007	2,8	1:22:50	Abriss
Upat Ankerbolzen IMC M12	05.10.2007	12,0	0:49:24	Abriss
Upat Ankerbolzen IMC M12	08.10.2007	7,0	1:34:14	Abriss
Upat Ankerbolzen IMC M8	08.10.2007	4,5	1:13:12	Abriss
Upat Ankerbolzen IMC M12	08.10.2007	9,0	1:07:44	Abriss

1) Abriss: Stahlversagen: Abriss durch Querschnittseinschnürung

Tabelle 3 Ergebnisse der zentrischen Zugprüfungen am Upat Ankerbolzen IMC 6x25 M6

Dübeltyp Ausführung	Prüfdatum	Zugkraft	Versagenszeitpunkt	Versagensursache 1)
		[kN]	[h:min:s]	
Upat Ankerbolzen IMC 6x25	06.07.2006	0,35	0:63:00	Mutter
Upat Ankerbolzen IMC 6x25	06.07.2006	0,25	>3:00:00	Kein Versagen
Upat Ankerbolzen IMC 6x25	07.07.2006	0,30	1:30:30	Mutter
Upat Ankerbolzen IMC 6x25	07.07.2006	0,30	1:56:00	Mutter
Upat Ankerbolzen IMC 6x25	17.07.2006	0,35	2:11:35	Mutter

1) Mutter: Stahlversagen: Mutter über das Gewinde gezogen.



5 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), Abschnitte 2.3.1.1 und 2.3.2.1 (siehe A1.1.1.[1]).

Auf dieser Grundlage können für den Upat Ankerbolzen IMC für die Versagensart Stahlversagen unter zentrischer Zugbeanspruchung und unter Querlast charakteristische Stahlspannungen und charakteristische Tragfähigkeiten angegeben werden.

Die Ermittlung der charakteristischen Kennwerte für die Dübelgröße Upat Ankerbolzen IMC M10 erfolgte durch lineare Interpolation der charakteristischen Stahlspannungen von Upat Ankerbolzen IMC M8 und Upat Ankerbolzen IMC M12. Für die Dübelgrößen M16 und M20 wurden die für Upat Ankerbolzen IMC M12 ermittelten charakteristischen Stahlspannungen zugrunde gelegt.

Auf dieser Grundlage können für den Upat Ankerbolzen IMC aus galvanisch verzinktem Stahl folgende charakteristische Kennwerte für die Beanspruchung unter zentrischem Zug und unter Querlastbeanspruchung angegeben werden.

Tabelle 4 Charakteristische Kennwerte für den Upat Ankerbolzen IMC bei zentrischer Zugbeanspruchung

Schraubendurchmesser [mm]			6	8	10	12	16	20
Spannungsquerschnittsfläche [mm ²]			20,1	36,6	58	84,3	157	245
Stahlversagen								
charakteristische Stahlspannung								
30 min	$\sigma_{Rk,s,fi(30)}$	[N/mm ²]	18,7	40	73	113	113	113
60 min	$\sigma_{Rk,s,fi(60)}$	[N/mm ²]	16,9	31	54	81	81	81
90 min	$\sigma_{Rk,s,fi(90)}$	[N/mm ²]	15,1	22	34	50	50	50
120 min	$\sigma_{Rk,s,fi(120)}$	[N/mm ²]	14,2	17	25	34	34	34
charakteristische Zugtragfähigkeit								
30 min	$N_{Rk,s,fi(30)}$	[kN]	0,35	1,4	4,2	9,5	17,7	27,6
60 min	$N_{Rk,s,fi(60)}$	[kN]	0,30	1,1	3,1	6,8	12,7	19,9
90 min	$N_{Rk,s,fi(90)}$	[kN]	0,30	0,7	2,0	4,2	7,8	12,2
120 min	$N_{Rk,s,fi(120)}$	[kN]	0,25	0,6	1,4	2,8	5,3	8,4

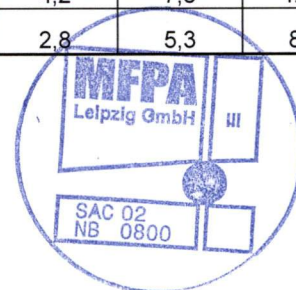


Tabelle 5 Charakteristische Kennwerte für den Upat Ankerbolzen IMC bei Querlastbeanspruchung

Schraubendurchmesser [mm]	6	8	10	12	16	20
Spannungsquerschnittsfläche [mm ²]	20,1	36,6	58	84,3	157	245
Stahlversagen						
charakteristische Stahlspannung						
30 min $\sigma_{RK,s,fi(30)}$ [N/mm ²]	18,7	129	133	137	137	137
60 min $\sigma_{RK,s,fi(60)}$ [N/mm ²]	16,9	90	99	111	111	111
90 min $\sigma_{RK,s,fi(90)}$ [N/mm ²]	15,1	50	66	85	85	85
120 min $\sigma_{RK,s,fi(120)}$ [N/mm ²]	14,2	31	49	72	72	72
charakteristische Querzugtragfähigkeit						
30 min $N_{RK,s,fi(30)}$ [kN]	0,35	4,7	7,7	9,8	21,5	33,6
60 min $N_{RK,s,fi(60)}$ [kN]	0,30	3,2	5,7	7,9	17,4	27,2
90 min $N_{RK,s,fi(90)}$ [kN]	0,30	1,8	3,8	6,1	13,4	20,9
120 min $N_{RK,s,fi(120)}$ [kN]	0,25	1,1	2,8	5,1	11,3	17,7

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.

6 Besondere Hinweise

Die vorstehende Beurteilung gilt nur für Upat Ankerbolzen IMC, die unter Einhaltung der Montagebestimmungen der ETA 10/0169 eingebaut werden.

Geprüft wurde mit Upat Ankerbolzen IMC in galvanisch verzinkter Ausführung. Eine Übertragung der Ergebnisse auf vergleichbare Upat Ankerbolzen IMC in feuerverzinkter Ausführung ist aufgrund der umfangreichen Prüferfahrung der MFPA Leipzig GmbH möglich.

Aufgrund des besseren Hochtemperaturverhaltens von Edelstählen sind die Werte auch für Ankerbolzen gleicher Größe aus Edelstahl A4 gültig.

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.

Die Ergebnisse der Prüfungen beziehen sich ausschließlich auf die beschriebenen Prüfgegenstände und nicht auf die Grundgesamtheit. Dieses Dokument ersetzt keinen Konformitäts- oder Verwendbarkeitsnachweis im Sinne der Bauordnungen (national/ europäisch).

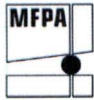
Leipzig, den 12. Juni 2015



Dipl.-Ing. S. Hauswaldt
Geschäftsbereichsleiter




Dipl.-Wirtsch.-Ing. S. Kramer
Bearbeiterin



Quellen

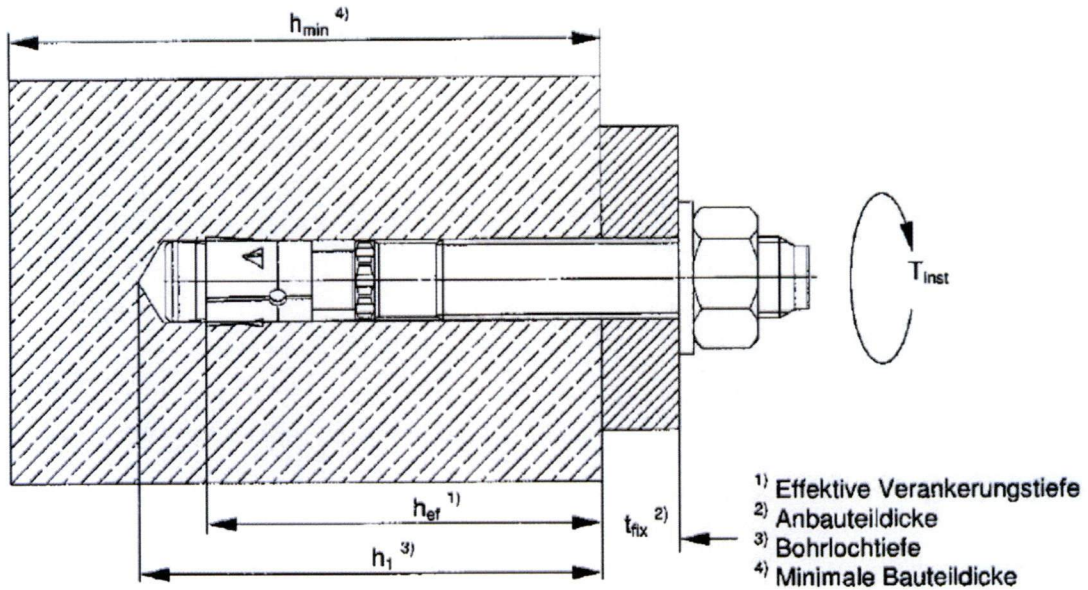
- [1] Technical Report TR 020 „Evaluation of Anchorages in Concrete concerning Resistance to Fire“ (Mai 2004) der European Organisation for Technical Approvals (EOTA)
- [2] Europäisch Technische Zulassung ETA 10/0169 des Deutschen Instituts für Bautechnik, Berlin vom 26.09.2007
- [3] DIN EN 1363-1: 1999-10 Feuerwiderstandsprüfungen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen
- [4] PB 3.2/10-108-1 der MFWA Leipzig GmbH vom 03.05.2010 inklusive der 1. und 2. Ergänzung vom 14.06.2010

Anlagenverzeichnis

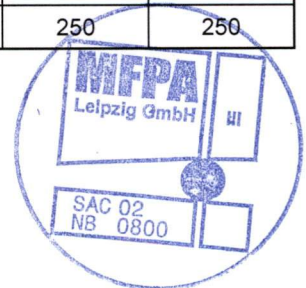
- Anlage 1 Montagekennwerte der geprüften Upat Ankerbolzen IMC
- Anlage 2 Konstruktiver Aufbau der Prüfeinrichtung und Einbausituation im zentrischen Zugversuch
- Anlage 3 Konstruktiver Aufbau der Prüfeinrichtung und Einbausituation im Querzugversuch
- Anlage 4 Temperaturen im Brandraum
- Anlage 5 Auswertung der Dübelprüfungen nach dem Technical Report TR 020, einschließlich graphischer Auswertung



Anlage 1 Montagekennwerte der geprüften UPAT Ankerbolzen IMC M6, M8 und M12



Dübeltyp		Upat Ankerbolzen IMC		
		M6	M8	M12
Dübelgröße				
Bohrerinnendurchmesser	$d_o = [\text{mm}]$	6	8	12
Bohrlochtiefe	$h_1 \geq [\text{mm}]$	35	46	70
Effektive Verankerungstiefe	$h_{ef} \geq [\text{mm}]$	25	30	50
Durchgangsloch Anbauteil	$d_r \leq [\text{mm}]$	7	9	14
Montagedrehmoment	$T_{inst} = [\text{Nm}]$	4	15	50
Anbauteildicke im Brandversuch	$t_{fix} = [\text{mm}]$	15	30	30
Bauteildicke im Brandversuch	$h = [\text{mm}]$	250	250	250



Anlage 2 Konstruktiver Aufbau der Prüfeinrichtung und Einbausituation im zentrischen Zugversuch

Abbildung A2.1 Prüfofen – Draufsicht

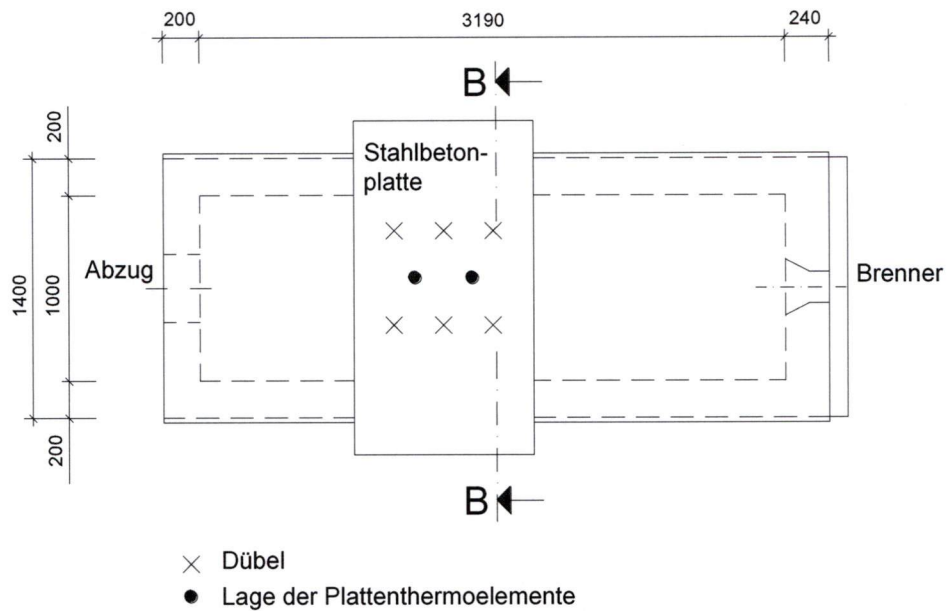


Abbildung A2.3 Schnitt B – B

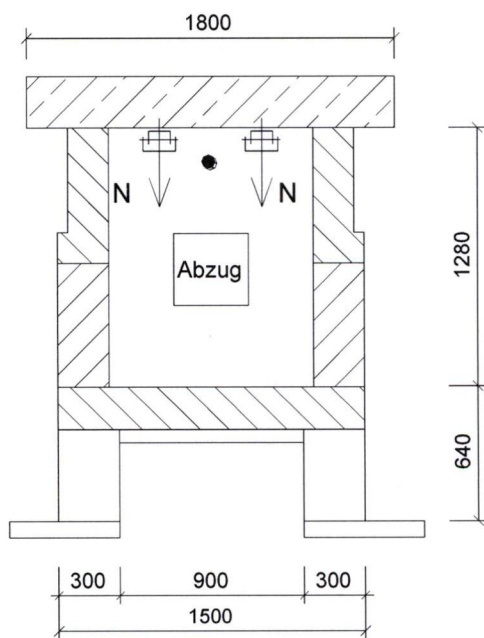
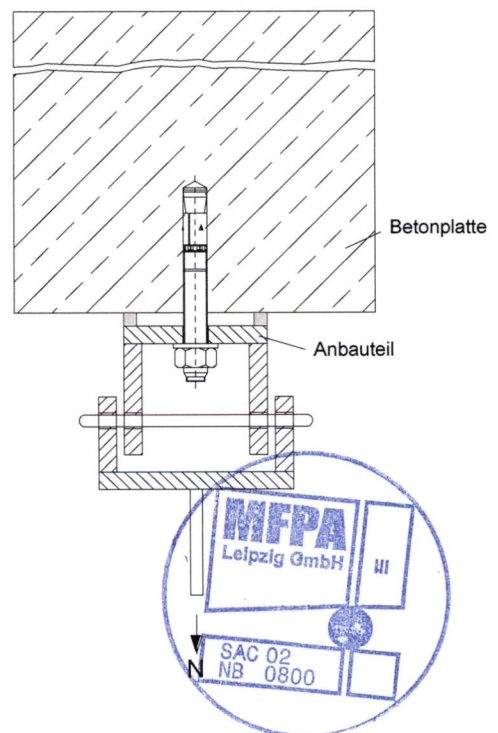


Abbildung A2.2 Ansicht Zugvorrichtung



Anlage 3 Konstruktiver Aufbau der Prüfeinrichtung und Einbausituation im Querkzugversuch

Abbildung A3.1 Prüfofen – Draufsicht

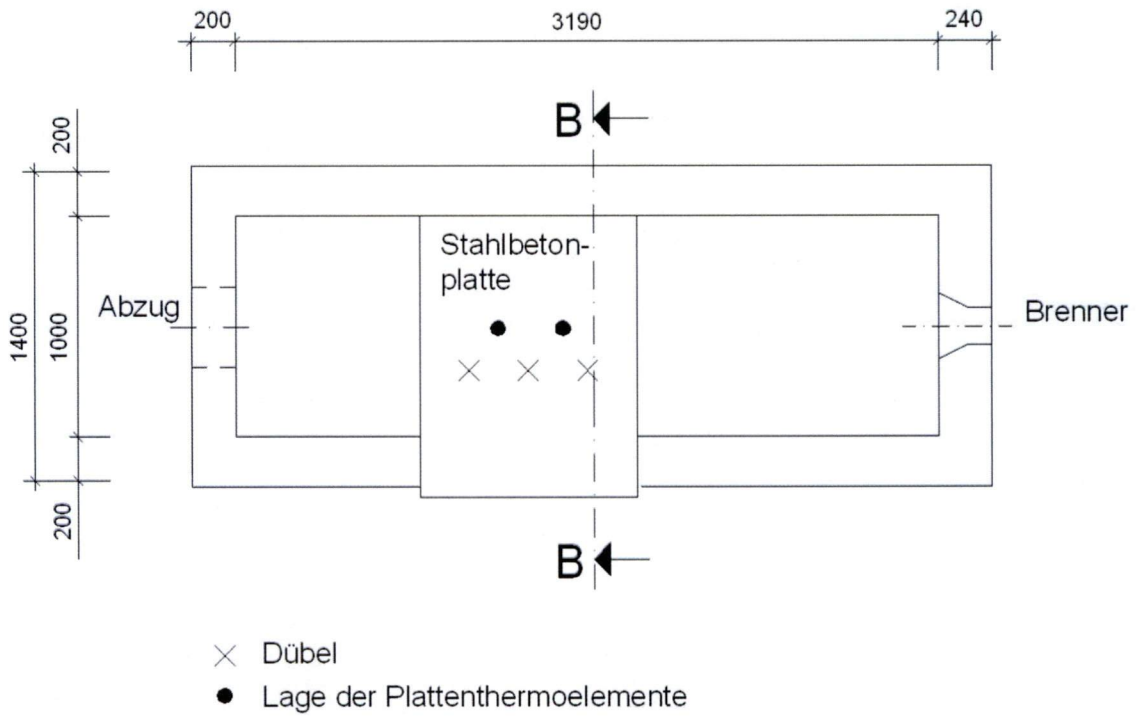


Abbildung A3.2 Schnitt B-B

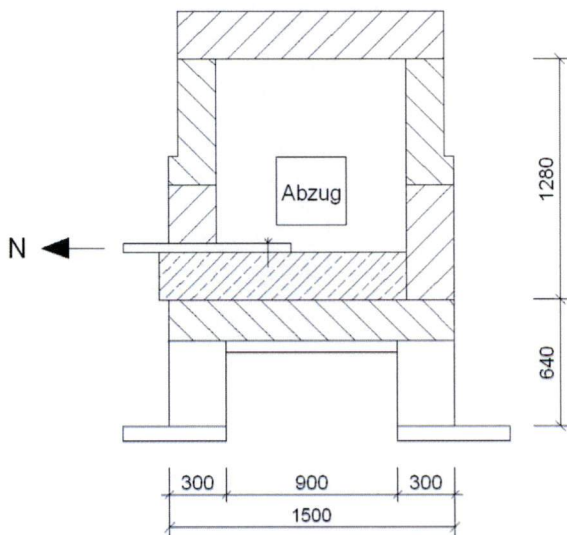
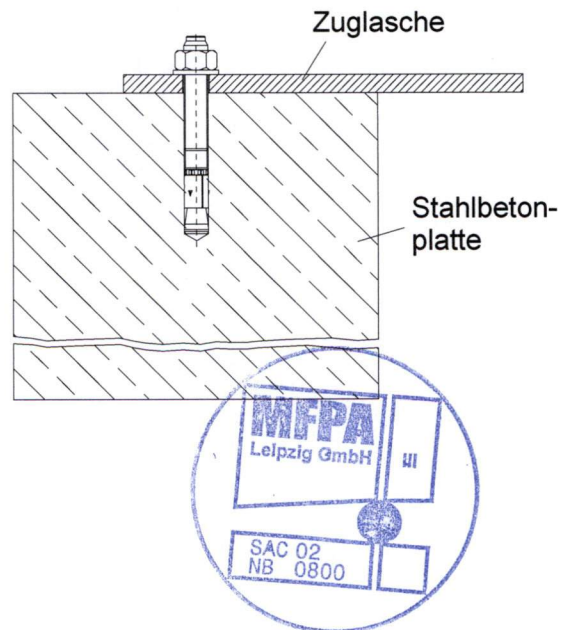


Abbildung A3.3 Ansicht Zugvorrichtung



Anlage 4 Brandraumtemperaturen der zentrischen Zugversuche

Diagramm A4.1 Brandraumtemperatur im zentrischen Zugversuch am 06.07.2006

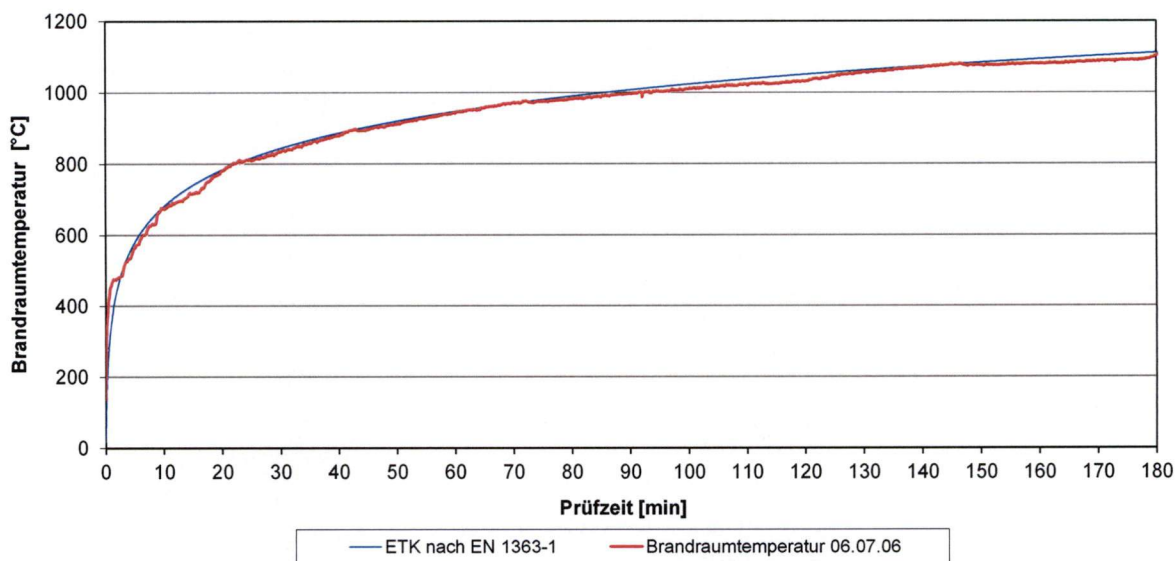


Diagramm A4.2 Brandraumtemperatur im zentrischen Zugversuch am 07.07.2006

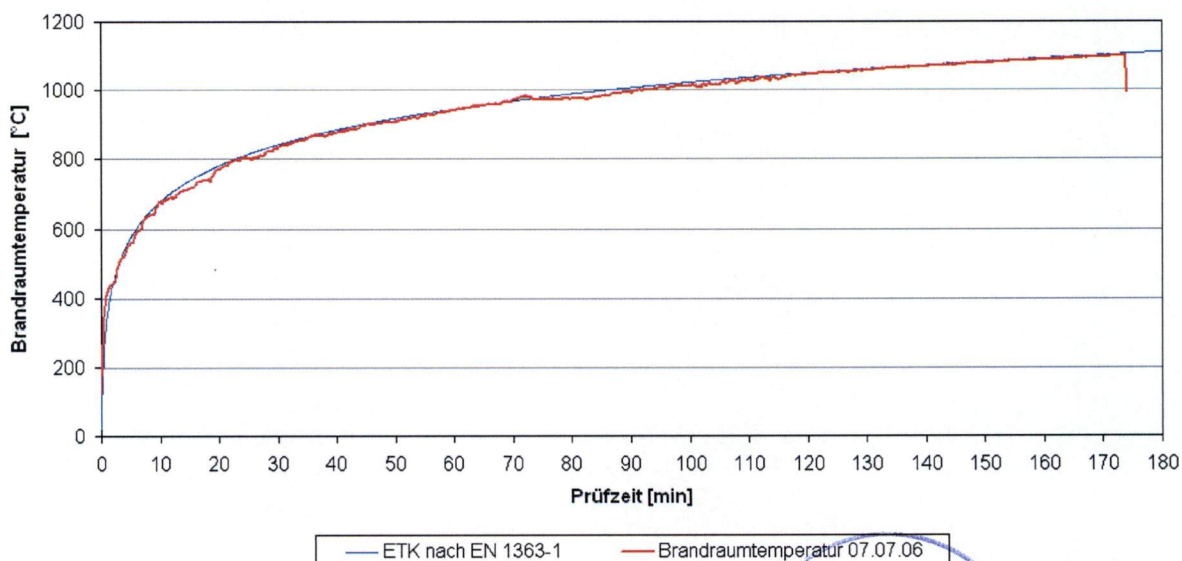


Diagramm A4.3 Brandraumtemperatur im zentrischen Zugversuch am 17.07.2006

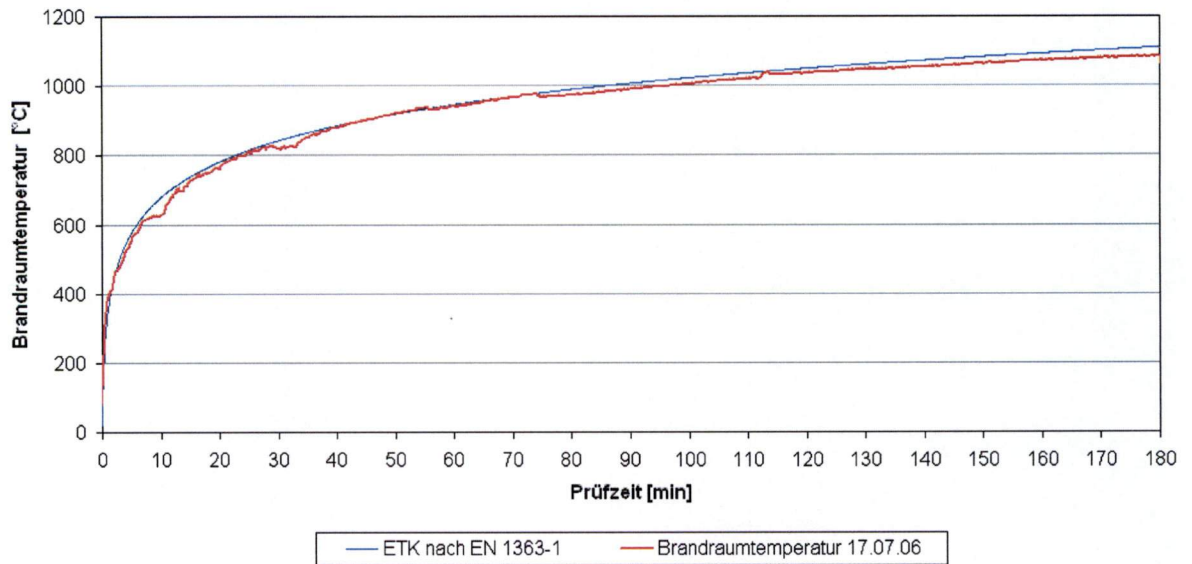


Diagramm A4.4 Brandraumtemperatur im zentrischen Zugversuch am 11.09.2007

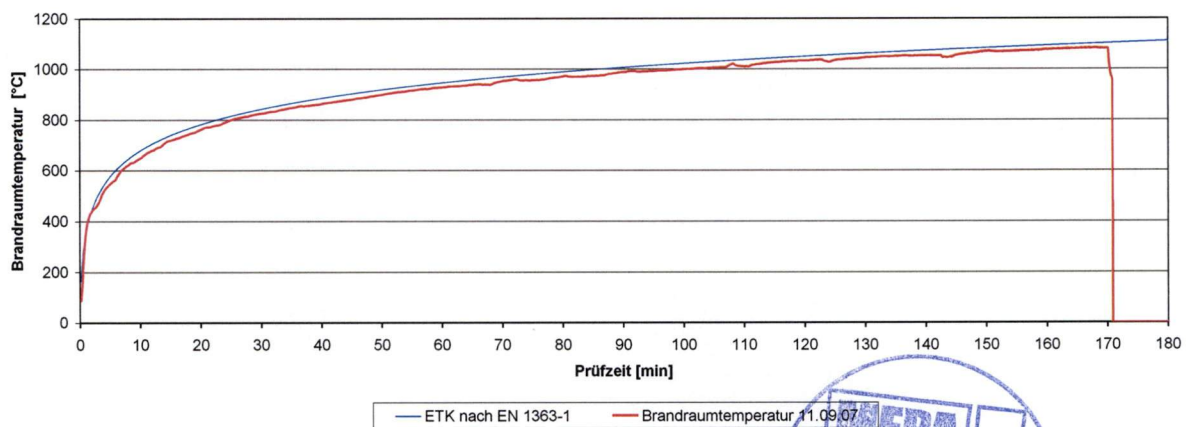


Diagramm A4.5 Brandraumtemperatur im zentrischen Zugversuch am 12.09.2007

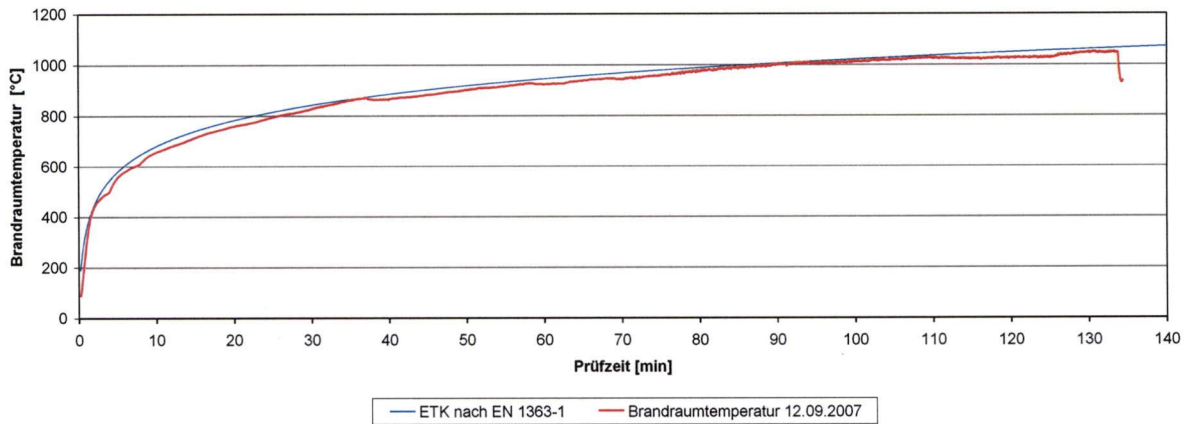


Diagramm A4.6 Brandraumtemperatur im zentrischen Zugversuch am 21.09.2007

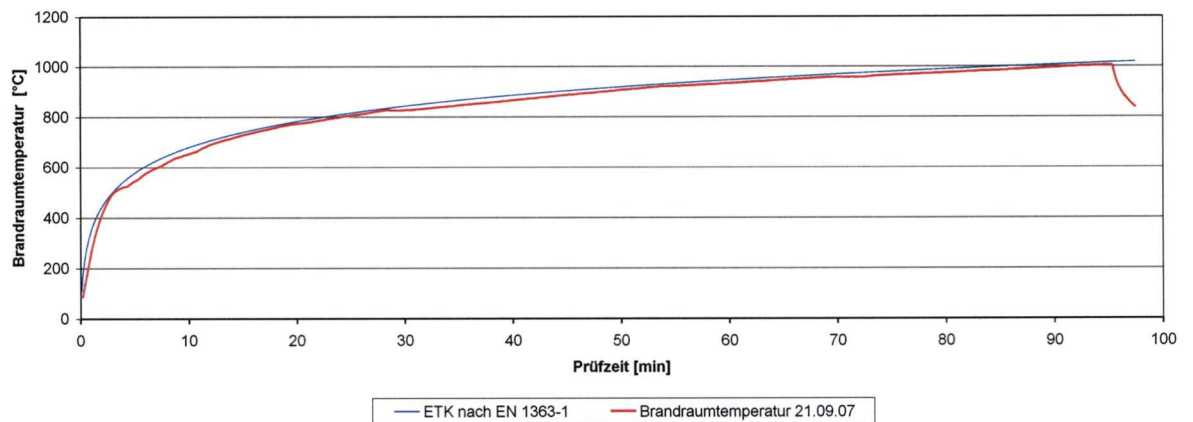


Diagramm A4.7 Brandraumtemperatur im Querzugversuch am 02.10.2007

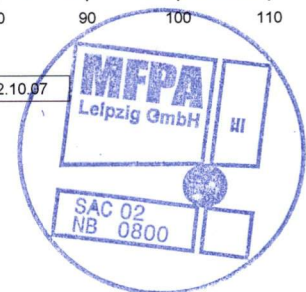
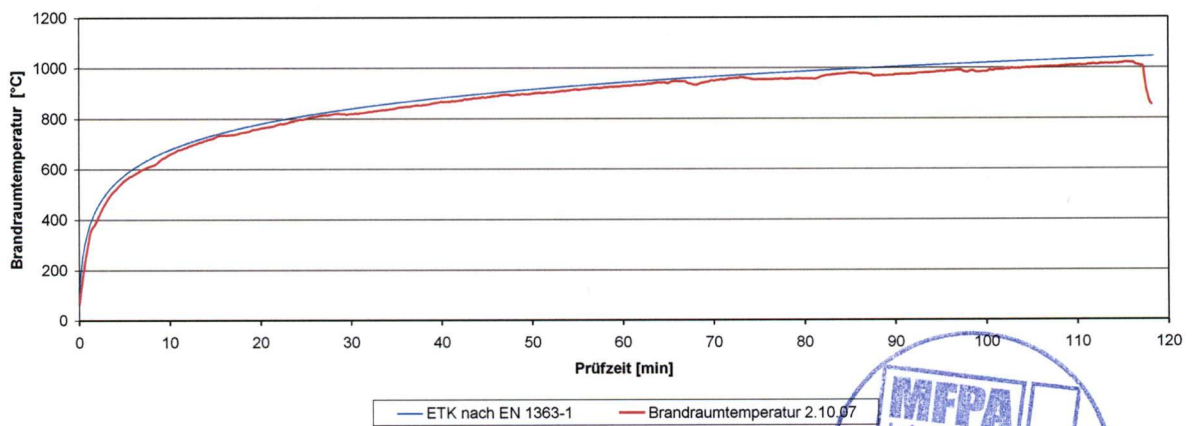


Diagramm A4.8 Brandraumtemperatur im Querzugversuch am 04.10.2007

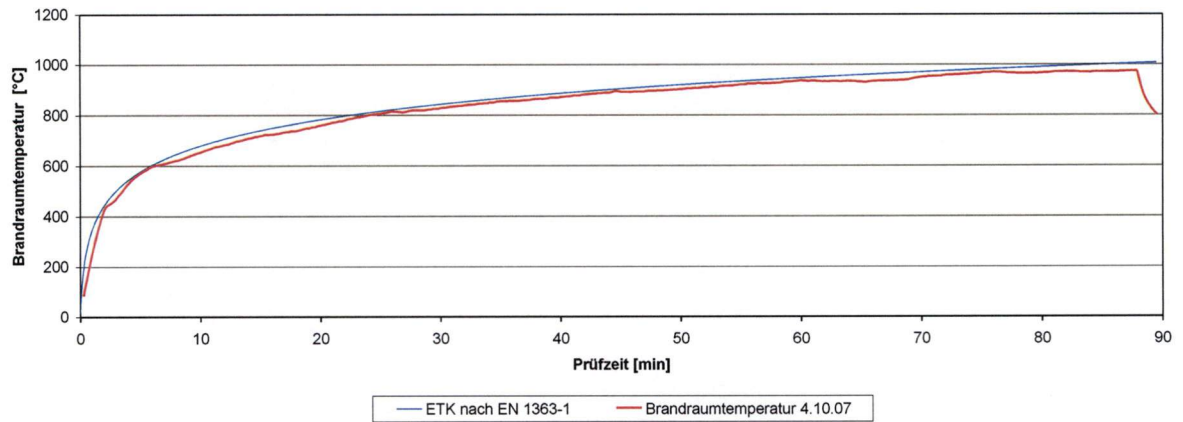


Diagramm A4.9 Brandraumtemperatur im Querzugversuch am 05.10.2007

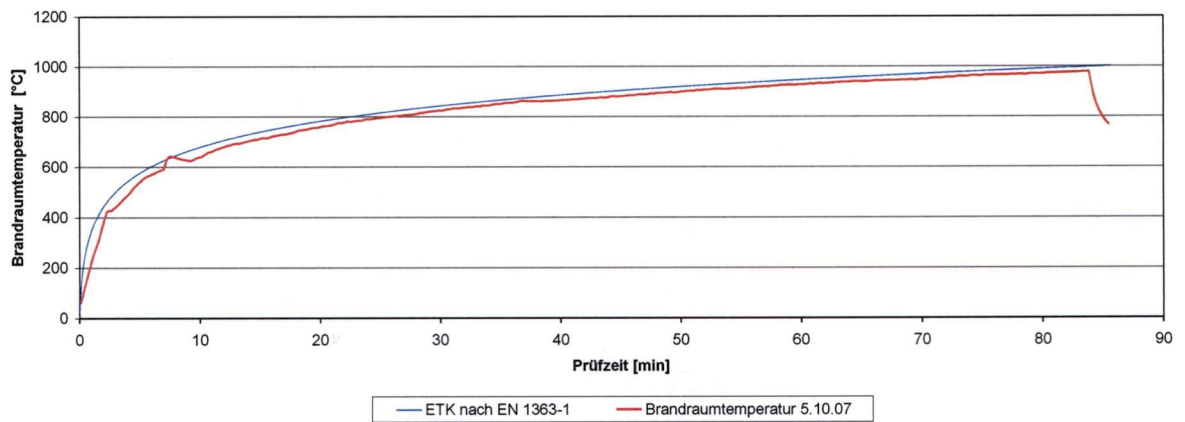
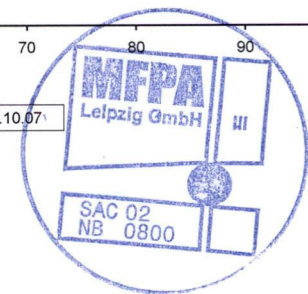
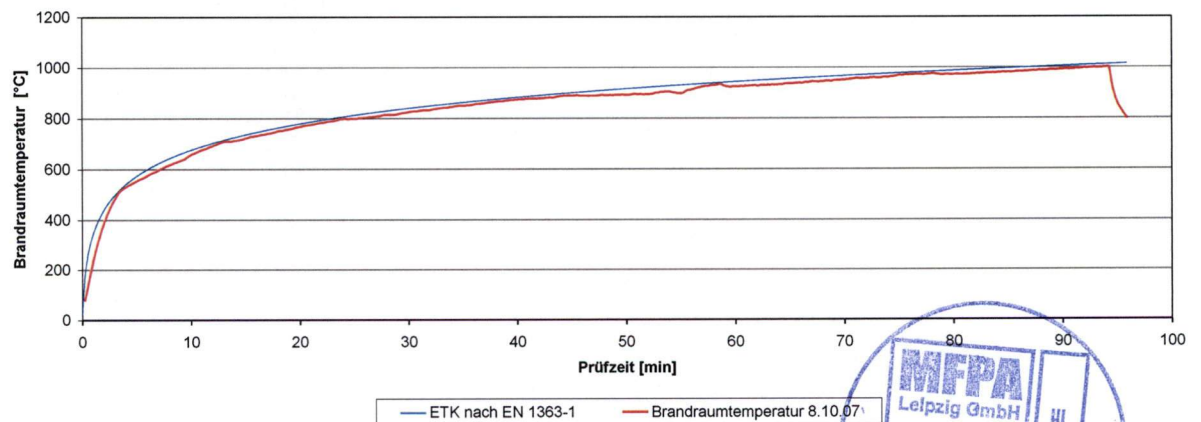


Diagramm A4.10 Brandraumtemperatur im Querzugversuch am 08.10.2007



Anlage 5 Auswertung der Dübelprüfungen nach dem Technical Report TR 020

Verankerungsmittel: Upat Ankerbolzen IMC **Beanspruchung:** zentr. Zug
Durchmesser: M8

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	1,00	27,32	112,00	0,0089
2	0,80	21,86	107,50	0,0093
3	1,00	27,32	73,00	0,0137
4	0,60	16,39	129,40	0,0077
5	1,10	30,05	95,32	0,0105
6	1,30	35,52	80,15	0,0125

Regressionsgleichung:

$\sigma_{s1} = C_1 + C_2 / t_u$	$C_1 =$	5,020
	$C_2 =$	2049,461

Ermittlung der charakteristischen Stahlspannung

ungünstigstes Versuchsergebnis

untere Grenzwertkurve:

$t_u = 129,4$

$\sigma_s = 16,39$

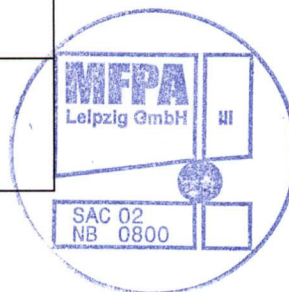
$\sigma_{s2} = C_3 * (C_1 + C_2 / t_u)$	$C_3 =$	0,786
---	---------	-------

Geradengleichung zur Interpolation zwischen 30 und 90 Minuten:

$\sigma_{s3} = C_4 - C_5 * t_u$	$C_4 =$	48,689
	$C_5 =$	0,298

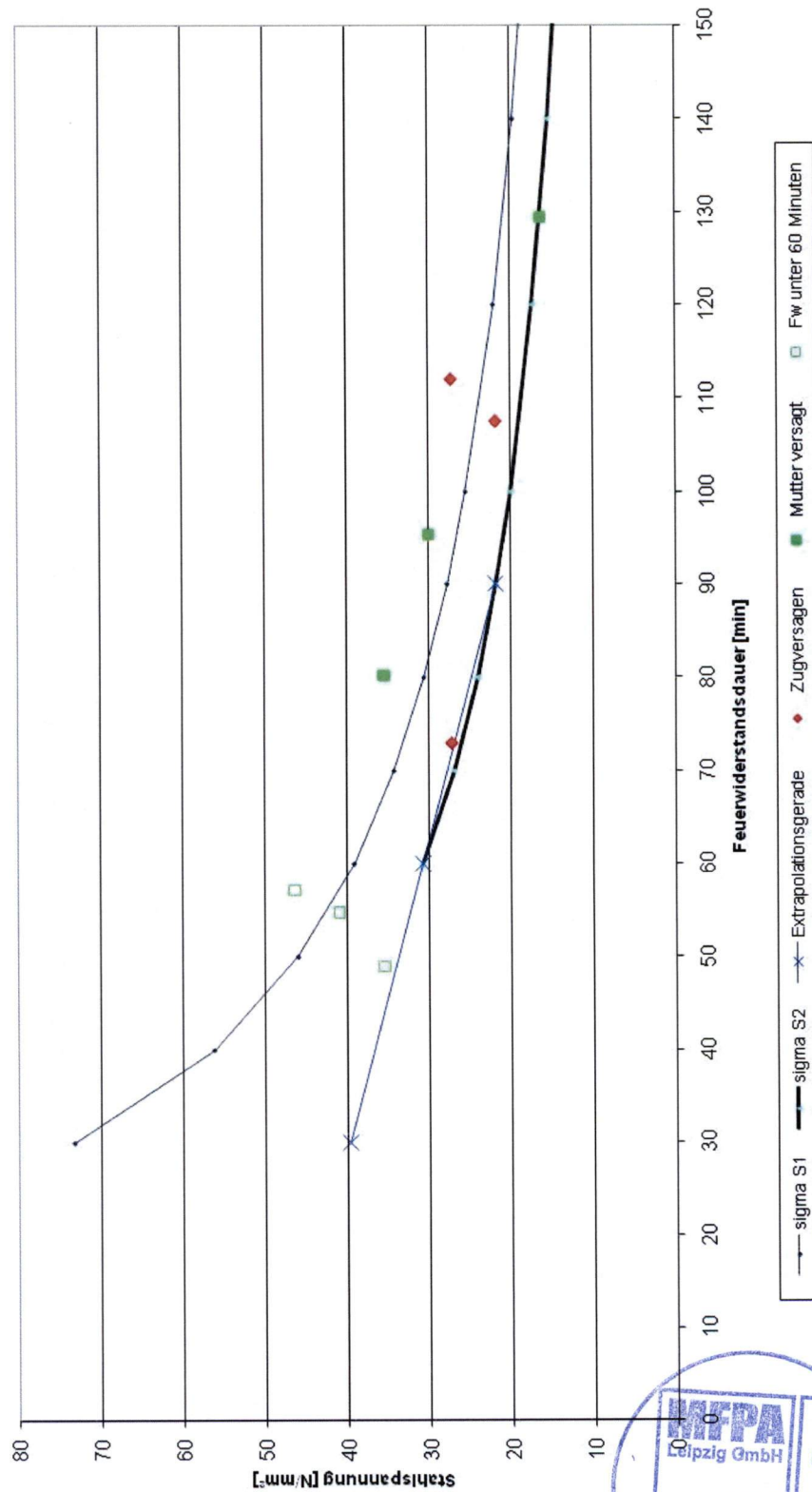
charakteristische Kennwerte:

Feuerwiderstands- klasse	charakteristische Stahlspannungen	charakteristische Zugtragfähigkeit
	$\sigma_{Rk,s,fi}(t_u)$ [N/mm ²]	$N_{Rk,s,fi}(t_u)$ [kN]
R30	39,74	1,40
R60	30,79	1,10
R90	21,84	0,70
R120	17,37	0,60



Graphische Auswertung

Upat Ankerbolzen IMC M8: Ermittlung der charakteristischen Stahlspannung bei zentrischer Zugbeanspruchung



Verankerungsmittel: Upat Ankerbolzen IMC **Beanspruchung:** zentr. Zug
Durchmesser: M12

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	2,50	29,66	133,07	0,0075
2	2,00	23,72	169,88	0,0059
3	1,80	21,35	169,83	0,0059
4	3,50	41,52	123,40	0,0081
5	4,00	47,45	122,08	0,0082
6	4,50	53,38	89,15	0,0112
7	5,00	59,31	87,25	0,0115
8	6,00	71,17	79,00	0,0127

Regressionsgleichung:

$\sigma_{s1} = C_1 + C_2 / t_U$	$C_1 =$	-15,022
	$C_2 =$	6595,296

Ermittlung der charakteristischen Stahlspannung

ungünstigstes Versuchsergebnis

untere Grenzwertkurve:

$t_U = 133,1$
 $\sigma_s = 29,66$

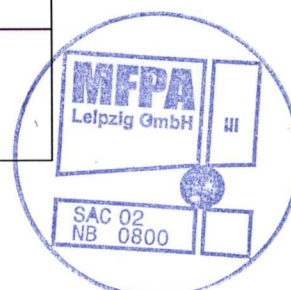
$\sigma_{s2} = C_3 * (C_1 + C_2 / t_U)$	$C_3 =$	0,859
---	---------	-------

Geradengleichung zur Interpolation zwischen 30 und 90 Minuten:

$\sigma_{s3} = C_4 - C_5 * t_U$	$C_4 =$	144,392
	$C_5 =$	1,049

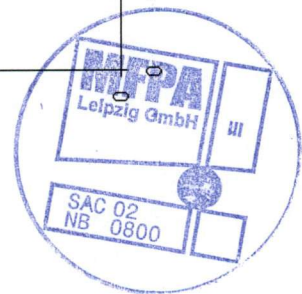
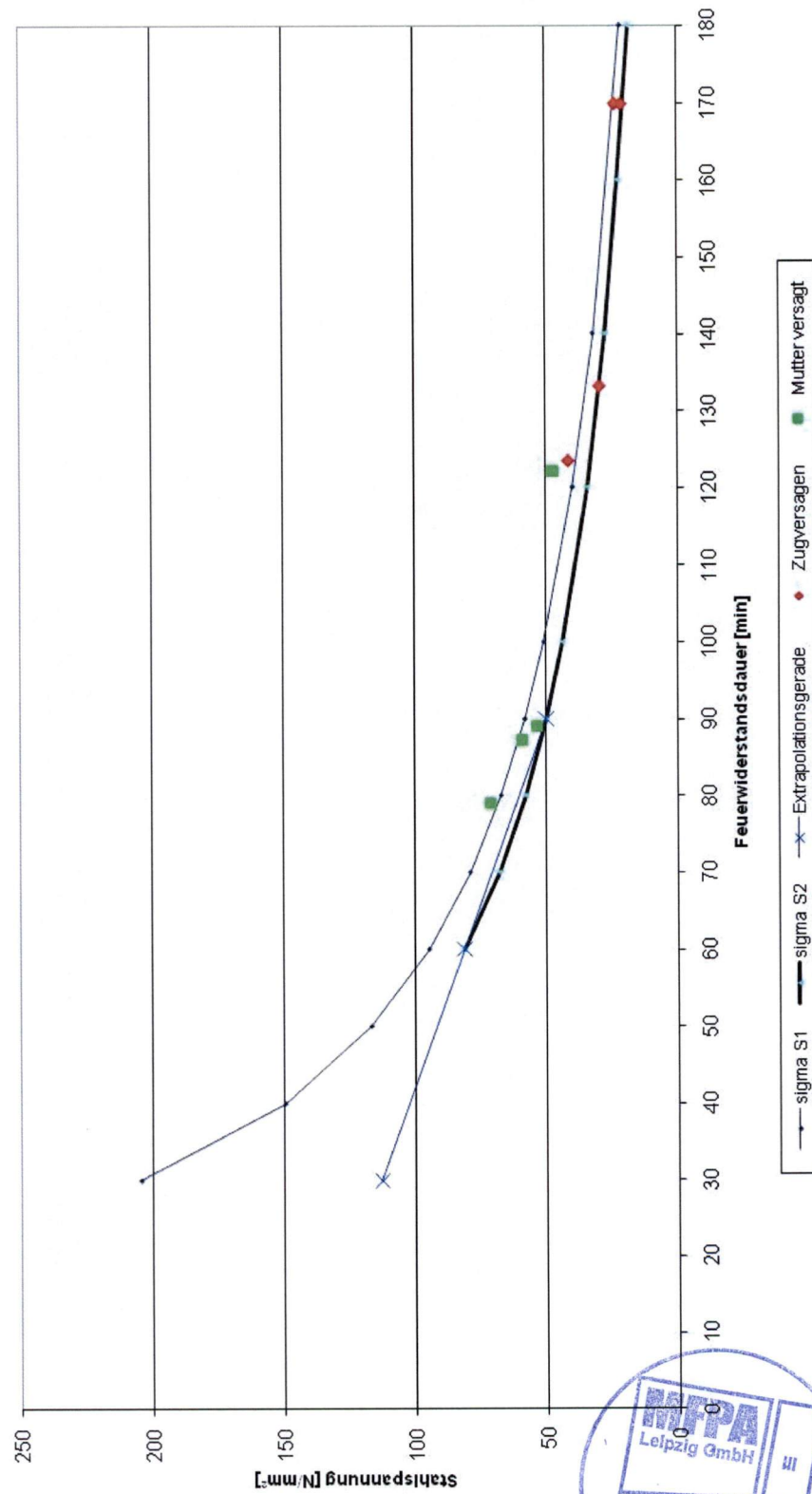
charakteristische Kennwerte:

Feuerwiderstands- klasse	charakteristische Stahlspannungen	charakteristische Zugtragfähigkeit
	$\sigma_{Rk,s,fi(t_U)}$ [N/mm ²]	$N_{Rk,s,fi(t_U)}$ [kN]
R30	112,93	1,40
R60	81,48	1,10
R90	50,02	0,70
R120	34,29	0,60



Graphische Auswertung

Upat Ankerbolzen IMC M12: Ermittlung der charakteristischen Zugspannung bei zentrischer Zugbeanspruchung



Verankerungsmittel: Upat Ankerbolzen IMC **Beanspruchung:**

zentr. Zug

Durchmesser: 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

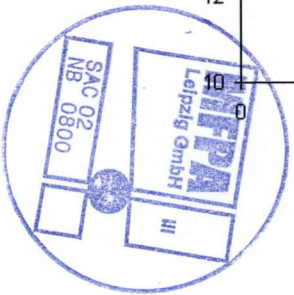
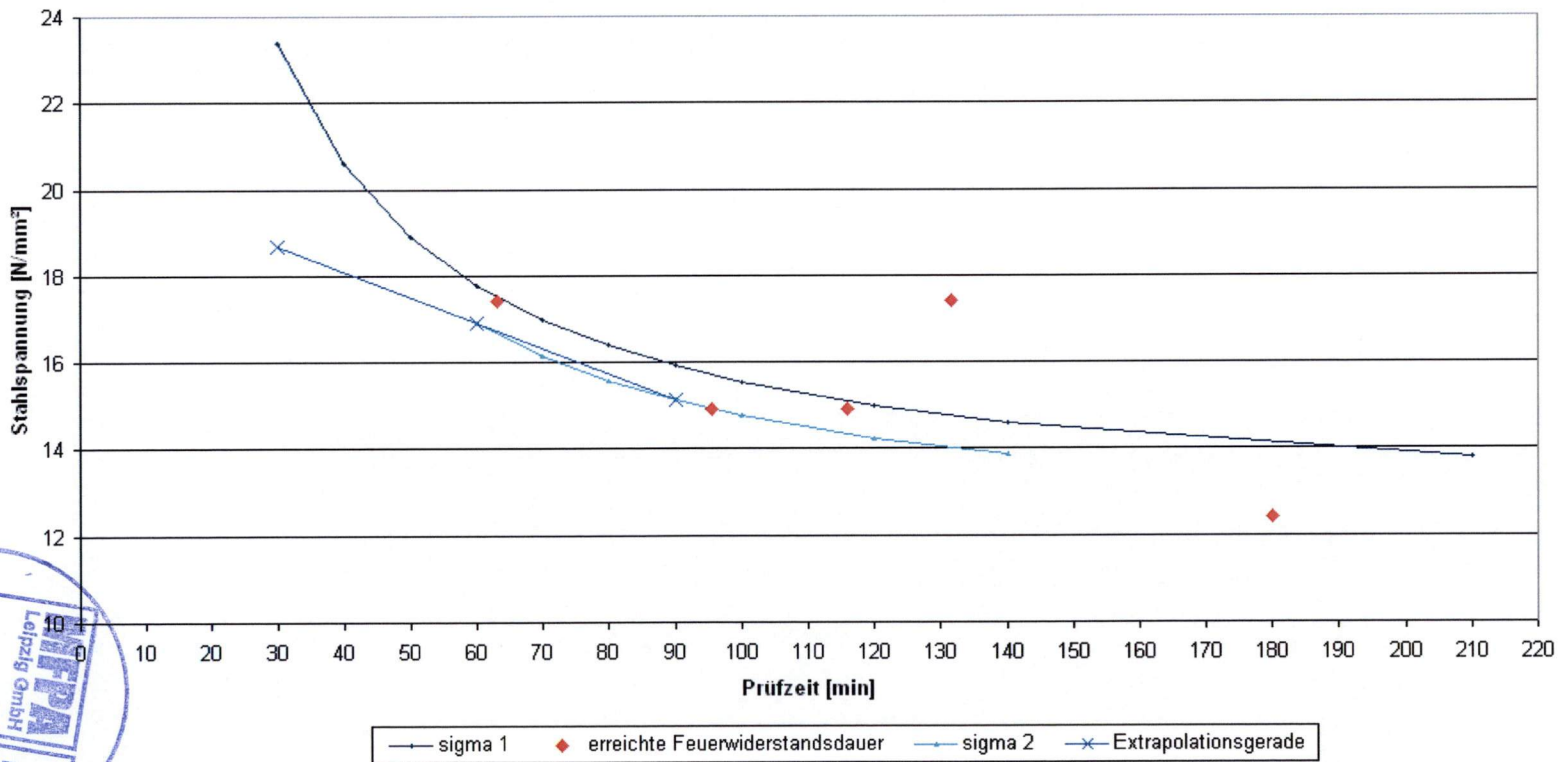
Empfohlene charakteristische Kennwerte für die Aufnahme in die ETA:

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



Graphische Auswertung

Upat Ankerbolzen IMC M6: Ermittlung der charakteristischen Stahlspannung bei zentrischer Zugbeanspruchung



Verankerungsmittel: Upat Ankerbolzen IMC **Beanspruchung:** Querlast
Durchmesser: M8

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	1,40	38,25	116,42	0,0086
2	1,80	49,18	97,65	0,0102
3	2,50	68,31	82,55	0,0121
4	3,00	81,97	64,22	0,0156
5	2,80	76,50	82,83	0,0121
6	4,50	122,95	73,20	0,0137

Regressionsgleichung:

$\sigma_{s1} = C_1 + C_2 / t_u$	C ₁ =	-36,668
	C ₂ =	9095,660

Ermittlung der charakteristischen Stahlspannung

ungünstigstes Versuchsergebnis

untere Grenzwertkurve:

t_u = 64,2
 σ_s = 81,97

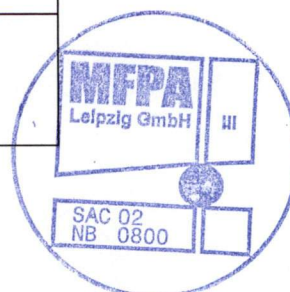
$\sigma_{s2} = C_3 * (C_1 + C_2 / t_u)$	C ₃ =	0,781
---	------------------	-------

Geradengleichung zur Interpolation zwischen 30 und 90 Minuten:

$\sigma_{s3} = C_4 - C_5 * t_u$	C ₄ =	168,654
	C ₅ =	1,315

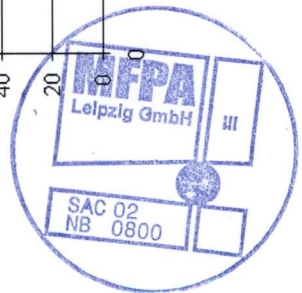
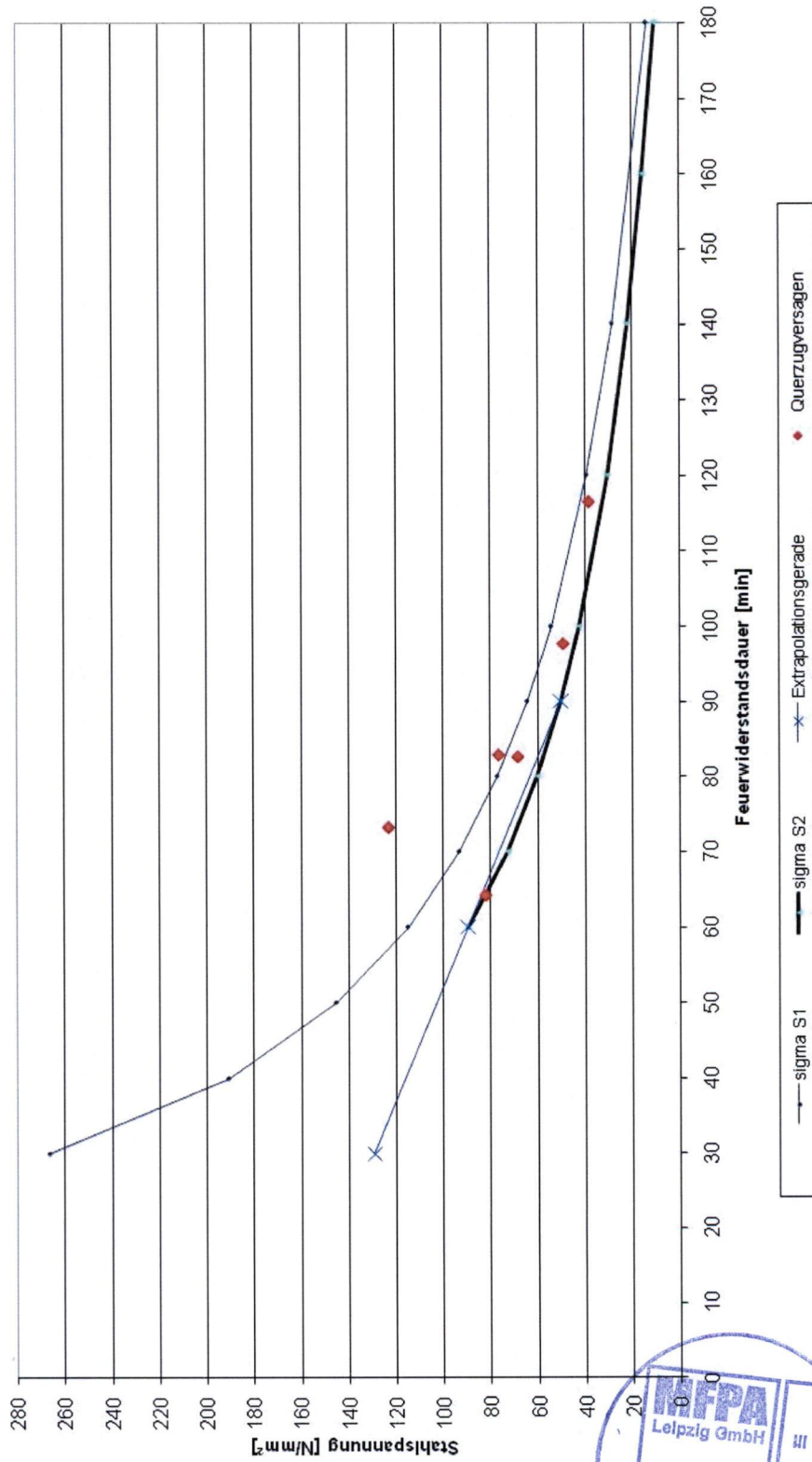
charakteristische Kennwerte:

Feuerwiderstands- klasse	charakteristische Stahlspannungen	charakteristische Zugtragfähigkeit
	$\sigma_{Rk,s,fi(t_u)}$ [N/mm ²]	$N_{Rk,s,fi(t_u)}$ [kN]
R30	129,20	4,70
R60	89,74	3,20
R90	50,28	1,80
R120	30,55	1,10



Graphische Auswertung

Upat Ankerbolzen IMC M8: Ermittlung der charakteristischen Stahlspannung bei Querlastbeanspruchung



Verankerungsmittel: Upat Ankerbolzen IMC **Beanspruchung:** Querlast
Durchmesser: M12

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	8,00	94,90	98,83	0,0101
2	10,00	118,62	74,57	0,0134
3	7,00	83,04	94,23	0,0106
4	9,00	106,76	67,73	0,0148

Regressionsgleichung:

$\sigma_{s1} = C_1 + C_2 / t_U$	$C_1 =$	37,325
	$C_2 =$	5194,250

Ermittlung der charakteristischen Stahlspannung

ungünstigstes Versuchsergebnis

untere Grenzwertkurve:

$t_U = 94,2$
 $\sigma_s = 83,04$

$\sigma_{s2} = C_3 * (C_1 + C_2 / t_U)$	$C_3 =$	0,898
---	---------	-------

Geradengleichung zur Interpolation zwischen 30 und 90 Minuten:

$\sigma_{s3} = C_4 - C_5 * t_U$	$C_4 =$	163,125
	$C_5 =$	0,864

charakteristische Kennwerte:

Feuerwiderstands- klasse	charakteristische Stahlspannungen	charakteristische Zugtragfähigkeit
	$\sigma_{Rk,s,fi}(t_U)$ [N/mm ²]	$N_{Rk,s,fi}(t_U)$ [kN]
R30	137,21	9,80
R60	111,29	7,90
R90	85,37	6,10
R120	72,41	5,10



Graphische Auswertung

Upat Ankerbolzen IMC M12: Ermittlung der charakteristischen Stahlspannung bei Querlastbeanspruchung

