

# MFWA 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@mfw-leipzig.de](mailto:s.reichel@mfw-leipzig.de)

---

## Gutachterliche Stellungnahme Nr. GS 3.2/18-120-2

vom 29.06.2018

---

*Gegenstand:* Rohrschellen FRS-L M8/M10 Universal in den Spannbereichen 8-11 bis 164-172  
Gutachterliche Stellungnahme zu Tragfähigkeit und Verformungsverhalten unter der thermischen Beanspruchung durch die Einheits-temperaturzeitkurve (ETK) nach DIN EN 1363-1

*Auftraggeber:* **fischerwerke GmbH & Co. KG**  
Klaus-Fischer-Straße 1  
72178 Waldachtal

*Bearbeiter:* Dr.-Ing. Susanne Reichel

Dieses Dokument besteht aus 24 Seiten, inkl. 3 Anlagen.

---

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

---

Gesellschaft für Materialforschung und Prüfungsanstalt für das  
Bauwesen Leipzig mbH (MFWA 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



## I Anlass und Auftrag

Die MFPA Leipzig GmbH wurde am 27. März 2018 von der Fischerwerke GmbH & Co. KG beauftragt, eine gutachterliche Stellungnahme zur Tragfähigkeit und zum Verformungsverhalten der Rohrschellen FRS-L M8/M10 Universal in den Spannbereichen 8-11 bis 164-172 bei Brandbeanspruchung durch die Einheitstemperaturzeitkurve (ETK) gemäß [N1] zu erstellen. Ziel ist die Identifikation der charakteristischen Tragfähigkeit unter Zugbeanspruchung im Brandfall sowie die Beschreibung des dabei auftretenden Verformungsverhaltens.

Das Tragverhalten im Brandfall für die Spannbereiche 8-11 bis 111-119 wurde basierend auf den Versuchsergebnissen aus [G1] bereits in [G2] beschrieben. Die entsprechenden Daten aus [G1] werden im vorliegenden Dokument berücksichtigt. Die Analyse des Tragverhaltens im Brandfall für die Spannbereiche 120-129 bis 164-172 erfolgt auf Basis der Versuchsergebnisse aus [G3].

## II Beschreibung der geprüften Konstruktion

Bei den Rohrschellen FRS-L M8/M10 Universal handelt es sich um zweischraubige Rohrschellen mit Kombi-Anschlussgewinde. Sie bestehen aus je zwei Metallbändern aus galvanisch verzinktem Stahl gemäß [N2] (Werkstoffnummer 1.0332), welche über eine vormontierte EPDM-Schalldämmeinlage verfügen. Am oberen Schellenrand ist die Anschlussmutter für Gewindeabmessungen M8/M10 aufgeschweißt. Die beiden Metallbänder werden beidseitig mit einer Verschlusschraube verbunden, wobei auf einer Seite der Verschluss mit Pendelschraube erfolgt. Eine Übersicht über die Produktreihe ist Anhang A1 zu entnehmen.

Die Einteilung der Produktreihe in Untergruppen erfolgt in Übereinstimmung mit [N3] anhand der Sprünge der Schellenbandgeometrie, sodass 4 Untergruppen identifiziert werden können:

- Gruppe 1: Spannbereich 8-11 bis 31-37,
- Gruppe 2: Spannbereich 38-45 bis 60-66,
- Gruppe 3: Spannbereich 67-75 bis 111-119,
- Gruppe 4: Spannbereich 120-129 bis 164-172.

Gemäß [N3] ist für jede Untergruppe mindestens die größte Dimension zu prüfen. Die Versuchsergebnisse dürfen auf Produkte der gleichen Untergruppe mit kleinerer Dimension übertragen werden. Folglich wurden Versuche für die Rohrschellen mit Spannbereich

- 31-37 (siehe [G1]),
- 60-66 (siehe [G1]),
- 111-119 (siehe [G1]),
- 164-172 (siehe [G3])

durchgeführt. Die Versuche erfolgten jeweils unter Nutzung von Gewindestangen M8 der Festigkeitsklasse 4.8 mit einer Abhängehöhe von 500mm. Hinsichtlich der Prüfanordnung und -durchführung sowie der Versuchsergebnisse sei an dieser Stelle auf [G1, G3] verwiesen.

### III Brandschutztechnische Bewertung

Die brandschutztechnische Bewertung der Rohrschellen FRS-L M8/M10 Universal umfasst die Identifikation der charakteristische Zugtragfähigkeit bei Brandbeanspruchung in Abhängigkeit der Feuerwiderstandsdauer sowie die Ableitung von Mindestabständen zu brandschutzwirksamen Bauteilen aus dem in den Versuchen beobachteten Verformungsverhalten. Zusätzlich wird die maximal mögliche Belastung bestimmt, sodass nach einer Branddauer von 30min eine Verformung von  $a = 50\text{mm}$  nicht überschritten wird. Die Auswertung der Versuchsergebnisse aus [G1, G3] für die Ermittlung der genannten Charakteristiken erfolgt gemäß der Vorgaben aus [N3].

Die Mindestabstände *min. a* beziehen sich auf die Verformungen der Gesamtkonstruktion, bestehend aus Rohrschelle und Gewindestange, unter Brandbeanspruchung. Zusätzliche Verformungen, z.B. aus den Installationen (z.B. Rohre) müssen gesondert untersucht werden.

Da die Längenänderung durch mechanische Beanspruchung bei gleicher Last bei Gewindestangen M10 kleiner ist als bei Gewindestangen M8 (größere Querschnittsfläche), ist eine Übertragung der ermittelten Werte auf Konstruktionen mit Gewindestangen M10 auf der sicheren Seite liegend möglich. Gleiches gilt für Gewindestangen M8 und M10 mit Festigkeitsklassen  $> 4.8$ .

#### 1 Charakteristische Zugtragfähigkeit

In Anlage A2 ist für jede Untergruppe eine graphische Auswertung der Versuchsergebnisse aus [G1, G3] hinsichtlich der zeitabhängigen Beanspruchbarkeit sowie die gemäß der Vorgaben aus [N3] aus den Versuchsergebnissen bestimmte Feuerwiderstandskurve ausgewiesen. Die daraus resultierenden charakteristischen Zugtragfähigkeiten (zentrischer Zug) in Abhängigkeit der Feuerwiderstandsdauer sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

FRS-L M8/M10 Universal		Feuerwiderstandsdauer [ <i>min</i> ]			
Spannbereich	Nenngröße	30	60	90	120
[ <i>mm</i> ]	[ <i>Zoll</i> ]	$F_{Rk}$ [ <i>kN</i> ]			
8-11		0,27	0,14	0,09	0,07
12-15	1/4"				
16-19	3/8"				
20-24	1/2"				
25-30	3/4"				
31-37	1"				
38-45	1 1/4"	0,29	0,14	0,09	0,06
46-52	1 1/2"				
53-59					
60-66	2"				
67-75		0,58	0,38	0,29	0,24
76-84	2 1/2"				
85-93	3"				
94-100					
101-110					
111-119	4"				
120-129		0,42	0,31	0,25	0,22
130-137					
138-145	5"				
146-155					
156-163					
164-172	6"				

Tabelle 1: Rohrschellen FRS-L M8/M10 Universal: Charakteristische Zugtragfähigkeit (zentrischer Zug)  $F_{Rk}$  [*kN*] in Abhängigkeit der Feuerwiderstandsdauer

Die in Tabelle 1 ausgewiesenen Ergebnisse werden durch die Kaltlast  $F_{zul}$  gemäß [N4] nach oben begrenzt (vgl. [N3], Abschnitt B-3.2.2.1.4).

## 2 Mindestabstände

Für Anwendungen der Rohrschellen FRS-L M8/M10 Universal im Zwischendeckenbereich abgehängter, brandschutztechnisch relevanter Unterdeckenkonstruktionen wird ein Mindestabstand *min. a* zwischen der Oberseite der Unterdecke und der Unterseite der Rohrschellen definiert (vgl.

Abbildung 1). Ziel ist es, eine negative Beeinträchtigung der Unterdeckenkonstruktion infolge der temperaturbedingten Vertikalverformungen der Rohrschellen sowie der Längenänderungen der Gewindestangen auszuschließen.

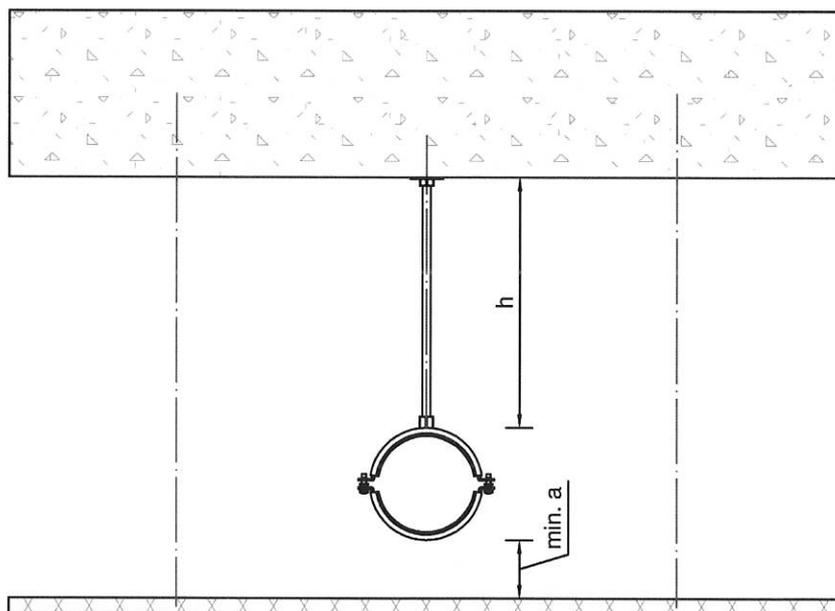


Abbildung 1: Anwendung der Rohrschellen FRS-L M8/M10 Universal im Zwischendeckenbereich: Prinzipskizze

Die Mindestabstände *min. a* ergeben sich aus den maximalen versuchstechnisch bestimmten Vertikalverformungen (unabhängig vom Versagenszeitpunkt, siehe [G1, G3]) unter Berücksichtigung der temperaturbedingten Längenänderungen der zum Abhängen verwendeten Gewindestangen. Auf der sicheren Seite liegend wird die Längenänderung der Gewindestangen mit  $h \geq 500\text{mm}$  ( $\geq$  geprüfte Abhängerlänge) unter Berücksichtigung der temperaturabhängigen thermischen Dehnung  $\frac{\Delta l}{l}$  gemäß [N5], Kapitel 3.4.1.1 für den Zeitpunkt  $t = 120\text{min}$  bestimmt ( $T(t)$  aus ETK), da dieser Zeitpunkt die maximale, im Rahmen des vorliegenden Dokuments betrachtete Feuerwiderstandsdauer kennzeichnet. Für Gewindestangen mit  $h < 500\text{mm}$  wird der Wert  $\frac{\Delta l}{l}$  gemäß [N5], Kapitel 3.4.1.1 für den Zeitpunkt  $t = 30\text{min}$  angesetzt.

Die in Tabelle 2 angegebenen Mindestabstände *min. a* sind unter der Voraussetzung gültig, dass die unter Brandbeanspruchung maximal zulässigen Lasten entsprechend Tabelle 1 nicht überschritten werden.

FRS-L M8/M10 Universal		Abhängehöhe [mm]			
Spannbereich [mm]	Nenngröße [Zoll]	$h \leq 250$	$h \leq 500$	$h \leq 750$	$h \leq 1000$
		<i>min. a</i> [mm]			
8-11		54	57	61	64
12-15	1/4"				
16-19	3/8"				
20-24	1/2"				
25-30	3/4"				
31-37	1"				
38-45	1 1/4"	72	75	79	82
46-52	1 1/2"				
53-59					
60-66	2"				
67-75		75	78	82	85
76-84	2 1/2"				
85-93	3"				
94-100					
101-110					
111-119	4"				
120-129		65	68	72	75
130-137					
138-145	5"				
146-155					
156-163					
164-172	6"				

Tabelle 2: Rohrschellen FRS-L M8/M10 Universal: Mindestabstände *min. a* [mm] zu brandschutztechnisch wirksamen Bauteilen

### 3 Maximale Belastung für $a \leq 50\text{mm}$ bei R30

Da die nutzbare Höhe im Zwischendeckenbereich in der Praxis häufig begrenzt ist, können die im vorangegangenen Abschnitt ausgewiesenen Mindestabstände nicht immer realisiert werden. Aus diesem Grund wurden für das beurteilte System reduzierte Belastungen ermittelt, die gewährleisten, dass bei einer Brandbeanspruchung nach ETK über 30 Minuten der Mindestabstand  $min. a = 50\text{mm}$  gemäß den Anforderungen aus [N6] nicht unterschritten wird.

Grundlage für die Ermittlung dieser Werte ist die Auswertung der Ver-



suchsergebnisse aus [G1, G3] hinsichtlich des Last-Verformungs-Verhaltens bis 30min Brandzeit. Eine graphische Auswertung der Versuchsergebnisse sowie die gemäß der Vorgaben aus [N3] aus den Versuchsergebnissen bestimmten Last-Verformungs-Kurven bis 30min Brandzeit für jede Untergruppe der Produktreihe sind Anhang A3 zu entnehmen. Für die Versuchskörper der Gruppe 4 mit defekter Verformungsmesseinrichtung (Zugbeanspruchung  $N_{fire} = 300N$  und  $N_{fire} = 350N$ , vgl. [G3]) werden im Zuge der Auswertung in Absprache mit dem Auftraggeber auf der sicheren Seite liegend die Verformungen des Versuchskörpers mit nächsthöherer Zugbeanspruchung von  $N_{fire} = 380N$  angesetzt.

Die sich ergebenden maximalen Belastungen sind unter Berücksichtigung der temperaturabhängigen thermischen Dehnung der eingesetzten Gewindestangen  $\frac{\Delta l}{l}$  gemäß [N5], Kapitel 3.4.1.1 für den Zeitpunkt  $t = 30min$  in Tabelle 3 ausgewiesen.

FRS-L M8/M10 Universal		Abhängehöhe [mm]			
Spannbereich	Nenngröße	$h \leq 250$	$h \leq 500$	$h \leq 750$	$h \leq 1000$
[mm]	[Zoll]	$F_{max}$ [kN]			
8-11		0,27	0,26	0,24	0,22
12-15	1/4"				
16-19	3/8"				
20-24	1/2"				
25-30	3/4"				
31-37	1"				
38-45	1 1/4"	0,17	0,16	0,15	0,13
46-52	1 1/2"				
53-59					
60-66	2"				
67-75		0,45	0,45	0,45	0,45
76-84	2 1/2"				
85-93	3"				
94-100					
101-110					
111-119	4"				
120-129		0,40	0,40	0,38	0,36
130-137					
138-145	5"				
146-155					
156-163					
164-172	6"				

Tabelle 3: Rohrschellen FRS-L M8/M10 Universal: Maximal mögliche Belastung  $F_{max}$  [kN] für  $a \leq 50mm$  nach 30min Branddauer

## IV Anwendungsbeschränkungen

Die vorstehende Beurteilung für die Rohrschellen FRS-L M8/M10 Universal schließt eine Anwendung für Kabelanlagen mit integriertem Funktionserhalt nach DIN 4102-12: 1998-11 [N7] aus. Für derartige Anwendungen sind weitergehende Beurteilungen und Nachweise des Gesamtsystems erforderlich.

Die Rohrschellen FRS-L M8/M10 Universal können zur Befestigung von nichtbrennbaren Rohren verwendet werden. Entsprechend dem Kommentar zu [N6] können auch brennbare Rohre mit einem Außendurchmesser  $d_a \leq 160\text{mm}$  verwendet werden, wenn diese mit nichtbrennbaren alukaschierten Dämmschalen (Schmelzpunkt  $> 1000^\circ\text{C}$ , Dicke  $> 30\text{mm}$ , Raumgewicht ca.  $80 - 120 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ ) brandschutztechnisch gekapselt werden. Die Sicherung der Dämmung hat mit ca. 6 Windungen Bindedraht pro Meter zu erfolgen.

## V Besondere Hinweise

Die vorstehende Beurteilung gilt nur für Rohrschellen der Produktreihe FRS-L M8/M10 Universal aus galvanisch verzinktem Stahl, die unter Einhaltung der Montagebestimmungen der Technischen Datenblätter der Firma fischerwerke GmbH & Co. KG eingebaut werden. Sie verliert ihre Gültigkeit, sobald sich aufgrund von wesentlichen Änderungen der Konstruktion (z.B. Werkstoff, Geometrie) die Bewertungsgrundlage ändert. Die Art der Verzinkung hat keinen Einfluss auf die Feuerwiderstandsfähigkeit. Deshalb gelten die Werte auch für Rohrschellen FRS-L M8/M10 Universal aus feuerverzinktem Stahl, sofern die Abmessungen der Rohrschellen identisch mit den geprüften sind.

Die Beurteilung gilt nur in Verbindung mit M8 bzw. M10 Gewindestangen der Festigkeitsklasse  $\geq 4.8$  sowie in Bauteilen, die mindestens in die Feuerwiderstandsklasse eingestuft werden können, die der Feuerwiderstandsdauer der Rohrschellen entspricht.

Aufgrund des besseren Hochtemperaturverhaltens von Edelstählen sind die Werte auch für Rohrschellen und Schrauben gleicher Abmessungen aus Edelstahl A2/A4 gültig.

Die Befestigung der Rohrschellen an Deckenkonstruktionen muss mit Befestigungsmitteln erfolgen, für die ein entsprechender brandschutztechnischer Nachweis vorliegt.

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 29.06.2018



Dr.-Ing. S. Reichel

Geschäftsbereichsleiterin & Bearbeiterin

## VI Quellen

### 1 Verwendete Normen, Richtlinien und Regelwerke

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

- [N1] DIN EN 1363-1:2012-10: Feuerwiderstandsprüfungen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen; Deutsche Fassung EN 1363-1:2012
- [N2] DIN EN 10111:2008-06: Kontinuierlich warmgewalztes Band und Blech aus weichen Stählen zum Kaltumformen - Technische Lieferbedingungen; Deutsche Fassung EN 10111:2008
- [N3] RAL-GZ 656: Brandgeprüfte Rohrbefestigung; RAL Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V., Mai 2010
- [N4] RAL-GZ 655: Rohrbefestigung - Gütesicherung; RAL Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V., April 2008
- [N5] DIN EN 1993-1-2:2010-12: Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-2: Allgemeine Regeln - Tragwerksbemessung für den Brandfall; Deutsche Fassung EN 1993-1-2:2005 + AC:2009
- [N6] Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Leitungsanlagen (Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie - MLAR); Fachkommission Bauaufsicht der Bauministerkonferenz, Fassung 10.2.2015
- [N7] DIN 4102-12:1998-11: Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 12: Funktionserhalt von elektrischen Kabelanlagen Anforderungen und Prüfungen

### 2 Referenzdokumente

Den Berechnungen liegen die folgenden Referenzdokumente sowie zusätzlichen Informationen zugrunde:

#### 2.1 Gutachten und Prüfberichte

- [G1] Prüfbericht Nr. PB 3.2/15-141-1: Rohrschellen FRS-L M8/M10 Universal in den Größen 31-37, 60-66 und 111-119, Prüfung in Anlehnung an RAL-GZ 656 „Brandgeprüfte Rohrbefestigung“



(Mai 2010) zur Ermittlung der Tragfähigkeit und des Verformungsverhaltens unter der thermischen Beanspruchung durch die Einheitstemperaturzeitkurve (ETK) nach DIN EN 1363-1 – MFPA Leipzig GmbH; 11.08.2016

[G2] Gutachterliche Stellungnahme Nr. GS 3.2/15-141-3: Rohrschellen FRS-L M8/M10 Universal in den Größen 1" (31-37), 2" (60-66) und 4" (111-119), Gutachterliche Stellungnahme zu Tragfähigkeit und Verformungsverhalten unter der thermischen Beanspruchung durch die Einheitstemperaturzeitkurve (ETK) nach DIN EN 1363-1 – MFPA Leipzig GmbH; 11.08.2016

[G3] Prüfbericht Nr. PB 3.2/18-120-1: Rohrschelle FRS-L M8/M10 Universal in der Größe 164-172, Prüfung in Anlehnung an RAL-GZ 656 Brandgeprüfte Rohrbefestigung: 2010-05 [1] zur Ermittlung der Tragfähigkeit und des Verformungsverhaltens unter der thermischen Beanspruchung durch die Einheitstemperaturzeitkurve (ETK) nach DIN EN 1363-1:2012-10 [2] – MFPA Leipzig GmbH; 28.06.2018

## 2.2 Sonstiges

[S1] Technische Datenblätter zu den Rohrschellen FRS-L M8/M10 Universal der Firma fischerwerke GmbH & Co. KG

## VII Anhang A1: Technische Daten der Produktreihe FRS-L M8/M10 Universal

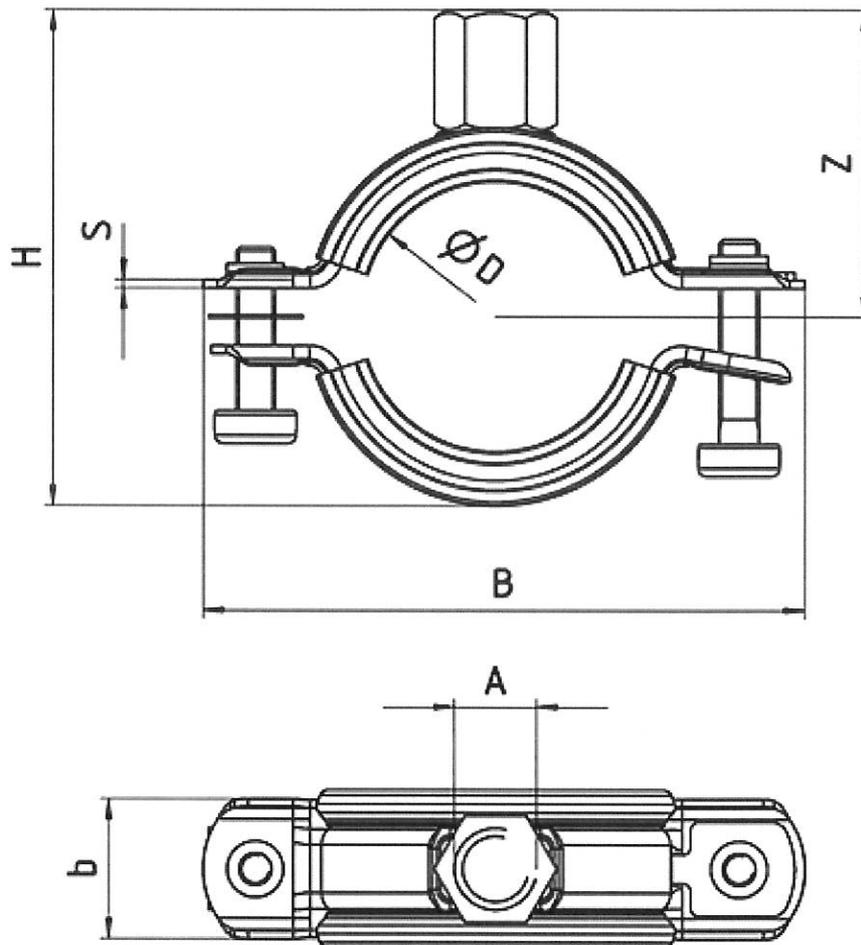


Abbildung 2: Technische Daten der Produktreihe FRS-L M8/M10 Universal: Geometrie, aus [S1]



Spann- bereich	Nenn- größe	Anschluss- gewinde	Breite u. Stärke Schellen- band	Breite	Höhe	Höhe	Verschluss- schraube
<i>D</i> [mm]	[Zoll]	<i>A</i> [mm]	<i>b</i> x <i>s</i> [mm]	<i>B</i> [mm]	<i>H</i> [mm]	<i>Z</i> [mm]	
8-11		M8/M10	18 x 1,0	47	35	25	M5
12-15	1/4"			52	39	27	
16-19	3/8"			56	43	29	
20-24	1/2"			61	48	31	
25-30	3/4"			67	53	34	
31-37	1"			74	61	38	
38-45	1 1/4"		18 x 1,2	83	69	42	
46-52	1 1/2"			90	76	45	
53-59				97	83	49	
60-66	2"			104	90	52	
67-75				120	100	57	
76-84	2 1/2"			130	109	62	
85-93	3"		20 x 1,8	139	118	66	M6
94-100				146	125	70	
101-110				156	135	75	
111-119	4"			165	144	79	
120-129				180,6	148,9	82,9	
130-137				182,9	163,5	89,5	
138-145	5"		25 x 2,0	197,1	166	91,1	
146-155				205,3	173,8	95	
156-163				217,7	182,4	99,6	
164-172	6"			223,4	196	104,2	

Tabelle 4: Technische Daten der Produktreihe FRS-L M8/M10 Universal, aus [S1]



Benennung	Material
Schellenband	Stahl DD11 gemäß DIN EN 10111 [N2] (Werkstoffnummer: 1.0332), galvanisch verzinkt, 5 $\mu$ m
Profilgummi/ Schalldämmeinlage	SBR/EPDM, halogenfrei, silikonfrei, Härte: 55 $\pm$ 5° Shore A
Verschlussschraube	M5/M6 Flachkopfschraube mit Kreuzschlitz Form H und zusätzlichem Schlitz, galvanisch verzinkt $\geq$ 5 $\mu$ m, Festigkeitsklasse $\geq$ 4.8
Gewindestange	M8 oder M10, galvanisch verzinkt, Festigkeitsklasse $\geq$ 4.8

Tabelle 5: Technische Daten der Produktreihe FRS-L M8/M10 Universal: Werkstoffe, aus [S1]

## VIII Anhang A2: Feuerwiderstandskurven gemäß [N3]

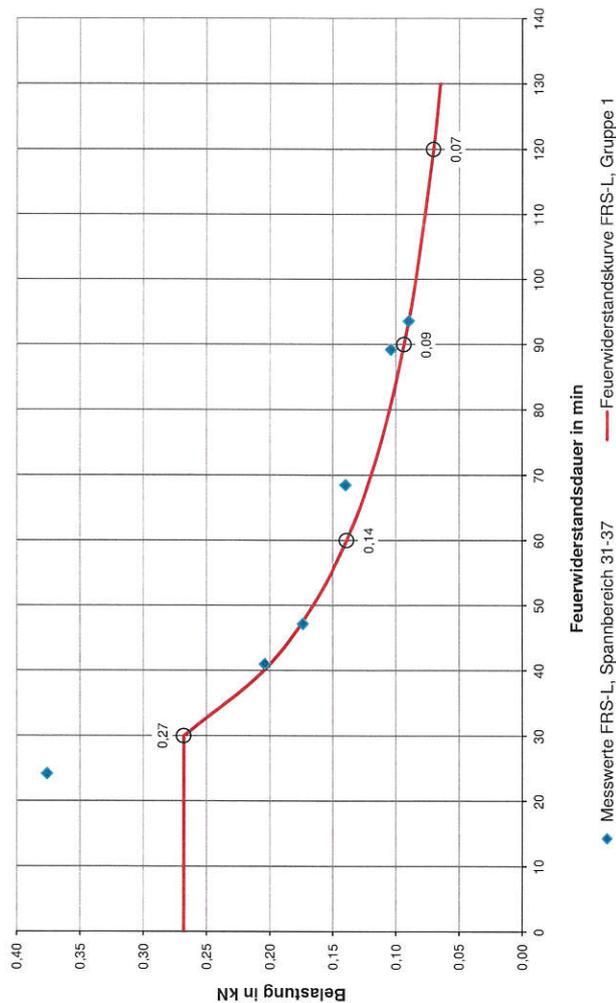


Abbildung 3: Feuerwiderstandskurve gemäß [N3] für Rohrschellen FRS-L, Gruppe 1 basierend auf Versuchsergebnissen für den Spannungsbereich 31-37 (siehe [G1])

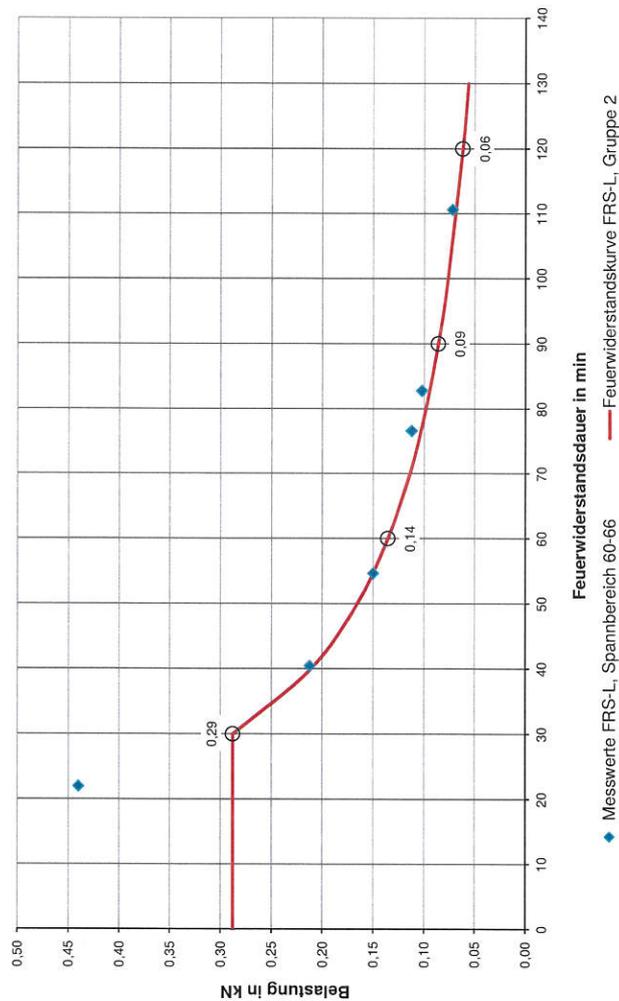


Abbildung 4: Feuerwiderstandskurve gemäß [N3] für Rohrschellen FRS-L, Gruppe 2 basierend auf Versuchsergebnissen für den Spannungsbereich 60-66 (siehe [G1])

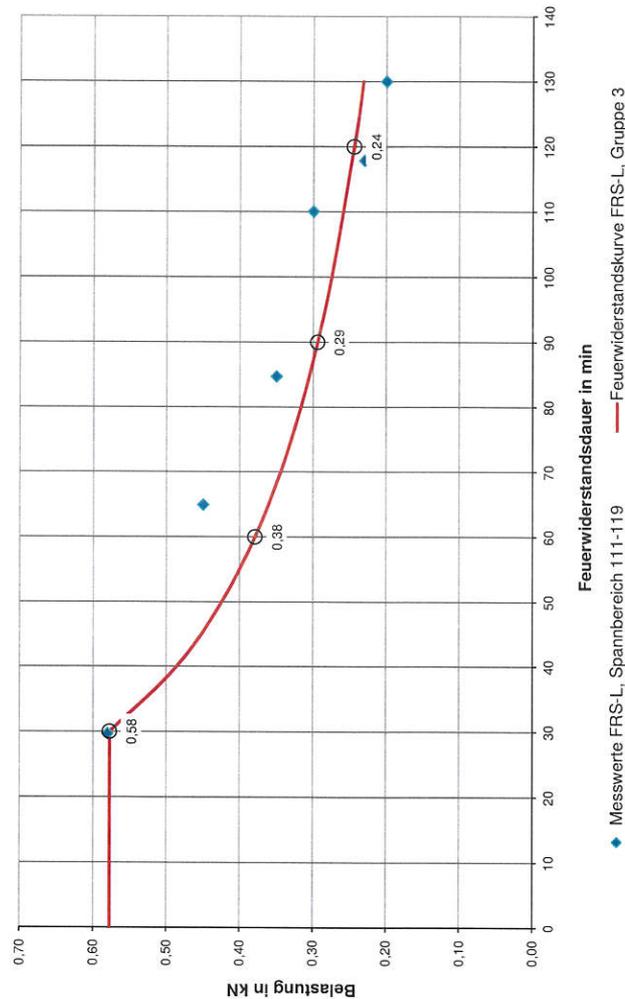


Abbildung 5: Feuerwiderstandskurve gemäß [N3] für Rohrschellen FRS-L, Gruppe 3 basierend auf Versuchsergebnissen für den Spannungsbereich 111-119 (siehe [G1])

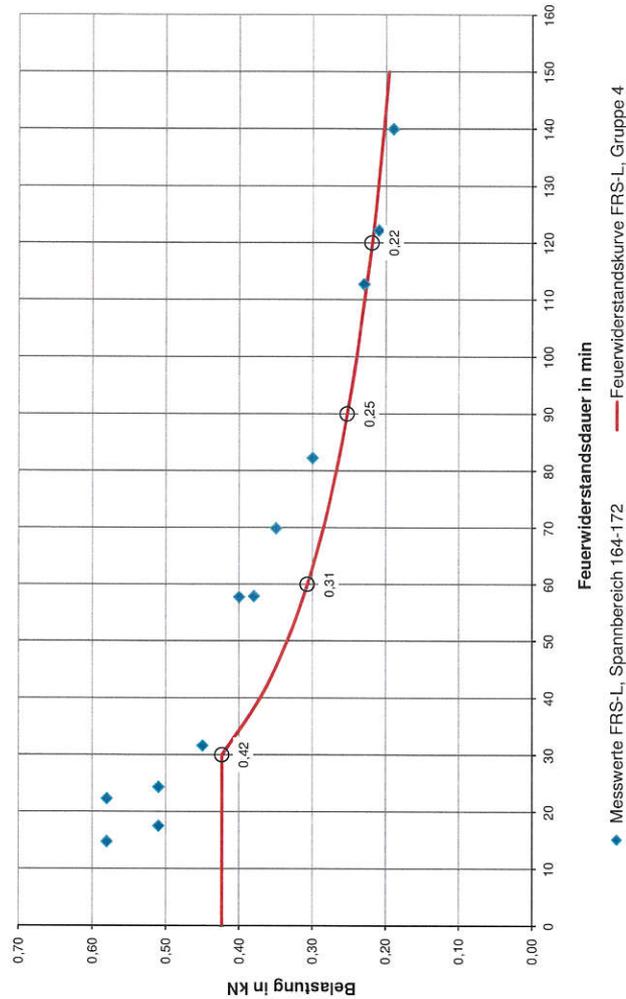


Abbildung 6: Feuerwiderstandskurve gemäß [N3] für Rohrschellen FRS-L, Gruppe 4 basierend auf Versuchsergebnissen für den Spannungsbereich 164-172 (siehe [G3])

## IX Anhang A3: Last-Verformungs-Kurven bis 30min Brandzeit gemäß [N3]

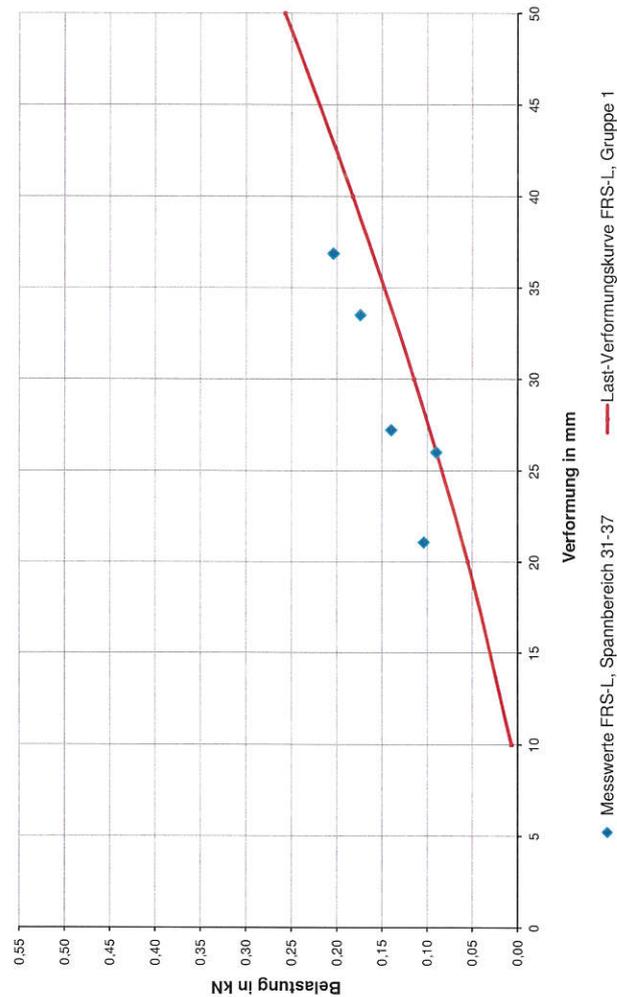


Abbildung 7: Last-Verformungs-Kurven bis 30min Brandzeit gemäß [N3] für Rohrschellen FRS-L, Gruppe 1 basierend auf Versuchsergebnissen für den Spannungsbereich 31-37 (siehe [G1])

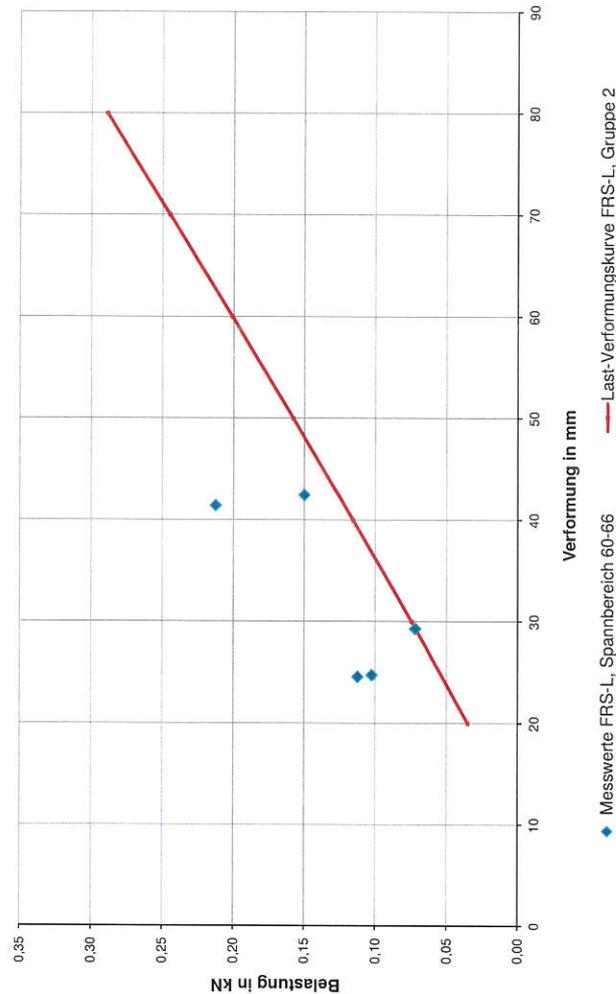


Abbildung 8: Last-Verformungs-Kurven bis 30min Brandzeit gemäß [N3] für Rohrschellen FRS-L, Gruppe 2 basierend auf Versuchsergebnissen für den Spannungsbereich 60-66 (siehe [G1])

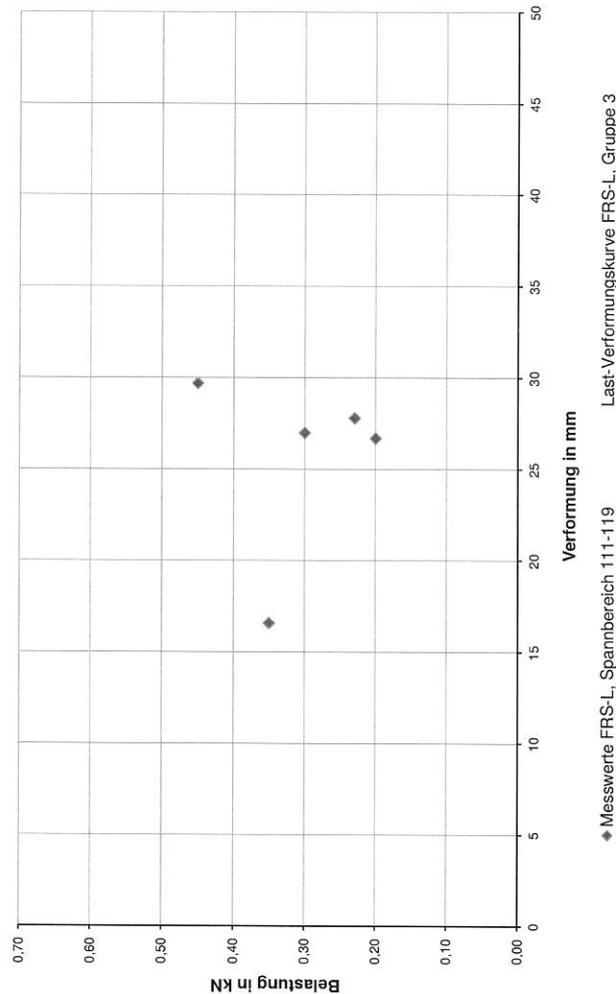


Abbildung 9: Last-Verformungs-Kurven bis 30min Brandzeit gemäß [N3] für Rohrschellen FRS-L, Gruppe 3 basierend auf Versuchsergebnissen für den Spannungsbereich 111-119 (siehe [G1])

Die Versuchsergebnisse zeigen keine eindeutige Last-Verformungskurve. Es sind jedoch selbst bei der maximalen im Versuch aufgebrachten Beanspruchung von 0,45kN mit einer Versagenszeit von  $t > 30min$  keine Verformungen über 50mm nach 30min Brandzeit zu erwarten.

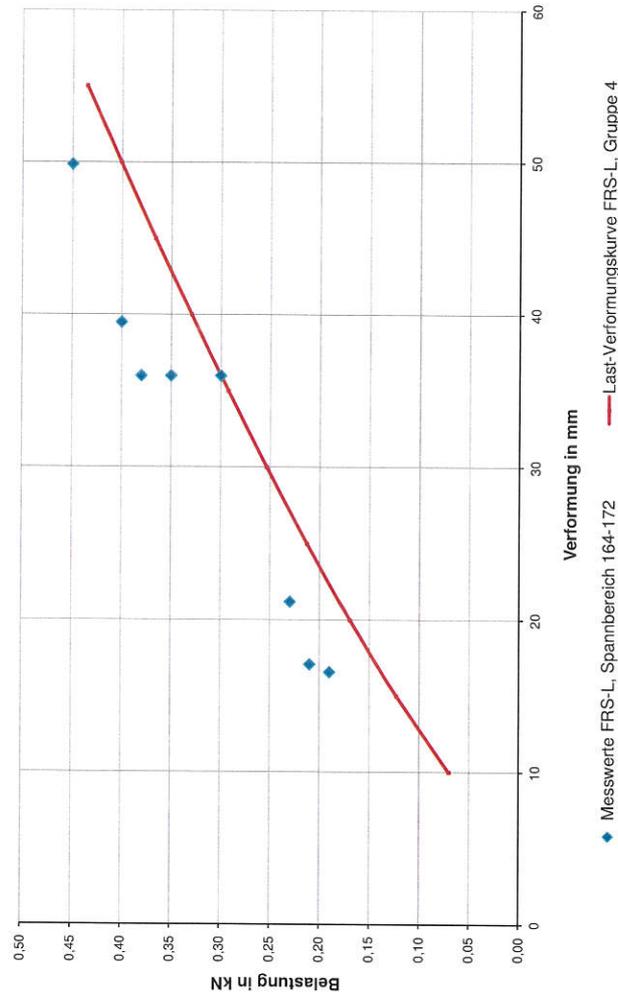


Abbildung 10: Last-Verformungs-Kurven bis 30min Brandzeit gemäß [N3] für Rohrschellen FRS-L, Gruppe 4 basierend auf Versuchsergebnissen für den Spannungsbereich 164-172 (siehe [G3])