



Dr.-Ing. S. Hauswaldt
+49 341 – 581 44 385
+49 178 – 348 17 13
s.hauswaldt@ibb-hauswaldt.de

IBB HAUSWALDT GmbH | Koburger Str. 13 | 04277 Leipzig

www.ibb-hauswaldt.de

Gutachterliche Stellungnahme BB-25-698-1

vom 13. Mai 2026

Gegenstand: Brandschutztechnische Bewertung des Plattenanschlusses „Schöck Tronsole® M“

Beauftragt von: Schöck Bauteile GmbH
Schöckstraße 1
76534 Baden-Baden

Auftragsdatum: Dezember 2025

Bearbeitet von: Dipl.-Wirtsch.-Ing. S. Kramer
Dr.-Ing. S. Hauswaldt

Dieses Dokument besteht aus 21 Seiten.

Dieses Dokument ersetzt keinen Konformitäts- oder Verwendbarkeitsnachweis im Sinne der Bauordnungen.

Inhalt

1	Anlass und Auftrag	3
2	Aufbau der brandschutztechnisch zu bewertenden Konstruktionen	3
2.1	Brandschutzmanschette mit PU-Weichschaum	5
2.2	Brandschutzmanschette mit Rexpandit	6
2.3	Dämmblock im Schacht	7
3	Bewertungsgrundlagen	8
3.1	Statische Berechnung der „Schöck Tronsole® M“	8
3.2	Brandversuche PB 3.2/17-231-2 [3] mit der „Schöck Tronsole® Q“	10
3.3	Brandversuche mit Rexpandit Fugenabdichtung	13
3.4	Temperaturabhängige Entfestigung von Beton	14
3.5	„Conlit Steelprotect Board“ als Brandschutzbekleidung von Stahlbauteilen	15
4	Brandschutztechnische Beurteilung	16
4.1	Mögliches Stahlversagen	16
4.1.1	Stahlversagen bei Einsatz der Brandschutzmanschette mit PU-Weichschaum	16
4.1.2	Stahlversagen bei Einsatz der Brandschutzmanschette mit Rexpandit	16
4.1.3	Stahlversagen durch thermische Beanspruchung im Schacht	17
4.2	Mögliches Betonversagen	17
4.2.1	Brandbeanspruchung von unten	18
4.2.2	Brandbeanspruchung von oben	19
5	Besondere Hinweise bzw. abschließende Bemerkungen	20

1 Anlass und Auftrag

Die Firma Schöck Bauteile GmbH beauftragte die IBB Hauswaldt GmbH damit, eine gutachterliche Stellungnahme hinsichtlich der brandschutztechnischen Bewertung des Plattenanschlusses „Schöck Tronsole® M“ zu erstellen. Ziel der vorliegenden gutachterlichen Stellungnahme ist die Beurteilung des Feuerwiderstandes der „Schöck Tronsole® M“ im Einbauzustand.

2 Aufbau der brandschutztechnisch zu bewertenden Konstruktionen

Bei der „Schöck Tronsole® M“ handelt es sich um ein trittschalldämmendes Querkraftsystem für Treppenpodeste als tragende Verbindung zur Wand unter vorwiegend ruhender Belastung. Es besteht aus einem Wandelement (Part W), der Podesthülse (Part H) und einem Tragelement (Part T), die Komponenten sind einzeln dargestellt in Abbildung 1.

- Das Wandelement Part W besteht aus einem Kunststoffkasten, Lastverteilplatten sowie Elastomerlagern. Es wird unterschieden zwischen den Varianten Part W-V+V und Part W-VH+VH. Die Variante Part W-VH+VH kann auch horizontale Lasten aufnehmen.
- Zur Podesthülse (Part H) gehören auch die kraftübertragenden Teile Zugumlenkelement (ZUKE) sowie die daran beidseitig angeschweißten L-Bügel und ein Hutbügel aus Betonstahl.
- Das Tragelement Part T besteht aus einem Rechteckhohlprofil aus feuerverzinktem Baustahl mit dem Querschnitt 100 mm x 50 mm und einer Wandstärke von 6 mm. Dieses Tragelement liegt in der „Podesthülse“, einer Hülse aus Kunststoff.

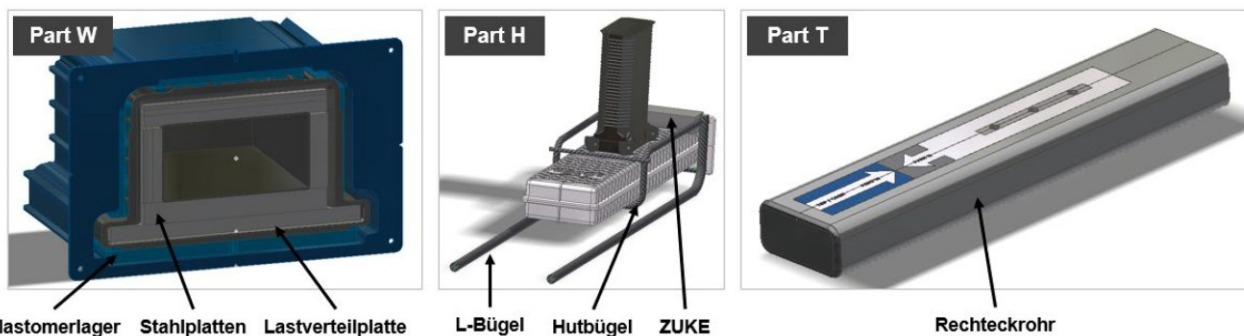


Abbildung 1: Darstellung der Einzelkomponenten (Bild: Schöck)

Das Wandelement Part W wird in der Wand eingebaut, die Podesthülse wird in der Podestplatte eingebaut. Das Tragelement Part T verbindet beide Bauteile kraftschlüssig. Hierzu werden die Hohlräume zwischen Tragprofil und Wandelement bei der Montage mit Stahlplatten ausgefüllt.

In der folgenden Abbildung 2 ist die „Schöck Tronsole® M“ in isometrischer Ansicht dargestellt.

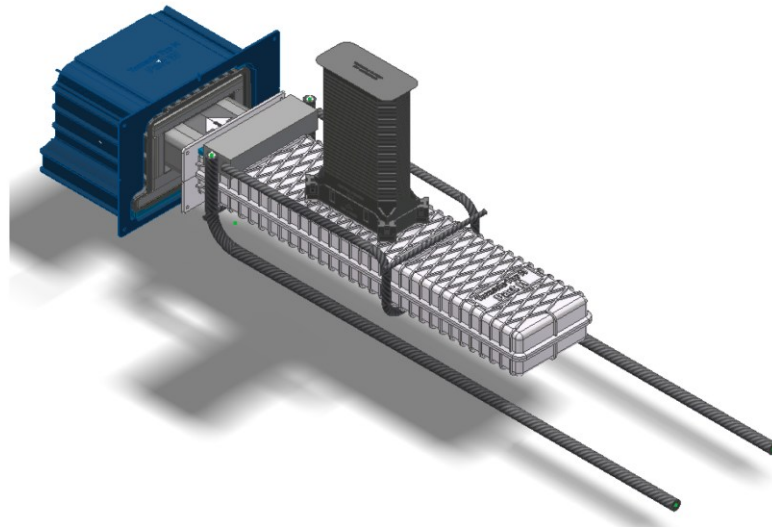


Abbildung 2: Isometrische Darstellung der „Schöck Tronsole® M“ ((Bild: Schöck)

Mit der „Schöck Tronsole® M“ können Fugen zwischen Wand und Podest mit einer Breite von 15 – 50 mm überbrückt werden.

Die Anwendung der „Schöck Tronsole® M“ erfolgt in Stahlbetonpodestplatten aus Normalbeton der Festigkeitsklassen C20/25 bis C50/60. Die Stahlbetonpodestplatten müssen eine minimale Höhe von 200 mm aufweisen.

Hinsichtlich der bauseitigen Bewehrung werden zwei Ausführungsvarianten angeboten. Die Standardausführung erfolgt mit Steckbügeln. Für eine Ausführungsvariante mit höherer Tragfähigkeit müssen geschlossene Bügel angeordnet werden.

Es ist möglich, das Tragelement der „Schöck Tronsole® M“ mit dem Schacht nach oben, aber auch mit Schacht nach unten auszuführen (siehe Abbildung 3).

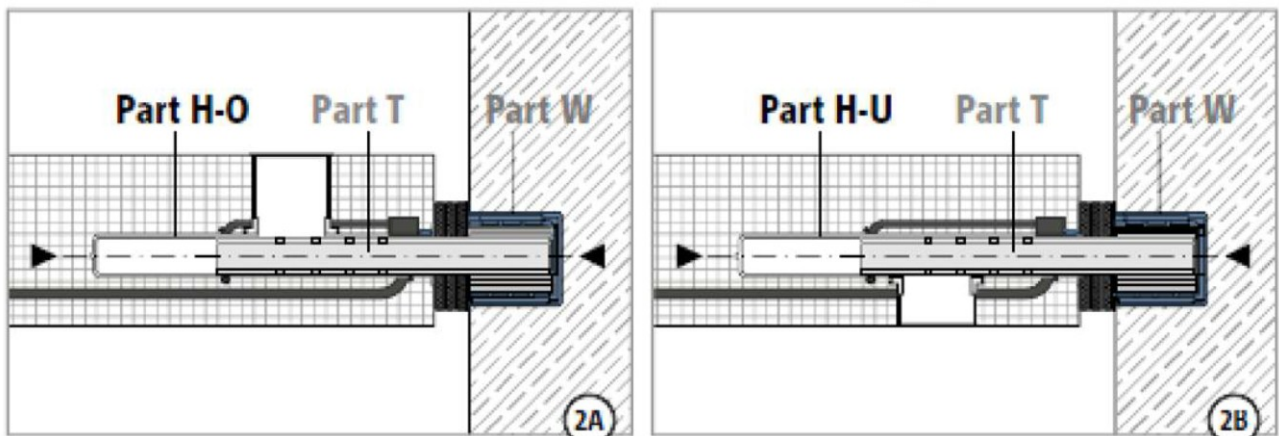


Abbildung 3: Querschnitt durch die „Schöck Tronsole® M“ im Einbauzustand mit Schacht auf der Oberseite (links) und Schacht auf der Unterseite (rechts) (Bild aus Z-15.7-396 [1])

Weitere Angaben zur „Schöck Tronsole® M“ können der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung/ allgemeinen Bauartgenehmigung Z-15.7-396 [1] entnommen werden. Der Feuerwiderstand von „Schöck Tronsole® M“ wird in Z-15.7-396 [1] nicht geregelt.

Ohne zusätzliche Brandschutzmaßnahmen können die tragenden Teile der „Schöck Tronsole® M“ in der Fuge direkt beflammt werden und so im Brandfall zu schnell ihre Tragfähigkeit verlieren. Zum Schutz der Tragelemente im Brandfall können bestimmte Brandschutzmanschetten in den Fugen angeordnet werden, um dies zu verhindern. Diese Brandschutzmanschetten sind zweiteilig und bestehen aus einem u-förmigen Oberteil sowie einem rechteckigen Unterteil. Die Ausführung der Brandschutzmanschette ist in zwei alternativen Varianten vorgesehen:

1. Brandschutzmanschette mit PU-Weichschaum oder
2. Brandschutzmanschette aus Rexpandit

Um eine zu schnelle Erwärmung des Tragelementes durch den Schacht zweifelsfrei auszuschließen, soll im Schacht ein

3. Dämmkörper aus Mineralwolle

eingeklemmt werden. Im Folgenden werden diese drei Brandschutzmaßnahmen einzeln vorgestellt.

2.1 Brandschutzmanschette mit PU-Weichschaum

Sowohl Ober- als auch Unterteil der Brandschutzmanschette bestehen aus einer 25 mm dicken Schicht aus PU-Weichschaum sowie einer beidseitigen 2,5 mm dicken Platte aus intumeszierendem Brandschutzlaminat. Bei größeren Fugen müssen zusätzliche Brandschutzmanschetten vorgesehen werden, es gilt:

- Fugenbreite $f \leq 25$ mm: 1 Brandschutzset = 30 mm
- Fugenbreite 26 – 50 mm: 2 Brandschutzsets = 60 mm

Eine Darstellung des Brandschutzsets sowie deren Abmessungen können der folgenden Abbildung 4 und Abbildung 5 entnommen werden.

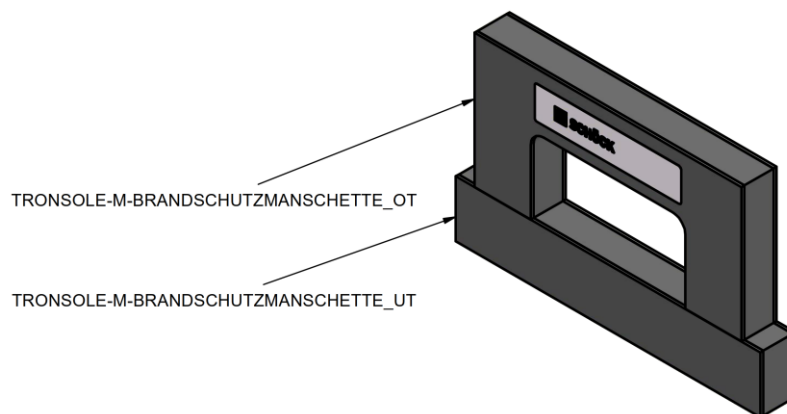


Abbildung 4: Darstellung der Brandschutzmanschette mit PU-Weichschaum für „Schöck Tronsole® M“

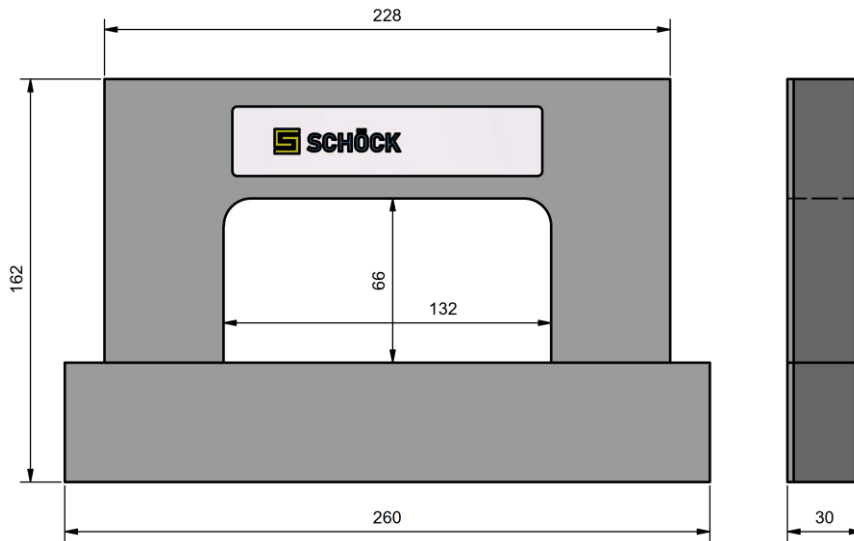


Abbildung 5: Abmessungen der Brandschutzmanschette mit PU-Weichschaum

2.2 Brandschutzmanschette mit Rexpandit

Das Produkt „Rexpandit“ ist ein im Brandfall aufschäumendes Fugenelement zur brandschutztechnischen Abdichtung von Bauwerksfugen in Wänden oder Decken. Dieses soll in Form geschnitten, so dass ein u-förmiges Oberteil sowie ein rechteckiges Unterteil entstehen. In Abhängigkeit von der Fugenbreite gilt dabei Folgendes:

- Fugenbreite $f \leq 30$ mm: Verwendung von Rexpandit 10/30
- Fugenbreite 31 – 50 mm: Verwendung von Rexpandit 30/50

Eine Darstellung des Brandschutzsets sowie deren Abmessungen können der folgenden Abbildung 6 und Abbildung 7 entnommen werden.

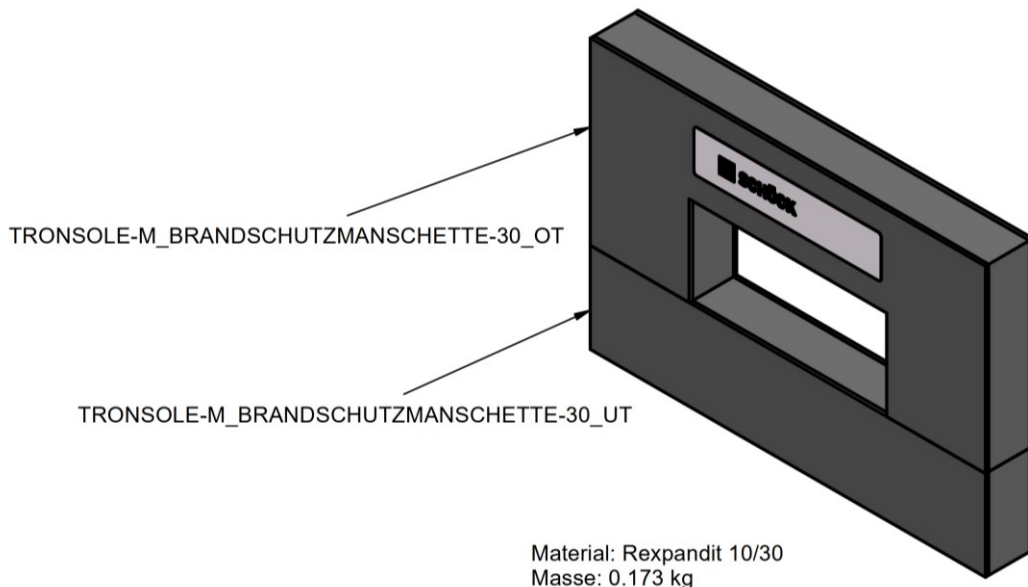


Abbildung 6: Darstellung der Brandschutzmanschette mit Rexpandit 10/30 für „Schöck Tronsole® M“

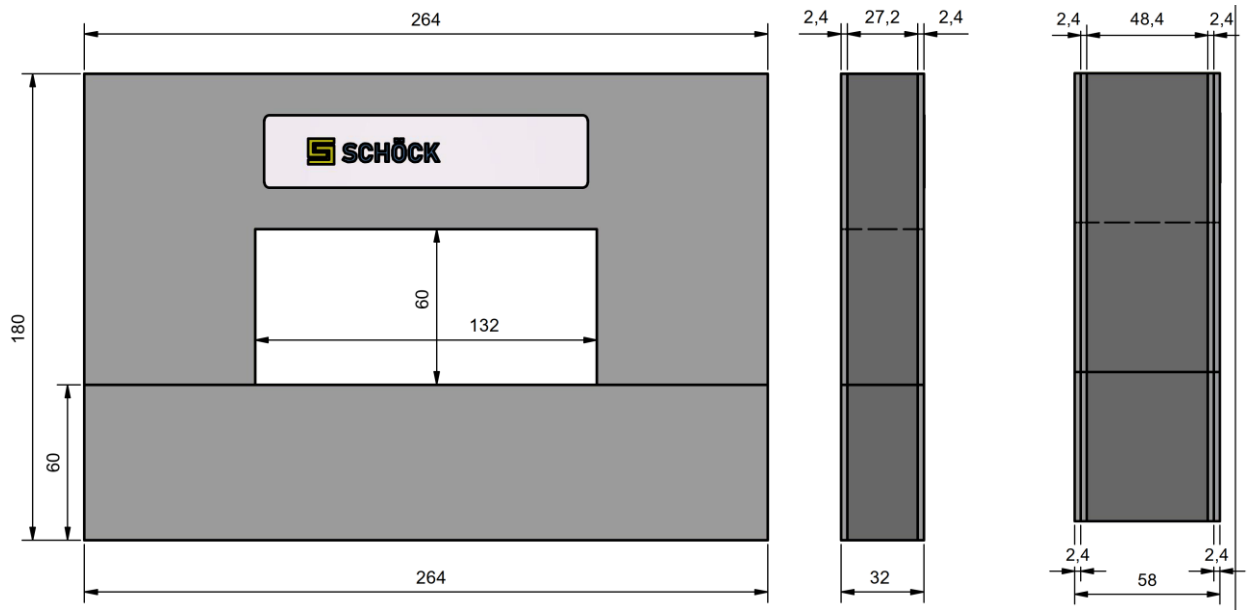


Abbildung 7: Abmessungen der Brandschutzmanschetten mit Rexpandit

2.3 Dämmblock im Schacht

Um eine schnelle Erwärmung des Tragelementes durch den Schacht zu verhindern, soll im Schacht ein Dämmkörper eingeklemmt werden. Dieser soll aus nichtbrennbarer Mineralwolle mit einem Schmelzpunkt $\geq 1000\text{ °C}$, einer Dicke von ca. 70 mm und einer Rohdichte von $\geq 135\text{ kg/m}^3$ bestehen. Der geplante Dämmkörper ist in der folgenden Abbildung 8 dargestellt.

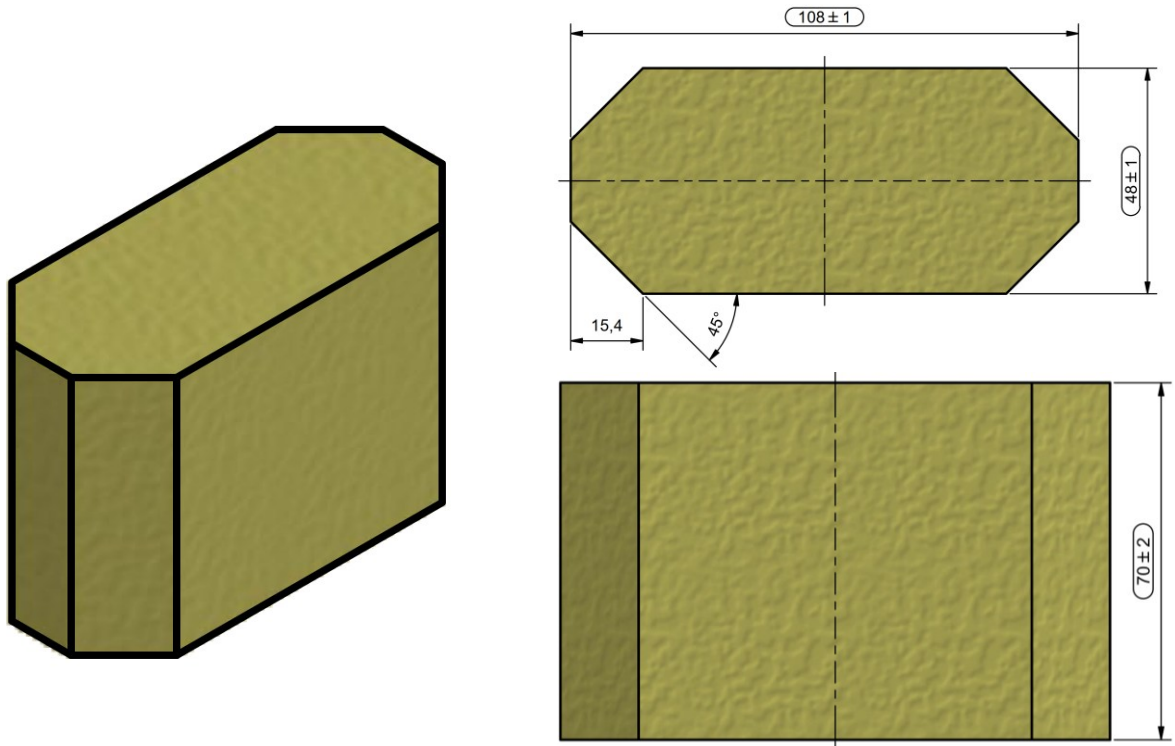


Abbildung 8: Geplantes Bauteil aus Mineralwolle zum Verschließen des vertikalen Schachtes

3 Bewertungsgrundlagen

Grundlage für die brandschutztechnische Bewertung bildet die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung/ allgemeine Bauartgenehmigung Z-15.7-396 [1] und die statische Berechnung der Firma Schöck Bauteile GmbH vom 03.11.2025 zur Ermittlung der Bemessungslasten gemäß Zulassung Z-15.7-396 [1]. Ausführungen hierzu folgen in Abschnitt 3.1.

Außerdem wird Bezug genommen auf einen Prüfbericht zu Brandprüfungen an verwandten Plattenanschlüssen „Schöck Tronsole® Q“ um abschätzen zu können, welche Stahltemperaturen im Brandfall am Tragelement zu erwarten sind. Ausführungen hierzu folgen in den Abschnitten 3.2 und 3.3 für beide Typen von Brandschutzmanschetten.

Zur temperaturabhängigen Entfestigung von Beton und den Betontemperaturen, die sich bei Brandbeanspruchung einstellen, wird auf die entsprechenden Eurocodes in Abschnitt 3.4 eingegangen.

Zur Abschätzung der Schutzwirkung des Dämmkörpers im Schacht wird das allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnis P-SAC02/III-974 [2] der MFPA Leipzig GmbH für das Produkt „Conlit Steelprotect Board“ als Brandschutzbekleidung von Stahlbauteilen dienen, siehe Abschnitt 3.5.

3.1 Statische Berechnung der „Schöck Tronsole® M“

In der statischen Berechnung werden die Tragfähigkeit des Rechteckprofils (Stahltragfähigkeit) und der Tragfähigkeit des Betons getrennt voneinander ermittelt. In nahezu jeder Anordnung kann der Beton im Einbauzustand rechnerisch weniger Last ertragen als das Stahlbauteil. Erst bei Plattendicken ≥ 240 mm, Fugenbreiten ≥ 30 mm, der Verwendung geschlossener Bügel und ab einer Betonfestigkeitsklasse $\geq C25/30$ wird Stahlversagen maßgebend.

Die Ermittlung der rechnerischen Betontragfähigkeit erfolgt auf Basis der folgenden Gleichung:

$$V_{Rd} = R_A \cdot \frac{y}{(\delta(x) + y)} \cdot \frac{1}{\gamma_M}$$

Dabei ist

R_A Auflagerkraft in R_A

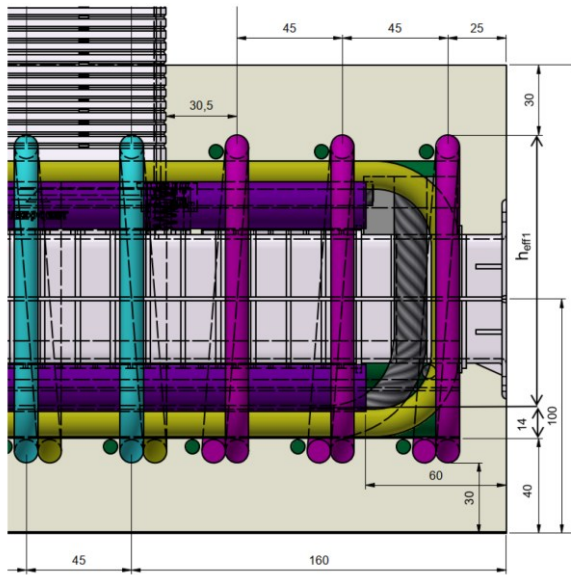
y = 254 mm, innerer Hebelarm zwischen Aufhängeschlaufe und Hutbügel

$\delta(x)$ Abstand zwischen Angriffspunkt von V_{ED} und $R_A = 60 + x + 41$ mm

x Fugenbreite [mm]

γ_M 1,5

Zur Ermittlung von R_A unter vertikaler Belastung wird der Abstand zwischen dem L-Bügel der Rückhängebewehrung und der Oberkante der bauseitigen Bügelbewehrung $h_{eff1} = h - 84$ mm eingesetzt. In der folgenden Abbildung ist der Einbauzustand dargestellt und h_{eff1} gekennzeichnet. Des Weiteren ist die Formel zur Berechnung von R_A bei vertikaler Belastung angegeben.



$$R_{A,k1} = B_k \cdot (f_{ck,cube} + 5)^{x_c} \cdot h_{eff1} \cdot \beta_{reinf.}$$

Mit

- $R_{A,k1}$ charakteristische Auflagerkraft in RA [kN]
- B_k = 0,242
- $f_{ck,cube}$ Betonfestigkeit [N/mm²]
- x_c = 1/2
- h_{eff1} Abstand zwischen L-Bügel der Rückhängebewehrung und der Oberkante der bauseitigen Bügelbewehrung
- $\beta_{reinf.}$ = 0,82 für Steckbügel und 1,0 für geschlossene Bügel

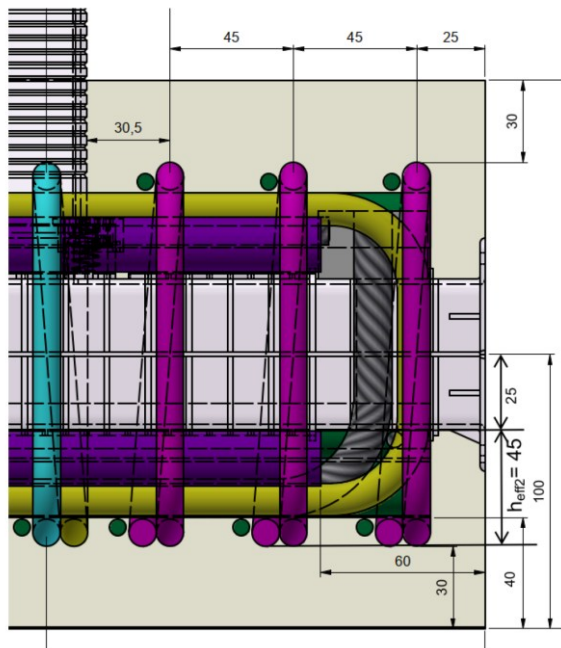
Abbildung 9: Lage von h_{eff1} im Querschnitt und Berechnungsformel für die charakteristische Auflagerkraft R_A bei vertikaler Belastung

Folglich variiert die rechnerische Betontragfähigkeit nicht nur mit der Betondruckfestigkeit, sondern auch mit der Plattenhöhe. Beispielhaft sind in Tabelle 1 die ermittelten Betontragfähigkeiten für verschiedene Plattendicken und Bügelbewehrungen für die Betonfestigkeitsklasse C20/25 angegeben.

Tabelle 1: Betontragfähigkeiten für C20/25 bei vertikaler Belastung

V _{Rd,+z,Beton} für C20/25	geschlossene Bügel			Steckbügel		
	Plattenhöhe [mm]			Plattenhöhe [mm]		
	200	220	240	200	220	240
Fugenbreite x [mm]						
15	70,4	82,5	94,6	57,7	67,7	77,6
20	69,4	81,4	93,4	56,9	66,7	76,6
25	68,5	80,3	92,1	56,2	65,9	75,6
30	67,6	79,3	90,9	55,5	65,0	74,6
35	66,8	78,3	89,8	54,7	64,2	73,6
40	65,9	77,3	88,6	54,0	63,4	72,7
45	65,1	76,3	87,5	53,4	62,6	71,8
50	64,3	75,4	86,5	52,7	61,8	70,9

Die rechnerische Betontragfähigkeit bei abhebenden Lasten wird mit Hilfe von h_{eff2} ermittelt. Dabei handelt es sich um den Abstand zwischen der Unterkante des Tagelements bis zur Unterkante der Bügelbewehrung. Dieser beträgt im Einbauzustand immer 45 mm. In der folgenden Abbildung ist der Einbauzustand unter Kennzeichnung von h_{eff2} sowie die Formel zur Ermittlung von R_A unter abhebender Belastung dargestellt.



$$R_{A,k2} = B_k \cdot (f_{ck,cube} + 5)^{x_c} \cdot h_{eff2} \cdot \beta_{reinf.}$$

Mit

$R_{A,k2}$ charakteristische Auflagerkraft in RA [kN]

B_k = 0,242

$f_{ck,cube}$ Betonfestigkeit [N/mm²]

x_c = 1/2

h_{eff2} Abstand zwischen Unterkante Tragelement bis Unterkante Bügelbewehrung = 45 mm

$\beta_{reinf.}$ = 0,82 für Steckbügel und 1,0 für geschlossene Bügel

Abbildung 10: Lage h_{eff2} im Plattenquerschnitt und Berechnungsformel für die charakteristische Auflagerkraft R_A bei abhebender Belastung

Da h_{eff2} für alle Einbausituation gleich ist, variiert die rechnerische Betontragfähigkeit bei abhebender Belastung nur mit der Druckfestigkeit des Betons und der Bügelausführung. Beispielhaft sind in Tabelle 2 die ermittelten Betontragfähigkeiten für verschiedene Plattendicken und Bügelbewehrungen für die Betonfestigkeitsklasse C20/25 angegeben.

Tabelle 2: Betontragfähigkeiten für C20/25 bei abhebender Belastung

$V_{Rd,z,Beton}$ für C20/25	geschlossene Bügel	Steckbügel
	Plattenhöhe [mm] 200 / 220 / 240	
Fugenbreite x [mm]		
15	27,3	22,4
20	26,9	22,1
25	26,6	21,8
30	26,2	21,5
35	25,9	21,2
40	25,6	21,0
45	25,3	20,7
50	24,9	20,4

3.2 Brandversuche PB 3.2/17-231-2 [3] mit der „Schöck Tronsole® Q“

Bei der „Schöck Tronsole® Q“ handelt es sich ebenfalls um ein lasttragendes und schalldämmendes Anschlusselement zur Verbindung von Deckenplatten aus Stahlbeton mit massiv mineralischen Wänden aus Stahlbeton oder Mauerwerk.

Der prinzipielle Aufbau ist ähnlich der „Schöck Tronsole® M“ und besteht aus einem verschieblichen Tragelement, einer Hülse sowie einem schallisolierenden Wandelement. Die folgenden Abbildungen zeigen die „Schöck Tronsole® Q“ in Einzelteilen sowie im zusammengebauten Zustand.

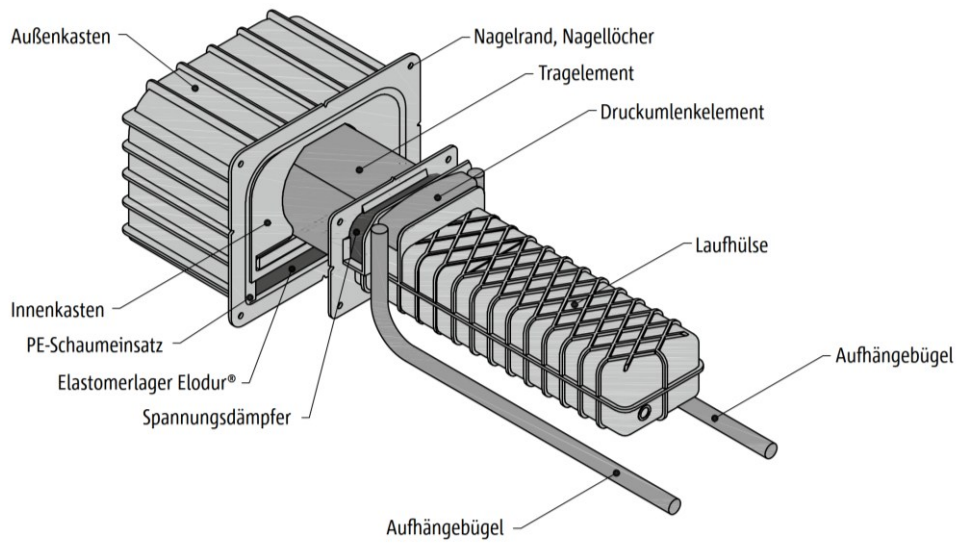


Abbildung 11: Isometrische Darstellung der „Schöck Tronsole® Q“ (Quelle: Z-15.7-311 [4])

Das Tragelement besteht aus feuerverzinktem Stahl oder Edelstahl und ist in zwei Längen für verschiedene Fugenbreiten bis 100 mm erhältlich. Für eine Fugenbreite von 50 mm hat das Tragelement aus feuerverzinktem Stahl die Abmessungen 60 mm x 40 mm mit einer Wandstärke von 4 mm.

Part W: Wandelement

Part T: Tragelement

Part H: Laufhülse

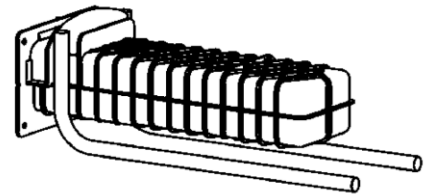
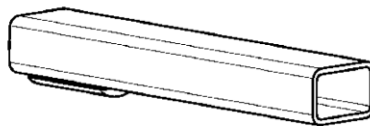
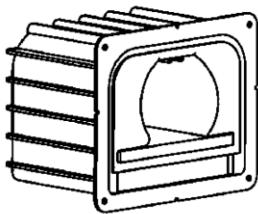


Abbildung 12: Darstellung der einzelnen Bestandteile der „Schöck Tronsole® Q“ (Quelle: Z-15.7-311 [4])

Eine Darstellung der Brandschutzsets sowie deren Abmessungen können der folgenden Abbildung 13 entnommen werden.

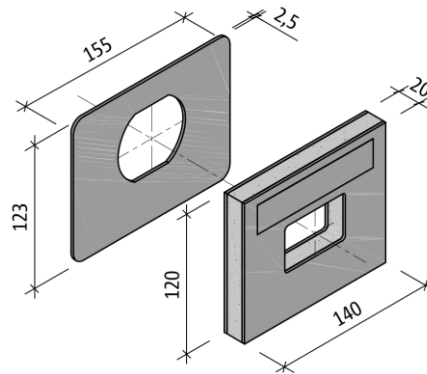


Abbildung 13: Brandschutzmanschetten (Quelle: Technische Information der Schöck Bauteile GmbH)

Im Einbauzustand und bei Brandbeanspruchung ähnelt die „Schöck Tronsole® Q“ also der „Schöck Tronsole® M“ hinsichtlich Lage und Geometrie des Tragelements.

Mit dieser „Schöck Tronsole® Q“ wurden Brandprüfungen mit verschiedenen Fugenbreiten sowie mit Beflammung von der Unterseite sowie der Oberseite durchgeführt. Es zeigte sich, je größer die Fugenbreite, umso höher die Stahltemperaturen am Tragelement.

Im Folgenden soll daher Prüfbericht PB 3.2/17-231-2 [3] mit einer geprüften Fugenbreite von 50 mm näher betrachtet werden. In dieser Brandprüfung wurde das Brandverhalten der „Schöck Tronsole® Q“ bei Brandbeanspruchung von der Unterseite untersucht. Verwendet wurden dabei das Tragelement Part T-FV sowie die Laufhülse Part H.

Der Probekörper hatte eine Plattendicke von 0,15 m und wurde beidseitig mittels je 2 Plattenanschlüsse an Wandelemente mit einer Dicke von 0,14 m angeschlossen. Die Plattenanschlüsse waren so angeordnet, dass die Betonüberdeckung der Steckbügel auf der Unterseite 30 mm und auf der Oberseite 20 mm betrug.

Die Tragelemente wurden mit einem Brandschutzset und zwei weiteren Brandschutzmanschetten geschützt. Die 50 mm breiten Fugen zwischen den Tragelementen waren offen. Die Oberseiten waren abgedeckt, um den Brandraum zu verschließen.

Während der Brandprüfung wurden insgesamt vier Plattenanschlüsse über einen Zeitraum von 135 Minuten einer Beanspruchung durch die Einheitstemperaturzeitkurve (ETK) der DIN EN 1363-1: 2020-05 [5] ausgesetzt. Während der Brandbeanspruchung von unten wurde jeder Plattenanschluss mit 22,06 kN belastet. Unter Berücksichtigung der tatsächlichen Stahlfestigkeit waren die Plattenanschlüsse zu 70 % ausgelastet.

Sowohl im Beton als auch an der Schöck Tronsole® Q selbst waren während der Brandprüfung verschiedene Thermoelemente angeordnet. Die Anordnung und Bezeichnung der Thermoelemente an der Tronsole kann der folgenden Abbildung 14 entnommen werden.

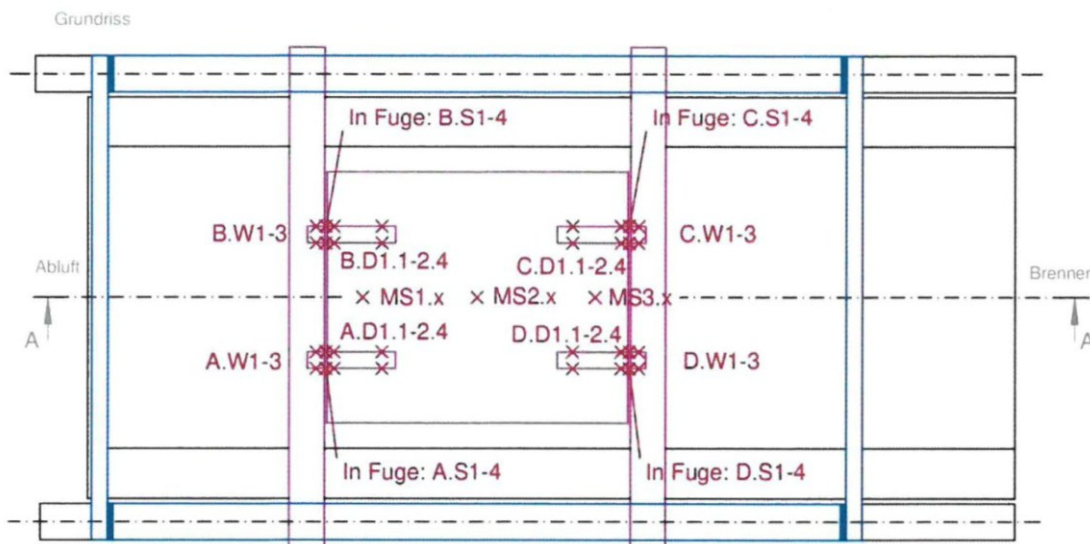


Abbildung 14: Positionierung der Thermoelemente an der Tronsole (Quelle: PB 3.2/17-231-2 [3])

Die höchsten Temperaturen wurden im Plattenbereich des Tragelements festgestellt. Die maximalen Temperaturen am Tragelement sind in der folgenden Tabelle wiedergegeben.

Tabelle 3: Maximaltemperaturen am Tragelement während der Brandbeanspruchung

Beflammungsdauer \ Messort	30 Minuten	60 Minuten	90 Minuten	120 Minuten
in der Deckenplatte	200 °C	330 °C	450 °C	510 °C
in der Fuge	100 °C	180 °C	315 °C	390 °C
im Wandelement	100 °C	140 °C	190 °C	245 °C

Nähere Angaben zur Brandprüfung und den Prüfergebnissen können dem Prüfbericht PB 3.2/17-231-2 [3] entnommen werden.

3.3 Brandversuche mit Rexpandit Fugenabdichtung

Bei der Fugenabdichtung Rexpandit handelt es sich um ein Verbundelement zum Verschluss von Bauteilfugen im Brandfall der Firma Rex Industrie-Produkte Graf von Rex GmbH. In den Prüfberichten PB 3.2/23-053-1 [6] und PB 3.2/24-016-1 [7] wurden die Verbundelemente sowohl in Decken- als auch Wandfugen geprüft. Dabei hatten die massiven Decken- und Wandelemente eine Dicke von 150 mm und die Wandelemente eine Dicke von 150 mm. Die Rexpandit Fugenabdichtungen hatten jeweils eine Elementhöhe von 60 mm.

Die Rexpandit Fugenabdichtung war im Prüfbericht PB 3.2/23-053-1 [6] bündig mit der beflamnten Oberfläche angeordnet. Im Gegensatz dazu wurde im Prüfbericht PB 3.2/24-016-1 [7] das Fugenband 5 mm von der feuerzugewandten Seite zurückgesetzt.

Die Brandprüfung erfolgte nach DIN EN 1366-4: 2021-05 [8] in Verbindung mit DIN EN 1363-1: 2020-05 [5]. Die Ergebnisse der Untersuchung können den folgenden Tabellen entnommen werden. Weitere Angaben finden sich in den Prüfberichten PB 3.2/23-053-1 [6] und PB 3.2/24-016-1 [7].

Tabelle 4: Ergebnistabelle aus PB 3.2/23-053-1 [6]

Probekörper			Leistungskriterien		Messwerte	
Ausrichtung	Art der Fugenabdichtung	Fugenbreite	Raumabschluss	Wärmedämmung	Maximale Temp.	Zeitpunkt
Deckenfuge 1 horizontal	Rexpandit 20/40 l x b = 500 mm x 48 mm Elementhöhe: 60 mm	20 mm mit Dehnung auf 40 mm + 25 mm Scherung	> 132 min	< 97 min ²⁾	62 K	30 min
					102 K	60 min
					159 K	90 min
					243 K	120 min
					271 K	132 min
Deckenfuge 2 horizontal	Rexpandit 30/50 l x b = 500 mm x 58 mm Elementhöhe: 60 mm	30 mm mit Dehnung auf 50 mm + 25 mm Scherung	> 132 min	> 132 min	50 K	30 min
					56 K	60 min
					75 K	90 min
					132 K	120 min
					153 K	132 min

Tabelle 5: Ergebnistabelle aus PB 3.2/24-016-1 [7]

Probekörper			Leistungskriterien		Messwerte	
Ausrichtung	Art der Fugenabdichtung	Fugenbreite	Raumabschluss	Wärmedämmung	Maximale Temp.	Zeitpunkt
Deckenfuge horizontal	Rexpandit 20/40 l x b = 500 mm x 48 mm Elementhöhe: 60 mm	20 mm mit Dehnung auf 40 mm + 25 mm Scherung	> 124 min	120 min	64 K	30 min
					76 K	60 min
					118 K	90 min
					179,7 K	120 min
					192 K	124 min

Die Werte der maximalen Temperaturerhöhung in Tabelle 4 und Tabelle 5 wurden auf der brandabgewandten Seite der Rexpandit Fugenabdichtungen gemessen. Die Messpunkte befanden sich demnach 60 mm hinter der brandbeanspruchten Oberfläche.

3.4 Temperaturabhängige Entfestigung von Beton

Es müssen Annahmen zur temperaturabhängigen Entfestigung des Betons getroffen werden. Nach DIN EN 1992-1-2: 2010-12 [9] wird der Bemessungswert der Schnittgrößen unter Brandbeanspruchung mit $E_{d,fi} = \eta_{fi} \cdot E_d$ berechnet. Dabei ist η_{fi} der Abminderungsfaktor der Bemessungslasten im Brandfall und E_d der Bemessungswert der Schnittgröße aus der Bemessung für Normaltemperatur aus der Grundkombination. Verallgemeinernd und auf der sicheren Seite liegend darf ein Abminderungsfaktor $\eta_{fi} = 0,7$ angenommen werden, ohne dass das Verhältnis der veränderlichen und der ständigen Lasten bei verschiedenen Lastfällen genauer analysiert werden muss (siehe Abschnitt 2.4.2)

In Tabelle 3.1 wird angegeben, wie sich die Druckfestigkeit des Betons in Abhängigkeit von der Temperatur ändert. Im Folgenden ist die Tabelle 3.1 zur besseren Nachvollziehbarkeit abgebildet.

Tabelle 6: Werte für die Hauptparameter der Spannungs-Dehnungsbeziehung von Normalbeton mit quarz- oder kalksteinhaltigem Zuschlag bei erhöhten Temperaturen (DIN EN 1992-1-2: 2010-12 [9], Tabelle 3.1)

Beton	Quarz. Zuschläge			Kalksteinhaltige Zuschläge		
	Temp. θ	$f_{c,\theta} / f_{ck}$	$\epsilon_{c1,\theta}$	$\epsilon_{cu1,\theta}$	$f_{c,\theta} / f_{ck}$	$\epsilon_{c1,\theta}$
[°C]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
1	2	3	4	5	6	7
20	1,00	0,0025	0,0200	1,00	0,0025	0,0200
100	1,00	0,0040	0,0225	1,00	0,0040	0,0225
200	0,95	0,0055	0,0250	0,97	0,0055	0,0250
300	0,85	0,0070	0,0275	0,91	0,0070	0,0275
400	0,75	0,0100	0,0300	0,85	0,0100	0,0300
500	0,60	0,0150	0,0325	0,74	0,0150	0,0325
600	0,45	0,0250	0,0350	0,60	0,0250	0,0350
700	0,30	0,0250	0,0375	0,43	0,0250	0,0375
800	0,15	0,0250	0,0400	0,27	0,0250	0,0400
900	0,08	0,0250	0,0425	0,15	0,0250	0,0425
1 000	0,04	0,0250	0,0450	0,06	0,0250	0,0450
1 100	0,01	0,0250	0,0475	0,02	0,0250	0,0475
1 200	0,00	-	-	0,00	-	-

Abhängig von der Dauer der Brandbeanspruchung werden in unterschiedlichen Tiefen des Betonbauteils unterschiedliche Temperaturen erreicht. DIN EN 13381-3: 2015-06 [10] gibt die Temperaturen zu verschiedenen Zeitpunkten und in verschiedenen Tiefen innerhalb einer Betonplatte an, die einseitig durch einen Brand nach Einheitstemperatur-Zeitkurve (ETK) der DIN EN 1363-1: 2020-05 [5] beansprucht wird. Die folgende Tabelle 7 zeigt einen Ausschnitt aus Tabelle C1 der DIN EN 13381-3: 2015-06 [10].

Tabelle 7: Temperaturen in verschiedenen Tiefen innerhalb einer Betonplatte in Abhängigkeit von der Dauer der Beflammung (DIN EN 13381-3: 2015-06 [10], Tabelle C1)

Beflammungsdauer (min)	Tiefe in der Betonplatte entlang vertikaler Achse (mm)																				
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
30	753	509	344	233	156	107	77	56	42	33	28	24	22	21	21	20	20	20	20	20	20
60	897	683	519	395	301	229	173	131	102	80	64	52	42	36	31	27	25	23	22	21	21
90	971	778	622	497	398	319	255	203	162	129	105	86	72	60	50	43	37	33	29	27	25
120	1021	843	694	571	471	388	320	264	217	178	146	121	101	86	73	62	53	46	40	36	32
180	1089	934	796	678	577	492	420	359	306	261	223	190	161	137	118	102	89	78	68	60	53
240	1136	995	867	754	655	570	496	432	377	328	286	249	217	188	164	142	124	109	97	86	77

3.5 „Conlit Steelprotect Board“ als Brandschutzbekleidung von Stahlbauteilen

Gegenstand des allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses P-SAC02/III-974 [2] (im Folgenden kurz: abP) sind Stahlträger oder Stahlstützen mit einer kastenförmigen Bekleidung aus Conlit Steelprotect Board Mineralfaserplatten für die Feuerwiderstandsklasse F30 bis F180. In Abhängigkeit vom Profilmassfaktor der zu bekleidenden Stahlbauteile, der gewünschten Feuerwiderstandsdauer sowie der Belastung der Stahlbauteile sind unterschiedliche Bekleidungsstärken notwendig, damit die zu schützenden Stahlbauteile nicht wärmer als 500°C werden. Die notwendigen Mindestplattendicken für Stahlträger sind in Tabelle 8 für Stahlträger angegeben.

Tabelle 8: Erforderliche Mindestplattendicken für bekleidete Stahlträger (Auszug aus abP P-SAC02/III-974).

Feuerwiderstandsklasse	Erforderliche Mindestplattendicke „Conlit Steelprotect Board“ [mm] in Abhängigkeit vom U/A-Wert [m ⁻¹] für eine Feuerwiderstandsdauer von 30 – 180 Minuten							
	25 mm ¹⁾	30 mm ¹⁾	35 mm ¹⁾	40 mm ¹⁾	45 mm ¹⁾	50 mm ¹⁾	55 mm ¹⁾	60 mm ¹⁾
F 30	≤ 300	≤ 300	≤ 300	≤ 300	≤ 300	≤ 300	≤ 300	≤ 300
F 60	≤ 198	≤ 215	≤ 238	≤ 260	≤ 280			
F 90	≤ 108	≤ 118	≤ 130	≤ 141	≤ 153	≤ 165	≤ 180	≤ 191
F 120	≤ 70	≤ 77	≤ 85	≤ 93	≤ 100	≤ 109	≤ 115	≤ 126
F 180	---	≤ 42	≤ 46	≤ 51	≤ 56	≤ 60	≤ 63	≤ 69

1) einlagig ausgeführt

4 Brandschutztechnische Beurteilung

Es wurde ja zuvor erwähnt, dass der Beton im Einbauzustand bis auf wenige Ausnahmen weniger Last ertragen kann als das Stahlbauteil. Betonversagen ist dann das maßgebende Versagenskriterium unter Normaltemperaturbeanspruchung. Im Brandfall durchwärmt Stahl aufgrund der guten Wärmeleitfähigkeiten jedoch schneller als Beton, so dass im Brandfall auch Stahlversagen maßgebend werden kann. Es ist also sowohl zu prüfen, ob im Brandfall die Betontragfähigkeit als auch die Stahltragfähigkeit so weit reduziert wird, dass die Tragfähigkeit im Brandfall nicht mehr nachgewiesen werden kann.

4.1 Mögliches Stahlversagen

Um die Tragfähigkeit im Lastfall Brand an den Stahlbauteilen sicherzustellen, muss ein Versagen der Stahlbauteile und der Bewehrung aufgrund erhöhter Temperaturbeanspruchung sowohl bei Brandbeanspruchung von oben als auch bei Brandbeanspruchung von unten ausgeschlossen werden.

4.1.1 Stahlversagen bei Einsatz der Brandschutzmanschette mit PU-Weichschaum

Im Brandversuch PB 3.2/17-231-2 [3] mit der Schöck Tronsole® Q war das Tragelement in einer 50 mm breiten Fuge mit einem Abstand von 74,5 mm zur brandbeanspruchten Oberfläche angeordnet. Die gemessenen Temperaturen am Tragelement waren innerhalb der Deckenplatte unmittelbar neben der Fuge am höchsten. Nach 120 Minuten wurden an dieser Stelle maximale Temperaturen von ca. 510 °C registriert. Die Brandprüfung wurde nach 135 Minuten ohne Versagen der Konstruktion beendet. Bemessen war die Prüfung für ein Stahlversagen. Geschützt war das Tragelement in der Fuge allseits durch 40 mm Manschettenmaterial überdeckt.

Aus brandschutztechnischer Sicht ist die Ausführung des Tragelementes der „Schöck Tronsole® M“ gegenüber des Tragelementes der Schöck Tronsole® Q in den folgenden Punkten von Vorteil, da es sich langsamer erwärmt:

- Das Tragelement der „Schöck Tronsole® M“ hat einen Achsabstand zur brandbeanspruchten Oberfläche von mindestens 100 mm. Damit liegt es tiefer in der Fuge und in einem kühleren Bereich des Betons.
- Die Brandschutzmanschette der „Schöck Tronsole® M“ ist so konzipiert, dass das Tragelement umlaufend durch 48 mm überdeckt wird. Bei der „Schöck Tronsole® Q“ wird das Tragelement nur durch 40 mm Brandschutzmanschette überdeckt.
- Das Stahlhohlprofil der „Schöck Tronsole® M“ ist massiger als das Stahlhohlprofil der Schöck Tronsole® Q. Daher erwärmt es langsamer.

Es kann daher davon ausgegangen werden, dass die zulässigen Lasten der Zulassung Z-15.7-396 [1] von der „Schöck Tronsole® M“ auch im Brandfall bis zu einer Beflammungsdauer von 120 Minuten ertragen werden können, ohne dass ein Stahlversagen auftritt, wenn im Fugenbereich die Brandschutzmanschette mit PU-Weichschaum eingesetzt wird.

4.1.2 Stahlversagen bei Einsatz der Brandschutzmanschette mit Rexpandit

Die geplante Brandschutzmanschette mit Rexpandit soll das Tragelement umlaufend in einer Dicke von 60 mm schützen. Somit entspricht die umlaufende Dicke der Brandschutzmanschette aus Rexpandit der in den Brandprüfungen PB 3.2/23-053-1 [6] und PB 3.2/24-016-1 [7] untersuchten Dicke der Fugendichtung.

Hinter der Rexpandit Fugendichtung wurde entsprechend der Prüfberichte PB 3.2/23-053-1 [6] und PB 3.2/24-016-1 [7] nach 120 Minuten Brandbeanspruchung eine maximale Temperaturerhöhung von 243 K registriert. Da die Raumtemperatur ca. 17 °C während der Prüfung betrug, war die Temperatur auf der Fugendichtung ca. 260 °C.

Das Tragelement kann in der Fuge hinter der Rexpandit Fugenabdichtung keine höhere Temperaturbeanspruchung erfahren, als auf der Oberfläche der Rexpandit Fugendichtung ermittelt. Nach 120 Minuten Brandbeanspruchung lag diese Temperatur deutlich unterhalb der im Brandversuch PB 3.2/17-231-2 [3] mit der Schöck Tronsole® Q gemessenen Temperatur von 510 °C. Es wird also bei Einsatz der Rexpandit Fugendichtung nach 120 Minuten Brandbeanspruchung eine niedrigere Stahltemperaturen als in den erfolgreichen Brandversuchen erreicht. Die Entfestigung des Materials ist zu diesem Zeitpunkt also auch niedriger.

Es kann daher davon ausgegangen werden, dass die zulässigen Lasten der Zulassung Z-15.7-396 [1] von der „Schöck Tronsole® M“ auch im Brandfall bis zu einer Beflammungsdauer von 120 Minuten ertragen werden können, ohne dass ein Stahlversagen auftritt, wenn im Fugenbereich die Brandschutzmanschette mit Rexpandit eingesetzt wird.

4.1.3 Stahlversagen durch thermische Beanspruchung im Schacht

Ob es bei Brand von oben zu einer schnelleren Erwärmung durch den mit einem Mineralwollblock gefüllten Schacht kommen kann, soll ebenfalls betrachtet werden:

Im abP P-SAC02/III-974 [2] wird die Mineralfaserplatte „Conlit Steelprotect Board“ mit einer Rohdichte von 160 – 180 kg/m³ als Brandschutzbekleidung von Stahlbauteilen bewertet. Für eine Feuerwiderstandsdauer von 120 Minuten wäre gemäß abP bereits eine Brandschutzbekleidung von 25 mm Dicke ausreichend, wenn der Profilkfaktor des zu schützenden Stahlbauteils $\leq 70 \text{ m}^{-1}$ (für Stahlträger) ist.

Anmerkung: Der Profilkfaktor gibt das Verhältnis der brandbeanspruchten Fläche zum Volumen des Stahlbauteils an und wird daher mit A_m/V oder auch U/A -Wert bezeichnet.

Davon ausgehend, dass das Tragelement direkt nur durch den Schacht durch den Brand beansprucht werden kann, ist die Annahme einer einseitigen Brandbeanspruchung ausreichend. Bei einer einseitigen Brandbeanspruchung ergibt sich ein Profilkfaktor von 60 m^{-1} . Für das Tragelement wäre daher bereits eine Brandschutzbekleidung bestehend aus einer 25 mm dicken, einlagigen Mineralfaserplatte „Conlit Steelprotect Board“ ausreichend, um das Tragelement im Schacht über 120 Minuten Brandbeanspruchung vor zu großer thermischer Beanspruchung zu schützen.

Der zur Anwendung kommende Mineralwollblock ist nichtbrennbar, hat einen Schmelzpunkt $\geq 1000 \text{ °C}$, eine Rohdichte $\geq 135 \text{ kg/m}^3$ und eine Dicke von 70 mm. D.h. die Rohdichte des geplanten Materials beträgt 85 % der Rohdichte der „Conlit Steelprotect Board“, dafür ist die eingesetzte Mineralwolle aber 2,8-mal so dick. Es ist also mindestens die gleiche Schutzwirkung von 120 Minuten in diesem Bereich gegeben.

4.2 Mögliches Betonversagen

Um die Tragfähigkeit im Lastfall Brand im Beton sicherzustellen, muss ein Versagen durch erwärmungsbedingte Entfestigung bei Brandbeanspruchung von oben als auch bei Brandbeanspruchung von unten ausgeschlossen werden.

Die in der statischen Berechnung angegebenen h_{eff} beschreiben die Zone, in der die Kraft aus der Tronsole in die Stahlbetonplatte eingeleitet wird. Diese Zone ändert sich mit der Belastung und der der Plattendicke. In der folgenden Abbildung sind die Betondruckzonen für vertikale Lasten (h_{eff1}) und für abhebende Lasten (h_{eff2}) einander gegenübergestellt.

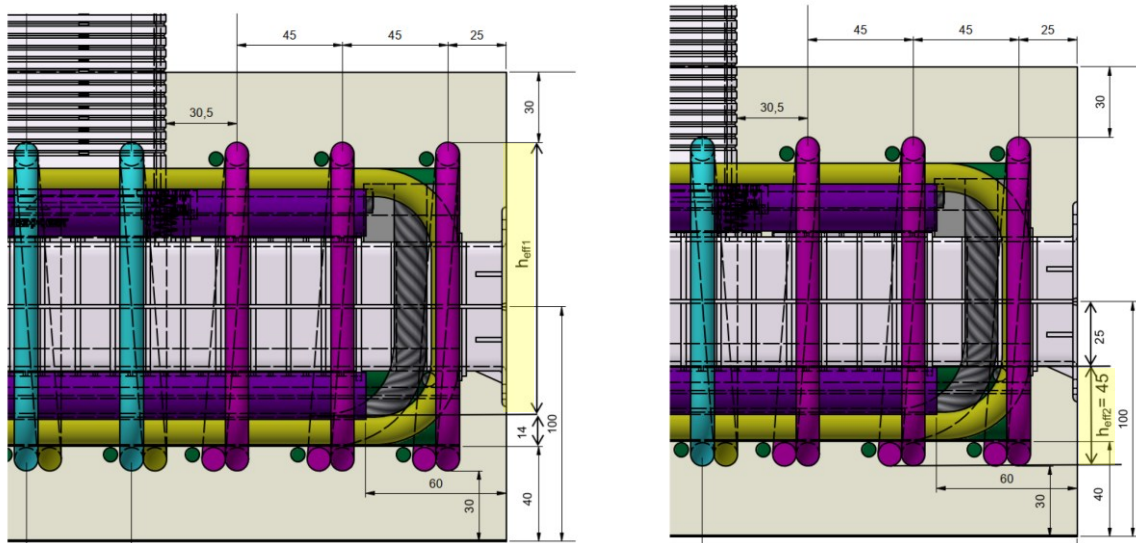


Abbildung 15: Gegenüberstellung Lage h_{eff1} für vertikale Lasten (links) und h_{eff2} für abhebende Lasten (rechts)

Egal ob die Brandbeanspruchung von der Unterseite der Betonplatte oder von der Oberseite erfolgt, die Betonzone zur Aufnahme der Druckkräfte im Beton wird immer durch eine nicht statisch mitwirkende Betondecke vor thermischer Beanspruchung geschützt. Es ist daher zu bewerten, für welche Feuerwiderstandsdauer dieser Schutz bereits ausreichend ist, um Betonversagen im Brandfall rechnerisch ausschließen zu können.

Betone mit quarzhaltigen Zuschlägen entfestigen bei niedrigeren Temperaturen als Betone mit kalksteinhaltigen Zuschlägen. Auf der sicheren Seite liegend erfolgt die Auswertung daher für Betone mit quarzitischen Zuschlägen. Die Bewertung gilt aber auch für Betone mit anderen Zuschlägen.

4.2.1 Brandbeanspruchung von unten

Es wird im Folgenden auch zwischen mechanischer Belastung von oben und abhebender Belastung unterschieden.

Bei Belastung von oben hat die Betondruckzone einen Abstand von 54 mm zur unteren, brandbeanspruchten Oberfläche der Betonplatte. In einer Tiefe von 54 mm sind die Temperaturen auch nach 120 Minuten Brandbeanspruchung geringer als 400 °C und eine kritische Entfestigung ist ausgeschlossen. Es ist daher sichergestellt, dass bei Einhaltung der Bemessungslasten kein Betonversagen vor 120 Minuten Brandbeanspruchung stattfindet.

Bei abhebender Belastung liegt die Betondruckzone im unteren Bereich des Anschlusses, siehe Abbildung 15 rechts. Die Betonüberdeckung dieser Zone beträgt bei Brandbeanspruchung von unten 30 mm. In einer Tiefe von 30 mm beträgt die Betontemperatur nach 120 Minuten Brandbeanspruchung 571 °C. Betone mit quarzhaltigen Zuschlägen haben bei dieser Temperatur eine Resttragfähigkeit von 49 %.

Die Betondruckzone hat eine Höhe von 45 mm und endet somit in einer Tiefe von 75 mm. Nach 120 Minuten Brandbeanspruchung beträgt die Betontemperatur in einer Tiefe von 75 mm 240 °C. Der Beton hat bei diesen Temperaturen noch eine Resttragfähigkeit von 91 %.

Im Mittel ergibt sich für die tragende Betondruckzone eine rechnerische Resttragfähigkeit von 70 %. Dies entspricht dem im Brandfall für eine vereinfachte Bemessung nachzuweisenden Auslastungsgrad von 70 % der Bemessungslast im Grenzzustand der Tragfähigkeit. In der folgenden Abbildung 16 sind die Resttragfähigkeiten über die Höhe der Betonplatte aufgezeigt. Es ist zu erkennen, dass die linear gemittelten 70 %

Resttragfähigkeit in der Betondruckzone auf der sicheren Seite liegen, da die eigentlichen Zwischenwerte der Resttragfähigkeitskurve höher sind.

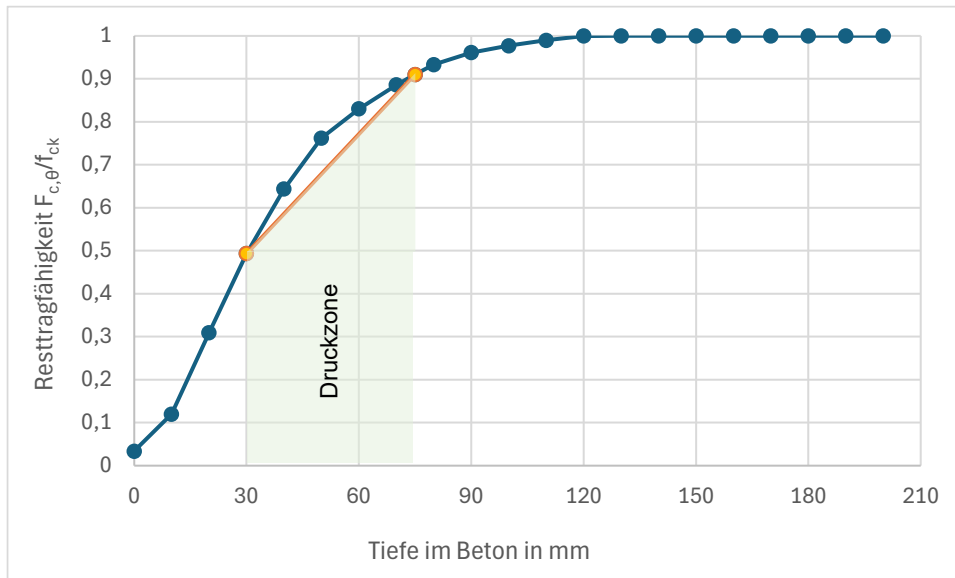


Abbildung 16: Resttragfähigkeiten nach 120 Minuten Brandbeanspruchung über die Höhe der Podestplatte und Kennzeichnung der Druckzone bei abhebender Belastung und Brandbeanspruchung von unten

Es ist daher sichergestellt, dass bei Einhaltung der Bemessungslasten „Schöck Tronsole® M“ bei abhebender Belastung auch bei Brandbeanspruchung von unten kein Betonversagen vor 120 Minuten stattfindet.

4.2.2 Brandbeanspruchung von oben

Es wird zwischen mechanischer Belastung von oben und abhebender Belastung unterschieden.

Bei vertikaler Belastung von oben liegt die Betondruckzone im oberen Bereich des Anschlusses, siehe Abbildung 15 links. Die Betondruckzone liegt in einem Abstand von der brandbeanspruchten Oberfläche von 30 mm bis 140 mm.

Nach 120 Minuten Brandbeanspruchung beträgt in 30 mm Tiefe die Betontemperatur ca. 571 °C. Dies entspricht einer Resttragfähigkeit von 49 %. In einer Tiefe von 140 mm beträgt die zu erwartende Betontemperatur im Beton < 100 °C. Somit ist in dieser Tiefe noch die 100 %-ige Tragfähigkeit des Betons gegeben. Im Mittel ergibt sich für die tragende Betondruckzone daher eine rechnerische Resttragfähigkeit von 74,5 %. Dieser Wert ist höher als der im Brandfall für eine vereinfachte Bemessung nachzuweisenden Auslastungsgrad von 70 % der Bemessungslast im Grenzzustand der Tragfähigkeit. Dieser lineare Ansatz liegt auf der sicheren Seite.

Bei abhebender Belastung hat die Betondruckzone einen Abstand von mindestens 125 mm zur oberen, brandbeanspruchten Oberfläche der Betonplatte. In einer Tiefe von 125 mm sind die Temperaturen auch nach 120 Minuten Brandbeanspruchung bereits geringer als 400 °C. Es ist daher sichergestellt, dass bei Einhaltung der Bemessungslasten auch im Brandfall kein Betonversagen vor 120 Minuten stattfindet.

5 Besondere Hinweise bzw. abschließende Bemerkungen

Es wurde gezeigt, dass die Tragfähigkeit der „Schöck Tronsole® M“ bei 120 Minuten einseitiger Brandbeanspruchung erhalten bleibt, wenn die Bemessungslasten der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung/ allgemeinen Bauartgenehmigung Z-15.7-396 [1] nicht überschritten werden.

Der Raumabschluss zwischen Podest und Wand kann im Anschlussbereich nicht durch punktuelle Plattenanschlüsse sichergestellt werden. Soll Raumabschluss im Anschlussbereich gewährleistet werden, sind zusätzliche Brandschutzmaßnahmen notwendig. Der Raumabschluss kann mit dafür bauaufsichtlich zugelassenen Produkten hergestellt werden.

Die ordnungsgemäße Ausführung insbesondere der Brandschutzmanschetten liegt in der Verantwortung der ausführenden Unternehmen.

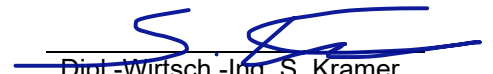
Diese gutachterliche Stellungnahme gilt nur aus brandschutztechnischer Sicht.

Dieses Dokument ersetzt keinen Anwendungsnachweis und/oder Verwendbarkeitsnachweis.

Leipzig, den 13. Mai 2026



Dr.-Ing. S. Hauswaldt
Geschäftsführer


Dipl.-Wirtsch.-Ing. S. Kramer
Projektingenieurin

Verwendete Unterlagen

- [1] Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung / Allgemeine Bauartgenehmigung Z-15.7-396 *Schöck Tronsole® M zur Verbindung von Podestplatten an Wänden (Innenbereich)*, DIBt, 26. Februar 2026
- [2] allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis P-SAC02/III-974 *Stahlträger und Stahlstützen mit einer kastenförmigen Bekleidung aus „Conlit Steelprotect Board“ – Mineralfaserplatten der Feuerwiderstandsklasse F 30, F 60, F 90, F 120 und F 180 gemäß DIN 4102-2: 1977-09*, MFPA Leipzig GmbH, 15. Februar 2025
- [3] Prüfbericht PB 3.2/17-231-2 *Feuerwiderstandsprüfung an einem lastübertragenden Bauteil vom Typ Schöck Tronsole® Typ Q-FV zwischen einer Stahlbetondeckenplatte und einem Stahlbetonwandausschnitt zur Ermittlung der Tragfähigkeit unter der einseitigen thermischen Beanspruchung durch die ETK gemäß DIN EN 1363-1 :2012-10*, MFPA Leipzig GmbH, 28. Mai 2019
- [4] allgemeine bauaufsichtliche Zulassung/ allgemeine Bauartgenehmigung Z-15.7-311 *Schöck Tronsole Typ Q zur Verbindung von Podestplatten oder Treppenläufen an Wänden (Innenbereich)*, DIBt, 21. Oktober 2020
- [5] DIN EN 1363-1: 2020-05 *Feuerwiderstandsprüfungen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen*
- [6] Prüfbericht PB 3.2/23-053-1 *Feuerwiderstandsprüfung an "Rexpandit 20/40" sowie "Rexpandit 30/50" Fugenabdichtungen in verschiedenen Einbauzuständen und Ausrichtungen der tragenden Massivbauteile bei einseitiger Brandbeanspruchung gemäß der Einheits-Temperaturzeitkurve (ETK) mit mechanisch induzierter Verformung der Fugenbreite (Dehnung) und der Fugenhöhe (Scherung) gemäß DIN EN 1366-4: 2021-05 in Verbindung mit DIN EN 1363-1: 2020-05*, MFPA Leipzig GmbH, 17. Mai 2024
- [7] Prüfbericht PB 3.2/24-016-1 *Feuerwiderstandsprüfung an "Rexpandit 20/40" Fugenabdichtungen in verschiedenen Einbauzuständen und Ausrichtungen der tragenden Massivbauteile bei einseitiger Brandbeanspruchung gemäß der Einheits-Temperaturzeitkurve (ETK) mit mechanisch induzierter Verformung der Fugenbreite (Dehnung) und der Fugenhöhe (Scherung) gemäß DIN EN 1366-4: 2021-05 in Verbindung mit DIN EN 1363-1: 2020-05*, MFPA Leipzig GmbH, 17. Mai 2024
- [8] DIN EN 1366-4: 2021-05 *Feuerwiderstandsprüfungen für Installationen - Teil 4: Abdichtungssysteme für Bauteilfugen*
- [9] 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*
- [10] DIN EN 13381-3: 2015-06 *Prüfverfahren zur Bestimmung des Beitrages zum Feuerwiderstand von tragenden Bauteilen - Teil 3: Brandschutzmaßnahmen für Betonbauteile*