



Ingenieurgesellschaft für das
Brandverhalten von Bauarten Hauswaldt mbH

Dr.-Ing. Sebastian Hauswaldt

fon 0049 341 - 227 393 14
mobil 0049 178 - 348 17 13
mail s.hauswaldt@ibb-hauswaldt.de

IBB HAUSWALDT | Braustraße 24 | 04107 Leipzig

www.ibb-hauswaldt.de

Gutachterliche Stellungnahme BB-21-092

vom 14. April 2022

Gegenstand:	Feuerwiderstandsberechnung von Anschlüssen Schöck Tronsole Typ F zur Verbindung zwischen Stahlbetonpodestplatten und Treppenläufen
Beauftragt von:	Schöck Bauteile GmbH Vimbucher Straße 2 D-76534 Baden-Baden
Bearbeitet von:	Dr.-Ing. S. Hauswaldt Dipl.-Wirtsch.-Ing. S. Kramer

Dieses Dokument besteht aus 16 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	Auslastung der Bewehrung im Stahlbetonpodest im GZT (s.g. „Kaltfall“)	5
2.2	Kaltstatische Auslastung der Bewehrung im Treppenlauf	5
3	Bewertungsgrundlagen	5
3.1	Angaben zu Fugen in DIN 4102-4	5
3.2	Angaben zu Fugen nach DIN EN 1992-1-2: 2010-12 [3]	6
3.3	Abminderungsfaktoren für den Lastfall Brand	6
4	Thermische Simulation	7
4.1	Geometrisches Modell	7
4.2	Beispielrechnung	9
5	Auswertung der maßgebenden Temperaturen der Bewehrung	10
5.1	Temperaturen der Rückhängebewehrung (unten) des Treppenlaufs	10
5.2	Temperaturen der Konsolbewehrung (oben) des Treppenlaufs	11
5.3	Temperaturen der Bewehrung im Podest	11
6	Temperaturabhängige Auswertung der Tragfähigkeit	12
6.1	Auswertung der Tragfähigkeit bei Standardausführung	12
6.2	Auswertung der Tragfähigkeit bei Brandschutzausführung	15

1 Anlass und Auftrag

Die Firma Schöck Bauteile GmbH erteilte den Auftrag, eine gutachterliche Stellungnahme hinsichtlich der brandschutztechnischen Bewertung der Schöck Tronsole Typ F zu erstellen.

Die Schöck Tronsole Typ F dient der Verbindung von Stahlbetonpodestplatten und Treppenläufen. Ihre Anwendung ist in der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung, allgemeinen Bauartgenehmigung Z-15.7-359 [1] (im Folgenden kurz: Zulassung) geregelt. Angaben zum Brandverhalten der Schöck Tronsole Typ F werden in der bisherigen Zulassung aber nicht gemacht.

Die vorliegende gutachterliche Stellungnahme soll aufzeigen, welche Ausführungen der Schöck Tronsole Typ F im Brandfall unter welcher mechanischen Beanspruchung bis zu welcher Feuerwiderstandsfähigkeitsdauer tragfähig ist.

2 Aufbau der brandschutztechnisch zu bewertenden Konstruktionen

Bei der Schöck Tronsole Typ F handelt es sich um ein Verbindungselement zwischen Stahlbetonpodestplatten und Treppenläufen. Sie besteht aus einem oberen Vertikalschenkel (optional), einem unteren Vertikalschenkel und einem mit Lagersegmenten bestückten Horizontalschenkel. Bei den Lagersegmenten handelt es sich um segmentierte Linienlager in Form eines Elastomerlagers. Der Übertrag von Querkräften und Horizontallasten erfolgt ausschließlich über die Lagersegmente. In der folgenden Abbildung 1 wird die Schöck Tronsole Typ F schematisch dargestellt.

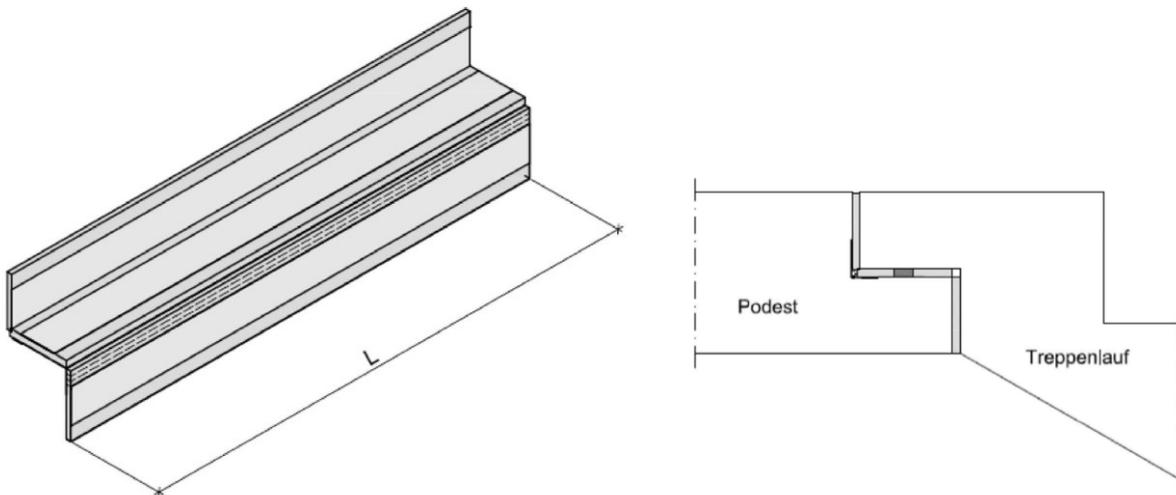


Abbildung 1: Isometrische Darstellung der Schöck Tronsole Typ F (Bilder aus Z-15.7-359 [1])

Das Verbindungselement Schöck Tronsole Typ F wird also zur Lastübertragung verwendet, um die Übertragung des Trittschalls zwischen Treppenläufen und Treppenpodesten zu reduzieren. Sowohl das Podest als auch der Treppenlauf werden als Konsole ausgebildet. In der folgenden Abbildung 2 sind Podest und Treppenlauf sowie die Anordnung des Elastomerlagers des Verbindungselements Schöck Tronsole Typ F schematisch dargestellt.

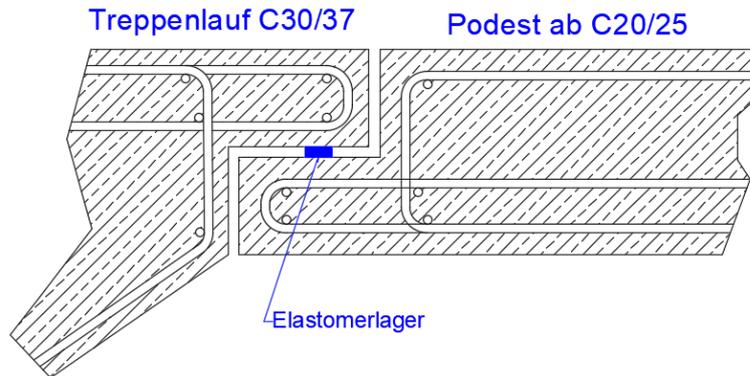


Abbildung 2: Schematische Anordnung der Schöck Tronsole Typ F

Die Schöck Tronsole Typ F kann in den drei Tragstufen V1 (43 kN/m), V2 (61 kN/m) oder V3 (85 kN/m) ausgeführt werden. Die maximale Fugenbreite ist in der Zulassung geregelt. Die Abmessungen der Konsolen variieren. Hinsichtlich der Bemessung der Tragfähigkeit im Brandfall sind geringere Betonüberdeckungen der tragenden Bewehrung kritischer, da diese dann schneller erwärmen können. In der folgenden Abbildung 3 sind die Mindestabmessungen der Konsolen angegeben.

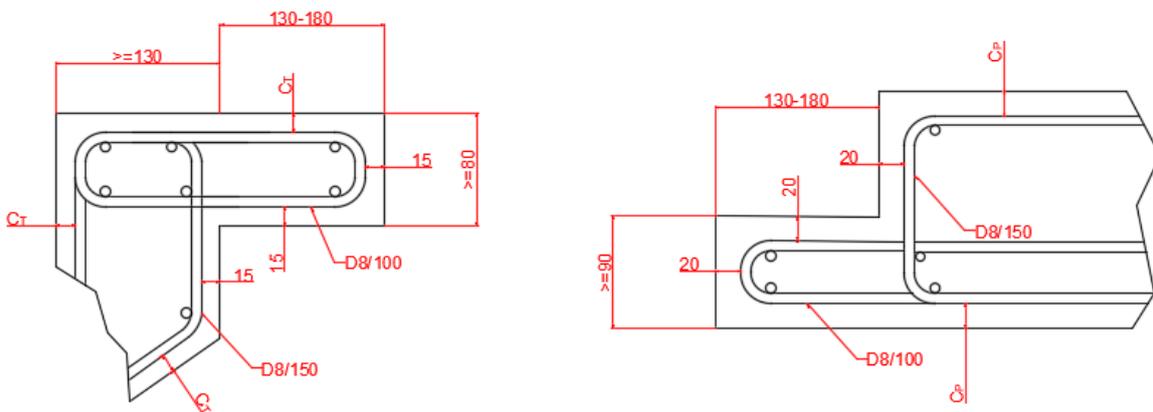


Abbildung 3: Mindestabmessungen der Konsolen

C_P und C_T stehen dabei für die notwendige Betondeckung der Stahlbauteile in Abhängigkeit von der gewünschten Feuerwiderstandsdauer, wobei das P für Podest und T für Treppenlauf steht.

Im Bereich der Fuge ist die Betondeckung entsprechend Z-15.7-359 [1] stets gleich: 15 mm im Bereich des Treppenlaufs und 20 mm im Bereich des Podestes. Diese Werte sind unabhängig von der Feuerwiderstandsklasse. Die Werte für C_P und C_T in Abhängigkeit von der Feuerwiderstandsdauer wurden von der Schöck Bauteile GmbH vorgegeben und können der folgenden Tabelle 1 entnommen werden.

Tabelle 1 Betondeckungen, Mindestkonsolhöhen und Mindestplattendicken in Abhängigkeit der angestrebten Feuerwiderstandsdauer

Angestrebte Feuerwiderstandsdauer			30 Minuten	60 Minuten	90 Minuten	120 Minuten
Podest	c _P	[mm]	20	20	25	35
	h _{K,P,min}	[mm]	90	90	100 (95)	110 (105)
Treppe	c _T	[mm]	15	15	25	35
	h _{K,T,min}	[mm]	80	80	90	100

2.1 Auslastung der Bewehrung im Stahlbetonpodest im GZT (s.g. „Kaltfall“)

Die maximale Auslastung der Bewehrung des Podests im GZT ist abhängig von der Konsolgeometrie und der Tragstufe. Die entsprechende Auslastung der Konsolbewehrung/ Horizontalbügel (unten) und der Rückhängebewehrung/ Vertikalbügel (oben) werden Anlage 1 (Tabelle 11 für die Tragstufe V1, in Tabelle 12 für die Tragstufe V2 und in Tabelle 13 für die Tragstufe V3 angegeben).

2.2 Kaltstatische Auslastung der Bewehrung im Treppenlauf

Die max. Auslastung der Bewehrung des Treppenlaufs im GZT ist abhängig von der Konsolgeometrie und der Tragstufe. Die entsprechende Auslastung der Konsolbewehrung/ Horizontalbügel (oben) und der Rückhängebewehrung/ Vertikalbügel (unten) werden in Anlage 1 angegeben.

3 Bewertungsgrundlagen

Einwirkende Lasten auf die Treppe werden über die Schöck Tronsole Typ F übertragen. Diese Elastomerlager können im Brandfall schmelzen und die beiden Konsolen lägen direkt aufeinander. Die Tragfähigkeit wäre weiterhin gegeben, solange die Konsolen noch tragen. Es ist daher zu bestimmen, wie hoch die Feuerwiderstandsfähigkeit dieser Stahlbetonbauteile ist.

Die Tragfähigkeit einer Massivdecke ist im Brandfall gefährdet, wenn die max. Zugfestigkeit der Bewehrung temperaturabhängig soweit reduziert ist, dass die einwirkende Zugspannung nicht mehr ertragen werden kann. Dieser Zustand kann unter Brandeinwirkung gemäß der Einheits-Temperaturzeitkurve (kurz: ETK) für eine bestimmte Feuerwiderstandsdauer vermieden werden, wenn Mindestachsabstände zwischen im Brandfall erwärmter Deckenseite und der Zugbewehrung eingehalten werden.

Grundlage für diese brandschutztechnische Bewertung bilden die Ausführungen zu Stahlbetonbauteilen mit Fugen der DIN 4102-4: 2016-05 [2] und der DIN EN 1992-1-2: 2010-12 [3]

3.1 Angaben zu Fugen in DIN 4102-4

Bilden Konsolen erwärmungstechnisch eine Einheit, so wird unter Punkt 5.2.3 der DIN 4102-4: 2016-05 [2] ausgeführt, dass bis zu einer Sollfugenbreite von 30 mm im Auflagerbereich keine zusätzliche Betondeckung notwendig ist. Als erwärmungstechnische Einheit werden die Konsolen bei einer Ausführung nach Abbildung 4 betrachtet.

Angaben zur notwendigen Betonüberdeckung in der Fuge werden nicht gemacht.

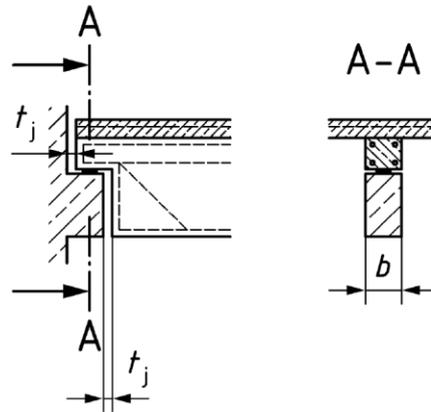


Abbildung 4: Ausführung der Konsolen als erwärmungstechnische Einheit nach DIN 4102-4, Bild 5.2

3.2 Angaben zu Fugen nach DIN EN 1992-1-2: 2010-12 [3]

In DIN EN 1992-1-2: 2010-12 [6], Abschnitt 4.6 wird ausgeführt, dass Fugen dieselben Feuerwiderstandskriterien erfüllen wie die angrenzenden Bauteile, wenn der Fugenspalt nicht größer als 20 mm ist und maximal die Hälfte der Bauteildicke erreicht (siehe Abbildung 5).

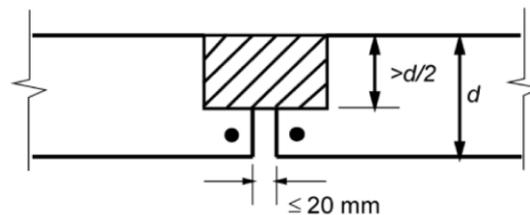


Abbildung 5: Fugen nach DIN EN 1992-1-2, Bild 4.4

Angaben zur notwendigen Betonüberdeckung der Bewehrung in der Fuge werden nicht gemacht. Die Anmerkung unter dem Bild lautet jedoch:

Stäbe in den Eckenbereichen der Fuge brauchen nicht nach Tabellenangaben bemessen zu werden.

Dieser Hinweis der Norm zeigt, dass die Erwärmung im Bereich einer schmalen Fuge ähnlich der Erwärmung in einer Platte ohne Fuge ist und daher auf eine gesonderte Betrachtung aus brandschutztechnischer Sicht verzichtet werden kann.

3.3 Abminderungsfaktoren für den Lastfall Brand

Um die Tragfähigkeit der Zugbewehrung bei erhöhten Temperaturen im Lastfall Brand zu ermitteln, müssen die reduzierten Tragfähigkeiten bei hohen Temperaturen berücksichtigt werden. Die Abminderungsfaktoren für Betonstahl der Klasse N wird in Tabelle 2 angegeben.

Tabelle 2 Abminderungsfaktoren für Betonstahl nach DIN EN 1992-1-2: 2010-12 [3], Tabelle 3.2a

Stahltemperatur °C	$f_{sy,\theta} / f_{yk}$	
	warmgewalzt	kaltverformt
20	1,00	1,00
100	1,00	1,00
200	1,00	1,00
300	1,00	1,00
400	1,00	0,94
500	0,78	0,67
600	0,47	0,40
700	0,23	0,12
800	0,11	0,11
900	0,06	0,08
1000	0,04	0,05
1100	0,02	0,03
1200	0,00	0,00

4 Thermische Simulation

Um den Wärmeeintrag an den Stirnseiten der Konsolen im Bereich der Fuge zu ermitteln, wurde ein zweidimensionales FE-Modell erstellt und somit der Wärmeübergang simuliert. Für die Analyse wurde eine maximale Fugenbreite von 25 mm untersucht. Es wurde das Programm Comsol Multiphysics 6.0 verwendet. Vorab wurde das Rechenprogramm validiert. Es zeigte sich, dass die Software genau rechnet und die Ergebnisse im Rahmen der geforderten Toleranzen der DIN EN 1991-1-2/NA: 2015-09 [4] liegt.

4.1 Geometrisches Modell

Das Modell besteht aus einer Platte mit einer Breite von 1000 mm und einer Dicke von 170 mm, in der Mitte befindet sich eine Fuge mit den Abmessungen $b \times h = 25 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$. Die maximale Fugenbreite ist in der Zulassung geregelt. Auf der sicheren Seite liegend wurde für die Berechnung eine Fugenbreite von 25 mm angenommen. Links neben der Fuge wurde ein Keil ergänzt, um eine Treppe mit einer Neigung von 20° zu simulieren. Die Geometrie ist in Abbildung 6 dargestellt.

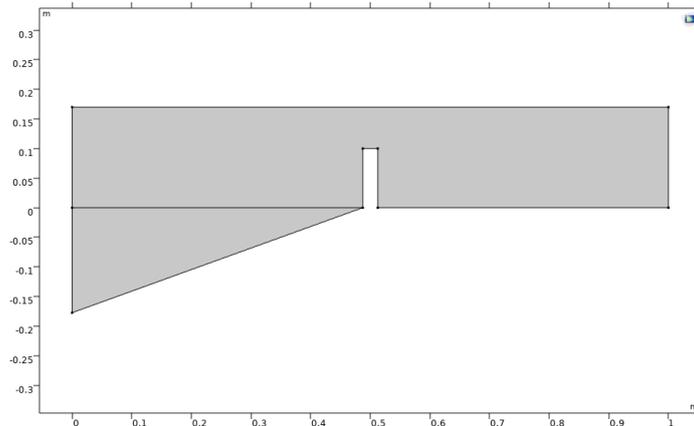


Abbildung 6: Geometrie des FE-Modells

Für den grau dargestellte Bereich wurde Beton entsprechend DIN EN 13381-3: 2015-06 [5] angenommen. Auf den in Abbildung 7 blau dargestellten Bereichen wurde die ETK nach DIN EN 1363-1 aufgebracht, gemäß den Vorgaben der DIN EN 1991-1-2: 2010-12 [6] wurde für den

- konvektiven Wärmeübergang in die Betonplatte ein Wärmeübergangskoeffizient von $25 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ angenommen sowie
- eine Wärmestrahlung zwischen Betonoberfläche und Umgebung mit einer Emissivität von 0,7 angenommen.

Auf den in Abbildung 7 orange dargestellten Bereichen wurde die ETK nach DIN EN 1363-1 aufgebracht, gemäß den Vorgaben der DIN EN 1991-1-2: 2010-12 [6] wurde für den

- konvektiven Wärmeübergang in die Betonplatte ein Wärmeübergangskoeffizienten von $25 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ angenommen sowie
- die Wärmestrahlung angenommen. Die Strahlungsquelle befand sich in der Mitte der Fuge, in der Ebene der Betonunterkante. Die Strahlleistung entspricht einem schwarzen Strahler mit der Temperatur gemäß der ETK.

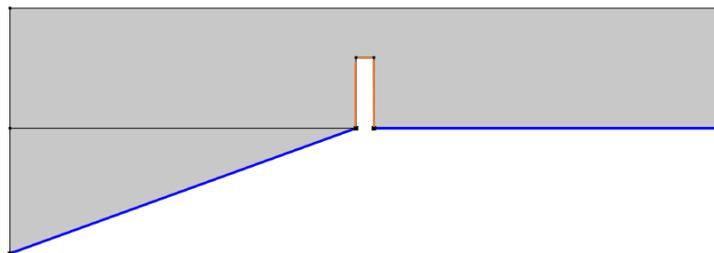


Abbildung 7: Darstellung der Bereiche mit instationären Randbedingungen

Alle anderen Grenzbereiche werden als thermisch isoliert betrachtet. Dies bedeutet, dass kein Wärmestrom über die Grenze hinweg stattfindet.

Zur Berechnung des Wärmetransports innerhalb der Konstruktion wurde ein Messnetz, bestehend aus dreieckigen Einzelelementen verwendet. Das Messnetz ist in Abbildung 8 abgebildet.

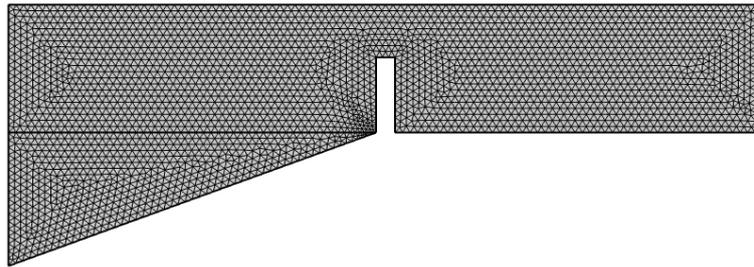


Abbildung 8 Darstellung des gewählten Messnetzes

4.2 Beispielrechnung

Im Modell werden ausgewählte Messpunkte ausgewertet, wie in Abbildung 9 dargestellt:

- Messpunkt M_P befindet sich mittig in der Podestplatte mit einem Abstand von 20 mm zur Unterseite.
- Auf der Podestseite befindet sich ebenso der Messpunkt M_{FP} . Dieser hat einen Abstand zur Fuge und zur Unterseite des Stahlbetonpodestes von 20 mm.
- Der Messpunkt M_{FT} befindet sich auf der Treppenseite mit einem Abstand von 20 mm zur Fuge und 20 mm zur geneigten Treppenunterseite.

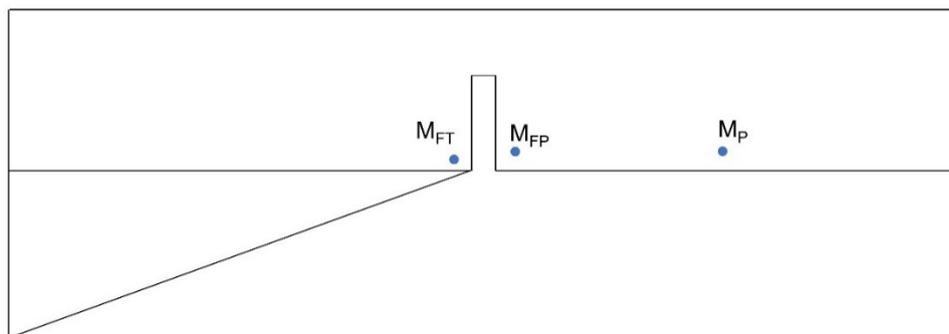


Abbildung 9: Zuordnung der Referenzmesspunkte M_P , M_{FP} und M_{FT}

Die Ergebnisse der Simulation für diese drei Messpunkte können Abbildung 10 entnommen werden. Die gestrichelte Linie zeigt die Temperaturen in einer einseitig beflamnten Stahlbetondecke in einer Tiefe von 20 mm entsprechend DIN EN 13381-3: 2015-06 [5] zum Vergleich und zur Modellverifikation.

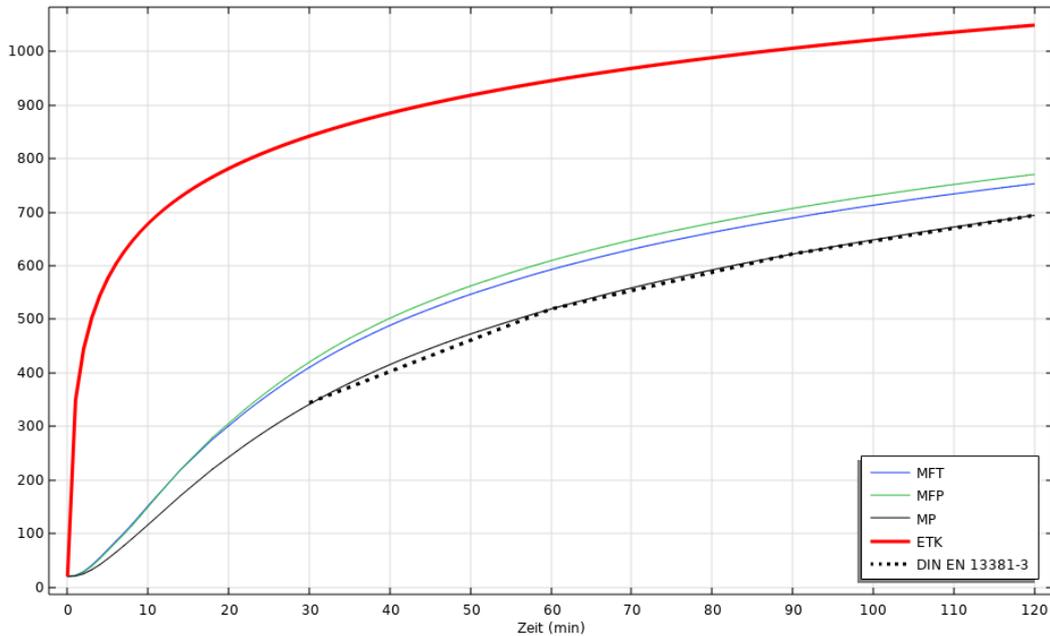


Abbildung 10: Vergleich der simulierten Temperaturen

Es wird deutlich, dass die Temperaturen an den beiden Messpunkten nahe der Fuge nach der gleichen Brandbeanspruchungsdauer bis zu ca. 80 °K wärmer als die Temperaturen an der Messstelle MP in der Platte sind.

5 Auswertung der maßgebenden Temperaturen der Bewehrung

5.1 Temperaturen der Rückhängebewehrung (unten) des Treppenlaufs

Die Bewehrung aller Varianten im Treppenlauf weisen eine Betondeckung im Bereich der Fuge von 15 mm auf. Die Bewehrung hat einen Durchmesser von 8 mm. Somit ergibt sich ein Achsabstand der Bewehrung zur Betonkante im Fugenbereich von mindestens 19 mm.

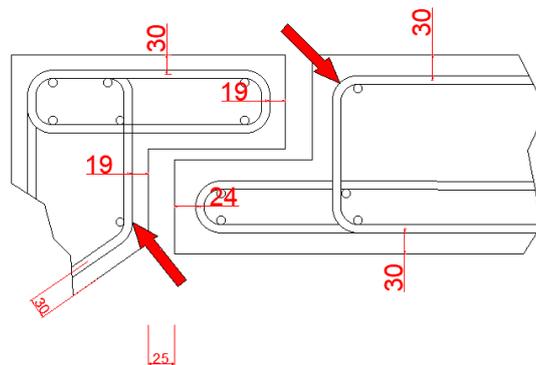


Abbildung 11: Darstellung der maßgebenden Temperaturmesspunkte

Die Betondeckung der Rückhängebewehrung zum geneigten Treppenlauf beträgt 15 mm, 25 oder 35 mm, je nach angestrebter Feuerwiderstandsdauer. Daraus ergeben sich Mindestachsabstände von 19 mm, 29 mm

oder 39 mm. Der vertikale Achsabstand zur Fuge bleibt mit 19 mm bei allen Feuerwiderstandsklassen konstant. Im Modell wurden die Temperaturen im Schnittpunkt der beiden Achsabstände bestimmt. Die sich daraus ergebenden maximalen Temperaturen der Rückhängebewehrung im Treppenlauf wird in der folgenden Tabelle 3 nach verschiedenen Branddauern ausgewertet.

Tabelle 3 Maximale Temperatur der Rückhängebewehrung (unten) des Treppenlauf

Branddauer in Minuten	Achsabstand der Bewehrung zur geneigten Ebene in mm		
	19 mm (Angestrebt R60, R30)	29 mm (Angestrebt R90)	39 mm (Angestrebt R120)
30	416 °C	327 °C	272 °C
60	597 °C	508 °C	447 °C
90	693 °C	607 °C	547 °C
120	756 °C	673 °C	615 °C

5.2 Temperaturen der Konsolbewehrung (oben) des Treppenlaufs

Die Konsolbewehrung des Treppenlaufes befindet sich auf der Oberseite. Die Messpunkte haben einen Abstand zur Fuge von 19 mm sowie einen Abstand zur Unterkante der Stahlbetonplatte von 19 mm, 29 mm bzw. 39 mm. Es wird angenommen, die Erwärmung bei einem Brand von oben wirke auf die gleiche Weise wie ein Brand von unten.

In der folgenden Tabelle 4 sind die ermittelten Temperaturen im Treppenlauf in den unterschiedlichen Tiefen und mit einem Abstand von 19 mm zur Fuge für eine Feuerwiderstandsdauer bis 120 Minuten aufgelistet.

Tabelle 4 Temperaturen der Konsolbewehrung (oben) des Treppenlaufs

Branddauer in Minuten	Achsabstand der Bewehrung zur Plattenoberseite in mm		
	19 mm (Angestrebt R60, R30)	29 mm (Angestrebt R90)	39 mm (Angestrebt R120)
30	434 °C	344 °C	285 °C
60	621 °C	534 °C	470 °C
90	717 °C	635 °C	574 °C
120	779 °C	702 °C	644 °C

5.3 Temperaturen der Bewehrung im Podest

Die Betondeckung des Podests beträgt 20 mm, 25 mm oder 35 mm, je nach angestrebter Feuerwiderstandsdauer. Die Bewehrung hat einen Durchmesser von 8 mm. Somit ergibt sich ein Mindestachsabstand der Bewehrung zur Betonkante im Fugenbereich von 24 mm, 29 mm und 39 mm.

In der folgenden Tabelle 5 sind die ermittelten Temperaturen im Podest in den unterschiedlichen Tiefen und mit einem Abstand von 24 mm zur Fuge für eine Feuerwiderstandsdauer bis 120 Minuten aufgelistet.

Tabelle 5 Errechnete Temperaturen 24 mm neben der Fuge (unten oder oben) im Podest

Branddauer in Minuten	Achsabstand der Bewehrung zur Plattenunterseite in mm		
	24 mm (Angestrebt R60, R30)	29 mm (Angestrebt R90)	39 mm (Angestrebt R120)
30	367 °C	324 °C	261 °C
60	563 °C	519 °C	448 °C
90	667 °C	625 °C	557 °C
120	735 °C	696 °C	630 °C

Da sich die Betondeckungen und die Durchmesser der Konsol- und Rückhängebewehrung nicht unterscheiden, können diese Werte auch auf der sicheren Seite liegend für die Temperaturen der Rückhängebewehrung bei einer Brandbeanspruchung von oben angenommen werden.

6 Temperaturabhängige Auswertung der Tragfähigkeit

Grundsätzlich gilt bei zweiseitiger Erwärmung einer Kante kann mehr Wärme eingetragen werden als bei einseitiger Erwärmung. D.h. je breiter die Fuge, desto größer ist der Wärmeeintrag.

Durch die Begrenzung der maximalen Fugenbreite können daher sichere Annahmen hinsichtlich der maximal möglichen Erwärmung bei ansonsten gleichen Randbedingungen getroffen werden.

6.1 Auswertung der Tragfähigkeit bei Standardausführung

Es folgt eine Auswertung, welche Tragfähigkeit in Abhängigkeit von der Dauer der Brandbeanspruchung und der Achsabstände gegeben ist. Entsprechend der in Abschnitt 4 vorgestellten Simulation und der in Abschnitt 5 angegebenen Temperaturen an der Rückhängebewehrung können die Abminderungsfaktoren im Treppenlauf für die verschiedenen Feuerwiderstandsdauern berechnet werden. Es wird angenommen, der GZT wurde mit warmgewalztem Stahl berechnet.

Tabelle 6 Mögliche Auslastung der Rückhängebewehrung (unten) des Treppenlaufs

Branddauer in Minuten	Achsabstand der Bewehrung zur Plattenunterseite in mm		
	19 mm (Angestrebt R60, R30)	29 mm (Angestrebt R90)	39 mm (Angestrebt R120)
30	416 °C: 0,97	327 °C	272 °C
60	597 °C: 0,48	508 °C	447 °C
90	(693 °C)	607 °C : 0,46	547 °C
120	(756 °C)	(673 °C)	615 °C : 0,43

Tabelle 7 Mögliche Auslastung der Konsolbewehrung (oben) des Treppenlaufs

Branddauer in Minuten	Achsabstand der Bewehrung zur Plattenoberseite in mm		
	19 mm (Angestrebt R60, R30)	29 mm (Angestrebt R90)	39 mm (Angestrebt R120)
30	434 °C: 0,93	344 °C	285 °C
60	621 °C: 0,42	534 °C	470 °C
90	(717 °C)	635 °C: 0,39	574 °C
120	(779 °C)	(702 °C)	644 °C: 0,36

Tabelle 8 Mögliche Auslastung der Rückhängebewehrung 24 mm neben der Fuge im Podest

Branddauer in Minuten	Achsabstand der Bewehrung zur Plattenunterseite in mm		
	24 mm (Zielsetzung R60, R30)	29 mm (Zielsetzung R90)	39 mm (Zielsetzung R120)
30	367 °C: 1,00	1,00	1,00
60	563 °C: 0,59	0,72	0,89
90	(0,31)	625 °C: 0,41	0,60
120	(0,19)	(0,24)	630 °C: 0,40

Für eine Brandbeanspruchung von oben in der Podestplatte können auf der sicheren Seite liegend die gleichen Temperaturen am Stahl angenommen werden, wie für die Konsolbewehrung. Die Abminderungsfaktoren gleichen somit ebenfalls den Faktoren für die Konsolbewehrung.

In Übereinstimmung mit DIN EN 1992-1-2 kann vereinfachend angenommen werden, die Beanspruchungen im Lastfall Brand betragen maximal 70 % der Belastung im GZT. Diese 70% Werte sind in Anlage 2 zusammengefasst.

Auf Grundlage der in den Tabellen 6,7 und 8 zusammengefassten möglichen Auslastungen in Abhängigkeit vom Auslastungsgrad und den gewählten Mindestachsabständen, kann die Feuerwiderstandsfähigkeit der zu bewertenden Konstruktionen angegeben werden. Die Ergebnisse sind in Anlage 3 ausführlich zusammengestellt.

Es zeigt sich, dass die Rückhängebewehrung der Treppenläufe immer maßgebend ist. Aus diesem Grund kann für die in Abschnitt 2 beschriebenen Konstruktionsvarianten die maximale Feuerwiderstandsdauer bis zu der ein einseitiger Brand von der Unterseite oder der Oberseite ertragen werden kann wie in Tabelle 9 zusammengefasst werden.

Tabelle 9: Zusammenfassung Feuerwiderstandsfähigkeit

Treppenkonsole in Verbindung mit Schöck Tronsole® Typ F V1 ($V_{Rd} = 43,0$ kN/m, Betongüte \geq C30/37)						
	Konsollänge in mm					
Konsolhöhe in mm	130	140	150	160	170	180
≥ 80	R120					
Treppenkonsole in Verbindung mit Schöck Tronsole® Typ F V2 ($V_{Rd} = 61,0$ kN/m, Betongüte \geq C30/37)						
	Konsollänge in mm					
Konsolhöhe in mm	130	140	150	160	170	180
80 - 120	R120					
130	R120	R120	R90	R60	R90	R90
140	R120	R120	R90	R60	R30	R30
150	R120	R120	R90	R60	R30	R30
160	R120	R120	R90	R60	R30	R30
170	R120	R120	R90	R60	R30	R30
180	R120	R120	R90	R60	R30	R30
190	R120	R120	R90	R60	R30	R30
≥ 200	R120	R120	R90	R60	R30	R30
Treppenkonsole in Verbindung mit Schöck Tronsole® Typ F V3 ($V_{Rd} = 85,0$ kN/m, Betongüte \geq C30/37)						
	Konsollänge in mm					
Konsolhöhe in mm	130	140	150	160	170	180
80 - 110	R120					
120	R60	R90	R90	R120	R120	R120
130	R30	R30	R30	R60	R90	R90
≥ 140	R30					

Erläuterung zur Tabelle 9: Es ist jeweils die höchste erreichbare Feuerwiderstandsfähigkeit angegeben. Beispiel: Beträgt die Feuerwiderstandsfähigkeit R90, so wird auch eine Feuerwiderstandsfähigkeit von R60 oder R30 mit den jeweils in Abschnitt 2 angegebenen Achsabständen erreicht.

6.2 Auswertung der Tragfähigkeit bei Brandschutzausführung

Wird eine höhere Feuerwiderstandsklasse für die Tragstufen V2 oder V3 benötigt, so kann die Anzahl der vertikalen Bügel im Treppenlauf erhöht werden. In Tabelle 10 für einen Bügelabstand im Treppenlauf von 100 mm ausgewertet. Die Belastung der Bügel eines ca. 1100 mm breiten Treppenanschlusses beträgt in diesem Fall nur 70% der gegenüber der Anordnung in Abständen von 150 mm, sowohl für den GZT als auch im Brandfall.

Tabelle 10: Zusammenfassung Feuerwiderstandsfähigkeit bei Bügelabstand 100 mm

Treppenkonsolle in Verbindung mit Schöck Tronsole® Typ F V1 (V _{Rd} = 43,0 kN/m, Betongüte ≥ C30/37)						
	Konsollänge in mm					
Konsolhöhe in mm	130	140	150	160	170	180
≥ 80	R120					
Treppenkonsolle in Verbindung mit Schöck Tronsole® Typ F V2 (V _{Rd} = 61,0 kN/m, Betongüte ≥ C30/37)						
	Konsollänge in mm					
Konsolhöhe in mm	130	140	150	160	170	180
≥ 80	R120					
Treppenkonsolle in Verbindung mit Schöck Tronsole® Typ F V3 (V _{Rd} = 85,0 kN/m, Betongüte ≥ C30/37)						
	Konsollänge in mm					
Konsolhöhe in mm	130	140	150	160	170	180
80 - 150	R120					
160	R120	R120	R90	R120	R120	R120
170	R120	R120	R90	R90	R90	R120
180	R120	R120	R90	R90	R60*	R90
≥ 190	R120	R120	R90	R90	R60*	R30*

Erläuterung zur Tabelle 10: Es ist jeweils die höchste erreichbare Feuerwiderstandsfähigkeit angegeben. Beispiel: Beträgt die Feuerwiderstandsfähigkeit R90, so wird auch eine Feuerwiderstandsfähigkeit von R60 oder R30 mit den jeweils in Abschnitt 2 angegebenen Achsabständen erreicht.

* Feuerwiderstandsdauer 90 Minuten (R90) wird erreicht, wenn einwirkende Last 80 kN/m oder weniger beträgt.

Dieses Dokument ersetzt keinen Anwendungsnachweis und/oder Verwendbarkeitsnachweis.

Leipzig, den 14. April 2022



Dr.-Ing. S. Hauswaldt
Geschäftsführer



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

Verwendete Unterlagen

- [1] Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung / Allgemeine Bauartgenehmigung Z-15.7-359 *Schöck Tronsole Typ F zur Verbindung zwischen Stahlbetonpodestplatten und Treppenläufen*, DIBt, 21. Februar 2022
- [2] DIN 4102-4: 2016-05 *Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen - Teil 4: Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile*
- [3] 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*
- [4] DIN EN 1991-1-2/NA: 2015-09 *Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-2: Allgemeine Einwirkungen - Brandeinwirkungen auf Tragwerke*
- [5] DIN EN 13381-3: 2015-06 *Prüfverfahren zur Bestimmung des Beitrages zum Feuerwiderstand von tragenden Bauteilen - Teil 3: Brandschutzmaßnahmen für Betonbauteile*
- [6] DIN EN 1991-1-2: 2010-12 *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-2: Allgemeine Einwirkungen – Brandeinwirkungen auf Tragwerke*

Tabelle 11: Max. Auslastung der Bewehrung im Podest bei Anwendung der Tragstufe V1

Podestkonsole in Verbindung mit Schöck Tronsole® Typ F V1						
V_{Rd} = 43,0 kN/m Betongüte ≥ C20/25						
Konsolbewehrung / Horizontalbügel						
Konsolhöhe	Konsollänge					
[mm]	130	140	150	160	170	180
90	34%	34%	34%	34%	34%	34%
100	30%	30%	29%	29%	29%	29%
110	26%	26%	26%	26%	26%	26%
120	24%	23%	23%	23%	23%	23%
130	21%	21%	21%	21%	21%	21%
140	19%	19%	19%	19%	19%	19%
150	18%	18%	18%	18%	18%	18%
≥ 160	17%	17%	16%	16%	16%	16%

Podestkonsole in Verbindung mit Schöck Tronsole® Typ F V1						
V_{Rd} = 43,0 kN/m Betongüte ≥ C20/25						
Rückhängebewehrung / Vertikalbügel						
Konsolhöhe	Konsollänge					
[mm]	130	140	150	160	170	180
90	28%	28%	28%	28%	28%	28%
100	28%	28%	28%	28%	28%	28%
110	28%	28%	28%	28%	28%	28%
120	28%	28%	28%	28%	28%	28%
130	28%	28%	28%	28%	28%	28%
140	28%	28%	28%	28%	28%	28%
150	28%	28%	28%	28%	28%	28%
≥ 160	28%	28%	28%	28%	28%	28%

Tabelle 12: Auslastung der Bewehrung im Podest bei Anwendung der Tragstufe V2

Podestkonsole in Verbindung mit Schöck Tronsole® Typ F V2						
V_{Rd} = 61,0 kN/m Betongüte ≥ C20/25						
Konsolbewehrung / Horizontalbügel						
Konsolhöhe	Konsollänge					
[mm]	130	140	150	160	170	180
90	36%	39%	38%	38%	38%	38%
100	36%	37%	37%	37%	37%	37%
110	36%	36%	36%	36%	36%	36%
120	33%	33%	33%	33%	33%	33%
130	30%	30%	30%	30%	30%	30%
140	28%	27%	27%	27%	27%	27%
150	25%	25%	25%	25%	25%	25%
≥ 160	24%	23%	23%	23%	23%	23%

Podestkonsole in Verbindung mit Schöck Tronsole® Typ F V2						
V_{Rd} = 61,0 kN/m Betongüte ≥ C20/25						
Rückhängebewehrung / Vertikalbügel						
Konsolhöhe	Konsollänge					
[mm]	130	140	150	160	170	180
90	30%	32%	32%	32%	32%	32%
100	34%	36%	36%	36%	36%	36%
110	39%	39%	39%	39%	39%	39%
120	40%	40%	40%	40%	40%	40%
130	40%	40%	40%	40%	40%	40%
140	40%	40%	40%	40%	40%	40%
150	40%	40%	40%	40%	40%	40%
≥ 160	40%	40%	40%	40%	40%	40%

Tabelle 13: Auslastung der Bewehrung im Podest bei Anwendung der Tragstufe V3

Podestkonsole in Verbindung mit Schöck Tronsole® Typ F V3						
V_{Rd} = 85,0 kN/m Betongüte ≥ C20/25						
Konsolbewehrung / Horizontalbügel						
Konsolhöhe	Konsollänge					
[mm]	130	140	150	160	170	180
90	36%	39%	38%	38%	38%	38%
100	36%	37%	37%	37%	37%	37%
110	36%	36%	36%	36%	36%	36%
120	36%	36%	35%	35%	35%	35%
130	35%	35%	35%	35%	35%	34%
140	35%	34%	34%	34%	34%	34%
150	34%	34%	34%	34%	34%	34%
≥ 160	33%	33%	32%	32%	32%	32%

Podestkonsole in Verbindung mit Schöck Tronsole® Typ F V3						
V_{Rd} = 85,0 kN/m Betongüte ≥ C20/25						
Rückhängebewehrung / Vertikalbügel						
Konsolhöhe	Konsollänge					
[mm]	130	140	150	160	170	180
90	30%	32%	32%	32%	32%	32%
100	34%	36%	36%	36%	36%	36%
110	39%	39%	39%	39%	39%	39%
120	43%	43%	43%	43%	43%	43%
130	46%	46%	46%	46%	46%	46%
140	50%	50%	50%	50%	50%	50%
150	54%	54%	54%	54%	54%	54%
≥ 160	56%	56%	56%	56%	56%	56%

Tabelle 14: Max. Auslastung der Bewehrung im Treppenlauf bei Anwendung der Tragstufe V1

Treppenkonsole in Verbindung mit Schöck Tronsole® Typ F V1						
$V_{Rd} = 43,0 \text{ kN/m}$ Betongüte $\geq \text{C30/37}$						
Konsolbewehrung / Horizontalbügel						
Konsol- höhe	Konsollänge					
[mm]	130	140	150	160	170	180
80	36%	40%	43%	43%	43%	43%
90	36%	40%	43%	43%	43%	43%
100	32%	35%	38%	41%	43%	43%
110	28%	31%	34%	37%	40%	43%
120	25%	28%	31%	33%	36%	38%
130	23%	26%	28%	30%	33%	35%
140	21%	23%	26%	28%	30%	32%
150	20%	22%	24%	26%	28%	30%
160	18%	20%	22%	24%	26%	28%
170	17%	19%	21%	22%	24%	26%
180	16%	18%	19%	21%	23%	24%
190	15%	17%	18%	20%	21%	23%
≥ 200	14%	16%	17%	19%	20%	21%

Treppenkonsole in Verbindung mit Schöck Tronsole® Typ F V1						
$V_{Rd} = 43,0 \text{ kN/m}$ Betongüte $\geq \text{C30/37}$						
Rückhängebewehrung / Vertikalbügel						
Konsol- höhe	Konsollänge					
[mm]	130	140	150	160	170	180
80	34%	36%	38%	37%	36%	35%
90	40%	42%	44%	43%	42%	41%
100	40%	42%	44%	47%	48%	46%
110	40%	42%	44%	47%	49%	51%
120	40%	42%	44%	47%	49%	51%
130	40%	42%	44%	47%	49%	51%
140	40%	42%	44%	47%	49%	51%
150	40%	42%	44%	47%	49%	51%
160	40%	42%	44%	47%	49%	51%
170	40%	42%	44%	47%	49%	51%
180	40%	42%	44%	47%	49%	51%
190	40%	42%	44%	47%	49%	51%
≥ 200	40%	42%	44%	47%	49%	51%

Tabelle 15: Max. Auslastung der Bewehrung im Treppenlauf bei Anwendung der Tragstufe V2

Treppenkonsole in Verbindung mit Schöck Tronsole® Typ F V2						
$V_{Rd} = 61,0 \text{ kN/m}$ Betongüte $\geq \text{C30/37}$						
Konsolbewehrung / Horizontalbügel						
Konsol- höhe	Konsollänge					
[mm]	130	140	150	160	170	180
80	36%	40%	43%	43%	43%	43%
90	39%	43%	43%	43%	43%	43%
100	42%	43%	43%	43%	43%	43%
110	40%	43%	43%	43%	43%	43%
120	36%	40%	43%	43%	43%	43%
130	33%	36%	40%	43%	43%	43%
140	30%	33%	36%	39%	42%	43%
150	28%	31%	34%	36%	39%	42%
160	26%	29%	31%	34%	36%	39%
170	24%	27%	29%	32%	34%	37%
180	23%	25%	27%	30%	32%	34%
190	21%	24%	26%	28%	30%	32%
≥ 200	20%	22%	24%	26%	28%	30%

Treppenkonsole in Verbindung mit Schöck Tronsole® Typ F V2						
$V_{Rd} = 61,0 \text{ kN/ m}$ Betongüte $\geq \text{C30/37}$						
Rückhängebewehrung / Vertikalbügel						
Konsol- höhe	Konsollänge					
[mm]	130	140	150	160	170	180
80	34%	36%	38%	37%	36%	35%
90	43%	45%	44%	43%	42%	41%
100	53%	52%	50%	49%	48%	46%
110	57%	59%	57%	55%	54%	52%
120	57%	60%	63%	61%	59%	58%
130	57%	60%	63%	66%	65%	64%
140	57%	60%	63%	66%	70%	70%
150	57%	60%	63%	66%	70%	73%
160	57%	60%	63%	66%	70%	73%
170	57%	60%	63%	66%	70%	73%
180	57%	60%	63%	66%	70%	73%
190	57%	60%	63%	66%	70%	73%
≥ 200	57%	60%	63%	66%	70%	73%

Tabelle 16: Max. Auslastung der Bewehrung im Treppenlauf bei Anwendung der Tragstufe V3

Treppenkonsole in Verbindung mit Schöck Tronsole® Typ F V3						
$V_{Rd} = 85,0 \text{ kN/m}$ Betongüte $\geq \text{C30/37}$						
Konsolbewehrung / Horizontalbügel						
Konsol- höhe	Konsollänge					
[mm]	130	140	150	160	170	180
80	36%	40%	43%	43%	43%	43%
90	39%	43%	43%	43%	43%	43%
100	42%	43%	43%	43%	43%	43%
110	43%	43%	43%	43%	43%	43%
120	43%	43%	43%	43%	43%	43%
130	43%	43%	43%	43%	43%	43%
140	42%	43%	43%	43%	43%	43%
150	39%	43%	43%	43%	43%	43%
160	36%	40%	43%	43%	43%	43%
170	34%	37%	41%	44%	43%	43%
180	32%	35%	38%	41%	43%	43%
190	30%	33%	36%	39%	42%	43%
≥ 200	28%	31%	34%	37%	40%	42%

Treppenkonsole in Verbindung mit Schöck Tronsole® Typ F V3						
$V_{Rd} = 85,0 \text{ kN/m}$ Betongüte $\geq \text{C30/37}$						
Rückhängebewehrung / Vertikalbügel						
Konsol- höhe	Konsollänge					
[mm]	130	140	150	160	170	180
80	34%	36%	38%	37%	36%	35%
90	43%	45%	44%	43%	42%	41%
100	53%	52%	50%	49%	48%	46%
110	61%	59%	57%	55%	54%	52%
120	68%	65%	63%	61%	59%	58%
130	75%	72%	69%	67%	65%	64%
140	79%	79%	79%	79%	79%	79%
150	79%	83%	82%	79%	77%	75%
160	79%	83%	88%	85%	83%	81%
170	79%	83%	88%	92%	89%	87%
180	79%	83%	88%	92%	95%	92%
190	79%	83%	88%	92%	97%	98%
≥ 200	79%	83%	88%	92%	97%	100%

Tabelle 17: 70% der max. Auslastung der Bewehrung **im Podest** bei Anwendung der Tragstufe V1

Podestkonsole in Verbindung mit Schöck Tronsole® Typ F V1						
V_{Rd} = 43,0 kN/m Betongüte ≥ C20/25						
Konsolbewehrung / Horizontalbügel						
Konsolhöhe	Konsollänge					
[mm]	130	140	150	160	170	180
90	24%	24%	24%	24%	24%	23%
100	21%	21%	21%	21%	20%	20%
110	18%	18%	18%	18%	18%	18%
120	16%	16%	16%	16%	16%	16%
130	15%	15%	15%	15%	15%	15%
140	14%	14%	13%	13%	13%	13%
150	13%	12%	12%	12%	12%	12%
≥ 160	12%	12%	12%	11%	11%	11%

Podestkonsole in Verbindung mit Schöck Tronsole® Typ F V1						
V_{Rd} = 43,0 kN/m Betongüte ≥ C20/25						
Rückhängebewehrung / Vertikalbügel						
Konsolhöhe	Konsollänge					
[mm]	130	140	150	160	170	180
90	20%	20%	20%	20%	20%	20%
100	20%	20%	20%	20%	20%	20%
110	20%	20%	20%	20%	20%	20%
120	20%	20%	20%	20%	20%	20%
130	20%	20%	20%	20%	20%	20%
140	20%	20%	20%	20%	20%	20%
150	20%	20%	20%	20%	20%	20%
≥ 160	20%	20%	20%	20%	20%	20%

Tabelle 18: 70% der max. Auslastung der Bewehrung **im Podest** bei Anwendung der Tragstufe V2

Podestkonsole in Verbindung mit Schöck Tronsole® Typ F V2						
V_{Rd} = 61,0 kN/m Betongüte ≥ C20/25						
Konsolbewehrung / Horizontalbügel						
Konsolhöhe	Konsollänge					
[mm]	130	140	150	160	170	180
90	25%	27%	27%	27%	27%	27%
100	25%	26%	26%	26%	26%	26%
110	25%	25%	25%	25%	25%	25%
120	23%	23%	23%	23%	23%	23%
130	21%	21%	21%	21%	21%	21%
140	19%	19%	19%	19%	19%	19%
150	18%	18%	18%	18%	17%	17%
≥ 160	17%	16%	16%	16%	16%	16%

Podestkonsole in Verbindung mit Schöck Tronsole® Typ F V2						
V_{Rd} = 61,0 kN/m Betongüte ≥ C20/25						
Rückhängebewehrung / Vertikalbügel						
Konsolhöhe	Konsollänge					
[mm]	130	140	150	160	170	180
90	21%	22%	22%	22%	22%	22%
100	24%	25%	25%	25%	25%	25%
110	27%	27%	27%	27%	27%	27%
120	28%	28%	28%	28%	28%	28%
130	28%	28%	28%	28%	28%	28%
140	28%	28%	28%	28%	28%	28%
150	28%	28%	28%	28%	28%	28%
≥ 160	28%	28%	28%	28%	28%	28%

Tabelle 19: 70% der max. Auslastung der Bewehrung **im Podest** bei Anwendung der Tragstufe V3

Podestkonsole in Verbindung mit Schöck Tronsole® Typ F V3						
V_{Rd} = 85,0 kN/m Betongüte ≥ C20/25						
Konsolbewehrung / Horizontalbügel						
Konsolhöhe	Konsollänge					
[mm]	130	140	150	160	170	180
90	25%	27%	27%	27%	27%	27%
100	25%	26%	26%	26%	26%	26%
110	25%	25%	25%	25%	25%	25%
120	25%	25%	25%	25%	25%	25%
130	25%	24%	24%	24%	24%	24%
140	24%	24%	24%	24%	24%	24%
150	24%	24%	24%	24%	24%	23%
≥ 160	23%	23%	23%	23%	23%	23%

Podestkonsole in Verbindung mit Schöck Tronsole® Typ F V3						
V_{Rd} = 85,0 kN/m Betongüte ≥ C20/25						
Rückhängebewehrung / Vertikalbügel						
Konsolhöhe	Konsollänge					
[mm]	130	140	150	160	170	180
90	21%	22%	22%	22%	22%	22%
100	24%	25%	25%	25%	25%	25%
110	27%	27%	27%	27%	27%	27%
120	30%	30%	30%	30%	30%	30%
130	32%	32%	32%	32%	32%	32%
140	35%	35%	35%	35%	35%	35%
150	38%	38%	38%	38%	38%	38%
≥ 160	39%	39%	39%	39%	39%	39%

Tabelle 20: 70% der max. Auslastung der Bewehrung **im Treppenlauf** bei Anwendung der Tragstufe V1

Treppenkonsole in Verbindung mit Schöck Tronsole® Typ F V1						
$V_{Rd} = 43,0 \text{ kN/m}$ Betongüte $\geq \text{C30/37}$						
Konsolbewehrung / Horizontalbügel						
Konsol- höhe	Konsollänge					
[mm]	130	140	150	160	170	180
80	25%	28%	30%	30%	30%	30%
90	25%	28%	30%	30%	30%	30%
100	22%	24%	27%	29%	30%	30%
110	20%	22%	24%	26%	28%	30%
120	18%	20%	21%	23%	25%	27%
130	16%	18%	20%	21%	23%	25%
140	15%	16%	18%	19%	21%	22%
150	14%	15%	17%	18%	19%	21%
160	13%	14%	15%	17%	18%	19%
170	12%	13%	14%	16%	17%	18%
180	11%	12%	13%	15%	16%	17%
190	11%	12%	13%	14%	15%	16%
≥ 200	10%	11%	12%	13%	14%	15%

Treppenkonsole in Verbindung mit Schöck Tronsole® Typ F V1						
$V_{Rd} = 43,0 \text{ kN/m}$ Betongüte $\geq \text{C30/37}$						
Rückhängebewehrung / Vertikalbügel						
Konsol- höhe	Konsollänge					
[mm]	130	140	150	160	170	180
80	24%	25%	26%	26%	25%	25%
90	28%	30%	31%	30%	29%	29%
100	28%	30%	31%	33%	33%	33%
110	28%	30%	31%	33%	34%	36%
120	28%	30%	31%	33%	34%	36%
130	28%	30%	31%	33%	34%	36%
140	28%	30%	31%	33%	34%	36%
150	28%	30%	31%	33%	34%	36%
160	28%	30%	31%	33%	34%	36%
170	28%	30%	31%	33%	34%	36%
180	28%	30%	31%	33%	34%	36%
190	28%	30%	31%	33%	34%	36%
≥ 200	28%	30%	31%	33%	34%	36%

Tabelle 21: 70% der max. Auslastung der Bewehrung **im Treppenlauf** bei Anwendung der Tragstufe V2

Treppenkonsole in Verbindung mit Schöck Tronsole® Typ F V2						
$V_{Rd} = 61,0 \text{ kN/m}$ Betongüte $\geq \text{C30/37}$						
Konsolbewehrung / Horizontalbügel						
Konsol- höhe	Konsollänge					
[mm]	130	140	150	160	170	180
80	25%	28%	30%	30%	30%	30%
90	27%	30%	30%	30%	30%	30%
100	29%	30%	30%	30%	30%	30%
110	28%	30%	30%	30%	30%	30%
120	25%	28%	30%	30%	30%	30%
130	23%	25%	28%	30%	30%	30%
140	21%	23%	25%	28%	30%	30%
150	19%	21%	23%	25%	27%	29%
160	18%	20%	22%	24%	26%	27%
170	17%	19%	20%	22%	24%	26%
180	16%	17%	19%	21%	22%	24%
190	15%	16%	18%	20%	21%	23%
≥ 200	14%	16%	17%	18%	20%	21%

Treppenkonsole in Verbindung mit Schöck Tronsole® Typ F V2						
$V_{Rd} = 61,0 \text{ kN/m}$ Betongüte $\geq \text{C30/37}$						
Rückhängebewehrung / Vertikalbügel						
Konsol- höhe	Konsollänge					
[mm]	130	140	150	160	170	180
80	24%	25%	26%	26%	25%	25%
90	30%	32%	31%	30%	29%	29%
100	37%	37%	35%	34%	33%	33%
110	40%	41%	40%	39%	37%	37%
120	40%	42%	44%	43%	42%	41%
130	40%	42%	44%	46%	46%	45%
140	40%	42%	44%	46%	49%	49%
150	40%	42%	44%	46%	49%	51%
160	40%	42%	44%	46%	49%	51%
170	40%	42%	44%	46%	49%	51%
180	40%	42%	44%	46%	49%	51%
190	40%	42%	44%	46%	49%	51%
≥ 200	40%	42%	44%	46%	49%	51%

Tabelle 22: 70% der max. Auslastung der Bewehrung **im Treppenlauf** bei Anwendung der Tragstufe V3

Treppenkonsole in Verbindung mit Schöck Tronsole® Typ F V3						
$V_{Rd} = 85,0 \text{ kN/m}$ Betongüte $\geq \text{C30/37}$						
Konsolbewehrung / Horizontalbügel						
Konsolhöhe	Konsollänge					
[mm]	130	140	150	160	170	180
80	25%	28%	30%	30%	30%	30%
90	27%	30%	30%	30%	30%	30%
100	29%	30%	30%	30%	30%	30%
110	30%	30%	30%	30%	30%	30%
120	30%	30%	30%	30%	30%	30%
130	30%	30%	30%	30%	30%	30%
140	29%	30%	30%	30%	30%	30%
150	27%	30%	30%	30%	30%	30%
160	25%	28%	30%	30%	30%	30%
170	24%	26%	28%	31%	30%	30%
180	22%	24%	27%	29%	30%	30%
190	21%	23%	25%	27%	29%	30%
≥ 200	20%	22%	24%	26%	28%	30%

Treppenkonsole in Verbindung mit Schöck Tronsole® Typ F V3						
$V_{Rd} = 85,0 \text{ kN/m}$ Betongüte $\geq \text{C30/37}$						
Rückhängebewehrung / Vertikalbügel						
Konsolhöhe	Konsollänge					
[mm]	130	140	150	160	170	180
80	24%	25%	26%	26%	25%	25%
90	30%	32%	31%	30%	29%	29%
100	37%	37%	35%	34%	33%	33%
110	43%	41%	40%	39%	37%	37%
120	48%	46%	44%	43%	42%	41%
130	52%	50%	48%	47%	46%	45%
140	55%	55%	55%	55%	55%	55%
150	55%	58%	57%	55%	54%	53%
160	55%	58%	62%	60%	58%	57%
170	55%	58%	62%	65%	62%	61%
180	55%	58%	62%	65%	66%	65%
190	55%	58%	62%	65%	68%	69%
≥ 200	55%	58%	62%	65%	68%	70%

Tabelle 23: Feuerwiderstand im Treppenlauf bei 100% Auslastung der Bewehrung im GZT - Tragstufe V1

Treppenkonsole in Verbindung mit Schöck Tronsole® Typ F V1						
V_{Rd} = 43,0 kN/m Betongüte ≥ C30/37						
Konsolbewehrung / Horizontalbügel						
Konsolhöhe	Konsollänge					
[mm]	130	140	150	160	170	180
80	R120	R120	R120	R120	R120	R120
90	R120	R120	R120	R120	R120	R120
100	R120	R120	R120	R120	R120	R120
110	R120	R120	R120	R120	R120	R120
120	R120	R120	R120	R120	R120	R120
130	R120	R120	R120	R120	R120	R120
140	R120	R120	R120	R120	R120	R120
150	R120	R120	R120	R120	R120	R120
160	R120	R120	R120	R120	R120	R120
170	R120	R120	R120	R120	R120	R120
180	R120	R120	R120	R120	R120	R120
190	R120	R120	R120	R120	R120	R120
≥ 200	R120	R120	R120	R120	R120	R120

Treppenkonsole in Verbindung mit Schöck Tronsole® Typ F V1						
V_{Rd} = 43,0 kN/m Betongüte ≥ C30/37						
Rückhängebewehrung / Vertikalbügel						
Konsolhöhe	Konsollänge					
[mm]	130	140	150	160	170	180
80	R120	R120	R120	R120	R120	R120
90	R120	R120	R120	R120	R120	R120
100	R120	R120	R120	R120	R120	R120
110	R120	R120	R120	R120	R120	R120
120	R120	R120	R120	R120	R120	R120
130	R120	R120	R120	R120	R120	R120
140	R120	R120	R120	R120	R120	R120
150	R120	R120	R120	R120	R120	R120
160	R120	R120	R120	R120	R120	R120
170	R120	R120	R120	R120	R120	R120
180	R120	R120	R120	R120	R120	R120
190	R120	R120	R120	R120	R120	R120
≥ 200	R120	R120	R120	R120	R120	R120

Tabelle 24: Feuerwiderstand im Treppenlauf bei 100% Auslastung der Bewehrung im GZT - Tragstufe V2

Treppenkonsole in Verbindung mit Schöck Tronsole® Typ F V2						
V_{Rd} = 61,0 kN/m Betongüte ≥ C30/37						
Konsolbewehrung / Horizontalbügel						
Konsolhöhe	Konsollänge					
[mm]	130	140	150	160	170	180
80	R120	R120	R120	R120	R120	R120
90	R120	R120	R120	R120	R120	R120
100	R120	R120	R120	R120	R120	R120
110	R120	R120	R120	R120	R120	R120
120	R120	R120	R120	R120	R120	R120
130	R120	R120	R120	R120	R120	R120
140	R120	R120	R120	R120	R120	R120
150	R120	R120	R120	R120	R120	R120
160	R120	R120	R120	R120	R120	R120
170	R120	R120	R120	R120	R120	R120
180	R120	R120	R120	R120	R120	R120
190	R120	R120	R120	R120	R120	R120
≥ 200	R120	R120	R120	R120	R120	R120

Treppenkonsole in Verbindung mit Schöck Tronsole® Typ F V2						
V_{Rd} = 61,0 kN/m Betongüte ≥ C30/37						
Rückhängebewehrung / Vertikalbügel						
Konsolhöhe	Konsollänge					
[mm]	130	140	150	160	170	180
80	R120	R120	R120	R120	R120	R120
90	R120	R120	R120	R120	R120	R120
100	R120	R120	R120	R120	R120	R120
110	R120	R120	R120	R120	R120	R120
120	R120	R120	R90	R120	R120	R120
130	R120	R120	R90	R60	R90	R90
140	R120	R120	R90	R60	R30	R30
150	R120	R120	R90	R60	R30	R30
160	R120	R120	R90	R60	R30	R30
170	R120	R120	R90	R60	R30	R30
180	R120	R120	R90	R60	R30	R30
190	R120	R120	R90	R60	R30	R30
≥ 200	R120	R120	R90	R60	R30	R30

Tabelle 25: Feuerwiderstand im Treppenlauf bei 100% Auslastung der Bewehrung im GZT - Tragstufe V3

Treppenkonsole in Verbindung mit Schöck Tronsole® Typ F V3						
V_{Rd} = 85,0 kN/m Betongüte ≥ C30/37						
Konsolbewehrung / Horizontalbügel						
Konsolhöhe	Konsollänge					
[mm]	130	140	150	160	170	180
80	R120	R120	R120	R120	R120	R120
90	R120	R120	R120	R120	R120	R120
100	R120	R120	R120	R120	R120	R120
110	R120	R120	R120	R120	R120	R120
120	R120	R120	R120	R120	R120	R120
130	R120	R120	R120	R120	R120	R120
140	R120	R120	R120	R120	R120	R120
150	R120	R120	R120	R120	R120	R120
160	R120	R120	R120	R120	R120	R120
170	R120	R120	R120	R120	R120	R120
180	R120	R120	R120	R120	R120	R120
190	R120	R120	R120	R120	R120	R120
≥ 200	R120	R120	R120	R120	R120	R120

Treppenkonsole in Verbindung mit Schöck Tronsole® Typ F V3						
V_{Rd} = 85,0 kN/m Betongüte ≥ C30/37						
Rückhängebewehrung / Vertikalbügel						
Konsolhöhe	Konsollänge					
[mm]	130	140	150	160	170	180
80	R120	R120	R120	R120	R120	R120
90	R120	R120	R120	R120	R120	R120
100	R120	R120	R120	R120	R120	R120
110	R120	R120	R120	R120	R120	R120
120	R60	R90	R90	R120	R120	R120
130	R30	R30	R30	R60	R90	R90
140	R30	R30	R30	R30	R30	R30
150	R30	R30	R30	R30	R30	R30
160	R30	R30	R30	R30	R30	R30
170	R30	R30	R30	R30	R30	R30
180	R30	R30	R30	R30	R30	R30
190	R30	R30	R30	R30	R30	R30
≥ 200	R30	R30	R30	R30	R30	R30