

REGELN FÜR DIE HERSTELLUNG UND ANWENDUNG VON ZIEGELDECKEN



Brandschutztechnische Einstufung von Ziegel-Einhängedecken

Merkblatt 101 - 2018-03

1 Bauteilbeschreibung, Konstruktion und Bemessung

Ziegel-Einhängedecken, wie beispielhaft in Abb. 1 gezeigt, sind Balken- und Rippendecken nach DIN EN 1992-1-1[1]. Sie werden bauseits aus raumlang vorgefertigten Trägern und Einhängziegeln hergestellt.

Bei den Trägern handelt es sich um Halbfertigteile nach DIN EN 15037-1 [2]. Vorgefertigt wird der untere Querschnittsteil, der als Zuggurt wirkt und aus Gitterträgern nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung i.d.R. mit Zulagebewehrung aus B 500 A/B besteht.

Die Untergurte der Gitterträger sind in ausbetonierte Ziegelschalen eingebettet. Der Obergurt, der die Druckkräfte aufnimmt, wird örtlich betoniert ggf. in Verbindung mit einer Ortbetondruckplatte.

Zwischen die Gitterträger werden Deckenziegel (Zwischenbauteile nach DIN EN 15037-3 [3]) eingehängt. Unterschieden wird zwischen Ziegeln, die in Deckenspannrichtung statisch mitwirken (Typ RR) und Ziegeln, die nur Lasten in Querrichtung von Träger zu Träger abtragen können (Typ SR).

Beim Typ RR (Abb. 2) handelt es sich also um den vormals in DIN 4159 [4] geregelten statisch mitwirkenden Ziegel mit ausgeprägter oberer Druckzone in der eine Kleinlochung vorhanden ist und Stoßfugenaussparungen, die örtlich vergossen werden, um die Längsdruckkräfte übertragen zu können.

Abb. 1: Ziegel-Einhängedecke (Beispiel)

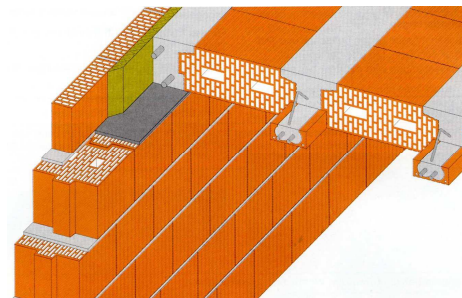
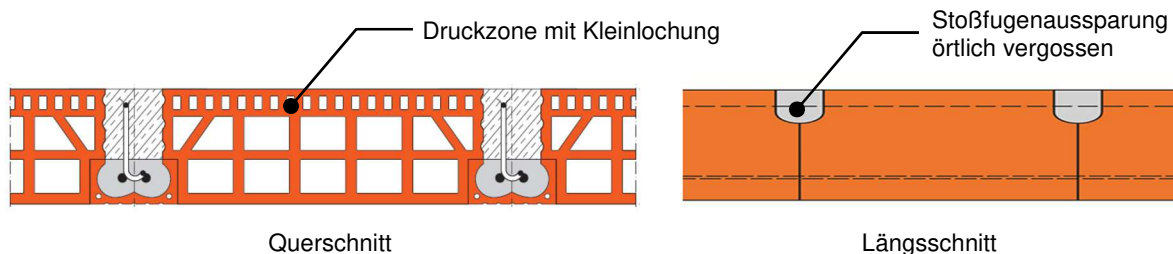


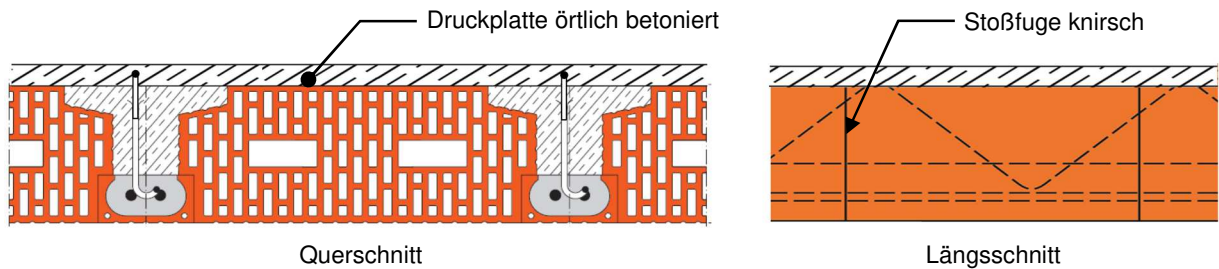
Abb. 2: Ziegel-Einhängedecke mit Zwischenbauteilen Typ RR



Der Typ SR (Abb. 3) hat heutzutage meist eine einheitlich durchgehende Lochung (HLz-Lochbild) und besitzt an den Ziegelstößen gerade Schnittkanten, die nicht vergossen sondern knirsch gestoßen werden. Es handelt sich dabei um den vormals als „statisch nicht mitwirkend“ bezeichneten Ziegel nach DIN 4160 [5], der heute nach harmonisierter Norm [3] als „teilweise mitwirkend“ bezeichnet wird, weil er selbstverständlich Lasten in Querrichtung (von Träger zu Träger) weiterleiten muss.

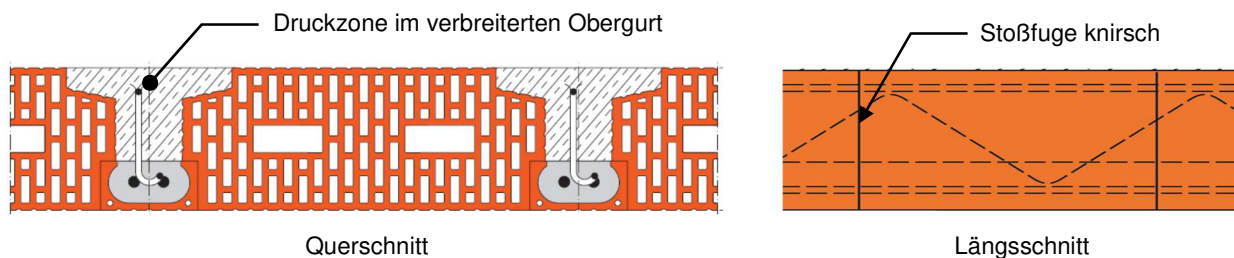
Das übliche Rastermaß (Trägerachsabstand) der Decken liegt zwischen 600 und 640 mm.

Abb. 3: Ziegel-Einhängedecke mit Zwischenbauteilen Typ SR und Aufbeton als Druckplatte



Rippendecken erhalten einen statisch mitwirkenden Aufbeton der als Druckplatte wirkt (Abb. 3), während in Balkendecken nur die Obergurte der Gitterträger bis Oberkante Einhängziegel örtlich beibetoniert werden (Abb. 4); sie wirken als T-förmige Druckgurte.

Abb. 4: Ziegel-Einhängedecke mit Zwischenbauteilen Typ SR ohne Aufbeton



Die Berechnung und Bemessung der Decken erfolgt nach DIN EN 1992-1-1 [1] in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA [6] und nach der nationalen Ausführungsnorm DIN 20000-129 [7] sowie den allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen der verwendeten Gitterträger (z. B. [10]).

Für die Vorbemessung stehen dem Anwender Traglasttabellen unter www.ziegeldecke.de zur Verfügung.

2. Brandschutz

2.1 Allgemeines

Die Nachweise für den baulichen Brandschutz der unter Abs. 1 beschriebenen Ziegel-Einhängedecken im fertigen Zustand und gleichzustellender Ziegel-Massivdächer sind in der nationalen Restnorm DIN 4102-4 [8], Abs. 5.7 geregelt. Dort wird im Wesentlichen auf Festlegungen in dem harmonisierten Eurocode DIN EN 1992-1-2 [9] Bezug genommen und es werden Lücken geschlossen, die sich im Vergleich zu den bisherigen nationalen Regelungen ansonsten aufgetan hätten.

Die Klassifizierung des Feuerwiderstandes der Deckensysteme erfolgt weiterhin nach nationalem System (z.B. F 60) und nicht nach europäischem Klassifizierungssystem (z.B. R 60).

2.2 Hinweise zur Nachweisführung

Der notwendige Umfang und Ablauf der brandschutztechnischen Nachweise ergibt sich aus Tabelle 5.14 in DIN 4102-4 [8]. Dort werden in Abhängigkeit von der Deckenkonstruktion, insbesondere von der Art der Zwischenbauteile, die Bemessungsgrundlagen benannt bzw. es wird verwiesen auf die Abschnitte und Tabellen der Normen [8] und [9]. Für die in der Praxis gebräuchlichsten Deckentypen sind in Tabelle MB 1 die wesentlichen Bemessungsgrundlagen und die entsprechenden Bezüge aus Tabelle 5.14 mit Erläuterungen in den Fußnoten ❶ bis ❸ zusammengestellt und die konkreten Anforderungen in Tabelle MB 2 beispielhaft für einzelne Bauteile bzw. Konstruktionsmerkmale in Abhängigkeit von der Feuerwiderstandsklasse angegeben.

Tab. MB 1: Mindestquerschnittsmaße und -achsabstände für Ziegel-Einhängedecken gemäß Tabelle 5.14 in DIN 4102-4 [8] und Erläuterungen in den Fußnoten ❶ bis ❸

Zeile *	Konstruktionsmerkmale	Beispielhafte Bilder der Zwischenbauteile	Anforderung
1.1	Mindestbreite b von Balken oder Rippen von Zwischenbauteilen ohne Massiv- oder Halbmassivstreifen in Decken mit ebener Untersicht		
1.1.2	Zwischenbauteile Typ RR		Keine Anforderungen an b , wenn $b_0 \leq 60$ mm
1.1.3.2	Zwischenbauteile Typ SR		❶ DIN 4102-4 [8] Abs. 5.6.3 bzw. DIN EN 1992-1-2 [9] Abs. 5.7.5
2	Mindestdicke h von Decken mit Zwischenbauteilen nach den Zeilen 1 bis 1.2.3	Nach DIN 4102-4 [8] Abs. 5.7.2	❷ DIN 4102-4 [8] Abs. 5.4.2 Tab. 5.3 bzw. DIN EN 1992-1-2 [9] Abs. 5.7.1 bis 5.7.3
3.1	Mindestachsabstände a und Mindestabstandszahl n bei Decken mit Zwischenbauteilen Typ RR nach DIN EN 15037-3	Siehe Zeile 1.1.2	
3.2	Mindestachsabstände a und a_{sd} sowie Mindestabstandszahl n bei Decken mit Zwischenbauteilen Typ SR nach DIN EN 15037-3	Siehe Zeile 1.1.3.2	❸ DIN 4102-4 [8] Abs. 5.6 bzw. DIN EN 1992-1-2 [9] Abs. 5.7.5

* Die Zeilennummerierung bezieht sich auf Tabelle 5.14 in DIN 4102-4 [8]

❶ DIN 4102-4:2016-05 [8], Abs. 5.6.3 gilt für bekleidete Rippendecken; unbekleidete Decken sind erfasst in DIN EN 1992-1-2:2010-12 [9]. Abs. 5.7.5 verweist auf 5.6.2, dort wiederum ist für statisch bestimmt gelagerte Balken ohne Massiv- oder Halbmassivstreifen unter (1) hinsichtlich Mindestbreiten und Mindestabständen auf Tabelle 5.5 verwiesen.

Auszug aus DIN EN 1992-1-2 [9] Tabelle 5.5
Mindestmaße und –achsabstände für statisch bestimmt gelagerte
Balken aus Stahlbeton und Spannbeton

Feuerwiderstandsklasse	Mindestmaße (mm)			
	Mögliche Kombinationen von a und b_{min} , dabei ist a der mittlere Achsabstand und b_{min} die Mindestbalkendicke			
1	2	3	4	5
R 30	$b_{min} = 80$ $a = 25$	120 20	160 15*	200 15*
R 60	$b_{min} = 120$ $a = 40$	160 35	200 30	300 25
R 90	$b_{min} = 150$ $a = 55$	200 45	300 40	400 35

$a_{sd} = a + 10$ mm (siehe Anmerkungen unten)

a_{sd} ist der seitliche Achsabstand der Eckstäbe (bzw. des –spannglieds oder –drahts) in Balken mit nur einer Bewehrungslage. Für größere b_{min} -Werte als die nach Spalte 4 ist eine Vergrößerung von nicht erforderlich.

* Normalerweise reicht die nach EN 1992-1-1 erforderliche Betondeckung aus.

② DIN 4102-4:2016-05 [8], Abs. 5.4.2 gilt für Bekleidungen mit Holzwolle-Platten; unbedeckte Decken sind erfasst in DIN EN 1992-1-2:2010-12 [9], Abs. 5.7.1 (1) und (2). Dort werden in der Tabelle 5.8 für einen anforderungsgerechten Feuerwiderstand Mindestplattendicken h_s ausgewiesen.

Auszug aus DIN EN 1992-1-2 [9] Tabelle 5.8
Mindestmaße und –achsabstände für statisch bestimmt gelagerte,
einachsig und zweiachsig gespannte Stahlbeton- und Spannbetonplatten

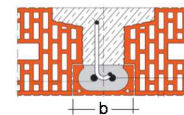
Feuerwiderstandsklasse	Mindestabmessungen (mm)	
	Plattendicke h_s (mm)	einachsig
1	2	3
REI 30	60	10*
REI 60	80	20
REI 90	100	30

* Normalerweise reicht die nach EN 1992-1-1 erforderliche Betondeckung aus.

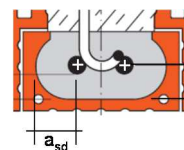
③ DIN 4102-4:2016-05 [8], Abs. 5.6.3 gilt für bedeckte Rippendecken oder Rippendecken mit Massiv- oder Halbmassivstreifen; unbedeckte Decken ohne Massiv- oder Halbmassivstreifen sind erfasst in DIN EN 1992-1-2:2010-12 [9]; Abs. 5.7.5 verweist auf 5.6.2, dort wiederum ist für statisch bestimmt gelagerte Balken ohne Massiv- oder Halbmassivstreifen unter (1) hinsichtlich Mindestbreiten und Mindestabständen auf Tabelle 5.5 verwiesen (s. Fußnote ①).

Tab. MB 2: Anforderungen an Ziegel-Einhängedecken nach DIN 4102-4

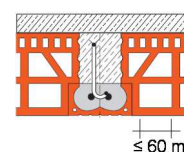
Konstruktionsmerkmal	Feuerwiderstandsklasse					
	F 30		F 60		F 90	
	b_{min}	a	b_{min}	a	b_{min}	a
Rippenbreite und Achsabstand in mm (s. Abb. rechts, einseitige Beanspruchung)	---	10	---	20	---	30
Rippenbreite und Achsabstand in mm (mehrsseitig beansprucht)	80	25	120	40	150	55
Mindestdicke h_s in mm	60		80		100	



Rippenbreite b



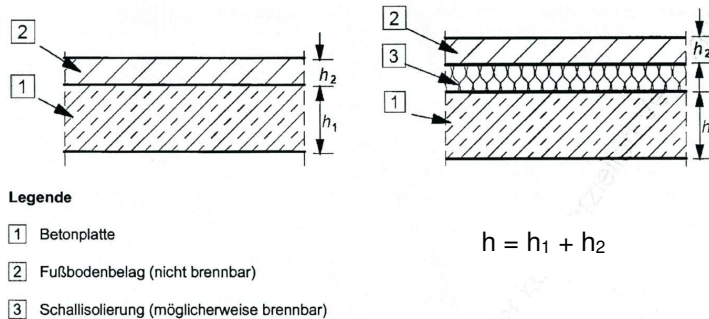
Achsabstände a und a_{sd} mit $a_{sd} = a + 10$ mm



Deckendicke h

Die Mindestdeckendicke h_s nach Tabelle MB 2 gewährleistet den Raumabschluss. Fußbodenbeläge tragen entsprechend ihrer Dicke zum Raumabschluss bei (siehe Abb. 5).

Abb. 5: Ziegel-Einhängedecke mit Zwischenbauteilen und Fußbodenbelag (entnommen aus [9], Bild 5.7)

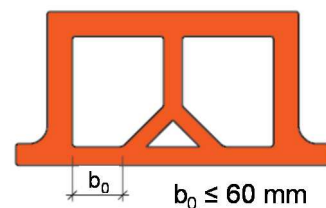


2.3 Nachweis der Balken oder Rippen

Zu unterscheiden ist zunächst, ob es sich bei der Einhängedecke um ein Bauteil handelt, das als Platte einseitig brandbeansprucht wird oder ob die Balken oder Rippen unzureichend geschützt sind und damit eine mehrseitige Brandbeanspruchung vorhanden sein kann.

Die einseitige Brandbeanspruchung liegt vor bei Decken mit ebener Untersicht und Zwischenbauteilen vom Typ RR, wobei in mindestens hochfeuerhemmenden Ziegel-Einhängedecken ($\geq F 60$) nur solche Einhängeziegel nach DIN EN 15037-3 verwendet werden dürfen, bei denen die lichten Abstände b_0 der senkrecht oder geneigt verlaufenden Innenstege ≤ 60 mm sind (s. Abb. 6).

Abb. 6: Mindeststegabstand für Feuerwiderstandsklasse $\geq F 60$



In brandschutztechnischer Hinsicht gleichwertig sind Einhängedecken mit Zwischenbauteilen vom Typ SR, die einen Querschnitt mit kleiner Rechtecklochung (HLz-Lochbild) entsprechend Abb. 3 aufweisen, bei denen der Stegabstand ≤ 60 mm beträgt (vgl. auch [11], Abs. 3.9 und [12]).

Bei Verwendung dieser Ziegel sind nach Tabelle MB 1, Zeile 1.1.2 hinsichtlich der Breite b der Rippen keine besonderen Anforderungen zu beachten.

Der Mindestachsabstand a der Bewehrung ergibt sich nach [9] in Abhängigkeit von der Feuerwiderstandsklasse aus Tabelle 5.8, Spalte 3 dieser Norm (s. Fußnote 2 in Tabelle MB 1).

Die brandschutztechnische Wirksamkeit der Ziegelschale am Fuß der Balken bzw. Rippen wird in [11], Abs. 3.9.1 mit Bild 3-18 dargestellt. Eine Reduzierung des Achsabstandes a um 12 mm für Konstruktionen nach Tabelle MB 2, Abbildungen rechts, bei Vorhandensein von Ziegelfußleisten ist deshalb unter Bezugnahme auf Abs. 3.10.2.4 in [13] gerechtfertigt (vgl. auch [12]).

Damit ergibt sich beispielhaft zur Sicherstellung der Feuerwiderstandsklasse F 90 der Mindestachsabstand a nach Tabelle MB 2 zu 30 mm. Weil durch die Ziegelschalen der Fußleisten die Bewehrung geschützt wird, darf die erforderliche Betondeckung um 12 mm reduziert werden.

Der Mindestachsabstand für F 90 wird also bei Einhaltung einer Betondeckung $c = 20$ mm (vgl. Abb. 7) erreicht. Höhere Betondeckungen können sich aus Gründen des Korrosionsschutzes nach DIN EN 1992-1-1 [1] ergeben.

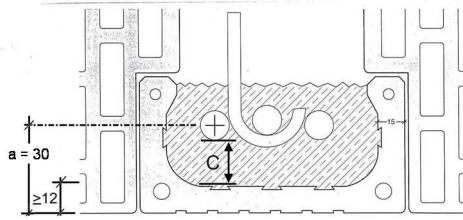


Abb. 7: Mindestachsabstand für Feuerwiderstandsklasse F 90 bei Ziegelfußleisten ≥ 12 mm

Im Falle einer mehrseitigen Brandbeanspruchung, insbesondere bei Zwischenbauteilen Typ SR mit Abständen $b_0 > 60$ mm ist nach den Angaben von Tabelle 5.14 (vgl. Abb. 5, Zeile 1.1.3.2) zu bemessen. Für unbedeckte Ziegel-Einhängedecken dieses Typs ergeben sich dann die Anforderungen für Rippen oder Balken hinsichtlich der Mindestbreite sowie die Mindestachsabstände der Bewehrungsstäbe und deren Anzahl nach [9], Tabelle 5.5 (s. Fußnoten ① und ③ in Tabelle MB 1).

2.4 Nachweis der Deckendicke

Die Mindestdicke h der Ziegel-Einhängedecke ergibt sich aus [9], Tabelle 5.8, Spalte 2 (s. Fußnote ② in Tabelle MB 1). Nachzuweisen ist, dass die Mindestdicke h der Ziegeleinhängedecke gem. Tab. 5.8 für die entsprechende Feuerwiderstandsklasse eingehalten wird.

Die brandschutztechnisch wirksame Deckendicke h_{ges} besteht nach Tabelle MB 1, Zeile 2, aus dem ggf. angeordneten Aufbeton h_B und der anrechenbaren Höhe des Ziegelquerschnitts h_{zi} , die um 10 % vergrößert werden darf. Die Anforderung zur Einhaltung der Mindestdicke lautet damit:

$$h_{ges} = h_B + 1,1 \cdot h_{zi} \geq h_s \text{ nach Tab. 5.8 in [9].}$$

Die anrechenbare Höhe h_{zi} des Einhängesiegels beträgt gem. DIN 4102-4 [8] 5.7.2 Gleichung (5.1):

$$h_{zi} = A_{netto} / b$$

mit : A_{netto} Nettoquerschnittsfläche des Zwischenbauteils

b Breite des Zwischenbauteils.

Die Nettoquerschnittsfläche des Ziegels kann daraus wie folgt berechnet werden:

$$A_{netto} \geq (h_{ges} - h_B) \cdot b / 1,1$$

Damit ergeben sich zur Sicherstellung von F 90 in Abhängigkeit vom Deckentyp die in Tabelle MB 3, Spalte 5, aufgelisteten, erforderlichen Mindestnettoquerschnittsflächen der Zwischenbauteile.

Tab. MB 3: Erforderliche Mindestnettoquerschnittsfläche für F 90 in Abhängigkeit vom Deckentyp

Deckentyp	Höhe s_0 der Zwischenbauteile [mm]	Dicke d_B des Aufbetons [mm]	Breite b der Zwischenbauteile [mm]	Mindestnettoquerschnittsfläche A_{netto} der Zwischenbauteile [mm ²]
1	2	3	4	5
18 + 0	180	0	530	48182
18 + 3	180	30		33727
18 + 5	180	50		24091
18 + 7	180	70		14455
21 + 0	210	0		48182
21 + 3	210	30		33727
21 + 5	210	50		24091
21 + 7	210	70		14455
25 + 0	250	0		48182

Anmerkung:

Die in der Tabelle fett gedruckten Deckentypen erfüllen erfahrungsgemäß die Anforderung der Spalte 5. Diese Anmerkung macht einen Nachweis allerdings nicht entbehrlich.

3 Fachliteratur

- [1] DIN EN 1992-1-1 Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Deutsche Fassung EN 1992-1-1:2004 + AC:2010; 2011-01 und Änderung A1; 2015-03
- [2] DIN EN 15037-1 Betonfertigteile - Balkendecken mit Zwischenbauteilen - Teil 1: Balken; Deutsche Fassung EN 15037-1:2008-07
- [3] DIN EN 15037-3 Betonfertigteile - Balkendecken mit Zwischenbauteilen - Teil 3: Keramische Zwischenbauteile; Deutsche Fassung EN 15037-3:2009+A1:2011-07
- [4] DIN 4159 Ziegel für Ziegeldecken und Vergusstafeln, statisch mitwirkend; 2014-05
- [5] DIN 4160:2000-04 Ziegel für Decken, statisch nicht mitwirkend (Norm wird zurückgezogen)
- [6] DIN EN 1992-1-1/NA Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter - Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; 2013-04 und Änderung A1; 2015-12
- [7] DIN 20000-129 Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken - Teil 129: Regeln für die Verwendung von keramischen Zwischenbauteilen nach DIN EN 15037- 3:2011-07; 2014-10
- [8] DIN 4102-4:2016-05 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile
- [9] DIN EN 1992-1-2 Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-2: Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall Deutsche Fassung EN 1992-1-2:2004 + AC: 2008
- [10] Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Z-15.1-145 für Filigran-S-Gitterträger und Filigran-SE-Träger für Balken-, Rippen- und Plattenbalkendecken mit Betonfußleisten oder Fertigplatten (gültig bis 31.12.2018)
- [11] Kordina, K./ Meyer-Ottens, C/ Richer, E.: Beton Brandschutz Handbuch, 2. Auflage, Verlag Bau+Technik
- [12] Brandschutztechnische Beurteilung von Klimaton Ziegeldecken Typ 18+3; MPA TU Braunschweig vom 17.08.2007
- [13] DIN 4102-4:1994-03 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile