

**Projekt:** 20046 /15515\_de  
Bericht zu Bewehrungsanschlüssen mit dem  
fischer Injektionssystem FIS V Plus/ FIS V Plus  
Low Speed im Brandfall

**Auftraggeber:** fischerwerke GmbH & Co. KG  
Denzlingen, Deutschland

**Autor:** Heiner Kruse

**Datum:** 26.11.2020



---

apl. Prof. Dr.-Ing. Catherina Thiele



---

Heiner Kruse M.Sc.

**Inhaltsverzeichnis**

<b>1. Allgemeines .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Elemente .....</b>	<b>3</b>
<b>3. Methode.....</b>	<b>3</b>
<b>4. Eingangswerte für die Simulation .....</b>	<b>5</b>
<b>5. Untersuchte Anschlusssituationen.....</b>	<b>7</b>
<b>6. Ergebnisse der Simulation.....</b>	<b>9</b>
6.1. Verbandspannungen für den Platte-Platte-Anschluss .....	9
6.2. Widerstände für den Balken-Wand-Anschluss.....	11
6.2.1. Widerstände für den Balken-Wand-Anschluss mit einer Betondeckung von 10mm .....	12
6.2.2. Widerstände für den Balken-Wand-Anschluss mit einer Betondeckung von 20mm .....	14
6.2.3. Widerstände für den Balken-Wand-Anschluss mit einer Betondeckung von 30mm .....	20
6.2.4. Widerstände für den Balken-Wand-Anschluss mit einer Betondeckung von 40mm .....	28
6.2.5. Widerstände für den Balken-Wand-Anschluss mit einer Betondeckung von 55mm .....	36
<b>7. Referenzen.....</b>	<b>44</b>

## 1. Allgemeines

Die TU Kaiserslautern wurde von der fischerwerke GmbH & Co. KG beauftragt Feuerwiderstände für den Bewehrungsanschluss mit dem Injektionssystem FIS V Plus / FIS V Plus Low Speed für verschiedene Anschlusssituationen zu ermitteln. Das nachfolgende Dokument basiert auf Grundlage der Versuchsergebnisse des Versuchsberichts 18049HK15563 [1] und dem Gutachten "Project 20037HK/15511\_3" [7].

## 2. Elemente

Es wurden Bewehrungsdurchmesser von  $\varnothing$  8 bis 28 mm mit Verankerungstiefen zwischen 100 und 1210 mm in C20/25 simuliert. Auf der sicheren Seite liegend, können die Simulationenwerte für Verankerungstiefen bis 2000 mm angenommen werden. Es wurde ein Anschluss einer Platte an eine Platte untersucht und ein Anschluss eines Balkens an eine Wand.

Ermittelt wurden:

- charakteristische Verbundspannungen für den Plattenanschluss,
- charakteristische Tragfähigkeiten Bewehrungsstäbe in Balken-Wand-Anschlüssen

## 3. Methode

Die Entwurfsmethode besteht aus vier Schritten (siehe Abbildung 1). Zunächst wurde ein Abminderungsfaktor  $K_N(\theta)$  [1] bestimmt, der das Verhältnis zwischen Verbundwiderstand und Temperatur auf der Grundlage von Ausziehversuchen bei verschiedenen Temperaturen beschreibt. Zweitens wurde eine thermische Simulation mit der Finite-Elemente-Methode durchgeführt, um die Temperatur entlang des Bewehrungsstabs zu einem bestimmten Zeitpunkt  $T$  während eines Brandes zu bestimmen. Drittens wurde die Verbundspannung im Brandfall anhand der ersten beiden Schritte definiert. Ein vierter Schritt bei Balken-Wand-Anschluss ist die Berechnung des charakteristischen Widerstandes im Brandfall durch Integration der Verbundspannung.

Die Eingabeparameter für die thermische Simulation wurden in Übereinstimmung mit [2], [3] und [4] angenommen.

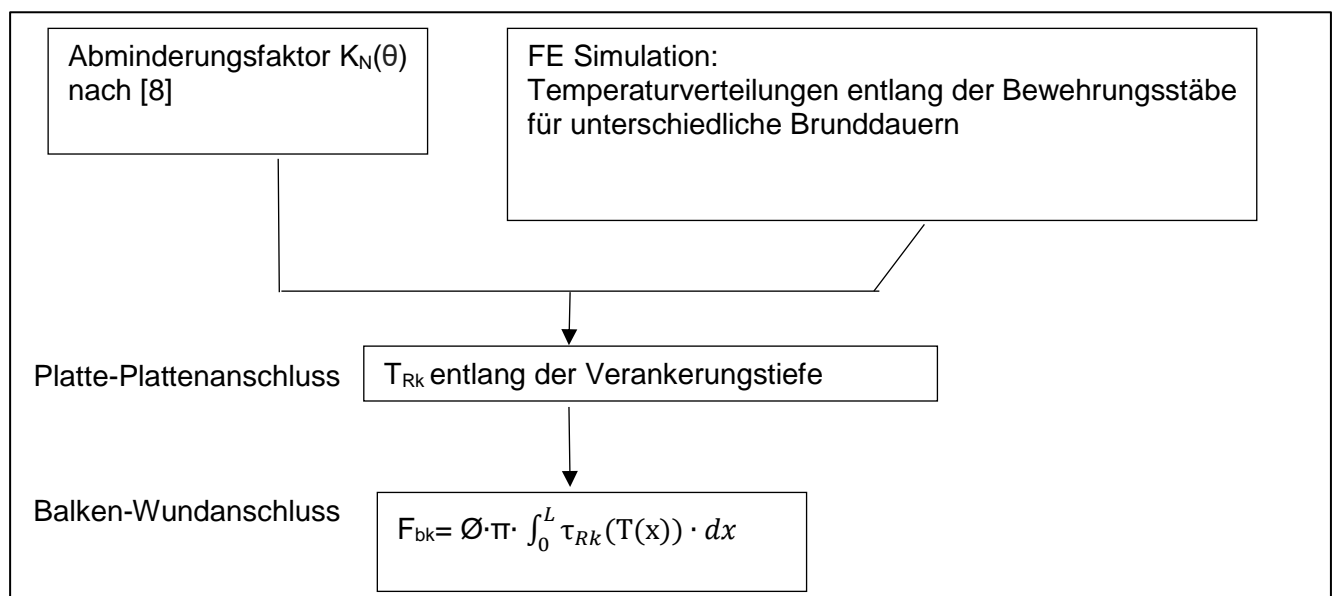


Abbildung 1: Beschreibung der angewendeten Methodik

Mit:

$f_{TRK}$ : charakteristische Verbandspannung [N/mm<sup>2</sup>]

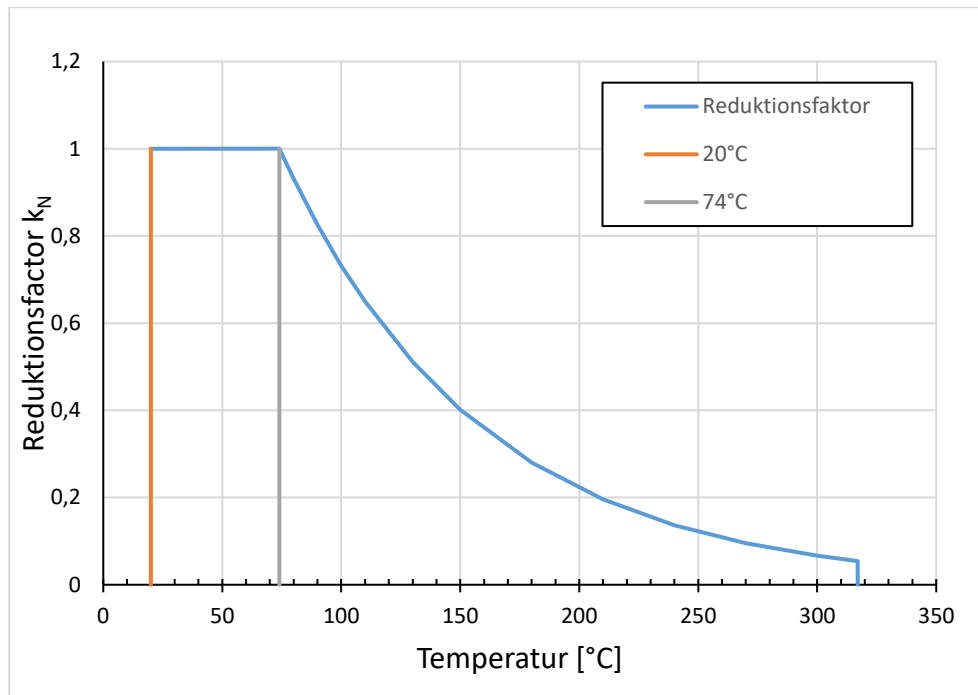
T: Temperatur [°]

$F_{bk}$ : charakteristischer Widerstand [N]

L: Verankerungstiefe [mm]

$\emptyset$ : Stabdurchmesser [mm]

In Abbildung 2 ist der Abminderungsfaktor für die Verbandspannungen in Abhängigkeit von der Temperatur angegeben [1].



$$20^{\circ}\text{C} \leq \theta \leq 74^{\circ}\text{C}$$

$$k_N = 1$$

$$75^{\circ}\text{C} \leq \theta \leq 317^{\circ}\text{C}$$

$$k_N = \frac{24,308 \cdot e^{-0,012 \cdot \theta}}{10}$$

$$\theta > 317^{\circ}\text{C}$$

$$k_N = 0$$

Abbildung 2: Abminderungsfaktor für die Verbandspannungen in Abhängigkeit von der Temperatur

In diesem Bericht wird mit charakteristischen Verbandspannungen gearbeitet. Dementsprechend werden die Verbandspannungen und Tragfähigkeiten ebenfalls als charakteristische Werte angegeben.

#### 4. Eingangswerte für die Simulation

Die Simulationen wurden mit Ansys Workbench durchgeführt. Folgende Materialeigenschaften wurden angesetzt:

- Betoneigenschaften

Beton: C20/25

$$f_{bk} = f_{bd} \times \gamma_c = 2,3 \times 1,5 = 3,45 \text{ N/mm}^2$$

Mit

$f_{bd}$ : Bemessungswert der Verbandspannung C20/25 [5]

$\gamma_c$ : Teilsicherheitsbeiwert für Beton [5]

Die thermischen Eigenschaften von Beton wurden nach DIN EN 1992-1-2 (+NA) [2] und die thermischen Eigenschaften des Stahls nach DIN EN 1993-1-2 (+NA) [3] angenommen.

Die temperaturabhängigen Eigenschaften: thermische Leitfähigkeit, Dichte und spezifische Wärmekapazität sind in den folgenden Abbildungen angegeben.

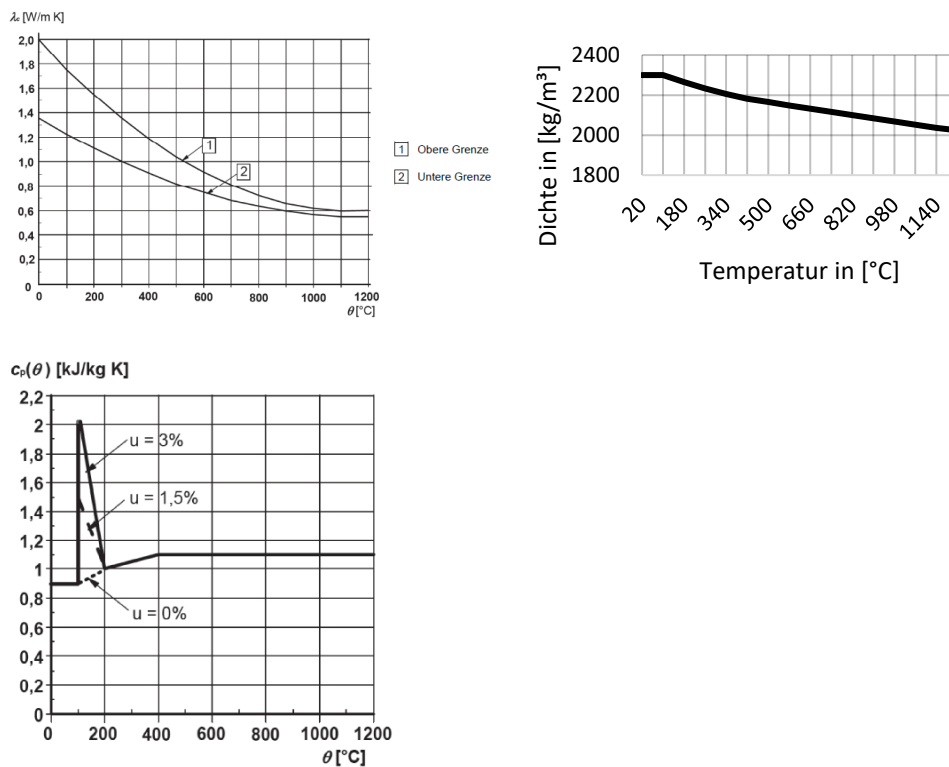
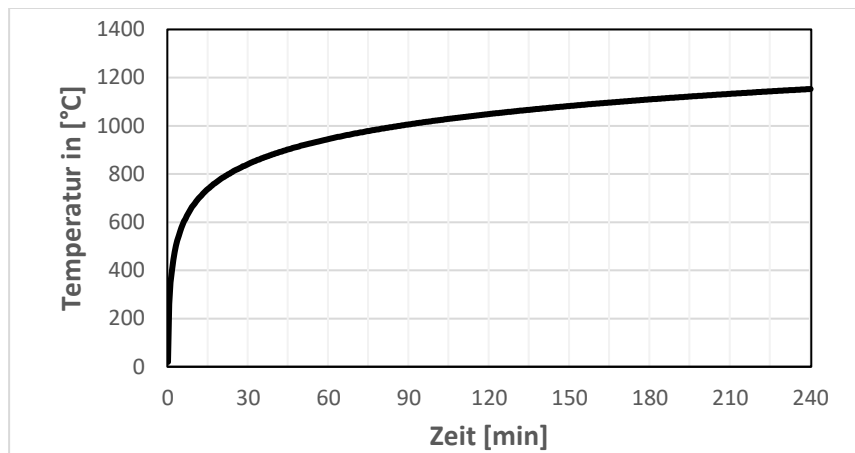


Abbildung 3: Thermische Eigenschaften von Beton aus DIN EN 1992-1-2 [2].

Stabstahl: mit einer Streckgrenze von  $f_y = 500 \text{ N/mm}^2$  nach [5]

## Brandbeanspruchung

Die Einheitstemperaturkurve wurde entsprechend DIN ISO 834-1 [6] angesetzt.



$$\theta_g = 20 + 345 \log_{10}(8t + 1)$$

$\theta_g$  Gastemperatur  
 $t$  Zeit in Minuten

Abbildung 4: Einheitstemperaturkurve [6]

## 5. Untersuchte Anschlusssituationen

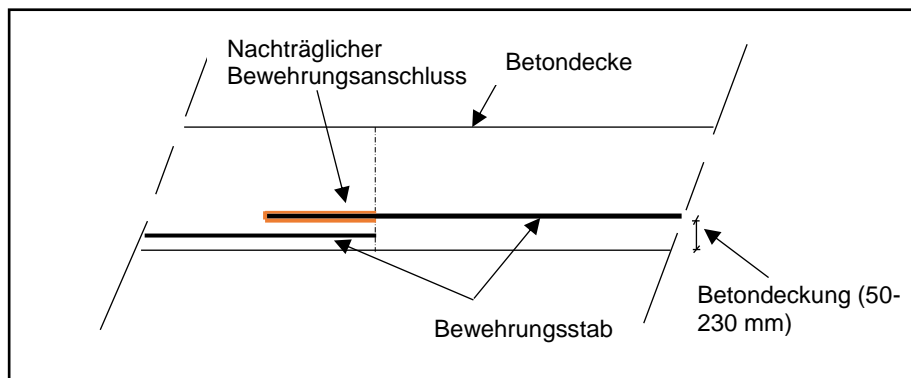


Abbildung 5: Plattenanschluss an Platte

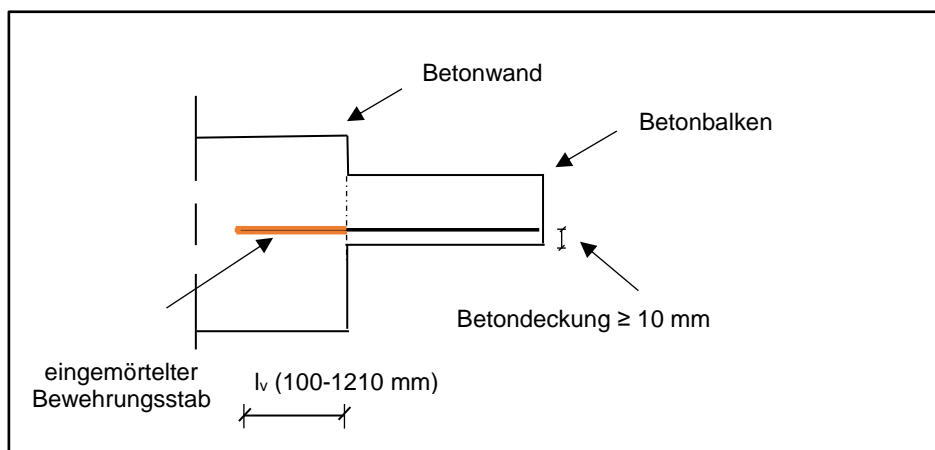


Abbildung 6: Balkenanschluss an Wand

Für die Auswertung der Balken-Wandanschlüsse wurden die Temperaturen der Eckstäbe verwendet. Auf der sicheren Seite liegend, können die ermittelten Lasten auch für Platten-Wand-Anschlüsse verwendet werden.

Diese Bilder zeigen Temperaturverläufe nach 30, 120 und 240 min Branddauer. Alle Temperaturwerte sind in [°] dargestellt.

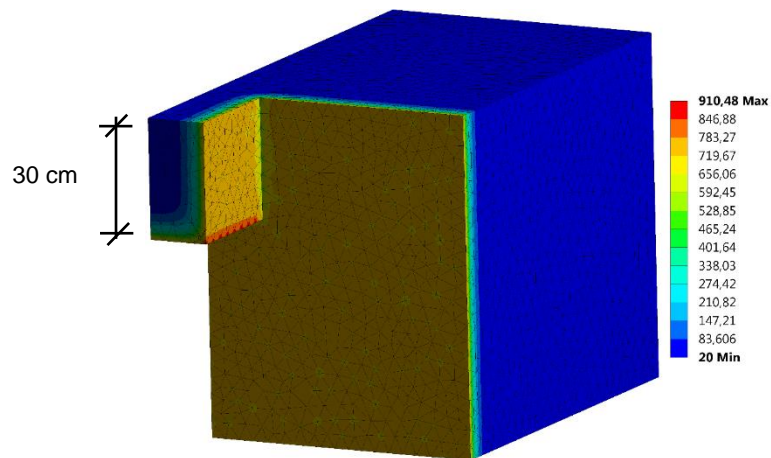


Abbildung 7: Temperaturverläufe nach 30 Minuten Branddauer

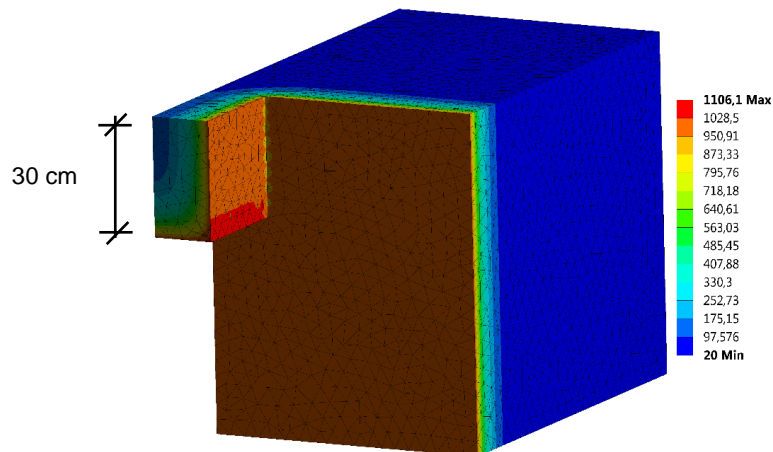


Abbildung 8: Temperaturverläufe nach 120 Minuten Branddauer

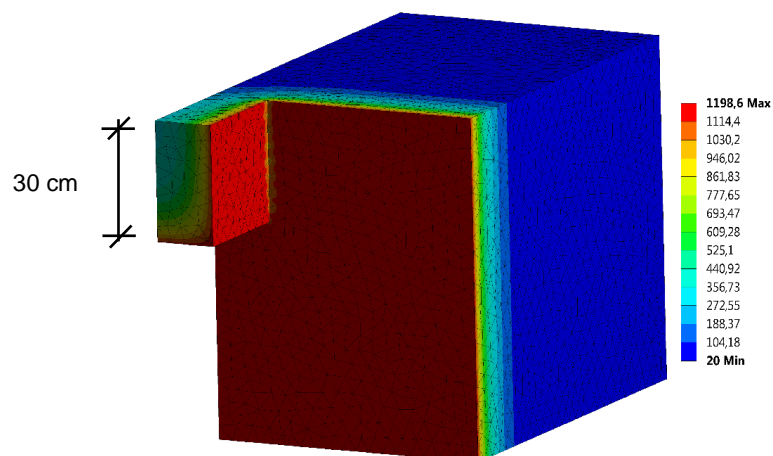


Abbildung 9: Temperaturverläufe nach 240 Minuten Branddauer



## 6. Ergebnisse der Simulation

### 6.1. Verbandsspannungen für den Platte-Platte-Anschluss

Tabelle 1 gibt charakteristische Verbandsspannungen für Anschlüsse von Platten an Platten für Betone der Festigkeitsklasse C20/25 und einer Betondeckung zwischen 50 und 230 mm an.

Das Modell wurde einer Temperaturbeanspruchung entsprechend der Einheitstemperaturkurve DIN ISO 834-1 [6]. (bei 30, 60, 90, 120, 180, 240 min) ausgesetzt.

- Die folgenden Tabellen geben charakteristische Widerstände im Brandfall an.
- Eine Bemessung im kalten Zustand ist nicht Teil dieser Auswertung. Diese ist immer zusätzlich erforderlich.
- Die Reduktion der Stahltragfähigkeit infolge erhöhter Temperatur wurde nicht berücksichtigt
- Zwischenwerte dürfen linear interpoliert werden.
- Bei höheren Betonfestigkeitsklassen dürfen auf der sicheren Seite liegend, die Werte der Betonfestigkeitsklasse C20/25 angenommen werden.

Tabelle 1: Verbindung Platte-Platte

Betondeckung $c_{nom}$ [mm]	Charakteristische Verbandspannung im Brandfall $f_{bk,fire}$ [N/mm <sup>2</sup> ]							
	R30	R60	R90	R120	R180	R240		
50	1,9	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0		
60	2,8	0,8	0,3					
70	3,5	1,3	0,5	0,3				
80		2,0	0,9	0,5				
90		2,6	1,4	0,7	0,3			
100		3,2	1,9	1,1	0,4	0,2		
110		3,5	3,5	2,4	1,5	0,6	0,3	
120				2,8	1,9	0,9	0,5	
130				3,3	2,4	1,2	0,6	
140				3,5	3,5	2,8	1,5	0,9
150						3,2	1,9	1,1
160						2,3	1,4	
170	2,6					1,7		
180	3,0	2,0						
190	3,3	2,4						
200	3,5	3,5	3,5	3,5	2,7			
210					2,9			
220					3,2			
230					3,5			

## 6.2. Widerstände für den Balken-Wand-Anschluss

Die charakteristischen Widerstände für den Balken-Wand-Anschluss wurden für C20/25 und eine Betondeckung größer als 10 mm bestimmt.

Die Bewehrungsstäbe wurden mit einer Streckgrenze von  $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$  und einer aufnehmbaren Zugkraft von  $N_{Rk} = A_s \times f_y$  ermittelt.

Das Modell wurde einer Temperaturbeanspruchung entsprechend der Einheitstemperaturkurve DIN ISO 834-1 [6]. (bei 30, 60, 90, 120, 180, 240 min) ausgesetzt.

- Die folgenden Tabellen geben charakteristische Widerstände im Brandfall an.
- Eine Bemessung im kalten Zustand ist nicht Teil dieser Auswertung. Diese ist immer zusätzlich erforderlich.
- Die Reduktion der Stahltragfähigkeit infolge erhöhter Temperatur wurde nicht berücksichtigt
- Zwischenwerte dürfen linear interpoliert werden.
- Bei höheren Betonfestigkeitsklassen dürfen auf der sicheren Seite liegend, die Werte der Betonfestigkeitsklasse C20/25 angenommen werden.

## 6.2.1. Widerstände für den Balken-Wand-Anschluss mit einer Betondeckung von 10mm

Tabelle 2: Balken-Wand-Anschluss für  $c_{nom,min} = 10\text{mm}$  und  $\varnothing 8\text{mm}$ 

Betondeckung = 10mm		Charakteristischer Widerstand im Brandfall $N_{Rk,fire}$ [kN]						
$\varnothing$ [mm]	$l_v$ [mm]	R30	R60	R90	R120	R180	R240	
8	100	4,5	2,1	1,1	0,4	0,2	0,1	
	110	5,4	2,6	1,3	0,4	0,3	0,1	
	140	8,0	5,5	3,7	2,3	1,2	0,6	
	170	10,6	8,1	6,3	4,5	2,6	1,5	
	200	13,2	10,7	8,9	7,3	5,1	3,3	
	230	15,8	13,3	11,5	9,9	7,7	5,5	
	260	18,4	15,9	14,1	12,5	10,3	8,2	
	290	21,0	18,5	16,7	15,1	12,9	10,8	
	320	23,6	21,1	19,3	17,7	15,5	13,5	
	340	25,1	25,1	22,8	21,1	19,4	17,2	15,2
	370			23,7	22,0	19,8	17,8	
	390			25,1	23,8	21,6	19,5	
	410				23,3	21,3		
	440				25,1	23,9		
460	25,1							

Tabelle 3: Balken-Wand-Anschluss für  $c_{nom,min} = 10\text{mm}$  und  $\varnothing 10\text{mm}$ 

Betondeckung = 10mm		Charakteristischer Widerstand im Brandfall $N_{Rk,fire}$ [kN]						
$\varnothing$ [mm]	lv [mm]	R30	R60	R90	R120	R180	R240	
10	100	5,5	2,5	1,2	0,4	0,3	0,1	
	110	6,6	3,0	1,5	0,5	0,3	0,1	
	140	9,8	6,6	4,3	2,6	1,4	0,7	
	170	13,1	9,8	7,6	5,2	3,0	1,7	
	200	16,3	13,1	10,8	8,7	6,0	3,9	
	230	19,6	16,3	14,1	12,0	9,3	6,5	
	260	22,8	19,6	17,3	15,2	12,5	9,9	
	290	26,1	22,8	20,6	18,5	15,8	13,2	
	320	29,3	26,1	23,8	21,7	19,0	16,4	
	350	32,6	29,3	27,1	25,0	22,3	19,7	
	380	35,8	32,6	30,3	28,3	25,5	22,9	
	410	39,1	35,8	33,6	31,5	28,8	26,2	
	420	39,3	39,3	36,9	34,7	32,6	29,9	27,3
	450			37,9	35,8	33,1	30,5	
	470			39,3	39,3	38,0	35,3	32,7
	490					37,5	34,8	
510	39,3			37,0				
540	39,3							

## 6.2.2. Widerstände für den Balken-Wand-Anschluss mit einer Betondeckung von 20mm

Tabelle 4: Balken-Wand-Anschluss für  $c_{nom,min} = 20\text{mm}$  und  $\varnothing 8\text{mm}$ 

Betondeckung = 20mm		Charakteristischer Widerstand im Brandfall $N_{Rk,fire}$ [kN]						
$\varnothing$ [mm]	$l_v$ [mm]	R30	R60	R90	R120	R180	R240	
8	100	5,3	2,6	1,3	0,6	0,3	0,1	
	110	6,1	3,1	1,5	0,6	0,3	0,1	
	140	8,7	6,0	4,1	2,6	1,3	0,7	
	170	11,3	8,6	6,7	4,9	2,8	1,6	
	200	13,9	11,2	9,3	7,6	5,4	3,5	
	230	16,5	13,8	11,9	10,2	8,0	5,7	
	260	19,1	16,4	14,5	12,8	10,6	8,5	
	290	21,7	19,0	17,1	15,4	13,2	11,1	
	320	24,3	21,6	19,7	18,0	15,8	13,7	
	330	25,1	25,1	22,4	20,5	18,9	16,6	14,5
	360			25,0	23,1	21,5	19,2	17,1
	370			25,1	24,0	22,4	20,1	18,0
	390				24,1	21,8	19,7	
	410			25,1	25,1	25,1	23,6	21,5
	430						23,2	
	460						25,1	

Tabelle 5: Balken-Wand-Anschluss für  $c_{nom,min} = 20\text{mm}$  und  $\varnothing 10\text{mm}$ 

Betondeckung = 20mm		Charakteristischer Widerstand im Brandfall $N_{Rk,fire}$ [kN]					
$\varnothing$ [mm]	$l_v$ [mm]	R30	R60	R90	R120	R180	R240
10	100	6,5	3,0	1,5	0,7	0,3	0,1
	110	7,6	3,6	1,8	0,7	0,4	0,1
	140	10,8	7,2	4,8	3,0	1,6	0,8
	170	14,1	10,4	8,1	5,8	3,3	1,9
	200	17,3	13,7	11,3	9,3	6,4	4,1
	230	20,6	16,9	14,6	12,5	9,6	6,8
	260	23,8	20,2	17,8	15,8	12,9	10,2
	290	27,1	23,4	21,1	19,0	16,1	13,5
	320	30,3	26,7	24,3	22,3	19,4	16,7
	350	33,6	29,9	27,6	25,6	22,6	20,0
	380	36,8	33,2	30,8	28,8	25,9	23,2
	410	39,3	36,4	34,1	32,1	29,1	26,5
	440		39,3	37,3	35,3	32,4	29,7
	460			39,3	37,5	34,6	31,9
	490				39,3	37,8	35,2
	520					39,3	38,4
530	39,3						

Tabelle 6: Balken-Wand-Anschluss für  $c_{nom,min} = 20\text{mm}$  und  $\varnothing 12\text{mm}$ 

Betondeckung = 20mm		Charakteristischer Widerstand im Brandfall $N_{Rk,fire}$ [kN]						
$\varnothing$ [mm]	lv [mm]	R30	R60	R90	R120	R180	R240	
12	110	9,0	4,1	2,0	0,8	0,4	0,1	
	140	12,9	8,4	5,5	3,4	1,8	0,9	
	170	16,8	12,3	9,3	6,5	3,7	2,1	
	200	20,7	16,2	13,3	10,7	7,3	4,7	
	230	24,6	20,1	17,2	14,6	11,2	7,8	
	260	28,5	24,0	21,1	18,5	15,1	11,9	
	290	32,4	27,9	25,0	22,4	19,0	15,8	
	320	36,3	31,8	28,9	26,3	22,9	19,7	
	350	40,2	35,7	32,8	30,2	26,8	23,6	
	380	44,1	39,6	36,7	34,1	30,7	27,5	
	410	48,0	43,5	40,6	38,0	34,6	31,4	
	440	51,9	47,4	44,5	41,9	38,5	35,3	
	470	55,8	51,3	48,4	45,8	42,4	39,2	
	480	56,5	56,5	52,6	49,7	47,1	43,7	40,5
	510			53,6	51,1	47,6	44,4	
	540			56,5	55,0	51,5	48,3	
	560				54,1	50,9		
580	56,5				53,5			
610				56,5				



Tabelle 7: Balken-Wand-Anschluss für  $c_{nom,min} = 20\text{mm}$  und  $\varnothing 14\text{mm}$ 

Betondeckung = 20mm		Charakteristischer Widerstand im Brandfall $N_{Rk,fire}$ [kN]						
$\varnothing$ [mm]	lv [mm]	R30	R60	R90	R120	R180	R240	
14	140	15,1	9,6	6,1	3,8	1,9	1,0	
	170	19,6	14,1	10,4	7,2	4,0	2,3	
	200	24,2	18,7	15,1	12,1	8,0	5,1	
	230	28,7	23,2	19,6	16,7	12,4	8,5	
	260	33,3	27,8	24,2	21,2	17,0	13,3	
	290	37,8	32,3	28,7	25,8	21,6	17,9	
	320	42,4	36,9	33,3	30,3	26,1	22,4	
	350	47,0	41,4	37,8	34,9	30,7	27,0	
	380	51,5	46,0	42,4	39,4	35,2	31,6	
	410	56,1	50,5	46,9	44,0	39,8	36,1	
	440	60,6	55,1	51,5	48,5	44,4	40,7	
	470	65,2	59,6	56,0	53,1	48,9	45,2	
	500	69,7	64,2	60,6	57,6	53,5	49,8	
	530	74,3	68,7	65,1	62,2	58,0	54,3	
	550	77,0	77,0	71,8	68,2	65,2	61,0	57,3
	580			76,3	72,7	69,8	65,6	61,9
	590			77,0	74,2	71,3	67,1	63,4
	610				77,0	74,3	70,1	66,5
	630			77,0		73,2	69,5	
	660					77,0	74,0	
680	77,0							

Tabelle 8: Balken-Wand-Anschluss für  $c_{nom,min} = 20\text{mm}$  und  $\varnothing 16\text{mm}$ 

Betondeckung = 20mm		Charakteristischer Widerstand im Brandfall $N_{Rk,fire}$ [kN]					
$\varnothing$ [mm]	lv [mm]	R30	R60	R90	R120	R180	R240
16	160	20,7	14,1	9,8	6,7	3,7	2,1
	190	25,9	19,3	15,1	11,4	6,8	4,1
	220	31,1	24,5	20,3	16,9	12,0	8,1
	250	36,3	29,7	25,5	22,1	17,2	12,6
	280	41,5	34,9	30,7	27,3	22,4	18,1
	310	46,7	40,1	35,9	32,5	27,6	23,3
	340	51,9	45,3	41,1	37,7	32,8	28,5
	370	57,1	50,5	46,3	42,9	38,0	33,7
	400	62,3	55,7	51,5	48,1	43,2	38,9
	430	67,6	60,9	56,7	53,3	48,4	44,1
	460	72,8	66,2	61,9	58,5	53,6	49,3
	490	78,0	71,4	67,1	63,7	58,8	54,5
	520	83,2	76,6	72,3	68,9	64,0	59,7
	550	88,4	81,8	77,5	74,1	69,2	64,9
	580	93,6	87,0	82,7	79,3	74,4	70,1
	610	98,8	92,2	87,9	84,5	79,6	75,3
	620	100,5	93,9	89,6	86,2	81,3	77,1
	650	100,5	99,1	94,8	91,4	86,5	82,3
	660	100,5	100,5	96,6	93,2	88,3	84,0
	690			98,4	93,5	89,2	
710	100,5			96,9	92,7		
740				100,5	97,9		
760	100,5				100,5		

Tabelle 9: Balken-Wand-Anschluss für  $c_{nom,min} = 20\text{mm}$  und  $\varnothing 20\text{mm}$ 

Betondeckung = 20mm		Charakteristischer Widerstand im Brandfall $N_{Rk,fire}$ [kN]					
$\varnothing$ [mm]	lv [mm]	R30	R60	R90	R120	R180	R240
20	200	34,7	25,5	20,0	15,6	9,7	6,1
	230	41,2	32,0	26,5	22,1	15,4	10,3
	260	47,7	38,5	33,0	28,6	22,3	16,7
	290	54,2	45,0	39,6	35,1	28,8	23,2
	320	60,7	51,5	46,1	41,6	35,3	29,7
	350	67,2	58,0	52,6	48,1	41,8	36,2
	380	73,7	64,5	59,1	54,6	48,3	42,7
	410	80,2	71,0	65,6	61,1	54,8	49,2
	440	86,7	77,5	72,1	67,6	61,3	55,8
	470	93,2	84,0	78,6	74,1	67,8	62,3
	500	99,7	90,5	85,1	80,6	74,3	68,8
	530	106,2	97,0	91,6	87,1	80,8	75,3
	560	112,7	103,5	98,1	93,6	87,3	81,8
	590	119,2	110,0	104,6	100,1	93,8	88,3
	620	125,7	116,5	111,1	106,6	100,3	94,8
	650	132,2	123,0	117,6	113,1	106,8	101,3
	670	136,6	127,4	121,9	117,5	111,1	105,6
	700	143,1	133,9	128,4	124,0	117,6	112,1
	730	149,6	140,4	134,9	130,5	124,1	118,6
	760	156,1	146,9	141,4	137,0	130,6	125,1
	770			149,1	143,6	139,1	132,8
800			155,6	150,1	145,6	139,3	133,8
810				152,3	147,8	141,5	136,0
840		157,1			154,3	148,0	142,5
860			157,1			152,3	146,8
890				157,1			153,3
910					157,1	157,1	157,1

## 6.2.3. Widerstände für den Balken-Wand-Anschluss mit einer Betondeckung von 30mm

Tabelle 10: Balken-Wand-Anschluss für  $c_{nom,min} = 30\text{mm}$  und  $\varnothing 8\text{mm}$ 

Betondeckung = 30mm		Charakteristischer Widerstand im Brandfall $N_{Rk,fire}$ [kN]						
$\varnothing$ [mm]	$l_v$ [mm]	R30	R60	R90	R120	R180	R240	
8	100	6,2	3,2	1,6	0,7	0,3	0,1	
	110	7,1	3,8	2,0	0,8	0,4	0,1	
	140	9,7	6,6	4,6	2,9	1,5	0,8	
	170	12,3	9,2	7,2	5,3	3,0	1,7	
	200	14,9	11,8	9,8	8,0	5,6	3,7	
	230	17,5	14,5	12,4	10,6	8,2	6,0	
	260	20,1	17,1	15,0	13,2	10,8	8,7	
	290	22,7	19,7	17,6	15,8	13,4	11,3	
	320	25,1	25,1	22,3	20,2	18,4	16,0	13,9
	350			24,9	22,8	21,0	18,6	16,5
	360			25,1	23,7	21,9	19,5	17,4
	380				25,1	23,6	21,2	19,1
	400			25,1		25,1	25,1	23,0
	430				25,1			23,5
	450				25,1			25,1

Tabelle 11: Balken-Wand-Anschluss für  $c_{nom,min} = 30\text{mm}$  und  $\varnothing 10\text{mm}$ 

Betondeckung = 30mm		Charakteristischer Widerstand im Brandfall $N_{Rk,fire}$ [kN]						
$\varnothing$ [mm]	$l_v$ [mm]	R30	R60	R90	R120	R180	R240	
10	100	7,8	3,9	2,0	0,8	0,4	0,1	
	110	8,9	4,6	2,3	0,9	0,5	0,1	
	140	12,1	8,1	5,5	3,4	1,8	0,9	
	170	15,4	11,4	8,8	6,3	3,6	2,0	
	200	18,6	14,7	12,0	9,7	6,8	4,4	
	230	21,9	17,9	15,3	13,0	10,0	7,1	
	260	25,1	21,2	18,5	16,2	13,3	10,6	
	290	28,4	24,4	21,8	19,5	16,5	13,8	
	320	31,7	27,7	25,0	22,7	19,8	17,1	
	350	34,9	30,9	28,3	26,0	23,0	20,3	
	380	38,2	34,2	31,5	29,2	26,3	23,6	
	400	39,3	39,3	36,3	33,7	31,4	28,4	25,7
	430			37,0	34,7	31,7	29,0	
	460			39,3	37,9	34,9	32,2	
	480				39,3	37,1	34,4	
500	39,3			36,6				
530	39,3			39,3				

Tabelle 12: Balken-Wand-Anschluss für  $c_{nom,min} = 30\text{mm}$  und  $\varnothing 12\text{mm}$ 

<b>Betondeckung = 30mm</b>		<b>Charakteristischer Widerstand im Brandfall <math>N_{Rk,fire}</math> [kN]</b>						
<b><math>\varnothing</math> [mm]</b>	<b>lv [mm]</b>	<b>R30</b>	<b>R60</b>	<b>R90</b>	<b>R120</b>	<b>R180</b>	<b>R240</b>	
12	110	10,7	5,3	2,7	1,0	0,5	0,1	
	140	14,6	9,6	6,4	3,9	2,0	1,0	
	170	18,5	13,5	10,3	7,2	4,1	2,3	
	200	22,4	17,4	14,2	11,4	7,8	5,0	
	230	26,3	21,3	18,1	15,3	11,7	8,1	
	260	30,2	25,2	22,0	19,2	15,6	12,3	
	290	34,1	29,1	25,9	23,1	19,5	16,2	
	320	38,0	33,0	29,8	27,0	23,4	20,1	
	350	41,9	36,9	33,7	30,9	27,3	24,0	
	380	45,8	40,8	37,6	34,8	31,2	27,9	
	410	49,7	44,7	41,5	38,7	35,1	31,8	
	440	53,6	48,6	45,4	42,6	39,0	35,7	
	470	56,5	56,5	52,5	49,3	46,5	42,9	39,6
	500			56,4	53,2	50,4	46,8	43,5
	510			56,5	54,5	51,7	48,1	44,8
	530				54,3	50,7	47,4	
	550			56,5	56,5	56,5	53,3	50,0
	580						56,5	53,9
600	56,5							

Tabelle 13: Balken-Wand-Anschluss für  $c_{nom,min} = 30\text{mm}$  und  $\varnothing 14\text{mm}$ 

Betondeckung = 30mm		Charakteristischer Widerstand im Brandfall $N_{Rk,fire}$ [kN]						
$\varnothing$ [mm]	lv [mm]	R30	R60	R90	R120	R180	R240	
14	140	17,0	11,0	7,2	4,3	2,2	1,1	
	170	21,6	15,5	11,8	8,0	4,5	2,5	
	200	26,1	20,1	16,3	12,9	8,6	5,5	
	230	30,7	24,6	20,9	17,5	13,1	9,0	
	260	35,2	29,2	25,4	22,0	17,7	13,8	
	290	39,8	33,8	30,0	26,6	22,3	18,4	
	320	44,3	38,3	34,5	31,1	26,8	22,9	
	350	48,9	42,9	39,1	35,7	31,4	27,5	
	380	53,4	47,4	43,6	40,2	35,9	32,0	
	410	58,0	52,0	48,2	44,8	40,5	36,6	
	440	62,5	56,5	52,7	49,3	45,0	41,1	
	470	67,1	61,1	57,3	53,9	49,6	45,7	
	500	71,6	65,6	61,8	58,4	54,1	50,2	
	530	76,2	70,2	66,4	63,0	58,7	54,8	
	540	77,0	77,0	71,7	67,9	64,5	60,2	56,3
	570			76,2	72,4	69,1	64,7	60,9
	580			77,0	74,0	70,6	66,3	62,4
	600				77,0	73,6	69,3	65,4
	630					77,0	73,8	70,0
660	77,0			74,5				
680				77,0				

Tabelle 14: Balken-Wand-Anschluss für  $c_{nom,min} = 30\text{mm}$  und  $\varnothing 16\text{mm}$ 

Betondeckung = 30mm		Charakteristischer Widerstand im Brandfall $N_{Rk,fire}$ [kN]					
$\varnothing$ [mm]	lv [mm]	R30	R60	R90	R120	R180	R240
16	160	23,0	15,8	11,2	7,5	4,1	2,3
	190	28,2	21,0	16,4	12,4	7,4	4,5
	220	33,4	26,2	21,6	17,8	12,7	8,7
	250	38,6	31,4	26,8	23,0	17,9	13,3
	280	43,8	36,6	32,0	28,2	23,1	18,8
	310	49,0	41,8	37,2	33,4	28,3	24,0
	340	54,2	47,0	42,4	38,6	33,5	29,2
	370	59,4	52,2	47,6	43,8	38,7	34,4
	400	64,6	57,4	52,8	49,0	43,9	39,6
	430	69,8	62,6	58,0	54,2	49,2	44,8
	460	75,0	67,8	63,2	59,4	54,4	50,0
	490	80,2	73,0	68,4	64,6	59,6	55,2
	520	85,4	78,2	73,6	69,8	64,8	60,4
	550	90,6	83,4	78,8	75,0	70,0	65,6
	580	95,8	88,6	84,0	80,2	75,2	70,8
	610	100,5	93,8	89,2	85,4	80,4	76,0
	640		99,0	94,4	90,6	85,6	81,2
	650		100,5	96,2	92,3	87,3	83,0
	680			100,5	97,5	92,5	88,2
	700		96,0		91,6		
730	100,5		96,8		100,5		
760			100,5				



Tabelle 15: Balken-Wand-Anschluss für  $c_{nom,min} = 30mm$  und  $\varnothing 20mm$ 

Betondeckung = 30mm		Charakteristischer Widerstand im Brandfall $N_{Rk,fire}$ [kN]					
$\varnothing$ [mm]	lv [mm]	R30	R60	R90	R120	R180	R240
20	200	37,7	28,2	22,1	17,0	10,8	6,8
	230	44,2	34,7	28,6	23,5	16,7	11,2
	260	50,7	41,2	35,1	30,0	23,5	17,7
	290	57,2	47,7	41,6	36,5	30,0	24,2
	320	63,7	54,3	48,1	43,0	36,5	30,7
	350	70,2	60,8	54,6	49,5	43,0	37,2
	380	76,7	67,3	61,1	56,0	49,5	43,7
	410	83,2	73,8	67,6	62,5	56,0	50,2
	440	89,7	80,3	74,1	69,0	62,5	56,7
	470	96,2	86,8	80,6	75,5	69,0	63,2
	500	102,7	93,3	87,1	82,1	75,5	69,7
	530	109,2	99,8	93,6	88,6	82,0	76,2
	560	115,7	106,3	100,1	95,1	88,5	82,8
	590	122,2	112,8	106,6	101,6	95,0	89,3
	620	128,8	119,3	113,1	108,1	101,6	95,8
	650	135,3	125,8	119,6	114,6	108,1	102,3
	680	141,8	132,3	126,1	121,1	114,6	108,8
	710	148,3	138,8	132,6	127,6	121,1	115,3
	740	154,8	145,3	139,1	134,1	127,6	121,8
	760			149,6	143,5	138,4	131,9
790			156,1	150,0	144,9	138,4	132,6
800				152,1	147,1	140,6	134,8
830		157,1			153,6	147,1	141,3
850			157,1			151,4	145,6
880				157,1			152,1
910					157,1		157,1

Tabelle 16: Balken-Wand-Anschluss für  $c_{nom,min} = 30\text{mm}$  und  $\varnothing 25\text{mm}$ 

Betondeckung = 30mm		Charakteristischer Widerstand im Brandfall $N_{Rk,fire}$ [kN]					
$\varnothing$ [mm]	lv [mm]	R30	R60	R90	R120	R180	R240
25	250	61,3	48,7	40,2	33,4	24,5	17,0
	280	69,4	56,8	48,3	41,5	32,8	25,5
	310	77,5	64,9	56,5	49,7	40,9	33,6
	340	85,7	73,0	64,6	57,8	49,0	41,8
	370	93,8	81,2	72,7	65,9	57,2	49,9
	400	101,9	89,3	80,8	74,1	65,3	58,0
	430	110,1	97,4	89,0	82,2	73,4	66,1
	460	118,2	105,6	97,1	90,3	81,6	74,3
	490	126,3	113,7	105,2	98,4	89,7	82,4
	520	134,4	121,8	113,4	106,6	97,8	90,5
	550	142,6	129,9	121,5	114,7	105,9	98,7
	580	150,7	138,1	129,6	122,8	114,1	106,8
	610	158,8	146,2	137,7	131,0	122,2	114,9
	640	167,0	154,3	145,9	139,1	130,3	123,0
	670	175,1	162,5	154,0	147,2	138,5	131,2
	700	183,2	170,6	162,1	155,3	146,6	139,3
	730	191,3	178,7	170,3	163,5	154,7	147,4
	760	199,5	186,9	178,4	171,6	162,8	155,6
	790	207,6	195,0	186,5	179,7	171,0	163,7
	820	215,7	203,1	194,6	187,9	179,1	171,8
	850	223,9	211,2	202,8	196,0	187,2	179,9
	880	232,0	219,4	210,9	204,1	195,4	188,1
	910	240,1	227,5	219,0	212,3	203,5	196,2
	930			232,9	224,5	217,7	208,9
	960			241,0	232,6	225,8	217,0
980				238,0	231,2	222,5	
1010		245,4			239,3	230,6	
1040			245,4			238,7	
1070				245,4			
1100					245,4	239,6	
						245,4	

Tabelle 17: Balken-Wand-Anschluss für  $c_{nom,min} = 30\text{mm}$  und  $\varnothing 28\text{mm}$ 

Betondeckung = 30mm		Charakteristischer Widerstand im Brandfall $N_{Rk,fire}$ [kN]						
$\varnothing$ [mm]	lv [mm]	R30	R60	R90	R120	R180	R240	
28	280	78,3	63,6	53,6	45,8	35,7	27,1	
	310	87,4	72,7	62,8	54,9	44,8	36,2	
	340	96,5	81,8	71,9	64,0	53,9	45,3	
	370	105,6	90,9	81,0	73,1	63,0	54,4	
	400	114,7	100,0	90,1	82,2	72,1	63,5	
	430	123,8	109,1	99,2	91,3	81,2	72,6	
	460	132,9	118,2	108,3	100,4	90,3	81,7	
	490	142,0	127,3	117,4	109,5	99,4	90,9	
	520	151,1	136,4	126,5	118,6	108,5	100,0	
	550	160,2	145,5	135,6	127,7	117,6	109,1	
	580	169,3	154,6	144,7	136,8	126,7	118,2	
	610	178,4	163,7	153,8	145,9	135,8	127,3	
	640	187,5	172,8	162,9	155,0	144,9	136,4	
	670	196,6	181,9	172,0	164,1	154,0	145,5	
	700	205,7	191,0	181,1	173,2	163,1	154,6	
	730	214,8	200,1	190,2	182,3	172,2	163,7	
	760	223,9	209,2	199,3	191,4	181,3	172,8	
	790	233,0	218,3	208,4	200,5	190,4	181,9	
	820	242,1	227,4	217,5	209,6	199,5	191,0	
	850	251,2	236,5	226,6	218,7	208,6	200,1	
	880	260,3	245,6	235,7	227,9	217,8	209,2	
	910	269,4	254,7	244,8	237,0	226,9	218,3	
	940	278,6	263,8	253,9	246,1	236,0	227,4	
	970	287,7	273,0	263,0	255,2	245,1	236,5	
	1000	296,8	282,1	272,2	264,3	254,2	245,6	
	1030	305,9	291,2	281,3	273,4	263,3	254,7	
	1040	307,9	307,9	294,2	284,3	276,4	266,3	257,8
	1070			303,3	293,4	285,5	275,4	266,9
1090	307,9			299,5	291,6	281,5	272,9	
1120				300,7	290,6	282,0		
1150	307,9			307,9	299,7	291,1		
1180					300,3			
1210					307,9			

## 6.2.4. Widerstände für den Balken-Wand-Anschluss mit einer Betondeckung von 40mm

Tabelle 18: Balken-Wand-Anschluss für  $c_{nom,min} = 40\text{mm}$  und  $\varnothing 8\text{mm}$ 

Betondeckung = 40mm		Charakteristischer Widerstand im Brandfall $N_{Rk,fire}$ [kN]						
$\varnothing$ [mm]	lv [mm]	R30	R60	R90	R120	R180	R240	
8	100	7,1	3,9	2,0	0,9	0,4	0,2	
	110	8,0	4,6	2,4	1,0	0,5	0,2	
	140	10,6	7,3	5,1	3,3	1,7	1,0	
	170	13,2	9,9	7,7	5,8	3,3	2,0	
	200	15,8	12,5	10,3	8,4	6,0	4,0	
	230	18,4	15,1	12,9	11,0	8,6	6,4	
	260	21,0	17,7	15,5	13,6	11,2	9,1	
	290	23,6	20,3	18,1	16,2	13,8	11,7	
	310	25,1	25,1	22,1	19,9	18,0	15,5	13,4
	340			24,7	22,5	20,6	18,1	16,1
	350			25,1	23,4	21,5	19,0	16,9
	370				25,1	23,2	20,7	18,7
	400			25,1		25,1	25,1	23,3
	420				25,1			23,0
	450							25,1

Tabelle 19: Balken-Wand-Anschluss für  $c_{nom,min} = 40\text{mm}$  und  $\varnothing 10\text{mm}$ 

Betondeckung = 40mm		Charakteristischer Widerstand im Brandfall $N_{Rk,fire}$ [kN]							
$\varnothing$ [mm]	$l_v$ [mm]	R30	R60	R90	R120	R180	R240		
10	100	9,0	4,8	2,4	1,1	0,5	0,2		
	110	10,0	5,7	2,9	1,2	0,6	0,3		
	140	13,3	9,2	6,3	4,0	2,0	1,1		
	170	16,5	12,4	9,5	7,0	4,0	2,4		
	200	19,8	15,7	12,8	10,3	7,2	4,8		
	230	23,1	18,9	16,0	13,6	10,5	7,7		
	260	26,3	22,2	19,3	16,8	13,7	11,1		
	290	29,6	25,4	22,5	20,1	17,0	14,3		
	320	32,8	28,7	25,8	23,3	20,2	17,6		
	350	36,1	31,9	29,0	26,6	23,5	20,8		
	380	39,3	39,3	35,2	32,3	29,9	26,7	24,1	
	410			38,4	35,5	33,1	30,0	27,3	
	420			39,3	39,3	36,6	34,2	31,0	28,4
	450					37,4	34,3	31,7	
	470			39,3	39,3	39,3	39,3	36,5	33,8
	500							39,3	37,1
520	39,3								

Tabelle 20: Balken-Wand-Anschluss für  $c_{nom,min} = 40\text{mm}$  und  $\varnothing 12\text{mm}$ 

Betondeckung = 40mm		Charakteristischer Widerstand im Brandfall $N_{Rk,fire}$ [kN]						
$\varnothing$ [mm]	lv [mm]	R30	R60	R90	R120	R180	R240	
12	100	10,9	5,8	2,9	1,3	0,5	0,1	
	110	12,2	6,7	3,4	1,5	0,7	0,1	
	140	16,1	11,0	7,3	4,6	2,3	1,2	
	170	20,0	14,9	11,2	8,1	4,5	2,6	
	200	23,9	18,8	15,1	12,2	8,3	5,4	
	230	27,8	22,7	19,0	16,1	12,2	8,6	
	260	31,7	26,6	22,9	20,0	16,1	12,8	
	290	35,6	30,5	26,8	23,9	20,0	16,7	
	320	39,5	34,4	30,7	27,8	23,9	20,6	
	350	43,4	38,3	34,6	31,7	27,8	24,5	
	380	47,3	42,2	38,5	35,6	31,7	28,4	
	410	51,2	46,1	42,4	39,5	35,6	32,3	
	440	55,1	50,0	46,3	43,4	39,5	36,2	
	460	56,5	56,5	52,6	48,9	46,0	42,1	38,8
	490			52,8	49,9	46,0	42,7	
	520			56,5	53,8	49,9	46,6	
	550				56,5	53,9	50,5	
570	53,1							
600	56,5			56,5				

Tabelle 21: Balken-Wand-Anschluss für  $c_{nom,min} = 40\text{mm}$  und  $\varnothing 14\text{mm}$ 

Betondeckung = 40mm		Charakteristischer Widerstand im Brandfall $N_{Rk,fire}$ [kN]						
$\varnothing$ [mm]	lv [mm]	R30	R60	R90	R120	R180	R240	
14	140	18,9	12,7	8,4	5,2	2,6	1,3	
	170	23,4	17,3	13,0	9,1	5,1	2,9	
	200	28,0	21,8	17,5	14,0	9,4	6,0	
	230	32,5	26,4	22,1	18,5	13,9	9,6	
	260	37,1	30,9	26,7	23,1	18,5	14,4	
	290	41,6	35,5	31,2	27,6	23,0	19,0	
	320	46,2	40,0	35,8	32,2	27,6	23,5	
	350	50,7	44,6	40,3	36,8	32,1	28,1	
	380	55,3	49,1	44,9	41,3	36,7	32,7	
	410	59,8	53,7	49,4	45,9	41,2	37,2	
	440	64,4	58,2	54,0	50,4	45,8	41,8	
	470	68,9	62,8	58,5	55,0	50,3	46,3	
	500	73,5	67,3	63,1	59,5	54,9	50,9	
	530	77,0	77,0	71,9	67,6	64,1	59,4	55,4
	560			76,4	72,2	68,6	64,0	60,0
	570			77,0	73,7	70,1	65,5	61,5
	600				77,0	74,7	70,1	66,0
	620			77,0		73,1	69,1	
650	77,0					73,6		
680				77,0				

Tabelle 22: Balken-Wand-Anschluss für  $c_{nom,min} = 40\text{mm}$  und  $\varnothing 16\text{mm}$ 

Betondeckung = 40mm		Charakteristischer Widerstand im Brandfall $N_{Rk,fire}$ [kN]					
$\varnothing$ [mm]	lv [mm]	R30	R60	R90	R120	R180	R240
16	160	25,2	17,9	12,9	8,7	4,7	2,6
	190	30,4	23,1	18,1	13,9	8,3	5,0
	220	35,6	28,3	23,3	19,1	13,7	9,3
	250	40,8	33,5	28,5	24,3	18,9	14,1
	280	46,0	38,7	33,7	29,5	24,1	19,5
	310	51,2	43,9	38,9	34,7	29,3	24,7
	340	56,4	49,1	44,1	39,9	34,5	29,9
	370	61,6	54,3	49,3	45,1	39,7	35,1
	400	66,8	59,5	54,5	50,3	44,9	40,3
	430	72,0	64,7	59,7	55,5	50,1	45,5
	460	77,2	69,9	64,9	60,7	55,3	50,7
	490	82,4	75,1	70,1	65,9	60,5	55,9
	520	87,6	80,3	75,3	71,1	65,7	61,1
	550	92,8	85,5	80,5	76,3	70,9	66,3
	580	98,0	90,7	85,7	81,5	76,1	71,5
	600	100,5	94,2	89,2	85,0	79,6	75,0
	630		99,4	94,4	90,2	84,8	80,2
	640		100,5	96,1	91,9	86,5	81,9
	670			100,5	97,1	91,7	87,1
	690		100,5		95,2	90,6	
720	100,4			95,8			
730	100,5		97,5				
750			100,5				



Tabelle 23: Balken-Wand-Anschluss für  $c_{nom,min} = 40\text{mm}$  und  $\varnothing 20\text{mm}$ 

Betondeckung = 40mm		Charakteristischer Widerstand im Brandfall $N_{Rk,fire}$ [kN]					
$\varnothing$ [mm]	lv [mm]	R30	R60	R90	R120	R180	R240
20	200	40,6	31,0	24,5	18,9	11,9	7,5
	230	47,1	37,5	31,0	25,4	18,0	12,2
	260	53,6	44,0	37,5	31,9	24,7	18,9
	290	60,1	50,5	44,0	38,4	31,2	25,4
	320	66,6	57,0	50,5	44,9	37,7	31,9
	350	73,1	63,5	57,0	51,4	44,2	38,4
	380	79,6	70,0	63,5	57,9	50,7	44,9
	410	86,1	76,5	70,0	64,4	57,2	51,4
	440	92,6	83,0	76,5	70,9	63,8	57,9
	470	99,1	89,5	83,0	77,4	70,3	64,4
	500	105,6	96,0	89,5	83,9	76,8	70,9
	530	112,1	102,5	96,0	90,4	83,3	77,4
	560	118,6	109,0	102,5	96,9	89,8	83,9
	590	125,1	115,5	109,0	103,4	96,3	90,4
	620	131,6	122,0	115,5	109,9	102,8	96,9
	650	138,1	128,5	122,0	116,4	109,3	103,4
	680	144,6	135,0	128,5	122,9	115,8	109,9
	710	151,1	141,5	135,0	129,4	122,3	116,4
	740	157,1	148,0	141,5	135,9	128,8	122,9
	770		154,6	148,1	142,4	135,3	129,4
790	157,1		152,4	146,8	139,6	133,8	
820			157,1	153,3	146,1	140,3	
840	150,5			144,6			
870	157,0			151,1			
880	157,1		153,3				
900			157,1				

Tabelle 24: Balken-Wand-Anschluss für  $c_{nom,min} = 40\text{mm}$  und  $\varnothing 25\text{mm}$ 

Betondeckung = 40mm		Charakteristischer Widerstand im Brandfall $N_{Rk,fire}$ [kN]					
$\varnothing$ [mm]	lv [mm]	R30	R60	R90	R120	R180	R240
25	250	64,9	52,4	43,4	36,2	26,7	18,5
	280	73,1	60,5	51,6	44,3	34,8	27,0
	310	81,2	68,6	59,7	52,4	43,0	35,1
	340	89,3	76,8	67,8	60,6	51,1	43,3
	370	97,5	84,9	76,0	68,7	59,2	51,4
	400	105,6	93,0	84,1	76,8	67,3	59,5
	430	113,7	101,2	92,2	84,9	75,5	67,7
	460	121,8	109,3	100,3	93,1	83,6	75,8
	490	130,0	117,4	108,5	101,2	91,7	83,9
	520	138,1	125,5	116,6	109,3	99,9	92,0
	550	146,2	133,7	124,7	117,5	108,0	100,2
	580	154,4	141,8	132,9	125,6	116,1	108,3
	610	162,5	149,9	141,0	133,7	124,2	116,4
	640	170,6	158,1	149,1	141,8	132,4	124,6
	670	178,7	166,2	157,2	150,0	140,5	132,7
	700	186,9	174,3	165,4	158,1	148,6	140,8
	730	195,0	182,4	173,5	166,2	156,8	148,9
	760	203,1	190,6	181,6	174,4	164,9	157,1
	790	211,3	198,7	189,8	182,5	173,0	165,2
	820	219,4	206,8	197,9	190,6	181,1	173,3
	850	227,5	215,0	206,0	198,7	189,3	181,5
	880	235,6	223,1	214,1	206,9	197,4	189,6
	910	243,8	231,2	222,3	215,0	205,5	197,7
	920			233,9	225,0	217,7	208,2
950			242,1	233,1	225,8	216,4	
970				238,5	231,3	221,8	
1000		245,4			239,4	229,9	
1030			245,4			238,1	
1060				245,4		238,4	
1090					245,4	245,4	

Tabelle 25: Balken-Wand-Anschluss für  $c_{nom,min} = 40\text{mm}$  und  $\varnothing 28\text{mm}$ 

Betondeckung = 40mm		Charakteristischer Widerstand im Brandfall $N_{Rk,fire}$ [kN]						
$\varnothing$ [mm]	lv [mm]	R30	R60	R90	R120	R180	R240	
28	280	82,3	68,0	57,7	48,9	38,2	28,9	
	310	91,4	77,1	66,8	58,0	47,3	38,0	
	340	100,5	86,2	75,9	67,1	56,4	47,1	
	370	109,6	95,3	85,0	76,2	65,6	56,2	
	400	118,7	104,4	94,1	85,3	74,7	65,3	
	430	127,8	113,5	103,2	94,4	83,8	74,4	
	460	136,9	122,6	112,3	103,6	92,9	83,5	
	490	146,0	131,7	121,4	112,7	102,0	92,6	
	520	155,1	140,8	130,5	121,8	111,1	101,7	
	550	164,2	149,9	139,6	130,9	120,2	110,9	
	580	173,3	159,0	148,7	140,0	129,3	120,0	
	610	182,4	168,2	157,8	149,1	138,4	129,1	
	640	191,5	177,3	166,9	158,2	147,5	138,2	
	670	200,6	186,4	176,0	167,3	156,6	147,3	
	700	209,7	195,5	185,2	176,4	165,7	156,4	
	730	218,8	204,6	194,3	185,5	174,8	165,5	
	760	227,9	213,7	203,4	194,6	183,9	174,6	
	790	237,0	222,8	212,5	203,7	193,0	183,7	
	820	246,1	231,9	221,6	212,8	202,1	192,8	
	850	255,2	241,0	230,7	221,9	211,2	201,9	
	880	264,3	250,1	239,8	231,0	220,3	211,0	
	910	273,4	259,2	248,9	240,1	229,4	220,1	
	940	282,5	268,3	258,0	249,2	238,5	229,2	
	970	291,7	277,4	267,1	258,3	247,6	238,3	
	1000	300,8	286,5	276,2	267,4	256,7	247,4	
	1030	307,9	307,9	295,6	285,3	276,5	265,8	256,5
	1060			304,7	294,4	285,6	275,0	265,6
	1080			307,9	300,5	291,7	281,0	271,7
1110	307,9				300,8	290,1	280,8	
1140				307,9	299,2	289,9		
1170	307,9				299,0			
1200				307,9				

## 6.2.5. Widerstände für den Balken-Wand-Anschluss mit einer Betondeckung von 55mm

Table 26: Balken-Wand-Anschluss für  $C_{nom,min} = 55\text{mm}$  und  $\varnothing 8\text{mm}$ 

Betondeckung = 55mm		Charakteristischer Widerstand im Brandfall $N_{Rk,fire}$ [kN]						
$\varnothing$ [mm]	$l_v$ [mm]	R30	R60	R90	R120	R180	R240	
8	100	7,3	4,3	2,3	1,1	0,5	0,2	
	110	8,2	5,1	2,8	1,2	0,6	0,3	
	140	10,8	7,7	5,6	3,7	2,0	1,1	
	170	13,4	10,3	8,2	6,3	3,8	2,2	
	200	16,0	12,9	10,8	8,9	6,5	4,4	
	230	18,6	15,5	13,4	11,5	9,1	6,8	
	260	21,2	18,1	16,0	14,1	11,7	9,5	
	290	23,8	20,7	18,6	16,7	14,3	12,1	
	310	25,1	25,1	22,5	20,4	18,4	16,1	13,8
	340			23,0	21,1	18,7	16,4	
	370			25,1	23,7	21,3	19,0	
	390				25,1	23,0	20,8	
	420					25,1	23,4	
	440			25,1	25,1			

Table 27: Balken-Wand-Anschluss für  $c_{nom,min} = 55\text{mm}$  und  $\varnothing 10\text{mm}$ 

Betondeckung = 55mm		Charakteristischer Widerstand im Brandfall $N_{Rk,fire}$ [kN]							
$\varnothing$ [mm]	lv [mm]	R30	R60	R90	R120	R180	R240		
10	100	9,3	5,5	2,9	1,3	0,7	0,3		
	110	10,3	6,4	3,5	1,5	0,8	0,3		
	140	13,6	9,8	7,0	4,6	2,5	1,3		
	170	16,8	13,1	10,3	7,8	4,7	2,7		
	200	20,1	16,3	13,5	11,1	8,1	5,4		
	230	23,3	19,6	16,8	14,3	11,3	8,3		
	260	26,6	22,8	20,0	17,6	14,6	11,7		
	290	29,8	26,1	23,3	20,8	17,9	15,0		
	320	33,1	29,3	26,5	24,1	21,1	18,2		
	350	36,3	32,6	29,8	27,3	24,4	21,5		
	380	39,3	39,3	35,8	33,0	30,6	27,6	24,7	
	410			39,1	36,3	33,9	30,9	28,0	
	420			39,3	39,3	37,4	34,9	31,9	29,1
	440					37,1	34,1	31,2	
	460			39,3	39,3	39,3	36,3	33,4	
	490						39,3	36,7	
520	39,3			39,3					

Table 28: Balken-Wand-Anschluss für  $c_{nom,min} = 55\text{mm}$  und  $\varnothing 12\text{mm}$ 

Betondeckung = 55mm		Charakteristischer Widerstand im Brandfall $N_{Rk,fire}$ [kN]							
$\varnothing$ [mm]	lv [mm]	R30	R60	R90	R120	R180	R240		
12	100	11,3	6,6	3,5	1,6	0,8	0,3		
	110	12,6	7,8	4,2	1,8	1,0	0,4		
	140	16,5	11,8	8,4	5,5	3,0	1,6		
	170	20,4	15,7	12,3	9,3	5,5	3,2		
	200	24,3	19,7	16,2	13,3	9,5	6,3		
	230	28,2	23,6	20,1	17,2	13,4	9,8		
	260	32,1	27,5	24,1	21,1	17,3	13,9		
	290	36,0	31,4	28,0	25,0	21,2	17,8		
	320	39,9	35,3	31,9	28,9	25,1	21,7		
	350	43,8	39,2	35,8	32,8	29,0	25,6		
	380	47,7	43,1	39,7	36,7	32,9	29,5		
	410	51,6	47,0	43,6	40,6	36,8	33,4		
	440	55,5	50,9	47,5	44,5	40,7	37,3		
	450	56,5	56,5	52,2	48,8	45,8	42,0	38,6	
	480			56,1	52,7	49,7	45,9	42,5	
	490			54,0	51,0	47,3	43,8		
	510							53,6	49,9
	540			56,5	56,5	56,5	53,8		
570	56,5							54,2	
590									56,5

Table 29: Balken-Wand-Anschluss für  $c_{nom,min} = 55\text{mm}$  und  $\varnothing 14\text{mm}$ 

Betondeckung = 55mm		Charakteristischer Widerstand im Brandfall $N_{Rk,fire}$ [kN]							
$\varnothing$ [mm]	lv [mm]	R30	R60	R90	R120	R180	R240		
14	140	19,4	13,9	10,1	6,4	3,4	1,8		
	170	23,9	18,5	14,6	10,7	6,3	3,7		
	200	28,5	23,0	19,2	15,4	10,9	7,2		
	230	33,0	27,6	23,7	19,9	15,5	11,2		
	260	37,6	32,1	28,3	24,5	20,0	16,0		
	290	42,2	36,7	32,8	29,0	24,6	20,6		
	320	46,7	41,2	37,4	33,6	29,1	25,1		
	350	51,3	45,8	41,9	38,1	33,7	29,7		
	380	55,8	50,4	46,5	42,7	38,2	34,2		
	410	60,4	54,9	51,0	47,2	42,8	38,8		
	440	64,9	59,5	55,6	51,8	47,3	43,3		
	470	69,5	64,0	60,1	56,3	51,9	47,9		
	500	74,0	68,6	64,7	60,9	56,4	52,4		
	520	77,0	77,0	71,6	67,7	63,9	59,5	55,5	
	550			76,1	72,3	68,5	64,0	60,0	
	560			77,0	77,0	73,8	70,0	65,5	61,6
	590					74,6	70,1	66,1	
	610					77,0	77,0	73,1	69,1
	640			77,0	77,0			73,7	
670	77,0								

Table 30: Balken-Wand-Anschluss für  $c_{nom,min} = 55\text{mm}$  und  $\varnothing 16\text{mm}$ 

Betondeckung = 55mm		Charakteristischer Widerstand im Brandfall $N_{Rk,fire}$ [kN]						
$\varnothing$ [mm]	lv [mm]	R30	R60	R90	R120	R180	R240	
16	160	25,8	19,5	14,9	10,5	6,1	3,5	
	190	31,0	24,7	20,1	15,7	10,3	6,4	
	220	36,2	29,9	25,3	20,9	15,8	11,2	
	250	41,4	35,1	30,5	26,1	21,0	16,2	
	280	46,6	40,3	35,7	31,3	26,2	21,5	
	310	51,8	45,5	40,9	36,5	31,4	26,7	
	340	57,0	50,7	46,2	41,7	36,6	31,9	
	370	62,2	55,9	51,4	47,0	41,8	37,1	
	400	67,4	61,1	56,6	52,2	47,0	42,3	
	430	72,6	66,3	61,8	57,4	52,2	47,5	
	460	77,8	71,5	67,0	62,6	57,4	52,7	
	490	83,0	76,7	72,2	67,8	62,6	57,9	
	520	88,2	82,0	77,4	73,0	67,8	63,1	
	550	93,4	87,2	82,6	78,2	73,0	68,3	
	580	98,6	92,4	87,8	83,4	78,2	73,5	
	600	100,5	100,5	95,8	91,2	86,8	81,7	77,0
	630			96,4	92,0	86,9	82,2	
	660			100,5	97,2	92,1	87,4	
680	100,5				95,6	90,9		
710				100,5	96,1			
740				100,5	100,5			



Table 31: Balken-Wand-Anschluss für  $c_{nom,min} = 55\text{mm}$  und  $\varnothing 20\text{mm}$ 

Betondeckung = 55mm		Charakteristischer Widerstand im Brandfall $N_{Rk,fire}$ [kN]					
$\varnothing$ [mm]	lv [mm]	R30	R60	R90	R120	R180	R240
20	200	41,3	33,5	27,4	21,7	14,8	9,5
	230	47,8	40,0	33,9	28,2	21,3	14,9
	260	54,3	46,5	40,4	34,7	27,8	21,7
	290	60,8	53,0	46,9	41,2	34,3	28,2
	320	67,3	59,5	53,4	47,7	40,8	34,7
	350	73,8	66,0	59,9	54,2	47,3	41,2
	380	80,3	72,5	66,4	60,7	53,8	47,7
	410	86,8	79,0	72,9	67,2	60,3	54,2
	440	93,3	85,5	79,4	73,7	66,9	60,7
	470	99,8	92,0	85,9	80,2	73,4	67,2
	500	106,3	98,5	92,4	86,7	79,9	73,7
	530	112,8	105,0	98,9	93,2	86,4	80,2
	560	119,4	111,5	105,4	99,7	92,9	86,7
	590	125,9	118,0	111,9	106,2	99,4	93,2
	620	132,4	124,5	118,4	112,7	105,9	99,7
	650	138,9	131,0	124,9	119,2	112,4	106,2
	680	145,4	137,5	131,5	125,7	118,9	112,7
	710	151,9	144,0	138,0	132,2	125,4	119,2
	740	157,1	150,5	144,5	138,7	131,9	125,7
	750		152,7	146,6	140,9	134,1	127,9
780	153,1		147,4	140,6	134,4	127,9	
800	151,7		144,9	138,7	131,9	125,7	
830	157,1		151,4	145,2	138,7	131,9	
860	157,1		151,7	145,2	138,7	131,9	
890	157,1		157,1	151,7	145,2	138,7	
890	157,1		157,1	157,1	157,1	157,1	157,1

Table 32: Balken-Wand-Anschluss für  $c_{nom,min} = 55\text{mm}$  und  $\varnothing 25\text{mm}$ 

Betondeckung = 55mm		Charakteristischer Widerstand im Brandfall $N_{Rk,fire}$ [kN]					
$\varnothing$ [mm]	lv [mm]	R30	R60	R90	R120	R180	R240
25	250	65,9	56,0	47,8	40,2	31,2	22,7
	280	74,0	64,1	56,0	48,4	39,3	31,2
	310	82,1	72,3	64,1	56,5	47,4	39,3
	340	90,3	80,4	72,2	64,6	55,6	47,5
	370	98,4	88,5	80,3	72,8	63,7	55,6
	400	106,5	96,7	88,5	80,9	71,8	63,7
	430	114,7	104,8	96,6	89,0	80,0	71,8
	460	122,8	112,9	104,7	97,1	88,1	80,0
	490	130,9	121,0	112,9	105,3	96,2	88,1
	520	139,1	129,2	121,0	113,4	104,3	96,2
	550	147,2	137,3	129,1	121,5	112,5	104,4
	580	155,3	145,4	137,2	129,7	120,6	112,5
	610	163,4	153,6	145,4	137,8	128,7	120,6
	640	171,6	161,7	153,5	145,9	136,9	128,7
	670	179,7	169,8	161,6	154,1	145,0	136,9
	700	187,8	177,9	169,8	162,2	153,1	145,0
	730	196,0	186,1	177,9	170,3	161,2	153,1
	760	204,1	194,2	186,0	178,4	169,4	161,3
	790	212,2	202,3	194,2	186,6	177,5	169,4
	820	220,3	210,5	202,3	194,7	185,6	177,5
	850	228,5	218,6	210,4	202,8	193,8	185,7
	880	236,6	226,7	218,5	211,0	201,9	193,8
	910	244,7	234,9	226,7	219,1	210,0	201,9
	920			237,6	229,4	221,8	212,7
950				237,5	229,9	220,9	212,7
980					238,1	229,0	220,9
1010		245,4				237,1	229,0
1040			245,4			245,2	237,1
1050				245,4	245,4		239,8
1080						245,4	245,4

Table 33: Balken-Wand-Anschluss für  $c_{nom,min} = 55\text{mm}$  und  $\varnothing 28\text{mm}$ 

Betondeckung = 55mm		Charakteristischer Widerstand im Brandfall $N_{Rk,fire}$ [kN]						
$\varnothing$ [mm]	lv [mm]	R30	R60	R90	R120	R180	R240	
28	280	83,5	72,4	63,0	54,4	43,2	33,8	
	310	92,6	81,5	72,1	63,5	52,3	42,9	
	340	101,7	90,6	81,2	72,6	61,5	52,0	
	370	110,8	99,7	90,3	81,7	70,6	61,1	
	400	119,9	108,8	99,5	90,8	79,7	70,2	
	430	129,0	117,9	108,6	99,9	88,8	79,3	
	460	138,1	127,0	117,7	109,0	97,9	88,4	
	490	147,2	136,2	126,8	118,1	107,0	97,5	
	520	156,3	145,3	135,9	127,2	116,1	106,6	
	550	165,4	154,4	145,0	136,3	125,2	115,7	
	580	174,5	163,5	154,1	145,4	134,3	124,8	
	610	183,7	172,6	163,2	154,5	143,4	133,9	
	640	192,8	181,7	172,3	163,6	152,5	143,1	
	670	201,9	190,8	181,4	172,7	161,6	152,2	
	700	211,0	199,9	190,5	181,9	170,7	161,3	
	730	220,1	209,0	199,6	191,0	179,8	170,4	
	760	229,2	218,1	208,7	200,1	188,9	179,5	
	790	238,3	227,2	217,8	209,2	198,0	188,6	
	820	247,4	236,3	226,9	218,3	207,1	197,7	
	850	256,5	245,4	236,0	227,4	216,2	206,8	
	880	265,6	254,5	245,1	236,5	225,3	215,9	
	910	274,7	263,6	254,2	245,6	234,4	225,0	
	940	283,8	272,7	263,3	254,7	243,5	234,1	
	970	292,9	281,8	272,4	263,8	252,6	243,2	
	1000	302,0	290,9	281,5	272,9	261,7	252,3	
	1020	307,9	307,9	297,0	287,6	279,0	267,8	258,4
	1050			306,1	296,7	288,1	276,9	267,5
	1060			307,9	299,7	291,1	280,0	270,5
1090	307,9				300,2	289,1	279,6	
1120				298,2	288,7			
1150				307,3	297,8			
1160	307,9			300,9				
1190				307,9				

## 7. Referenzen

- [1] 18048HK/15562\_1: Report on fire tests for post installed rebars according to EAD 330087-00-0601 with the fischer FIS V 360 S injection system August 2018.
- [2] 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; EN 1992-1-2:2004 + NA:2008
- [3] DIN EN 1993-1-2, 2010-12: Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-2: Allgemeine Regeln - Tragwerksbemessung für den Brandfall; EN 1993-1-2:2005 + NA:2009.
- [4] DIN EN 1363-1, 2012-10: Feuerwiderstandsprüfungen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen.
- [5] DIN EN 1992-1-1, 2011-01: Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau
- [6] ISO 834-1:1999: Fire-resistance tests - Elements of building construction - Part 1: General requirements.
- [7] 20037HK/15511\_3: Assessment of heating sleeve tests with fischer injection systems FIS V in mixing ratio 10:1 respectively FIS V Plus and FIS V in mixing ratio 5:1 in different versions according to EAD 330087-00-0601 November 2020.