

Weiterbildung für Tragwerksplaner - Studienjahr 2021

Brandschutz im Stahlbetonbau

Prof. Dr.-Ing.
Frank Fingerloos
Web, 17. Februar 2021

1

Inhaltsverzeichnis

1. Konstruktiver baulicher Brandschutz
2. Nachweisverfahren
3. Einwirkungen
4. Allgemeine Rechenverfahren
5. Tabellenverfahren im Eurocode 2 und DIN 4102-4
6. Erweiterte Tabellen für Stahlbetonwände
7. Stützenbemessung – Methode A
8. Stützenbemessung – Anhang C
9. Betonabplatzungen
10. Bewertung im Bestand
11. Zusammenfassung

Seite 2

© DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos

2

1. Vorbeugender und baulicher Brandschutz → eine umfassende und kooperative Aufgabe!



Seite 3

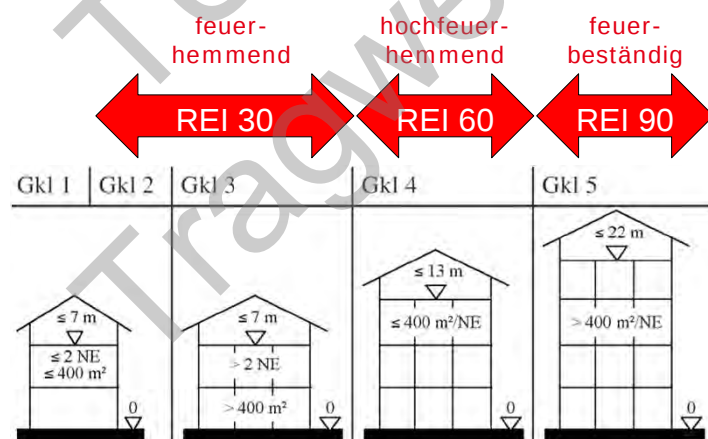
© DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos

© DBV-Merkblatt Bauen im Bestand - Brandschutz



3

1. Gebäudeklassen MBO (2019) → Wände, Stützen, Decken in Obergeschossen



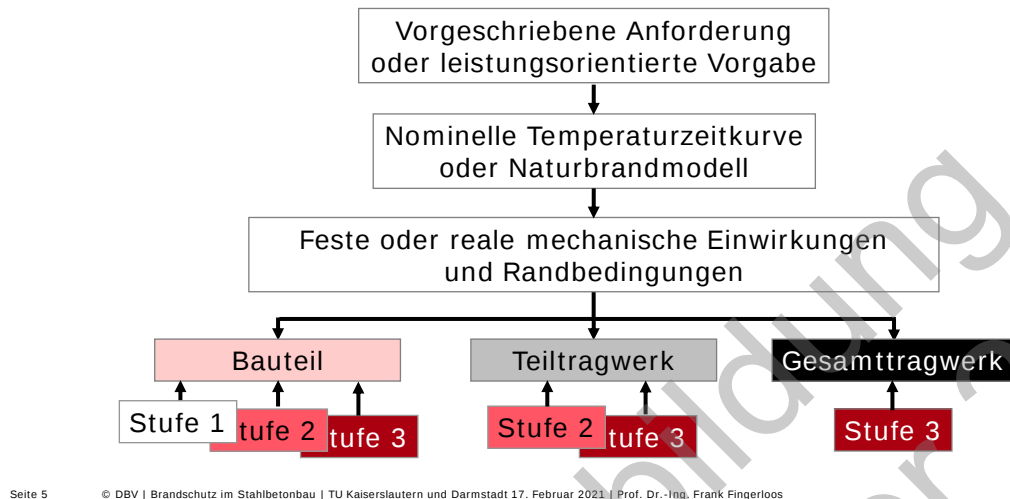
Seite 4

© DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos



4

2. Nachweisalternativen in der Heißbemessung



5

2. Verfahren zur Heißbemessung im Betonbau

Stufe 1: mit tabellarischen Daten

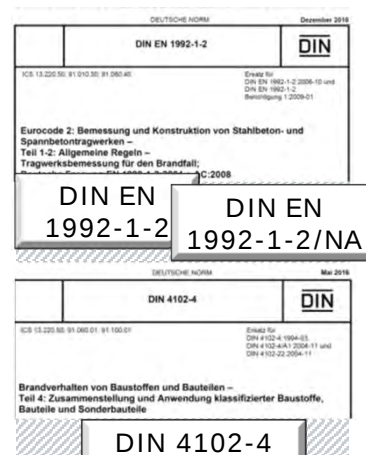
- Mindestabmessungen und Achsabstände in DIN EN 1992-1-2, DIN 4102-4

Stufe 2: mit vereinfachten Rechenverfahren

- ingenieurmäßige Nachweise für die Praxis

Stufe 3: mit allgemeinen Rechenverfahren

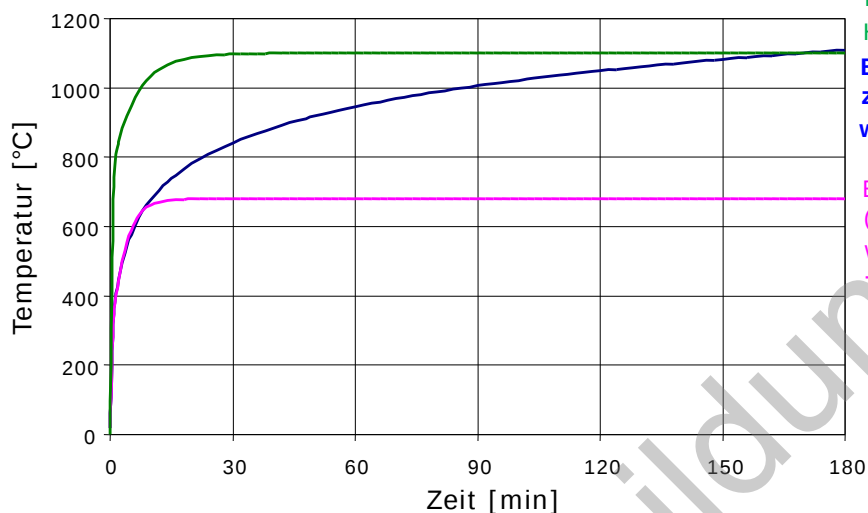
- „exakte“ rechnerische Brandsimulation



Seite 6 © DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos

6

3. Nominelle Temperaturzeitkurven (Brandeinwirkung)



keine Verwendung in DE
Hydrokarbonkurve

Einheitstemperatur-
zeitkurve
wie ETK → DIN 4102-2

Externe Brandkurve
(z. B. für Fassaden)
wie abgeminderte ETK
→ DIN 4102-3

Seite 7

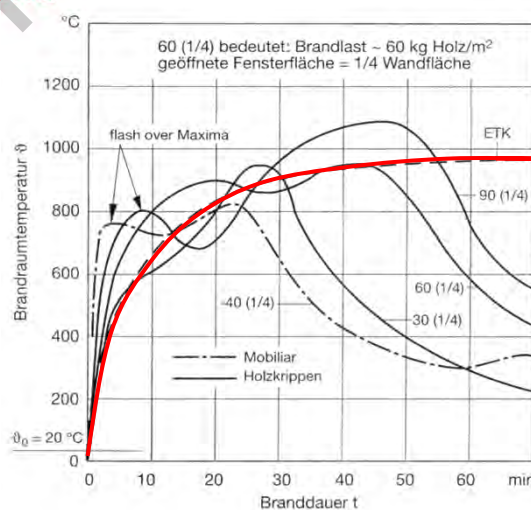
© DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos



7

3. Konstruktiver Brandschutz → Normbrand vs. Naturbrand

Vergleich von Temperatur-Zeit-
Verläufen natürlicher Brände mit der
Einheitstemperaturzeitkurve ETK



Seite 8

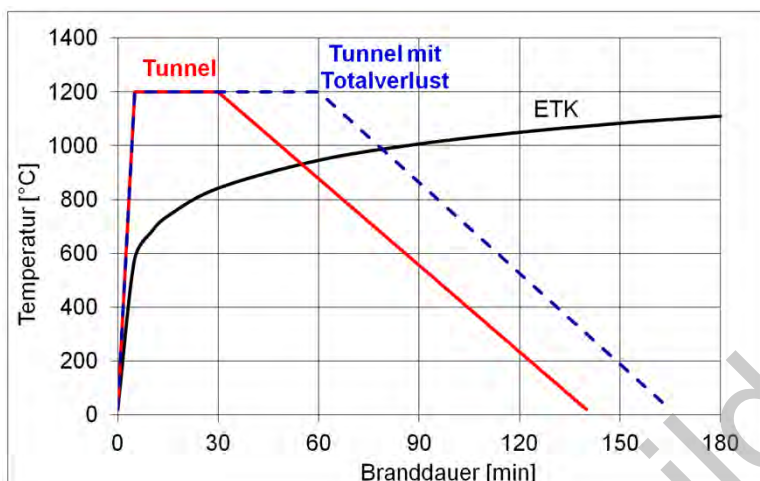
© DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos



8

3. Brandbemessung im Tunnelbau → ZTV-ING Teil 5 – statt ETK

ZTV-ING
Teil 5



Seite 9 © DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos



9

3. Mechanische Einwirkungen im Brandfall

DIN EN
1991-1-2/NA

Außergewöhnliche Einwirkungskombination

$$E_{fi,d,t} = \sum \gamma_{GA} \cdot G_k + (\psi_{1,1} \cdot Q_{k,1}) + \sum \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

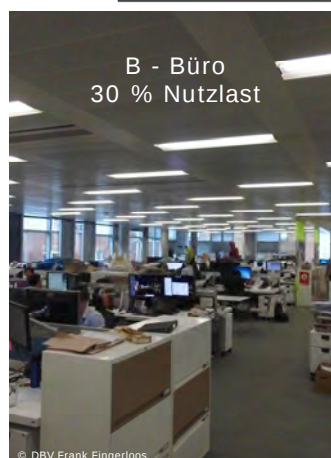


DIN EN 1991-1-2/NA: NDP zu „4.3.1 (2)
Kombinationsregeln für Einwirkungen...“

In der Regel darf die **quasi-ständige Größe**
 $\psi_{2,1} \cdot Q_{k,1}$ verwendet werden.

Ausnahme: Bauteile mit Leiteinwirkung **Wind**

→ Wind als häufige Größe $\psi_{1,1} \cdot Q_{k,1}$.



© DBV Frank Fingerloos

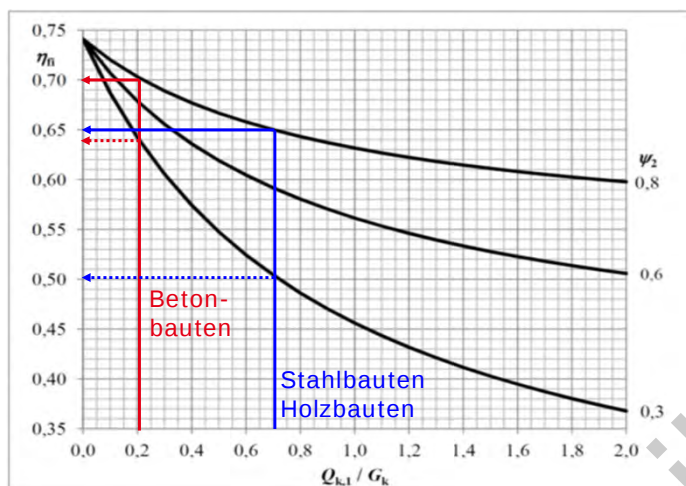
Seite 10

© DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos



10

3. Lastreduktionsfaktor η_{fi} im Brandfall



vereinfacht:
 $\eta_{fi} = 0,7$

genauer:

$$\eta_{fi} = \frac{E_{d,fi}}{E_d}$$

$$\eta_{fi} = \frac{G_k + \psi_{fi} \cdot Q_{k,1}}{\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1}}$$

E-Lagern

C-Versammlung
D-Verkaufen

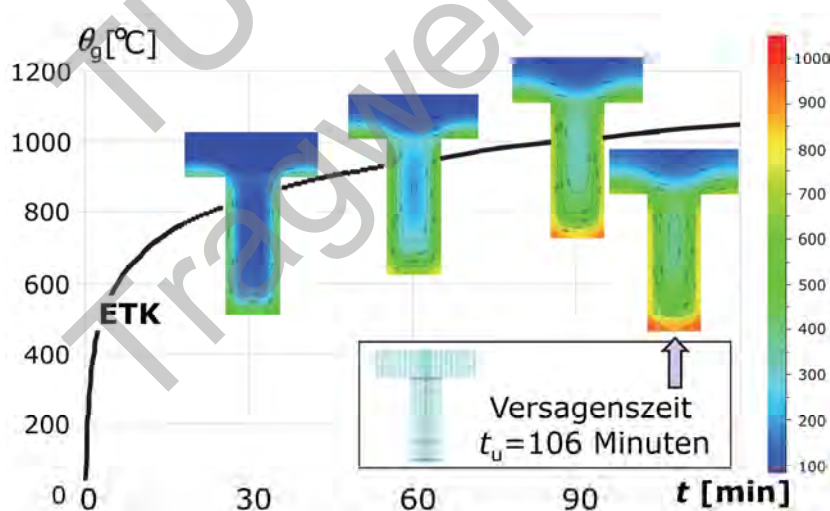
A-Wohnen
B-Büro
F-PKW-Verkehr

Seite 11 © DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos



11

4. Allgemeine Rechenverfahren



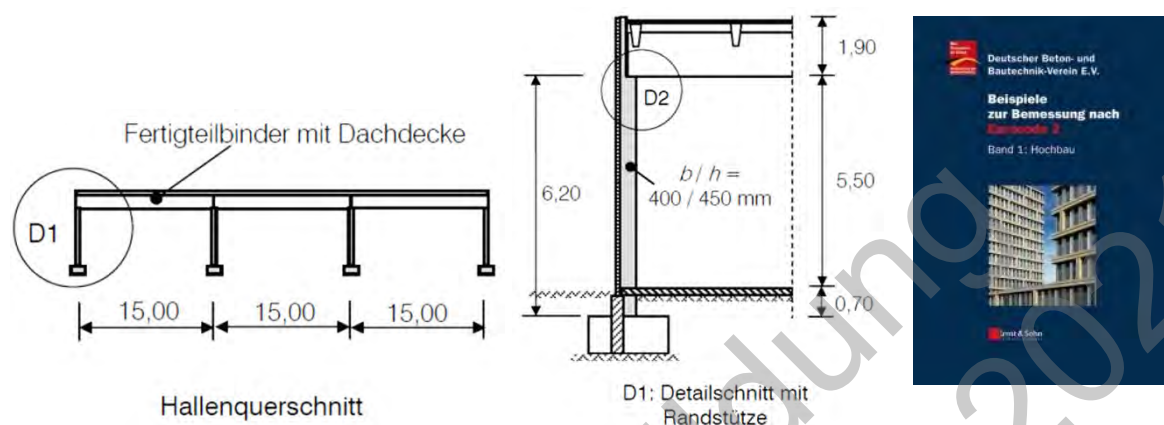
Bofire-Simulation
© Jens Upmeyer

Seite 12 © DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos



12

4. Beispiel Allgemeines Rechenverfahren → DBV-Beispielsammlung B10

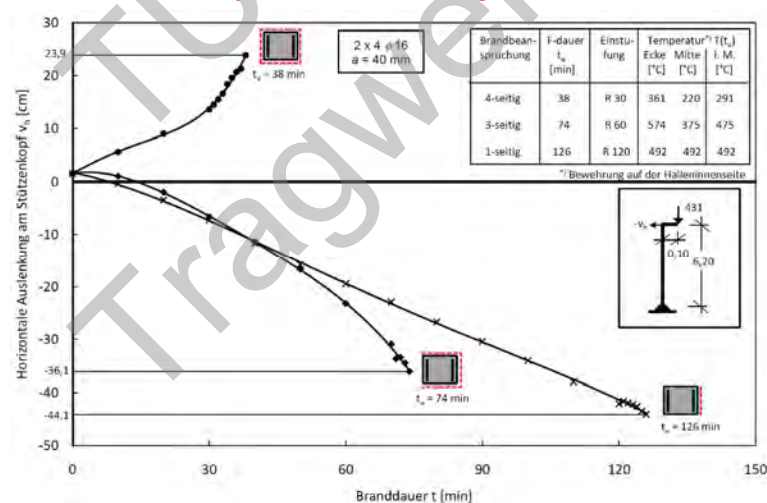


Seite 13 © DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos



13

4. Beispiel Allgemeines Rechenverfahren → DBV-Beispielsammlung B10



Seite 14 © DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos



14

4. Thermische Analyse → Temperaturverteilung im Betonquerschnitt

2 Möglichkeiten → unterschiedliche Materialeigenschaften des Betons:

Berechnungs- annahmen		DIN EN 1992-1-1 Anhang A	Allgemeines Verfahren mit DIN EN 1991-1- 2/NA, Anhang CC ^{a)}
Rohdichte	kg/m ³	2300	2400 ^{a)}
Feuchte Beton	%	1,5	3 ^{a)}
thermische Leitfähigkeit		untere Grenzfunktion	obere Grenzfunktion
Emissionsbeiwert		0,7	0,7
Wärmeübergangszahl	W/(m ² · K)	25	25

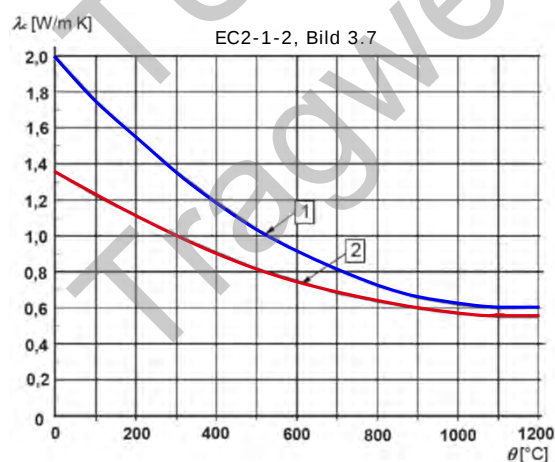
^{a)} für Deutschland vorgeschlagene Berechnungsparameter für die thermische Analyse, Anhang CC (informativ) für die Prüfung und Validierung von Rechenprogrammen

Seite 15 © DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos

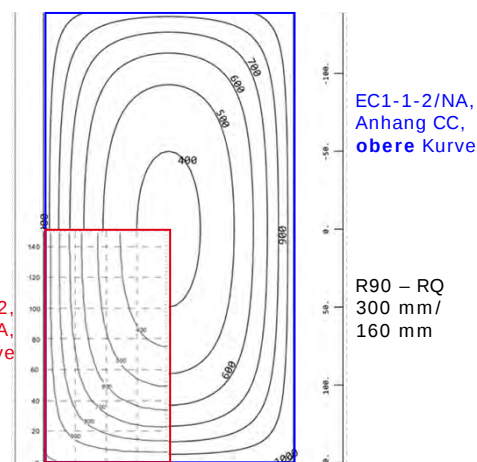


15

4. Thermische Analyse - Unterschiede → Wärmeleitfähigkeit von Beton λ_c



Vergleichsberechnungen Ria Tautz
In: DBV-Rundschreiben 266, November 2020



Seite 16 © DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos



16

5. Stufe 1: Tabellenverfahren → Übersicht

Tabelle zu

Norm (Tabellen-Nr.)

Stützen	DIN EN 1992-1-2 (5.2a)
Nichttragende raumabschließende Wände	DIN EN 1992-1-2 (5.3)
Tragende Wände	DIN EN 1992-1-2 (5.4)
Balken, statisch bestimmt	DIN EN 1992-1-2 (5.5)
Balken, statisch unbestimmt	DIN EN 1992-1-2 (5.6, 5.7)
Vollplatten, statisch bestimmt	DIN EN 1992-1-2 (5.8)
Flachdecken	DIN EN 1992-1-2 (5.9)
Rippendecken	DIN EN 1992-1-2 (5.10, 5.11)
Stahlbetonkonsolen	DIN 4102-4 (5.2)
Hohlplatten, Stahlbetonhohldielen	DIN 4102-4 (5.4), (5.7)
Ziegeldecken	DIN 4102-4 (5.15)
Decken mit Zwischenbauteilen	DIN 4102-4 (5.14)

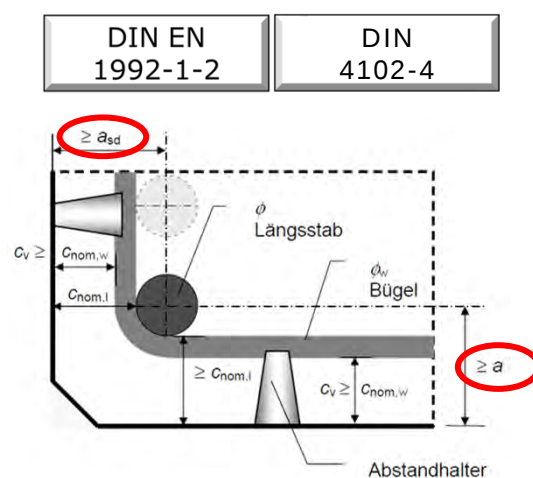
Seite 17 © DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos



17

5. Allgemeine Grundlagen der Bemessungstabellen

- **Nennmaße** mit $\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$:
 - Mindestmaße h bzw. b
 - Stababstände a der tragenden Längsbewehrung
 - Betondeckung c
- **Kritische Temperatur** $\theta_{cr} = 500 \text{ °C}$
- **Klassifizierung** R30 bis R240



Seite 18 © DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos

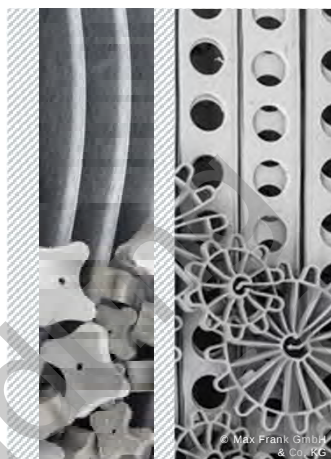


18

5. Anwendung der Bemessungstabellen → Abstandhalter

- ideal: aus **Beton**
- übliche punkt- und linienförmige **Kunststoffabstandhalter** aus brennbaren Baustoffen sind verwendbar, ohne dass die REI-Klassifizierung verlorenght.

DIN 4102-4



Seite 19 © DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos

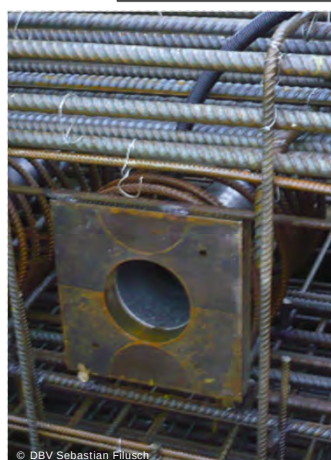


19

5. Anwendung der Bemessungstabellen → Spannbeton

Stahlsorte Art	Festigkeitsklasse nach	θ_{cr}	Δa
Betonstahl	B500 nach DIN 488	500 °C	0 mm
Spannstahl, Stäbe		400 °C	+10 mm
Spannstahl, Drähte und Litzen	nach (deutscher) allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung oder mit (europäischer) ETA	350 °C	+15 mm

DIN EN
1992-1-2



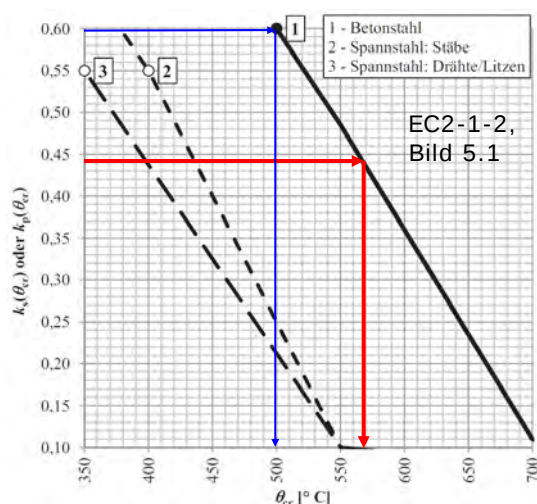
Seite 20 © DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos



20

5. Anwendung der Bemessungstabellen

→ Reduktion a infolge $\theta_{cr} > 500 \text{ °C}$



$$k_s(\theta_{cr}) = \frac{E_{d,fi}}{E_d} \cdot \frac{A_{s,req}}{A_{s,prov}} \cdot \frac{1}{\gamma_s}$$

B500: $k_s(\theta_{cr}) = 0,7 \cdot 1,0 / 1,15 \approx 0,6 \rightarrow 500 \text{ °C}$

$$\Delta a = 0,1 \text{ mm} \cdot (500 \text{ °C} - \theta_{cr})$$

Beispiel Balken als Einfeldträger mit:

$$\eta_{fi} = 0,6 \text{ und } A_{s,req} / A_{s,prov} = 0,85$$

$$\rightarrow k_s(\theta_{cr}) = 0,6 \cdot 0,85 / 1,15 = 0,44$$

$$\rightarrow \theta_{cr} = 570 \text{ °C}$$

tabellierter Achsabstand darf um

$$\Delta a = 0,1 \text{ mm} \cdot (500 \text{ °C} - 570 \text{ °C}) = -7 \text{ mm reduziert werden (aus BK 2018/2).}$$

Seite 21

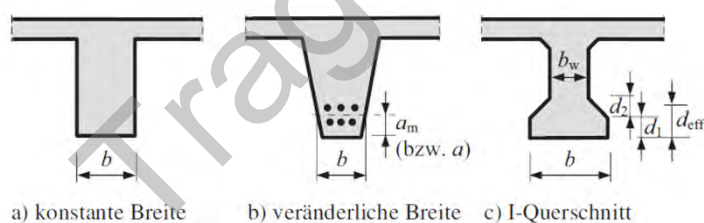
© DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos



21

5. Anwendung der Bemessungstabellen

→ Breite und Achsabstände



a) konstante Breite

b) veränderliche Breite

c) I-Querschnitt

DIN EN
1992-1-2



© BK 2021 Bachmann/Tillmann/Urban

Seite 22

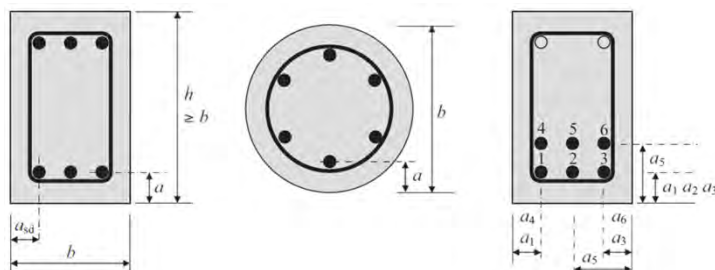
© DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos



22

5. Anwendung der Bemessungstabellen → mittlerer Achsabstand

DIN EN
1992-1-2



$$a_m = \frac{\sum A_{si} \cdot a_i}{\sum A_{si}}$$

Seite 23

© DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos



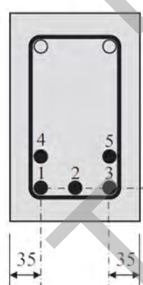
23

5. Anwendung der Bemessungstabellen → Beispiele: Achsabstand

$$a_m = \frac{5 \cdot 35}{5} = 35 \text{ mm}$$

$$a_m = \frac{5 \cdot 35 + 1 \cdot 65}{6} = 40 \text{ mm}$$

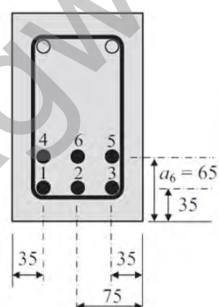
$$a_m = \frac{1 \cdot 30 + 1 \cdot 60}{2 \cdot 1} = 45 \text{ mm}$$



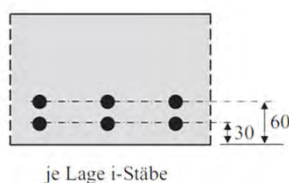
a_1 bis $a_5 = 35 \text{ mm}$

Annahmen: jeweils gleiche Stabdurchmesser: $A_{si} = 1$, allseitige Brandbeanspruchung

a) Balken 5 Stäbe



b) Balken 6 Stäbe



c) Platte 2 Lagen

Seite 24

© DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos



24

5. Anwendung der Bemessungstabellen

→ Achsabstand und Dicke: Ersatz durch Putz

DIN 4102-4			
	1	2	3
	Putzart	erforderliche Putzdicke als Ersatz für 10 mm Normalbetondicke	maximal zulässige Putzdicke
1	Putze ohne Putzträger		
1.1	Kalk-Zementmörtel nach DIN EN 998-1 in Verbindung mit DIN 18550-2 bzw. DIN EN 13914-2	15 mm	20 mm
1.2	Gipsmörtel nach DIN EN 13279-1 in Verbindung mit DIN 18550-2 bzw. DIN EN 13914-2	10 mm	25 mm
2	Putze auf Putzträgern	8 mm	25 mm ^{a)}

Seite 25 © DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos



25

5. Anwendung der Bemessungstabellen

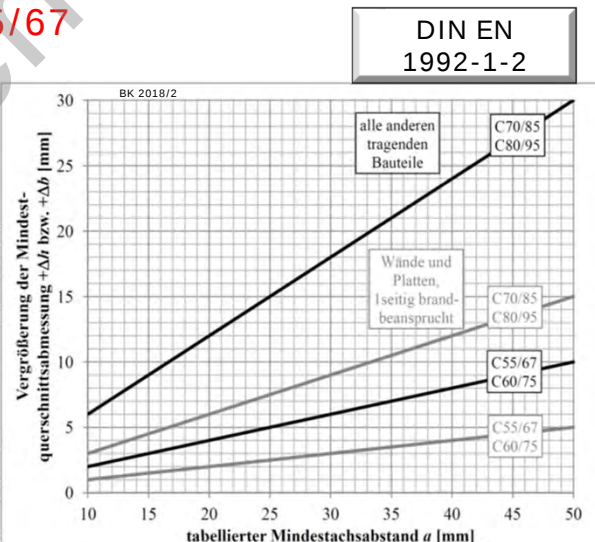
→ hochfester Beton $\geq C55/67$


 Festigkeitsabminderung
 Temperaturleitfähigkeit
 → Tabellen **Mindestmaße**:

- min h vergrößern um $(k - 1) \cdot a$ für einseitig brandbeanspruchte Wände und Platten
- min h vergrößern um $2 \cdot (k - 1) \cdot a$ für beidseitig brandbeanspruchte tragenden Bauteile;
- Multiplikation des Achsabstandes a mit

Faktor k : $k = 1,1$ für Beton C55/67
 $k = 1,3$ für Beton C70/85

Für $\geq C90/105$ werden genauere Methoden



Seite 26 © DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos



26

5. Anwendung der Bemessungstabellen → statisch bestimmt gelagerte Balken

DIN EN
1992-1-2

	1		2	3	4	5	8
	Feuerwiderstands- klasse	Mindestmaße (mm) ^{a)}					Stegdicke b_w ^{b)}
1	R 30	$b_{\min}$ a	80 25	120 20	160 15	200 15	80
2	R 60	$b_{\min}$ a	120 40	160 35	200 30	300 25	100
3	R 90	$b_{\min}$ a	150 55	200 45	300 40	400 35	100
4	R 120	$b_{\min}$ a	200 65	240 60	300 55	500 50	120
5	$a_{sd} = a + 10 \text{ mm}^c$						—

Seite 27

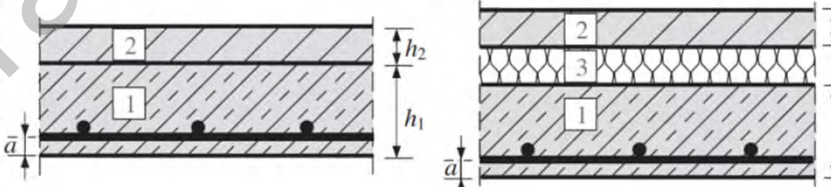
© DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos



27

5. Anwendung der Bemessungstabellen → Platten

DIN EN
1992-1-2

1	2	3	4	5
Feuerwiderstandsklasse	Mindestdicke h_s (mm)	Mindestachsabstand a (mm) ^{a)}		
		einachsig	zweiachsig gespannt ^{b)}	
		$h_s = h_1 + h_2$		
1	REI 30			
2	REI 60			
3	REI 90			
4	REI 120			

Seite 28

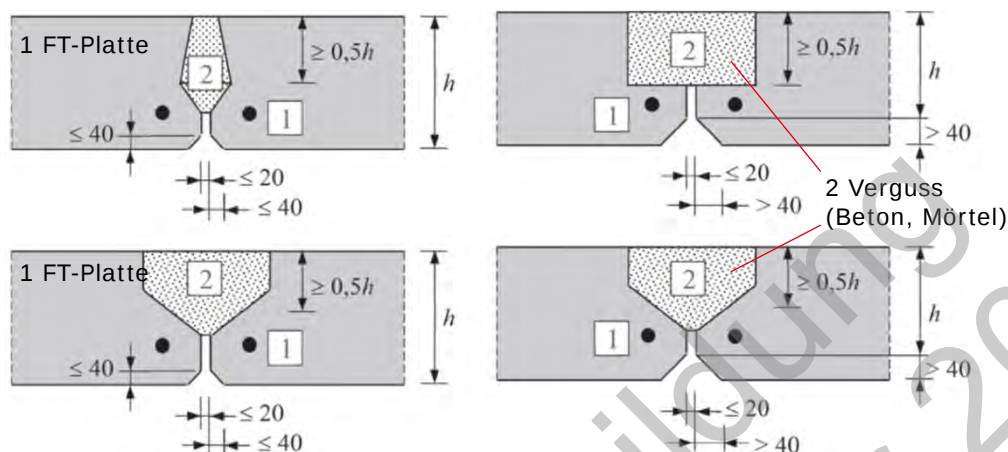
© DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos



28

5. Fertigteilplatten → Schließen der Fugen

DIN 4102-4



Seite 29 © DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos



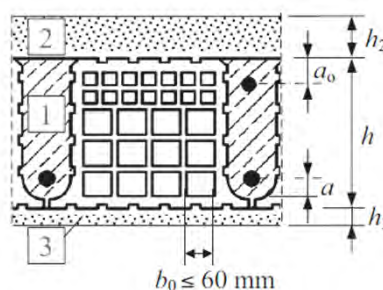
29

5. Anwendung der Bemessungstabellen → Ziegeldecken

DIN 4102-4

1	Konstruktionsmerkmale	2 Feuerwiderstandsklasse ^{a)}		
		REI 30 (F 30-A)	REI 60 (F 60-A)	REI 90 (F 90-A)
1	Mindestdicke h [mm]			
1.1	ohne Bekleidung oder Estrich	115	140	165
1.2	mit einem geeigneten Putz mit $h_3 \geq 15$ mm	90	115	140
1.3	bei Anordnung eines Estrichs der Baustoffklasse A oder eines Gussasphaltestrichs mit $h_2 \geq 30$ mm	90		115
1.4	mit einem geeigneten Putz mit $h_3 \geq 15$ mm und einem Estrich der Baustoffklasse A oder eines Gussasphaltestrichs mit $h_2 \geq 30$ mm	90		
2	Mindeststabsabstand a_0 ^{b)} [mm] der Feldbewehrung unbedeckter Decken bei statisch bestimmter und unbestimmter Lagerung	10		20 ^{c)}
3	Mindeststabsabstand a_0 [mm] der Stütz- bzw. Einspannbewehrung			
3.1	ohne Anordnung von Estrich	10		15
3.2	bei Anordnung eines Estrichs der Baustoffklasse A oder eines Gussasphaltestrichs	10		
	mit einer Mindestdicke h_2 [mm] von			10

Ziegeldecken nach
DIN 1045-100/101



Seite 30 © DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos



30

6. Neu: Erweiterte Bemessungstabellen für Stahlbetonwände

Jochen Zehfuß, Christina Betz, Dominik Felix

AUFSATZ

Neue Tabellen zur Brandschutzbemessung von Stahlbetonwänden für EN 1992-1-2

BuSt 4/2021

	DIN EN 1992-1-2 (1 Tabelle)	BuSt 2021 (4 Tabellen, min C20/25)
REI	30 bis 240	30 bis 240
Wanddicke h_w	100 mm bis 350 mm	80 mm bis 395 mm
Achsabstand a	10 mm bis 60 mm	10 mm bis 65 mm
Lastausnutzung im Brandfall μ_{fi}	0,35 – 0,70	0,2 – 0,5 – 0,7
Wandhöhe l_w	3,0 m ($l_w/h \leq 40$)	2,5 m – 3,0 m – 4,5 m ($l_w/h \leq 40$)
Lagerung im Brandfall $\beta_{fi} = l_{0,fi}/l_0$	0,5	1,0 und 0,5

Seite 31 © DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos



31

6. Erweiterte Bemessungstabellen → tragende Stahlbetonwände – Beispiel:

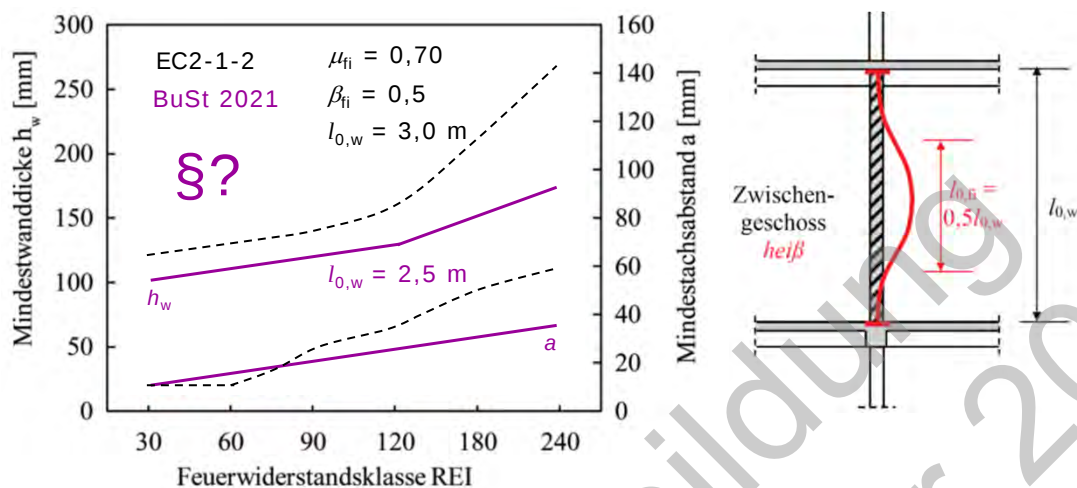
Brandbeansprucht auf einer Seite; $l_0 \leq 2,5$ m; $\beta_{fi} = 0,5$							Brandbeansprucht auf zwei Seiten; $l_0 \leq 2,5$ m; $\beta_{fi} = 0,5$						
$\mu_{fi} =$	0,2		0,5		0,7		$\mu_{fi} =$	0,2		0,5		0,7	
REI	h_w	a	h_w	a	h_w	a	R	h_w	a	h_w	a	h_w	a
30	80	10	90	10	100	10	30	90	10	100	10	110	10
60	90	10	100	10	110			110	10	125	15	140	20
90	100	10	110	15	120			125	15	155	25	170	30
120	120	15	120	20	130	25	120	140	25	175	35	200	40
180	150	20	150	25	150	30	180	175	30	215	40	240	45
240	175	25	175	30	175	35	240	200	35	250	45	280	50

Seite 32 © DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos



32

6. Erweiterte Bemessungstabellen → tragende Stahlbetonwände



Seite 33

© DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos



33

7. Bemessungstabelle 5.2a

DIN EN
1992-1-2

	1	2	3	4	5
Feuerwiderstandsklasse	Mindestmaße (mm) Stützenbreite $b_{min}^{a)}$ / Achsabstand $a^{b)}$				
mit $\alpha_{cc} = 1,0!$	Brandbeanspruchung				
	mehrseitig				einseitig
	$\mu_{fi} = 0,2$	$\mu_{fi} = 0,5$	$\mu_{fi} = 0,7$	$\mu_{fi} = 0,7$	
1 R 30	200/25	200/25	200/32 300/27	155/25	
2 R 60			200/36 300/31		250/46 350/40
3 R 90	200/31 300/25	300/45 400/38	350/53 450/40 ^{c)}		
4 R 120	250/40 350/35	350/45 ^{c)} 450/40 ^{c)}	350/57 ^{c)} 450/51 ^{c)}	175/35	

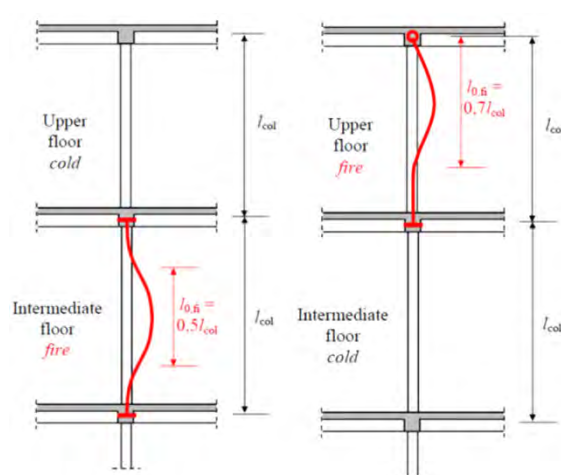
Seite 34

© DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos



34

7. Methode A: Bemessungstabelle 5.2a und Gl. (5.7) → Effektive Länge im Brandfall $l_{0,fi}$



ausgesteiftes
Tragwerk

Seite 35 © DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos



35

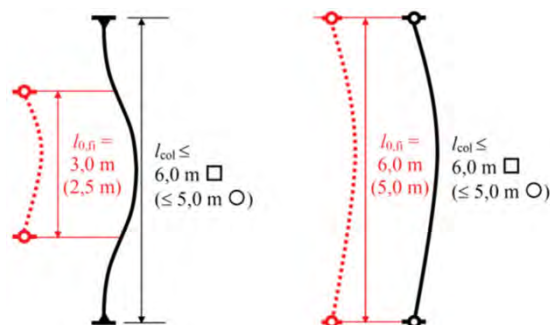
7. Methode A - Gleichung (5.7)

Feuerwiderstandsdauer R in [min]

- Ersatzlänge der Stütze im Brandfall:
 $\min l_{0,fi} = 2,0 \text{ m}$;
- Längsbewehrung $A_s < 0,04A_c$;
- $n = 4$ (nur Eckstäbe);
 $n > 4$ Stäbe (gleiche Durchmesser)
- Achsabstand $25 \text{ mm} \leq a \leq 80 \text{ mm}$;
- wirksame Breite mit $200 \text{ mm} \leq b' \leq 450 \text{ mm}$;
für RQ □: $b' = 2A_c / (b + h)$ und $h \leq 1,5 b$;
für KQ ○: $b' = \phi_{col}$.



$$R = 120 \cdot \left(\frac{R_{\eta fi} + R_a + R_l + R_b + R_n}{120} \right)^{1,8}$$

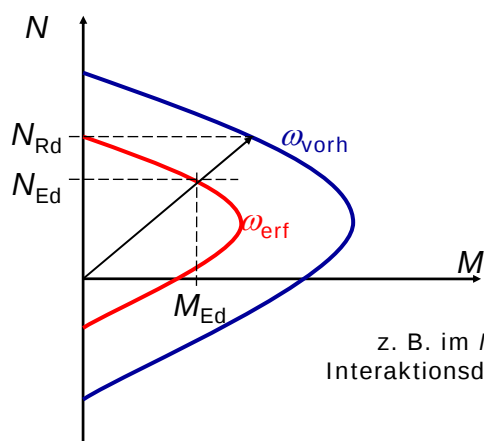


Seite 36 © DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos



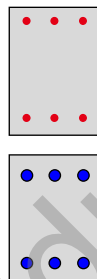
36

7. Prinzip für Ermittlung von N_{Rd}



Bei planmäßig ausmittiger Beanspruchung ist für die Ermittlung von $\mu_{fi} = N_{Ed,fi}/N_{Rd}$ von einer konstanten Ausmitte auszugehen.

z. B. im M/N-
Interaktionsdiagramm



Seite 37

© DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos



37

7. Einfacher Variantenvergleich mit Gleichung (5.7)

Tab. 5.2a
R90

μ_{fi}	0,7	0,7			
ω	0,1	0,1			
a [mm]	53	40			
$l_{0,fi}$ [m]	3,0	3,0			
b [mm]	350	450			
n	0	8			
R [min]	91	92			

Seite 38

© DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos



38

7. Einfacher Variantenvergleich mit Gleichung (5.7)

	Tab. 5.2a R90		Var. 1		
μ_{fi}	0,7	0,7	0,7		
ω	0,1	0,1	0,1		
a [mm]	53	40	40		
$l_{0,fi}$ [m]	3,0	3,0	2,0		
b [mm]	350	450	450		
n	0	8	8		
R [min]	91	92	108		

Seite 39

© DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos



39

7. Einfacher Variantenvergleich mit Gleichung (5.7)

	Tab. 5.2a R90		Var. 1	Var. 2	
μ_{fi}	0,7	0,7	0,7	0,5	
ω	0,1	0,1	0,1	0,3	
a [mm]	53	40	40	40	
$l_{0,fi}$ [m]	3,0	3,0	2,0	3,0	
b [mm]	350	450	450	450	
n	0	8	8	8	
R [min]	91	92	108	127	

Seite 40

© DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos



40

7. Einfacher Variantenvergleich mit Gleichung (5.7)

	Tab. 5.2a R90		Var. 1	Var. 2	Var. 3
μ_{fi}	0,7	0,7	0,7	0,5	0,7
ω	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1
a [mm]	53	40	40	40	50
$l_{0,fi}$ [m]	3,0	3,0	2,0	3,0	3,0
b [mm]	350	450	450	450	450
n	0	8	8	8	8
R [min]	91	92	108	127	119

Seite 41 © DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos



41

7. Methode A: $\alpha_{cc} = 0,85$ vs. 1,0

Vergleich Tabelle 5.2a mit
Gleichung (5.7) mit $\alpha_{cc} = 0,85 / 1,0$

$\alpha_{cc} = 0,85$:

Belgien, Bulgarien,
Deutschland,
Finnland, Griechenland,
Großbritannien, Irland,
Lettland, Luxemburg,
Norwegen

1	2	3	4	5
Feuer- wider- stands- klasse	Mindestwerte (mm) ^{a)} Stützenbreite b_{min} /Achsabstand a der Längs- bewehrung			
	EN 1992-1-2, Gl. (5.7): $\alpha_{cc} = 0,85$		EN 1992-1-2, Tabelle 5.2a: $\alpha_{cc} = 1,0$	
	$\mu_{fi} = 0,5$	$\mu_{fi} = 0,7$	$\mu_{fi} = 0,5$	$\mu_{fi} = 0,7$
1 R 30	200/25	200/26 300/25	200/25	
2 R 60	200/32 300/27	250/40 350/34	200/36 300/31	350/40
3 R 90	300/40 400/34	350/47 450/34 ^{b)}	300/45 400/38	350/53 450/40 ^{b)}
4 R 120	350/40 ^{b)} 450/35 ^{b)}	350/51 ^{b)} 450/45 ^{b)}	350/45 ^{b)} 450/40 ^{b)}	350/57 ^{b)} 450/51 ^{b)}
5 R 180	350/59 ^{b)}	450/64 ^{b)}	350/63 ^{b)}	450/70 ^{b)}
6 R 240	450/70 ^{b)}	–	450/75 ^{b)}	–

R90
 $b_{min} = 350$ mm
 $a = 47$ mm

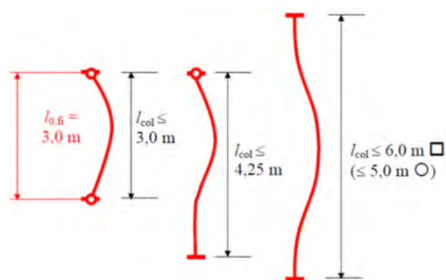
Seite 42 © DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos



42

7. Erweiterte Bemessungstabellen und -diagramme → Basis: Gleichung (5.7)

Frank Fingerloos, Jochen Zehfuß, Michael Cylllok
Heißbemessung von Stahlbeton- und Spannbetonstützen
Zur praktischen Anwendung von Methode A in DIN EN 1992-1-2
FACHTHEMA
BuSt 8/2018



Seite 43 © DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos



43

7. Erweiterte Tabellen mit Gleichung (5.7)

$l_{0,B} = 2,0 \text{ m}$										$l_{0,B} = 3,0 \text{ m}$										$l_{0,B} = 6,0 \text{ m}$									
$n = 4 \text{ Stäbe}$					$n \geq 6/8 \text{ Stäbe}^{b)}$					$n = 4 \text{ Stäbe}$					$n \geq 6/8 \text{ Stäbe}^{b)}$					$n = 4 \text{ Stäbe}$					$n \geq 6/8 \text{ Stäbe}^{b)}$				
R	$b \text{ [mm]}^{a)}$	μ_k			μ_k			R	$b \text{ [mm]}^{a)}$	μ_k			μ_k			R	$b \text{ [mm]}^{a)}$	μ_k			μ_k								
		0,30	0,50	0,70	0,30	0,50	0,70			0,30	0,50	0,70	0,30	0,50	0,70			0,30	0,50	0,70	0,30	0,50	0,70						
30	200	25						30	200	25						30	200	25	34	44	25	37	48	30					
60	200	25	26	37	25	29	29	60	200	25	32	43	25	35	35	60	200	25	34	44	25	37	48						
	250	25	34	25	26	26	25		26	250	25	30	40	25	32		32	250	25	28	39	25	34	45					
	300	25	31	25	25	25	25		25	300	25	27	37	25	30		30	300	25	25	37	48	30	34	45				
	350	25	28	25	25	25	25		25	350	25	25	34	25	27		27	350	25	25	34	45	27	34	45				
90	200	29	39	50	25	32	42	90	200	25	31	41	25	34	34	90	200	25	31	41	25	34	45	27					
	250	26	36	47	25	29	39		250	25	29	40	25	32	32		250	25	28	39	25	34	45	27					
	300	25	34	44	25	26	36		300	25	27	37	25	30	30		300	25	25	37	48	30	34	45					
	350	25	31	41	25	25	34		350	25	25	34	25	27	27		350	25	25	34	45	27	34	45					
120	200	25	28	38	25	31	25	120	200	25	28	38	25	31	31	120	200	25	28	38	25	31	45	27					
	250	25	25	34	44	25	26		26	250	25	25	34	25	27		25	27	250	25	25	34	45	27	34	45			
	300	25	25	31	41	25	25		34	300	25	25	34	25	27		25	27	300	25	25	34	45	27	34	45			
	350	25	25	28	38	25	25		28	350	25	25	28	25	27		25	27	350	25	25	28	38	25	31	45			
180	200	25	25	34	44	25	26	180	200	25	25	34	25	27	25	180	200	25	25	34	45	27	34	45	27				
	250	25	25	31	41	25	25		34	250	25	25	31	41	25		25	25	25	25	25	25	25	25	25				
	300	25	25	28	38	25	25		28	300	25	25	28	38	25		25	25	25	25	25	25	25	25	25				
	350	25	25	25	25	25	25		25	350	25	25	25	25	25		25	25	25	25	25	25	25	25	25				
240	200	25	25	34	44	25	26	240	200	25	25	34	44	25	26	240	200	25	25	34	44	25	26	36	36				
	250	25	25	31	41	25	25		34	250	25	25	31	41	25		25	25	25	25	25	250	25	25	31	41	25	25	25
	300	25	25	28	38	25	25		28	300	25	25	28	38	25		25	25	25	25	300	25	25	28	38	25	25	25	
	350	25	25	25	25	25	25		25	350	25	25	25	25	25		25	25	25	25	350	25	25	25	25	25	25	25	

Seite 44 © DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos



44

7. Diagramme mit Gleichung (5.7)

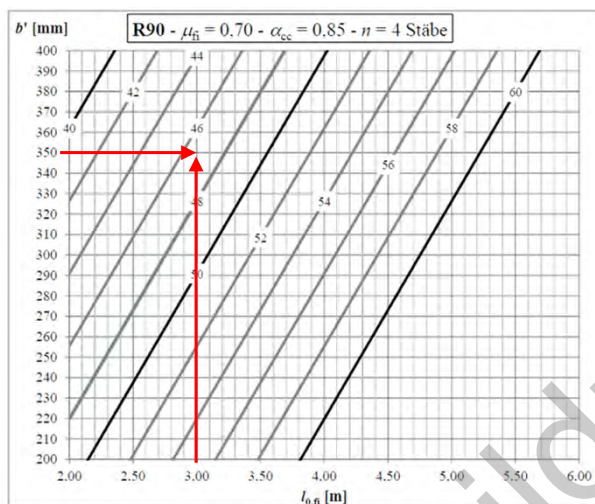


Bild 3. Ersatzlänge $l_{0,0}$, Ersatzbreite b' und Achsabstand a [mm] für R90 (mit $\mu_0 = 0,70$ und 4 Längsstäben)

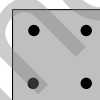
Seite 45

© DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos



Beton-
kalender
2018/2

BuSt
8/2018



Bsp. aus Tabelle
350 mm / 47 mm

45

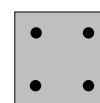
7. Diagramme und hochfester Beton



Bild 3. Ersatzlänge $l_{0,0}$, Ersatzbreite b' und Achsabstand a [mm] für R90 (mit $\mu_0 = 0,70$ und 4 Längsstäben)

Seite 46

© DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos



$\leq C50/60$:
350 mm / 47 mm

C70/85?
modifiziert: h, a

$$k = 1,3$$

$$\rightarrow 2(k - 1) = 0,6$$

$$h_{\text{mod}} = 350 + 0,6 \cdot 47$$

$$= 378 \text{ mm}$$

$$a_{\text{mod}} = 47 \cdot 1,3$$

$$= 61 \text{ mm}$$

46

8. Neu: Stützenbemessung Anhang C

Jochen Zehfuß, Michael Cylllok, Frank Fingerloos

AUFSATZ

Ein alternatives Tabellenverfahren zur Heißbemessung von Stahlbetonstützen

Erläuterungen zum neuen Anhang C in DIN EN 1992-1-2/A1

BuSt 4/2021

DIN EN 1992-1-2/A1:2019-11 → neuer Anhang C: Knicken von Stützen unter Brandbedingungen (informativ)

DIN EN 1992-1-2/NA/A2:2021 → NA.1 Änderung zu NCI zu „Anhang C...“
Der Anhang C in DIN EN 1992-1-2/A1:2019-11 darf angewendet werden.“

§ A1 und NA/A2-Änderungen noch nicht in MVV TB 2020-05 → Prüfsingenieur fragen!

Seite 47 © DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos



47

8. Neu: Stützenbemessung Anhang C

6 Tabellen für die Bemessung für den Brandfall von Stahlbetonstützen mit RQ in **ausgesteiften** und **nicht ausgesteiften** Systemen (max $l_{0,fi} = 3,2$ m bis 9,5 m)

	DIN EN 1992-1-2/A1 für $\leq C50/60$
Feuerwiderstandsklassen	R30 – R60 – R90 – R120 – R180 – R240
zulässige Schlankheit im Brandfall $\lambda_{fi,max}$	$\lambda_{fi} = l_{0,fi}/i \leq \lambda_{fi,max}$ und $\lambda_{fi} \leq 55$ (≈ 3000 tab. Werte)
Stützenbreite b_{min} (RQ □)	200 – 250 – 300 – 400 – 500 – 600 mm
Achsabstand a ($a \geq 1,5\phi$)	25 – 45 – 65 – 85 mm
Belastungsgrad η_{fi}	0,20 – 0,40 – 0,60
mod. Gesamtausmitte nach Th. I. O. e_N	20 – 50 – 100 mm
mod. mechanischer Bewehrungsgrad ω	0,1 – 0,2 – 0,5 – 1,0
Lagerung im Brandfall $\beta_{fi} = l_{0,fi}/l$	0,5 bis 2,0

Seite 48 © DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos



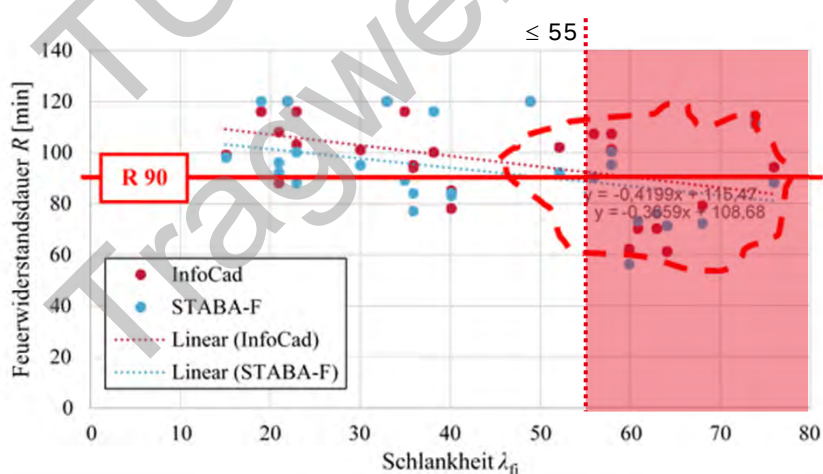
48

8. Neu: Stützenbemessung Anhang C

Grundlagen:

- CEN TC250/SC2/WG1/TG5 Fire: Anhang C:2004 tw. unsicher (in DE nicht erlaubt)
- Vorschlag: neue modifizierte Zonenmethode von Jesper Frøbert Jensen (DK)
- Überprüfung mit Allgemeinen Verfahren durch iBMB Braunschweig (STABA-F, InfoCad) und ETH Zürich (PYRUS) unter Verwendung ausgewählter Berechnungen der Universität Lüttich (SAFIR) und aus Spanien (FIRECOL),
- Zusätzliche statistische Auswertung durch LGA München (MATLAB),

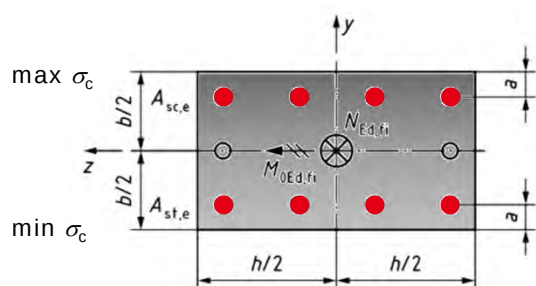
8. Neu: Stützenbemessung Anhang C → Vergleichsberechnungen iBMB Braunschweig



BuSt
4/2021

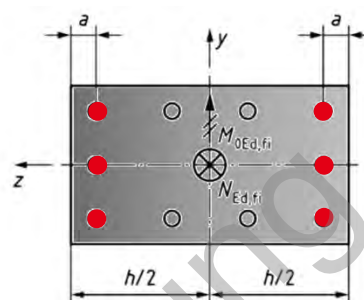
[13] Zehfuß, J.; Felix, D.; Siemon, M. (2018) Bewertung von neuen Bemessungstabellen für Stützen im Zuge der Novellierung von EN 1992-1-2. Schlussbericht im Auftrag des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) Az. P 52-5-7.319. iBMB TU Braunschweig.

8. Neu: Stützenbemessung Anhang C → Zweiachsiges Knicken



a) Knicken um die z-Achse

$$e_N = \frac{M_{0Ed,fi}}{N_{Ed,fi}}$$



b) Knicken um die y-Achse

$$e_N = \frac{b}{h} \times \frac{M_{0Ed,fi}}{N_{Ed,fi}} \geq 0,5 \frac{M_{0Ed,fi}}{N_{Ed,fi}}$$

Seite 51

© DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos



51

8. Neu: Stützenbemessung Anhang C → modifizierte Ausnutzungs- und Bewehrungsgrade

$$n_{fi} = \frac{N_{Ed,fi}}{\left(\frac{A_c \cdot f_{cd}}{\alpha_{cc}} \right) + 2 \cdot \min \{ A_{sc,e}; A_{st,e} \} \cdot f_{yd}}$$

$$\omega = \frac{2 \cdot \min \{ A_{sc,e}; A_{st,e} \} \cdot f_{yd}}{\left(\frac{A_c \cdot f_{cd}}{\alpha_{cc}} \right)}$$

Seite 52

© DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos



52

8. Neu: Stützenbemessung Anhang C → Beispiel: Tabelle C.3

Tabelle C.3 — Maximal zulässiger Schlankheitsgrad im Brandfall für ausgesteifte und nicht ausgesteifte Stützen: R60

R60	b mm		600			500			400			300			250			200		
	η_{fi}		0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6
	e_N mm	a mm	$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$			$\lambda_{fi,max}$		
$\omega = 0,5$	20	25	55	50	35	55	47	31	55	43	26	48	30		43	24		36		
	20	45	55	55	51	55	55	47	55	55	42	55	47	30	55	40				
	20	65	55	55	55	55	55	55	55	55	50	55	54	37	55	43				
	20	85	55	55	55	55	55	55	55	55	53	55	51	37	55	38				
	50	25	55	45	26	55	41	19	55	34		39			33			20		
	50	45	55	55	43	55	55	38	55	51	27	55	35		55	23		44		
	50	65	55	55	53	55	55	47	55	55	35	55	40		55	23		36		
	50	85	55	55	55	55	55	53	55	55	37	55	36		48	14				
	100	25	55	35		55	27		49			18								
	100	45	55	54	27	55	47	9	55	34		55			43					
	100	65	55	55	37	55	55	20	55	40		55			41					
	100	85	55	55	43	55	55	23	55	40		53			25					

DIN EN
1992-1-2/A1

Seite 53

© DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos



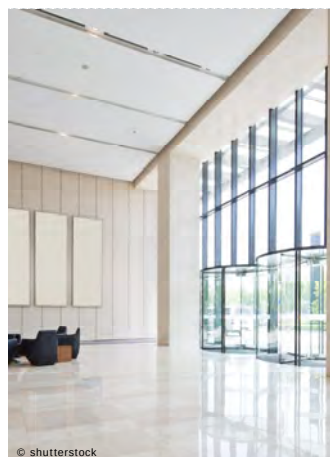
53

8. Neu: Stützenbemessung Anhang C → Beispiel 1: Entwurf

- **RQ-Stütze 8,0 m** hoch (außerhalb Methode A)
- Anforderung: hochfeuerhemmend R60
- ausgesteiftes System, rotationsbehinderte Lagerung
- $l_{0,fi} = 0,5 \cdot 8,0 = 4,0$ m
- Druck mittig: $e_N = e_0 = l_0/400 = 20$ mm; $\eta_{fi} = 0,6$
- mod. mechanischer Bewehrungsgrad: $\omega = 0,5$
- $\lambda_{fi} = l_{0,fi}/i \leq \lambda_{fi,max}$

Entwurf mit Tabelle C.3:

- $b_{min} = 400$ mm $\rightarrow \lambda_{fi} = 4,0/0,115 = 35 \rightarrow a \geq 35$ mm
- $b_{min} = 500$ mm $\rightarrow \lambda_{fi} = 4,0/0,144 = 28 \rightarrow a \geq 25$ mm



© shutterstock

Seite 54

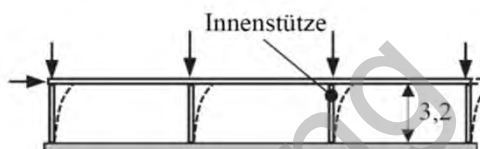
© DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos



54

8. Neu: Stützenbemessung Anhang C → Beispiel 2: Nachweis

- **RQ-Hallenstütze 3,2 m** hoch (außerhalb Methode A)
- Anforderung: hochfeuerhemmend R60
- nichtausgesteiftes System in Querrichtung,
- Fuß einspannung
- Einwirkungen: $N_{Ed,fi} = 1000 \text{ kN}$
 $M_{0,Ed,y,fi} = 40 \text{ kNm}$
 $e_{0,z} = 40 / 1000 = 0,040 \text{ m}$



BuSt
4/2021

Seite 55

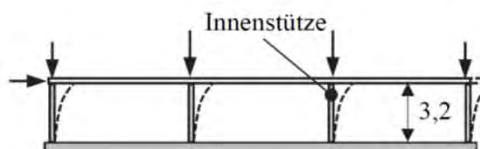
© DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos



55

8. Neu: Stützenbemessung Anhang C → Beispiel 2: Nachweis

- Biegung um die y -Achse:
- Knicklänge: $l_{0,fi,y} = 2 \cdot 3,20 \text{ m} = 6,4 \text{ m}$ (verschieblich)
- Schlankheit: $\lambda_{fi} = 6,4 \cdot \sqrt{12} / 0,45 = 49,3 < 55$
- Imperfektion: $\theta_i = 1 / 253$
 $e_{i,z} = 13 \text{ mm}$
- Ausmitte: $e_{0,z} + e_{i,z} = 53 \text{ mm}$



BuSt
4/2021

Seite 56

© DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos



56

8. Neu: Stützenbemessung Anhang C → Beispiel 2: Nachweis

- Bewehrung für Knicken um die y-Achse:
- $A_{sc,e} = A_{st,e} = 804 \text{ mm}^2$ (4 ϕ 16 mm) mit **$a = 38 \text{ mm}$**
- Belastungsgrad: **$\eta_{fi} = 0,204$**
- modifizierter mechanischer Bewehrungsgrad: **$\omega = 0,167$**
- modifizierte Gesamtausmitte der Normalkraft nach Theorie I. Ordnung:
- Knicken um die y-Achse: **$e_N = 47 \text{ mm} \approx 50 \text{ mm}$** (tabelliert)
- RQ mit $b_{min} = 400 \text{ mm}$ → Mindeststabanzahl **3 je Seite** gemäß Tabelle C.1

BuSt
4/2021

Seite 57

© DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos



57

8. Neu: Stützenbemessung Anhang C → Beispiel 2: Nachweis

- Interpolation in Tabelle C.3:

Ergebnis → R60 ☑
 $\lambda_{fi,vor} = 49,3 < \lambda_{fi,max, R60} = 52,6$

BuSt
4/2021

	ω	e_N [mm]	a [mm]	$\lambda_{fi,max}$
$b = 400 \text{ mm}$				$\eta_{fi} = 0,2$
Tabelle C.3 für R60			25	45
Interpolation für a und η_{fi}	0,1	50	38	51,5
Tabelle C.3 für R60			45	55
Interpolation für ω	0,167	50	38	52,6
Tabelle C.3 für R60			25	50
Interpolation für a und η_{fi}	0,2	50	38	53,2
Tabelle C.3 für R60			45	55

Seite 58

© DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos



58

9. Betonabplatzungen - Arten

1) Abplatzungen der Gesteinskörnung:

Zerplatzen oder Zersplittern der Gesteinskörnung infolge chemischer (Wasserdampf) bzw. physikalischer (Volumen) Veränderungen der Gesteinskörnung

2) Explosionsartige Abplatzungen:

Plötzliche Absprengungen kleinerer und größerer Betonteile innerhalb der ersten 30 min eines Vollbrandes (Austreiben hochgespannten Wasserdampfes)

3) Abfallen von Betonschichten:

Abfallen kleinerer und größerer Betonschichten nach längerer Brandbeanspruchung durch Betonermüfung, Rissbildung und zunehmende Verformungen.



Seite 59

© DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos



59

9. Betonabplatzungen - Problem

- reduzieren die **Querschnittsabmessungen**,
- führen zu schnellerer Wärmeeintragung in Bewehrung und Beton,
- lösen **verfrühtes Versagen** von brandbeanspruchten Bauteilen aus.

Daher:

Abplatzen der äußeren Betonschichten ausreichend lange verzögern, um die Haupttragbewehrung und innen liegenden Kernbeton vor direkter Beflammung zu schützen → Standsicherheit!

Z. B. auch brandbeanspruchte Druckzone (bei negativen Momenten von Durchlaufbalken) in Hinblick auf ein Abplatzen oder Abfallen der Betondeckung überprüfen und bemessen.



Seite 60

© DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos



60

9. Betonabplatzungen bei großer Betondeckung

- konstruktive **Oberflächen-Brandschutzbewehrung** bei Achsabstand der Bewehrung $a \geq 70 \text{ mm}$ in Biegebauteilen $\rightarrow$ Maschengröße $s \leq 100 \text{ mm}$, Durchmesser $\phi \geq 4 \text{ mm}$ und $c_{\text{nom}} = 15 \text{ mm}$
- Bügel dürfen angerechnet werden,
- **Alternativ: Versuche** ohne Abfallen von Betonschichten



z. B. verzinkte Schutzmatte N94

Seite 61

© DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos



61

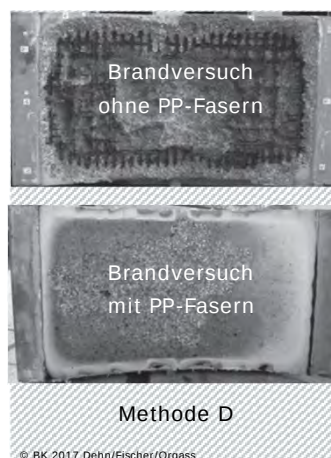
9. Betonabplatzungen - Hochfester Beton

Methode A: Bewehrungsnetz $\phi \geq 2 \text{ mm}$ mit Maschengröße von $\leq 50 \text{ mm} \times 50 \text{ mm}$, $c_{\text{nom}} = 15 \text{ mm}$, Stäbe mit und haben. 8

Methode B: Betontyp, bei dem erwiesenermaßen (durch Versuche) keine Abplatzungen erfolgen.

Methode C: Schutzschichten verwenden, bei denen erwiesenermaßen keine Betonabplatzungen erfolgen.

Methode D: Zusatz eifaseriger **Polypropylenfasern** (für $w/z \leq 0,24 \rightarrow 4 \text{ kg/m}^3$ und $w/z \geq 0,28 \rightarrow 2 \text{ kg/m}^3$)



© BK 2017 Dehn/Fischer/Orgass

Seite 62

© DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos



62

10. Bewertung im Bestand → Gerd Geburtig bei Beuth

- Band 1: Brandschutztechnische Beurteilung vorhandener Bausubstanz
- Band 2: Ausgewählte historische Normteile DIN 4102 ab 1934
- Band 3: Ausgewählte historische TGL und weitere Vorschriften von 1963 bis 1990
- Band 4: Ausgewählte historische Normen und TGL für Rauch- und Feuerschutzabschlüsse seit 1953
- Band 5: Ausgewählte historische Technische Baubestimmungen von 1925 bis 2000
- Bände: Brandschutz im Bestand - Industriegebäude, Verkaufsstätten, Altenpflegeheime und Krankenhäuser, Schulen und Kindertagesstätten, Bürogebäude, Wohngebäude und Betreutes Wohnen
- Brandschutz im Baudenkmal ...



Seite 63 © DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos



63

10. Bewertung im Bestand Betonkalender

II Frank Fingerloos, Steffen Marx, Jürgen Schnell:
Tragwerksplanung im Bestand – Bewertung bestehender
Tragwerke

u. a. Abschnitt 8: Abschätzung der
Feuerwiderstandsdauer historischer Betonkonstruktionen



Seite 64 © DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos



64

10. Bewertung im Bestand Betonkalender – Beispiel: Grenzbrandlast

- Zuordnung einer bauartunabhängigen **Grenzbrandlast** unter Naturbrandbeanspruchung bei beliebigen Ventilationsverhältnissen in kleinen Räumen auf der Grundlage von parametrischen Temperaturzeitkurven
- Überschreitet die vorhandene Brandlast die Grenzbrandlast, so versagen die Bauteile im Brandfall. Andernfalls ist ihre Tragfähigkeit ausreichend und sie widerstehen der Brandbeanspruchung auch länger (Upmeyer; Schaumann: Zum Feuerwiderstand von Stahlbetonstützen. BuSt 7/2008.)
- Übliche Wohngebäude etwa mit 1000 MJ/m² Brandlast: F60-Zuordnung unter ETK = äquivalent feuerbeständig

	1	2
	Feuerwiderstands- klasse unter ETK	Grenzbrandlast $q_{fi,Rd}$ [MJ/m ²]
1	F 30	500
2	F 60	1000
3	F 90	1500
4	F 120	2000

Seite 65 © DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos



65

10. Bewertung im Bestand → DBV-Merkblatt

- Was ist für den Brandschutz im Bestand ausreichend bzw. vertretbar (Bestandsschutz)?
- Bei welchem Defizit muss wie gehandelt werden?
- Wie kann man der vorhandenen Bausubstanz gerecht werden und gleichzeitig die Sicherheitsvorgaben der Gesetze oder des Bauherrn zuverlässig erfüllen?
- Stellt jede Abweichung von gesetzlichen Vorgaben ein untolerierbares Sicherheitsdefizit dar?
- Typische Probleme des Brandschutzes im Bestand
- Hinweise und Empfehlungen zur Abschätzung der Feuerwiderstandsdauern einiger historischer Konstruktionen und Materialien
- Übersicht zu historischen Brandschutzbestimmungen



Seite 66 © DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos



66

11. Zusammenfassung

- Vorbeugender und baulicher Brandschutz ist eine komplexe Gemeinschaftsaufgabe.
- Bauordnungsrechtliche Anforderungen kennen und gesamtheitlich umsetzen.
- Verschiedene Ansätze bei thermischer Analyse beeinflussen Rechenergebnisse.
- Richtige Anwendung der Bemessungstabellen in der Praxis.
- Neu: Erweiterte Tabellen für Stahlbetonwände (BuSt) → §
- Stützenbemessung Methode A: Erweiterte Bemessungshilfsmittel
- Neu: Stützenbemessung Anhang C → §
- Betonabplatzungen
- Bewertung im Bestand

Seite 67 © DBV | Brandschutz im Stahlbetonbau | TU Kaiserslautern und Darmstadt 17. Februar 2021 | Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos



67

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Kontakt

Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos

T +49 30 236096-37

M +49 173 249 02 80

fingerloos@betonverein.de

© 2020, DBV
Alle vom DBV zur Verfügung gestellten Informationen wurden mit größtmöglicher Sorgfalt erstellt. Für die Richtigkeit können wir jedoch keine Haftung übernehmen.



68



**DBV-Merkblätter im
Online-Abo und in der App**

→ baufachinformation.de

DBV-Hefte und DBV-Merkblätter als
Printexemplare → betonverein.de/schriften
PDF-Download → baufachinformation.de und → beuth.de

in Kooperation mit  



69



**Wir bieten Ihnen weitere
Webseminare, Tagungen und
Kolloquien.**

Eine Übersicht finden Sie auf
→ betonverein.de/veranstaltungen



70