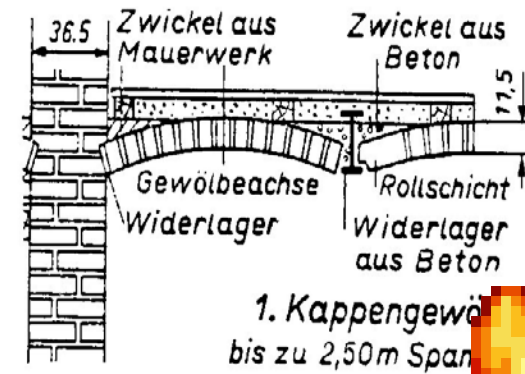


Brandschutzsanierung historischer Konstruktionen



Dr.-Ing. Peter Nause

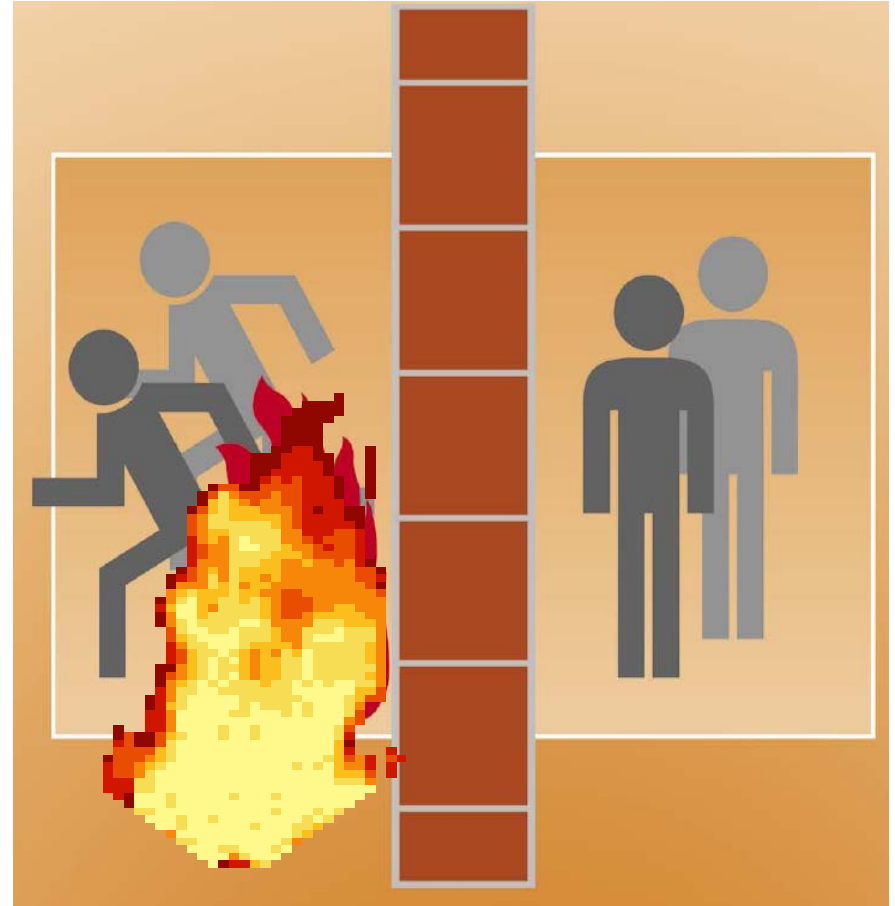
**IBB GmbH
MFPA Leipzig GmbH**

Themenschwerpunkte

- **Brandrisiken u. –szenarien, Problemstellung**
- **Brandparameter Beton, Holz, Stahl - Geschichtliche Aspekte**
- **Brandschutztechnische Bewertung u. Ertüchtigungsmaßnahmen von**
 - **Stb.-Decken**
 - **Gußstützen**
 - **Stahlträgerdecken**
 - **Stahlsteindecken**
 - **Holzbalkendecken**
- **Zusammenfassung**

Risiken und Anforderungen

- **Tragfähigkeit**
- **Raumabschluss**
- **Oberflächentemperatur**
(140 K i.M. + 180 K max)
- **(Rauchausbreitung)**

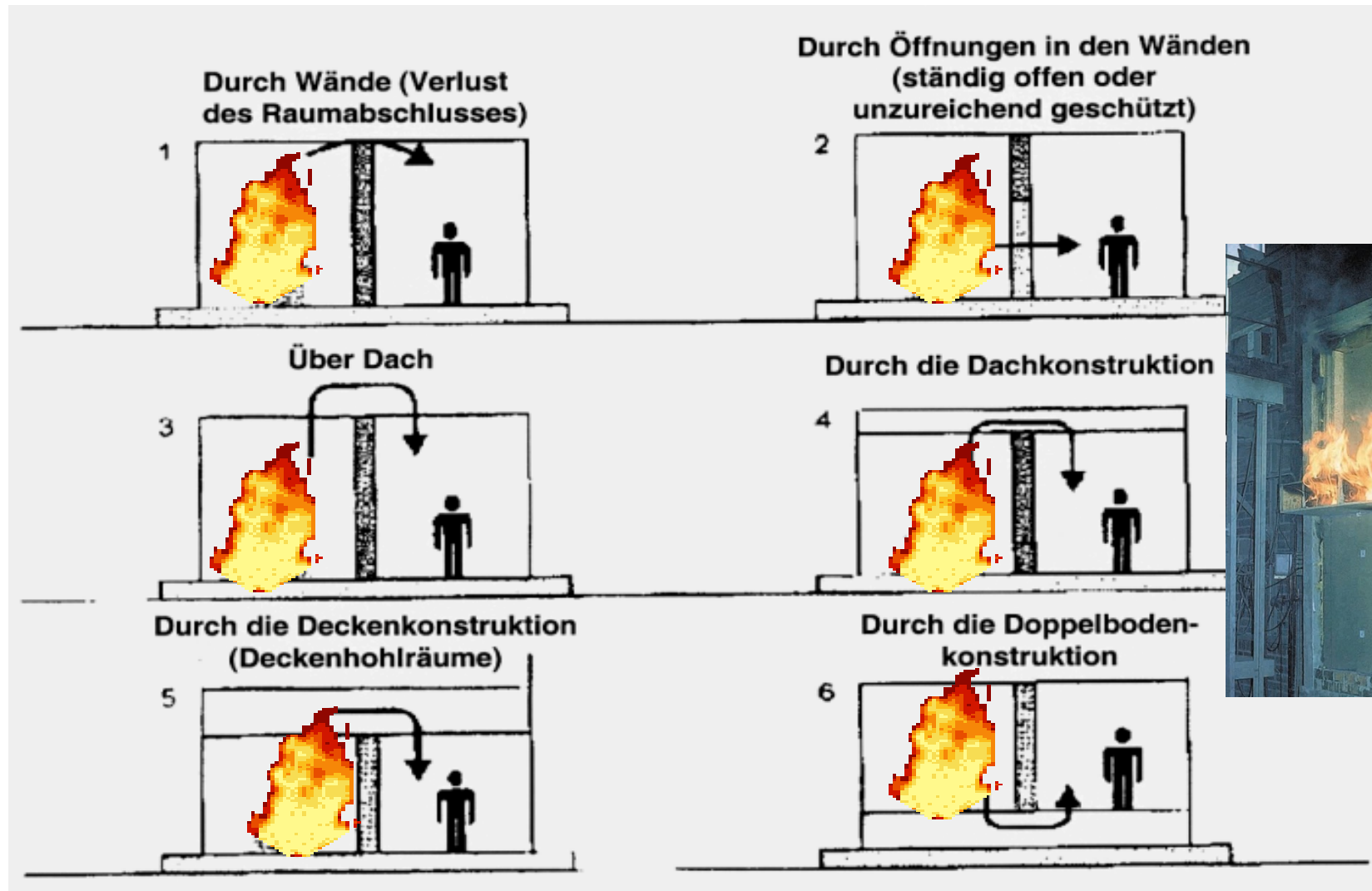


Standicherheit???



(c) FeuerTRUTZ Network GmbH, 2017

Brandweiterleitung



Brandweiterleitung über Fassade



12. Minute
„flash-over“ 1.Etage

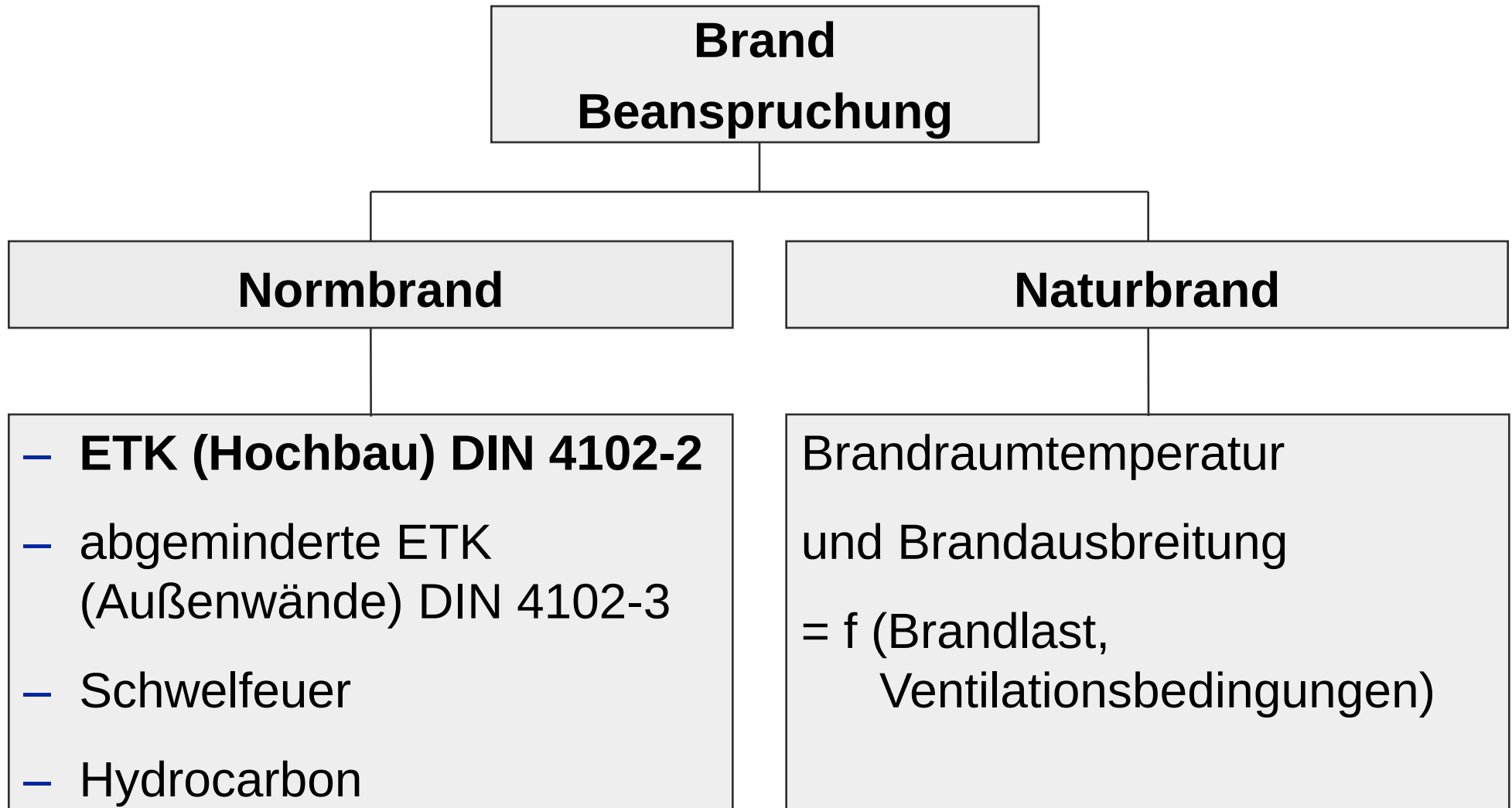


20. Minute
„flash-over“ 2. Etage

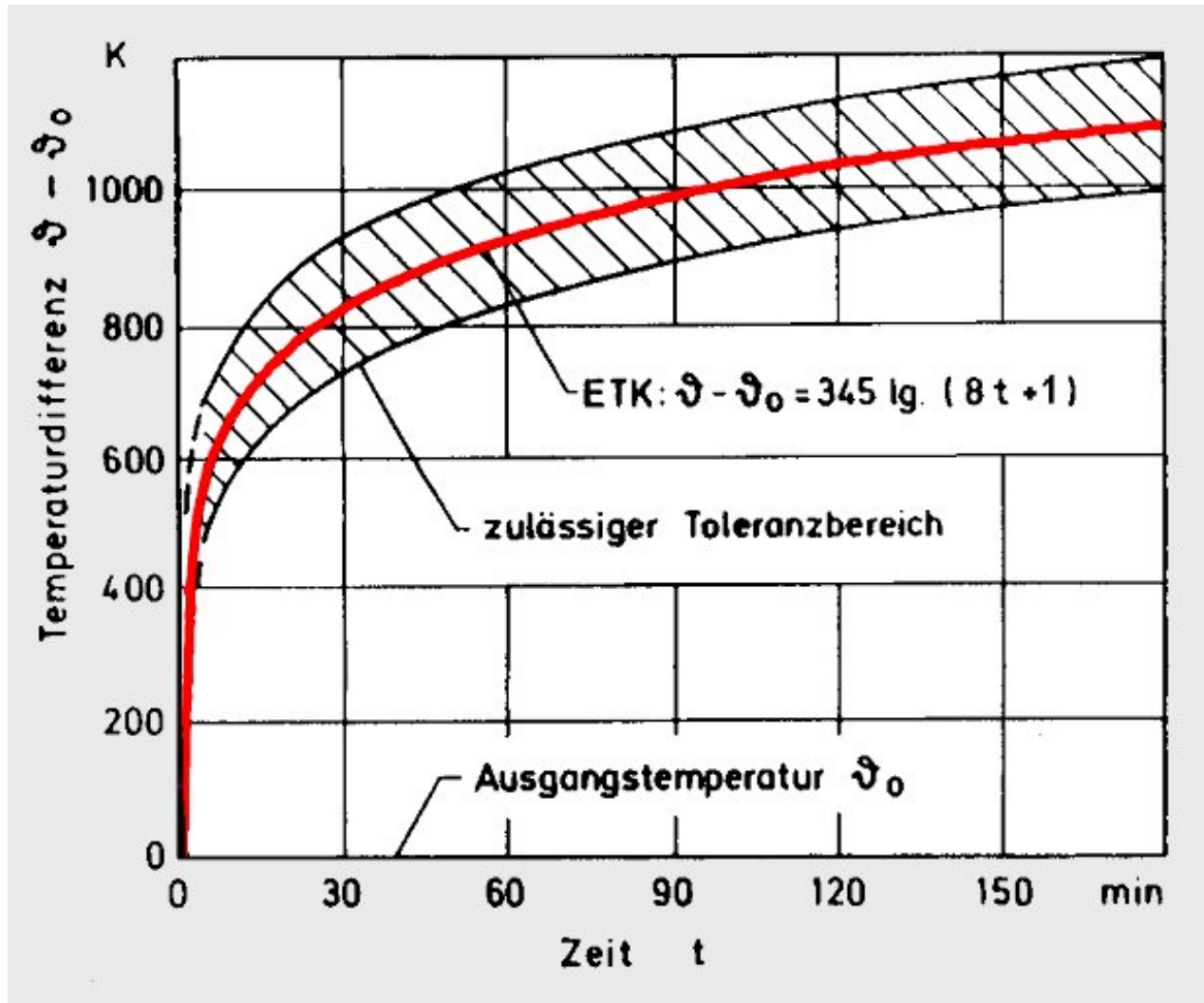


25. Minute

Szenarien

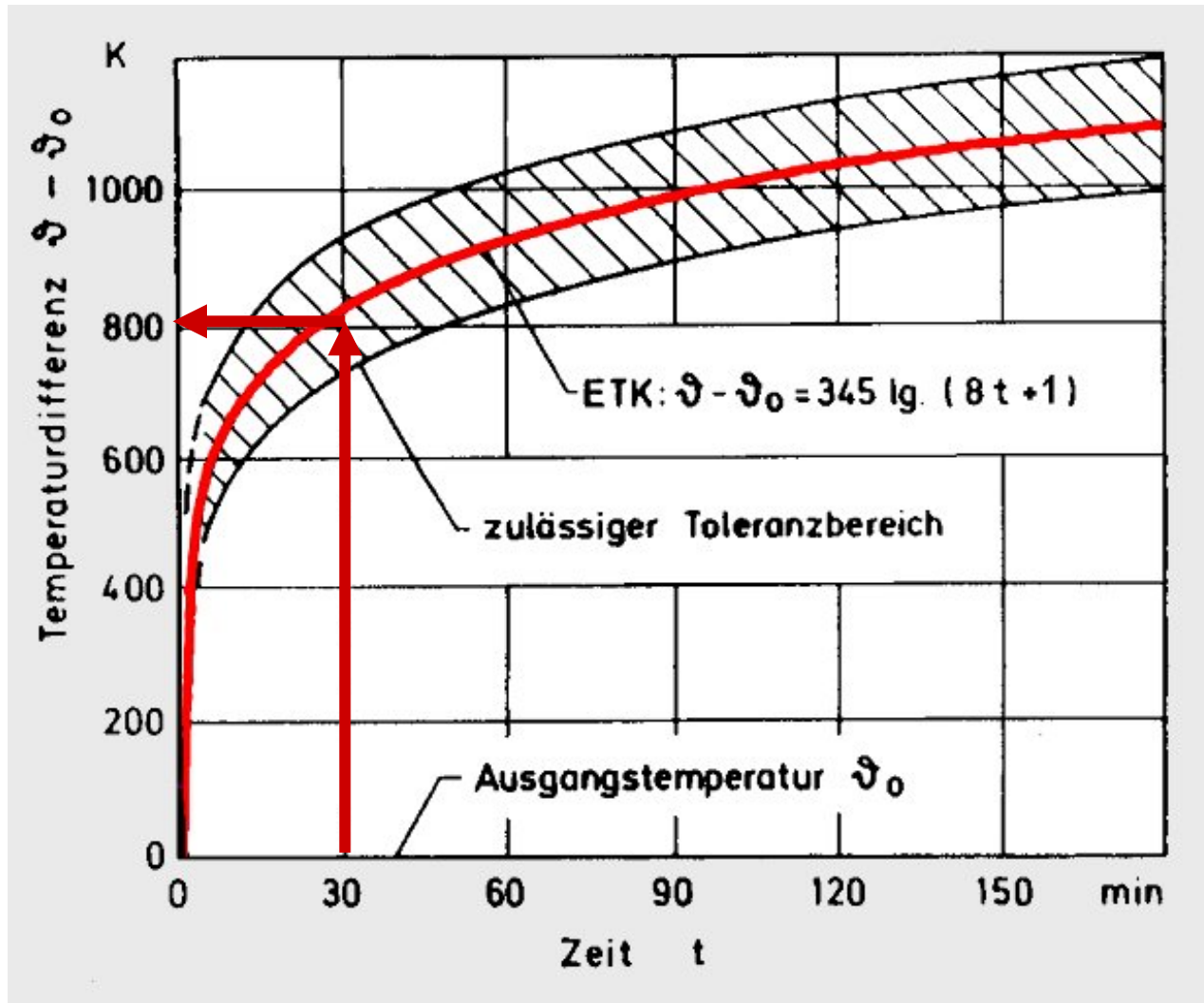


Brandmodell normativ

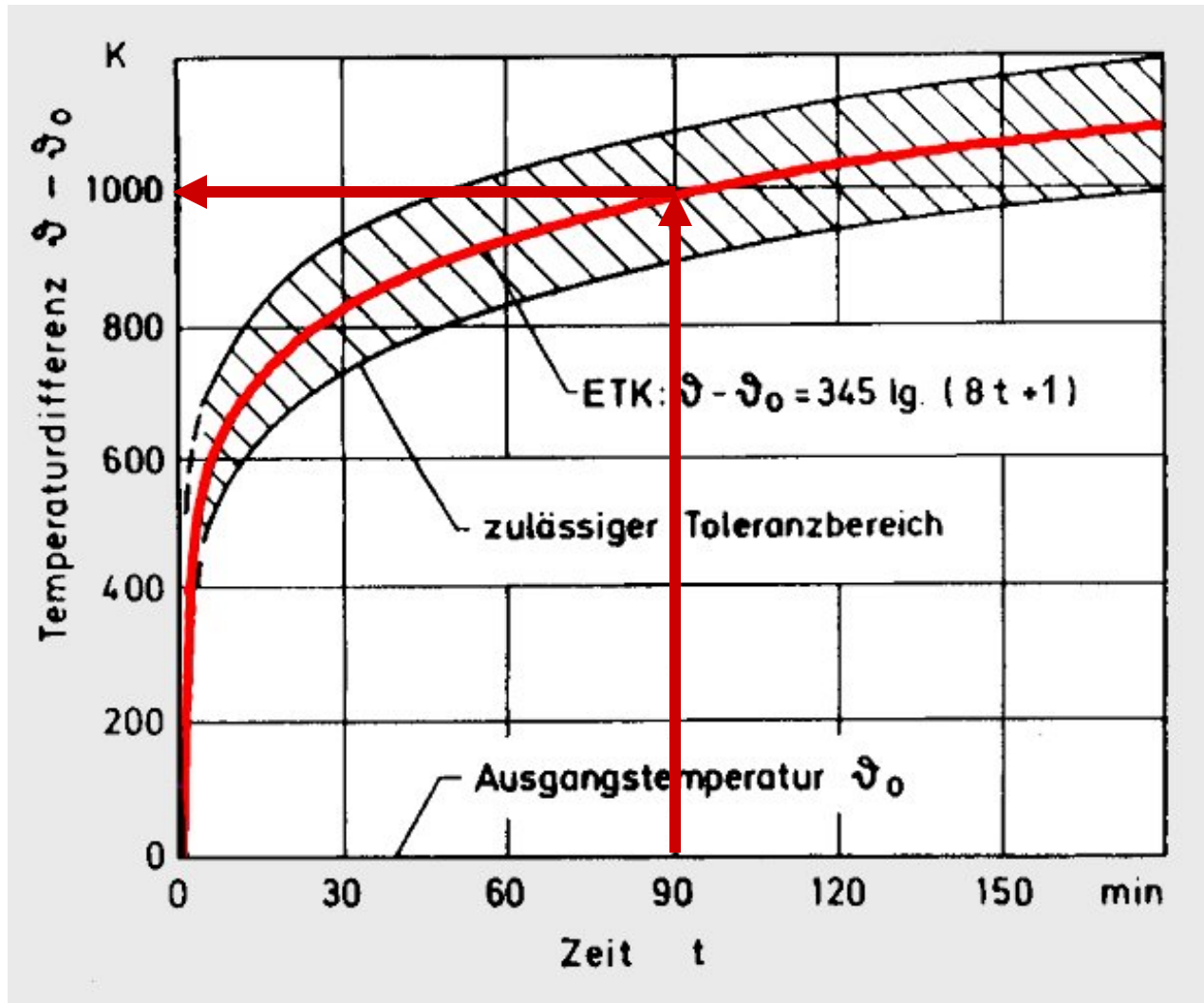


(c) FeuerTRUTZ Network GmbH, 2017

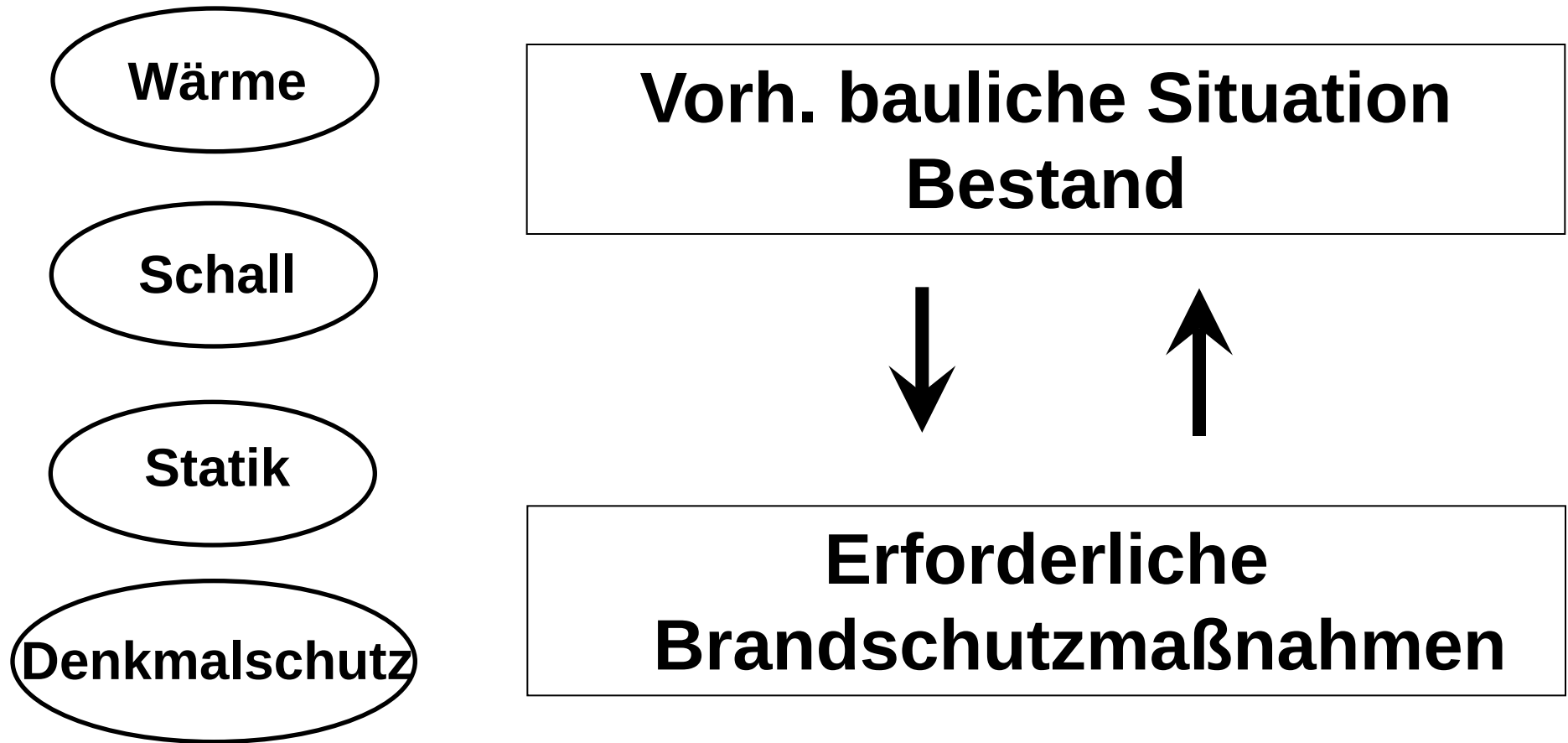
Brandmodell normativ



Brandmodell normativ

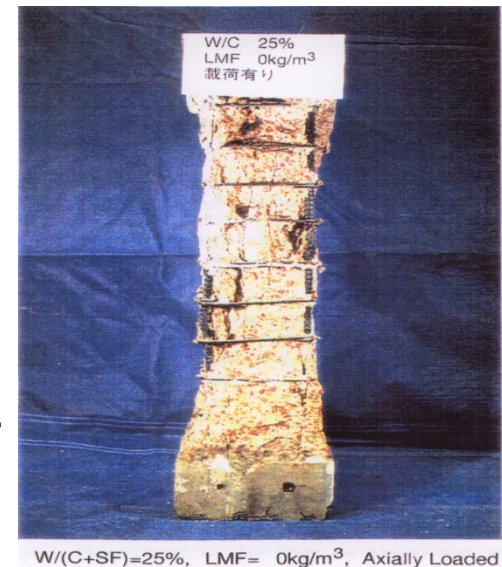


Abgleich Randbedingungen Bestand



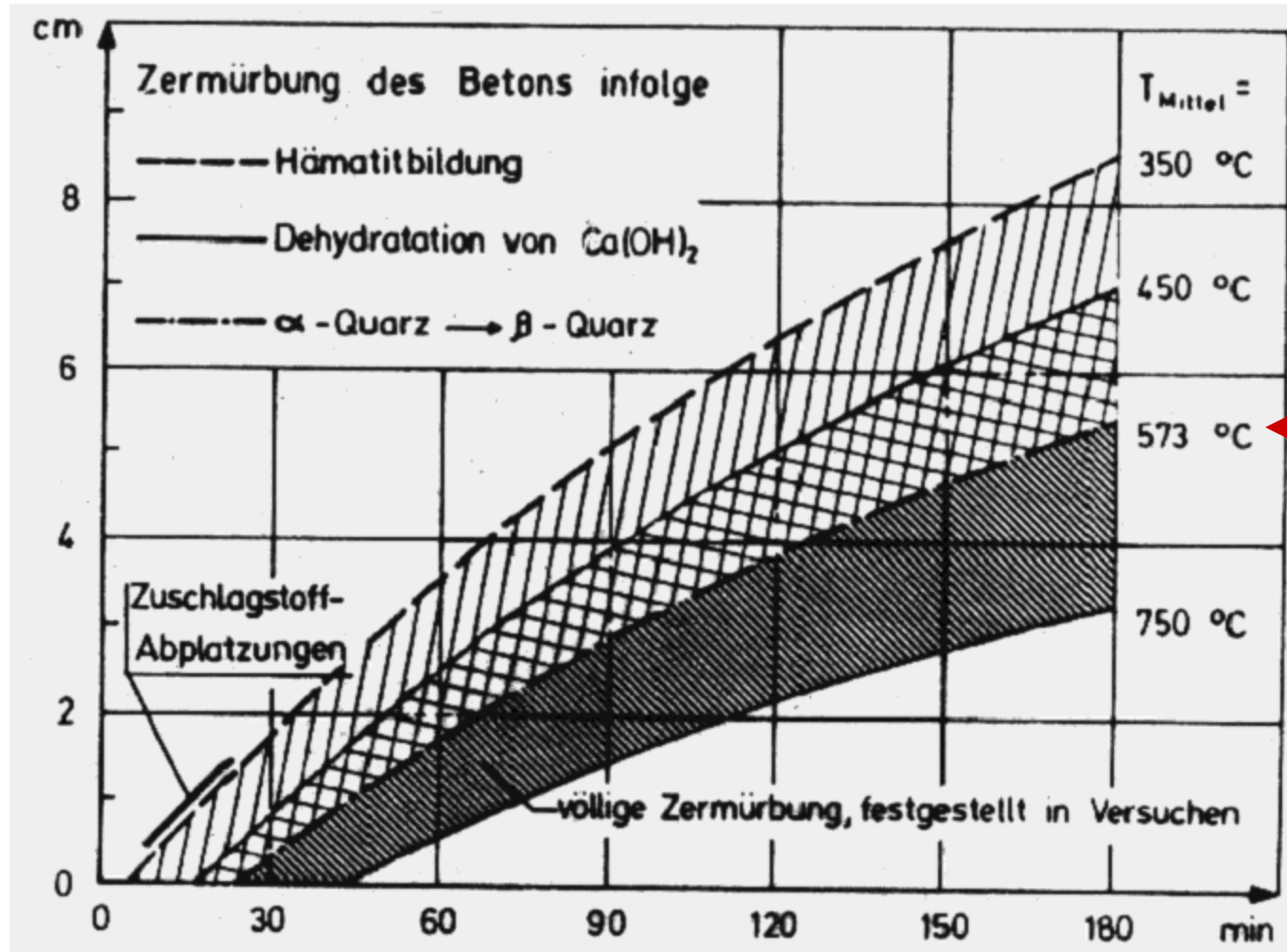
Einflussparameter Stahlbeton

- Thermomechanisches Verhalten
- Erwärmung (Brandbeanspruchung ein- oder mehrseitig, Bauteilabmessungen)
- Statisches System (stat. bestimmt oder unbestimmt, Querabtrag, ...)
- Spannungsausnutzung
- Beton abplatzgefährdet
- Achsabstand Bewehrung u bzw. a
- Schlankheit



(c) FeuerTRUTZ Network GmbH, 2017

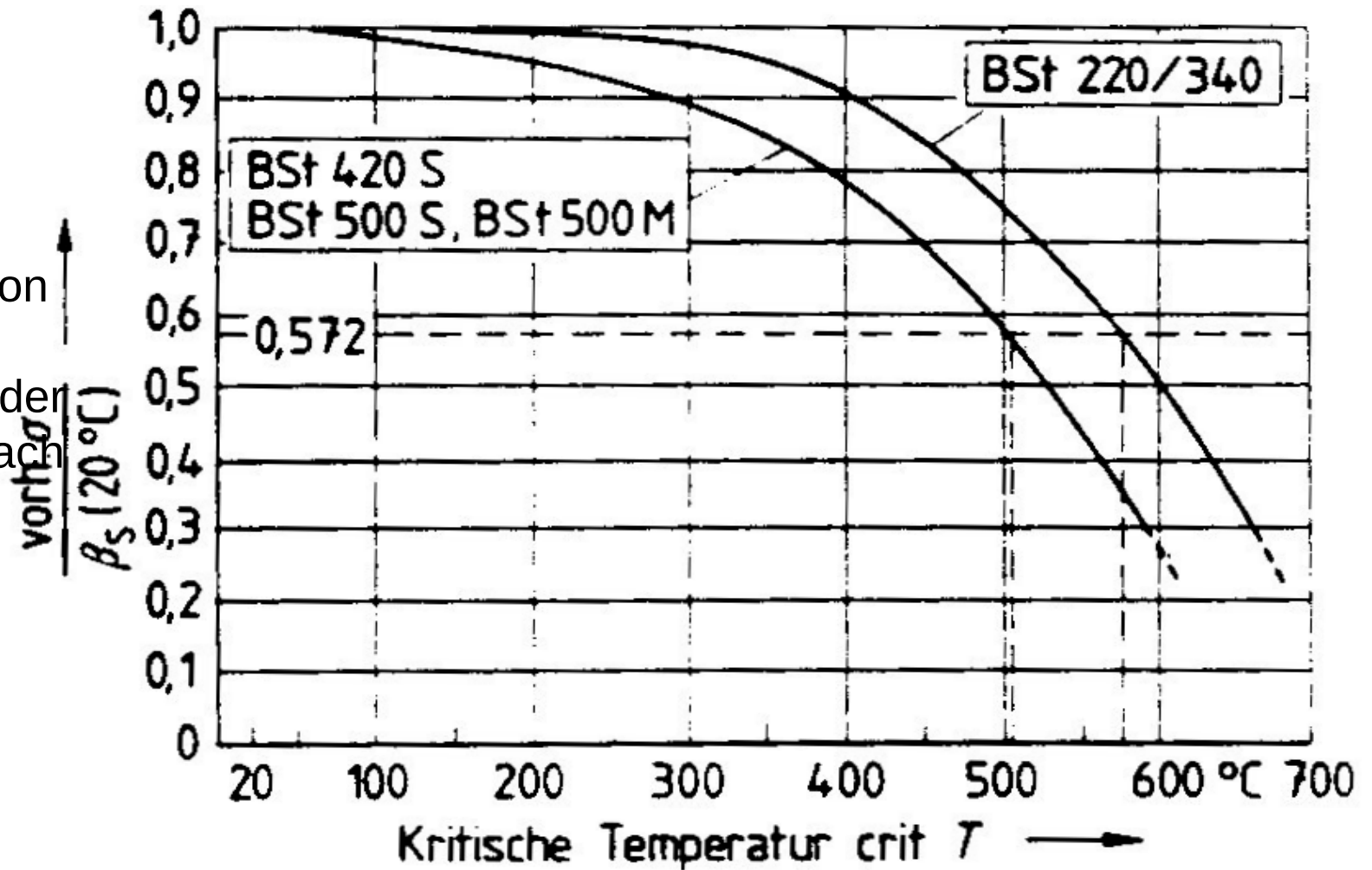
Krit. Temperatur von Beton –quarzitische Zuschläge



Quarzsprung

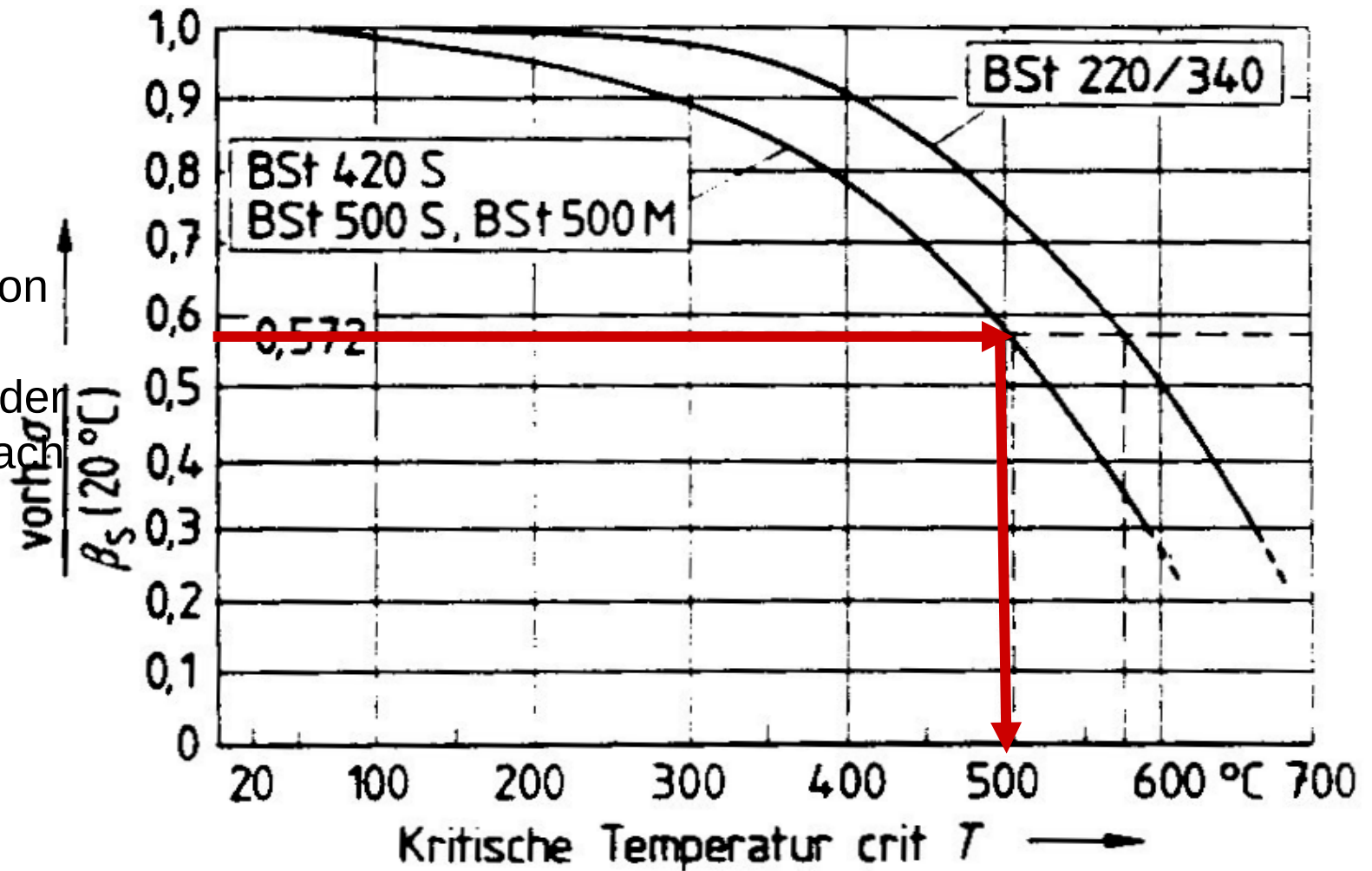
Temperaturabhängige bezogene Maximalspannungen Betonstahl

Abfall des
Verhältnisses
 $\beta_{Z(T)} / \beta_{Z(20^\circ\text{C})}$ von
Betonstahl in
Abhängigkeit der
Temperatur nach
DIN 4102-4



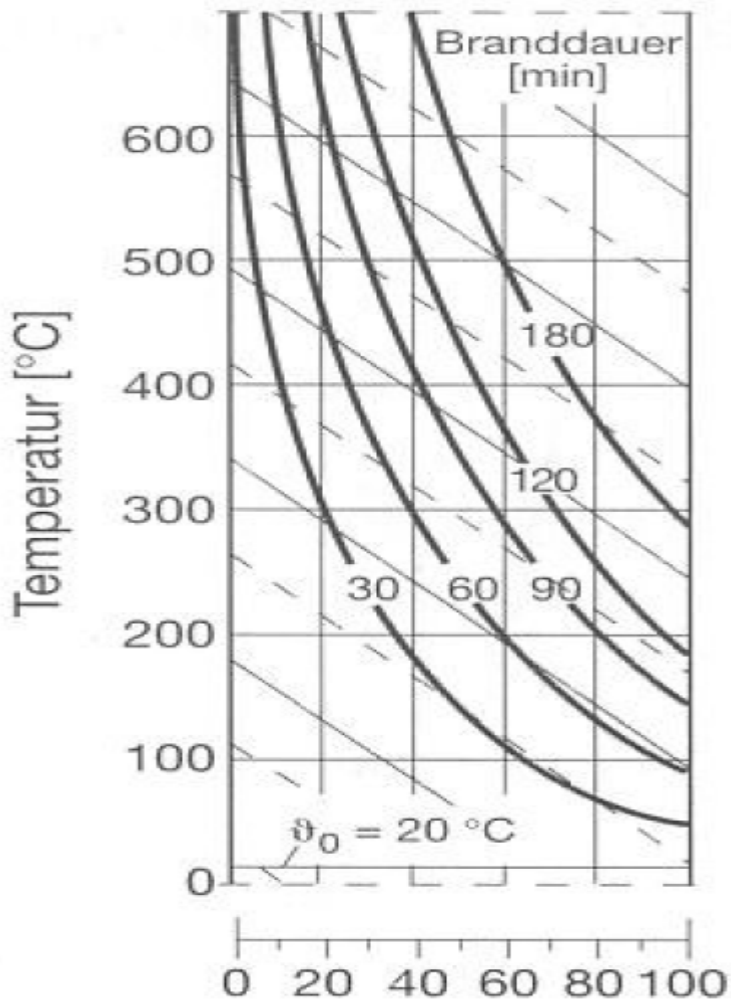
Temperaturabhängige bezogene Maximalspannungen Betonstahl

Abfall des
Verhältnisses
 $\beta_{Z(T)} / \beta_{Z(20^\circ\text{C})}$ von
Betonstahl in
Abhängigkeit der
Temperatur nach
DIN 4102-4



crit $T = 500^\circ\text{C}$

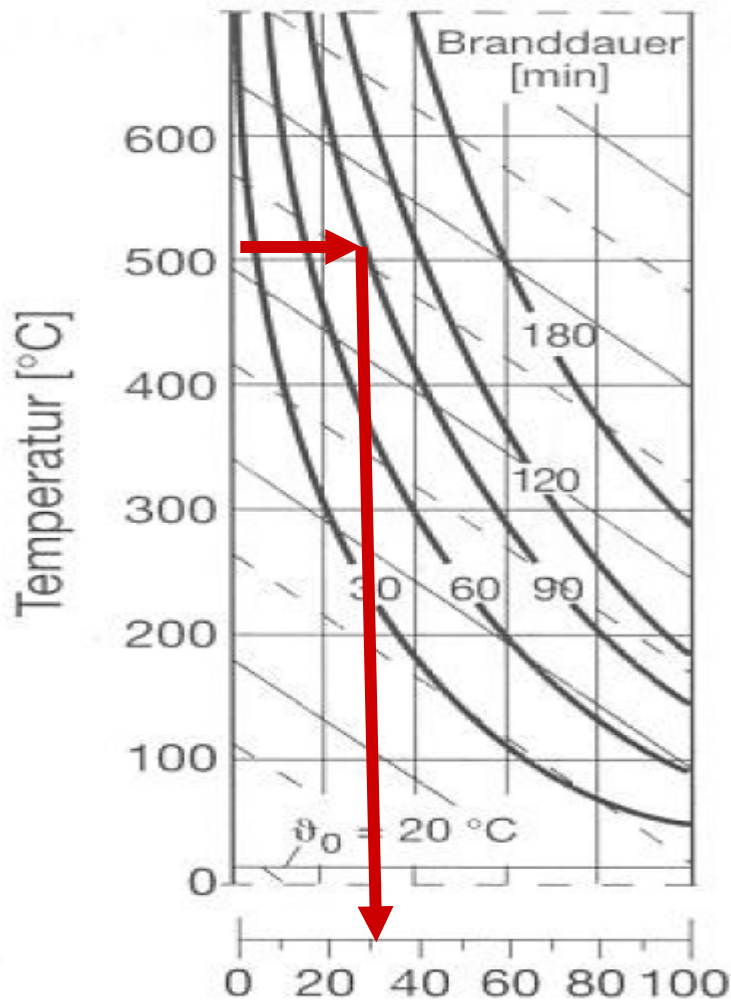
Isothermen von Stb.-Decken und Wänden



- 1-seitige Brandbeanspruchung
- Quarzitischer Normalbeton

Isothermen von Stb.-Decken und Wänden

- 1-seitige Brandbeanspruchung
- Quarzitischer Normalbeton



Bemessung Stb.-Platte
Tragfähigkeit

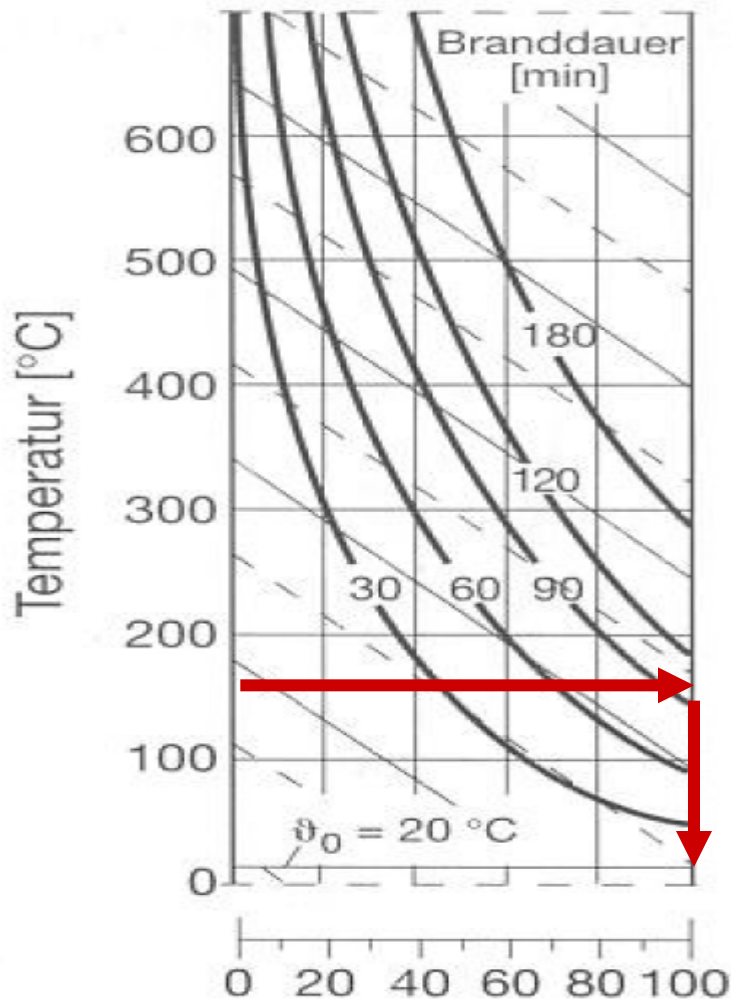
erf $u_{F 90}$ = 35 mm

Isothermen von Stb.-Decken und Wänden

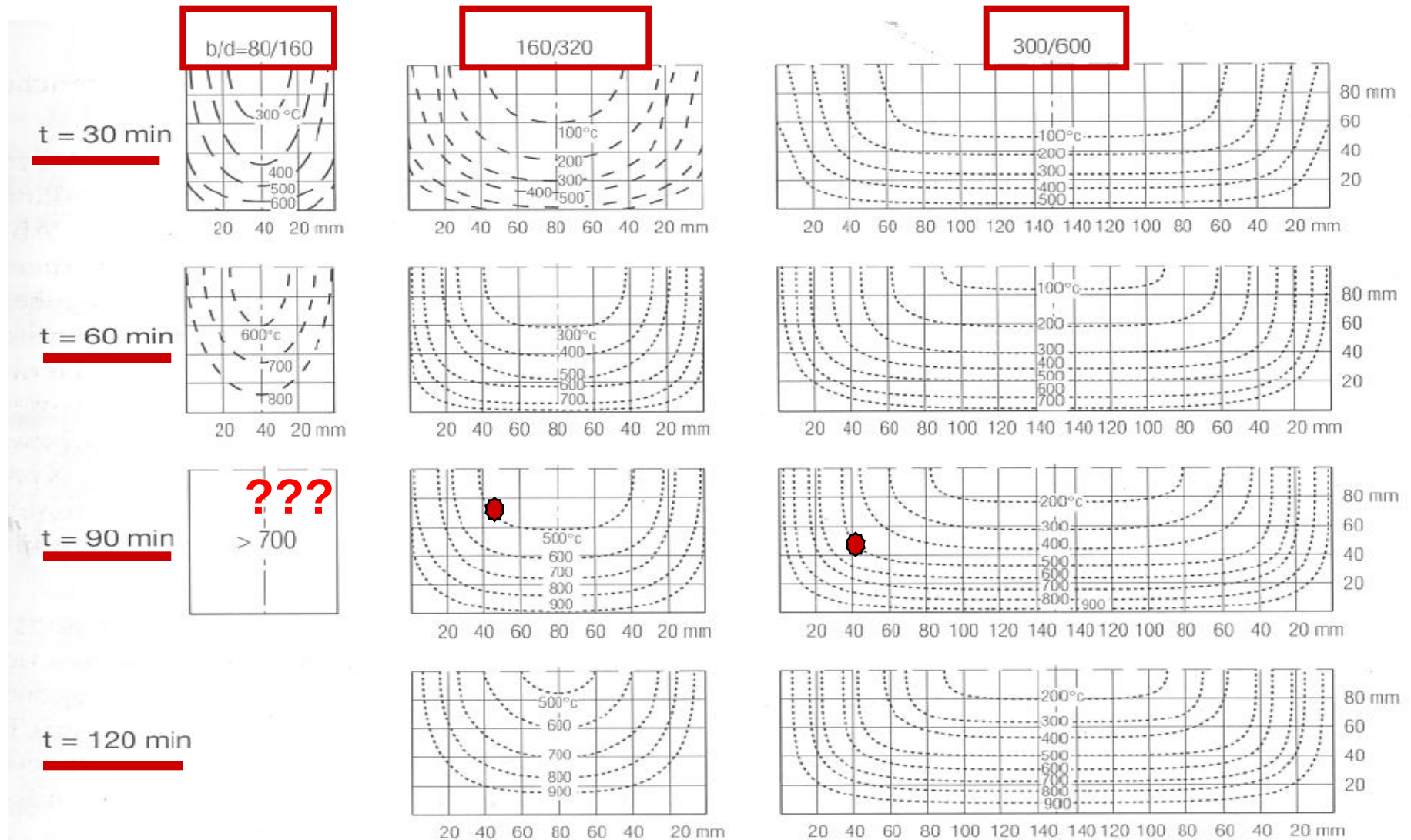
- 1-seitige Brandbeanspruchung
- Quarzitischer Normalbeton

Bemessung Stb.-Platte Isolation

erf d, F 90 = 100 mm

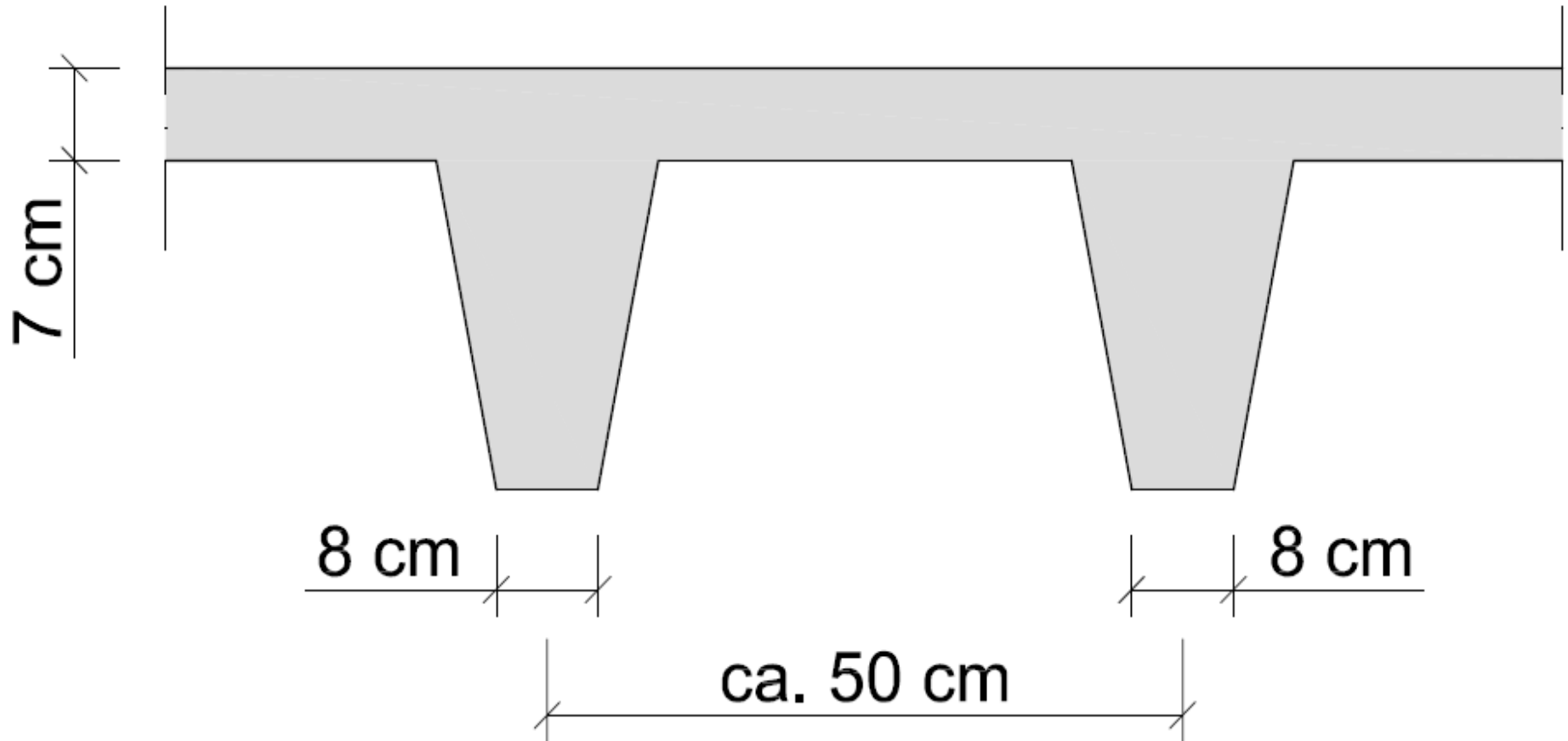


Isothermen unterschiedlicher Stb.-Balken unter ETK

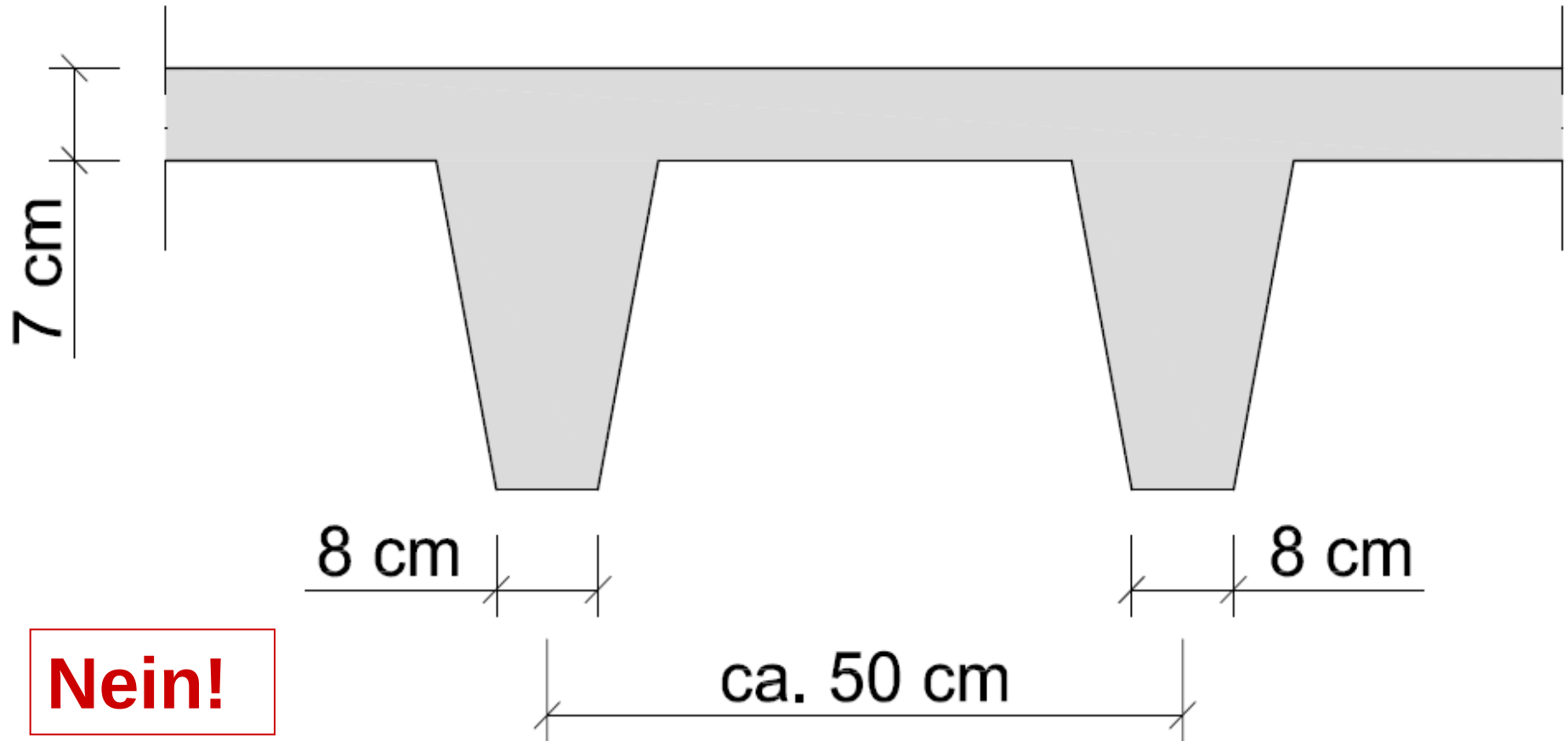


(c) FeuerTRUTZ Network GmbH, 2017

Vorh. Stb.-Rippendecke F 90 ???

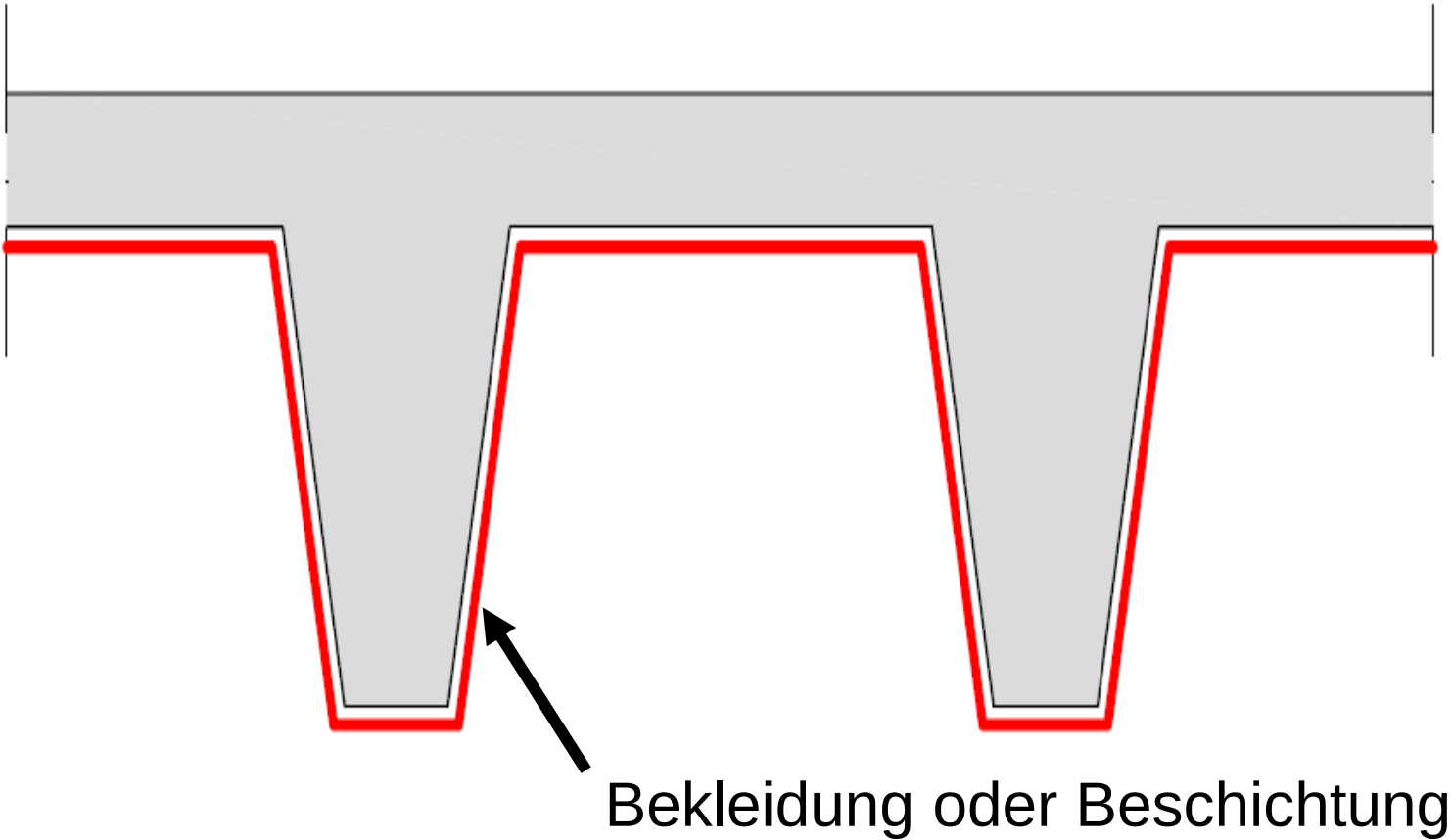


Vorh. Stb.-Rippendecke F 90 ???

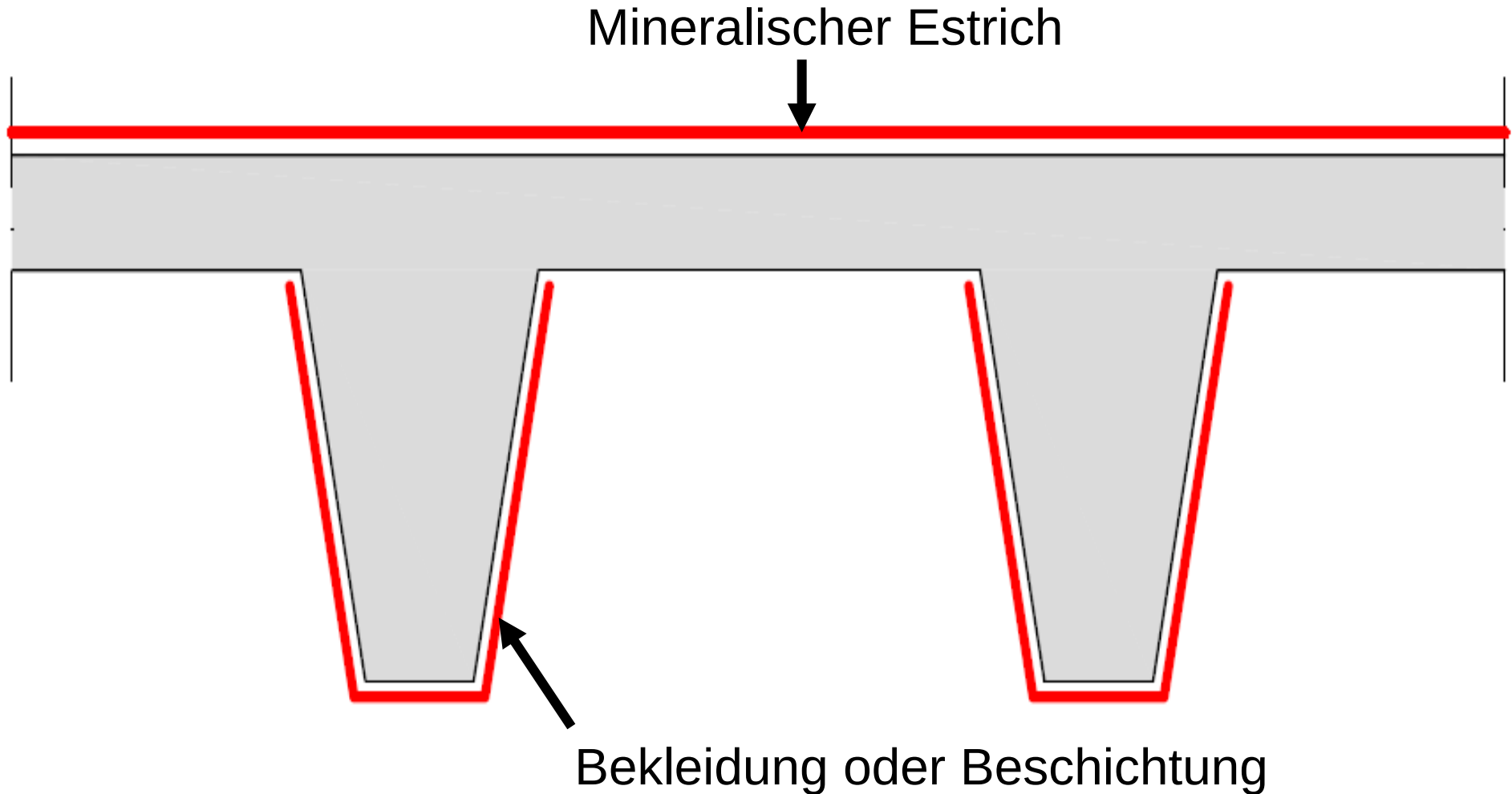


Nein!

Unterseitige Ertüchtigung Rippen + Spiegelplatte



Unterseitige Ertüchtigung Rippen + Estrich oberseitig



Ertüchtigungsmaßnahmen Brandschutz

- **Spritzbeton**
- **Putze oder Mörtel**
- **Brandschutz-Putzbekleidungen**
- **Plattenförmige Schutzschichten**
(z.B. 12,5 mm GKB/GKF ca. 20/25 Minuten)
- **Intumeszierende**
(aufschäumende) Anstriche???



Bewertung von Putzen

Zeile	Putz- bzw. Bekleidungsart	Erforderliche Putzdicke bzw. Dicke der Plattenbekleidung in mm als Ersatz für 10 mm		Maximal zulässige Putzdicke bzw. Dicke der Plattenbekleidung mm
		Normalbeton	Leicht- oder Porenbeton	
1	<u>Putze ohne Putzträger nach Abschnitt 3.1.6.3:</u>			
1.1	Putzmörtel der Gruppe P II, und P IV c	15	18	20
1.2	Putzmörtel der Gruppe P IV a, und P IV b	10	12	25
2	<u>Putze auf Putzträger nach Abschnitt 3.1.6.4:</u>	8	10	25 ¹⁾
3	<u>zugelassene Brandschutz- Putzbekleidungen:</u>			Keine Einschrän- kungen
3.1	BIROCOAT (ABZ Nr. 19.16-35)	20	20	
3.2	DOSSOLAN-HOECO F II/1 (ABZ Nr. 19.16-65)	20	20	
3.3	Cafco BLAZESHIELD DC/F (ABZ Nr. 19.16-132)	20	20	
3.4	DOSSOLAN 3000 (ABZ Nr. 19.16-316)	20	20	
3.5	DOSSOLAN THERMIQUE (ABZ Nr. 19.16-345)	20	20	
3.6	DOSSALACK 250 (ABZ Nr. 19.16-1018)	20	20	
3.7	TENDOSIT (ABZ Nr. 19.16-1337)	20	20	
3.8	Cafco 300 (ABZ Nr. 19.16-1549)	20	20	
3.9	Cafco-HEATSCHILD (ABZ Nr. 23.11-1281)	15	15	
4	<u>Brandschutz-Plattenbekleidung:</u>			Keine Einschrän- kungen
4.1	Gipsfaserplatten (Fireboard, Glasroc F, Fermacell)	20	20	
4.2	Conlit Steelprotect Boards	25	25	

¹⁾ gemessen über Putzträger

(c) FeuerTRUTZ Network GmbH, 2017

Bewertung von Putzen

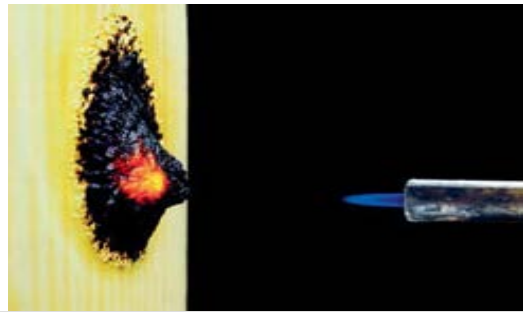
Zeile	Putz- bzw. Bekleidungsart	Erforderliche Putzdicke bzw. Dicke der Plattenbekleidung in mm als Ersatz für 10 mm		Maximal zulässige Putzdicke bzw. Dicke der Plattenbekleidung mm
		Normalbeton	Leicht- oder Porenbeton	
1	<u>Putze ohne Putzträger nach Abschnitt 3.1.6.3:</u>			
1.1	Putzmörtel der Gruppe P II, und P IV c	15	18	20
1.2	Putzmörtel der Gruppe P IV a, und P IV b	10	12	25
2	<u>Putze auf Putzträger nach Abschnitt 3.1.6.4:</u>	8	10	25 ¹⁾
3	<u>zugelassene Brandschutz- Putzbekleidungen:</u>			
3.1	BIROCOAT (ABZ Nr. 19.16-35)	20	20	Keine Einschrän- kungen
3.2	DOSSOLAN-HOECO F II/1 (ABZ Nr. 19.16-65)	20	20	
3.3	Cafco BLAZESHIELD DC/F (ABZ Nr. 19.16-132)	20	20	
3.4	DOSSOLAN 3000 (ABZ Nr. 19.16-316)	20	20	
3.5	DOSSOLAN THERMIQUE (ABZ Nr. 19.16-345)	20	20	
3.6	DOSSALACK 250 (ABZ Nr. 19.16-1018)	20	20	
3.7	TENDOSIT (ABZ Nr. 19.16-1337)	20	20	
3.8	Cafco 300 (ABZ Nr. 19.16-1549)	20	20	
3.9	Cafco-HEATSCHIELD (ABZ Nr. 23.11-1281)	15	15	
4	<u>Brandschutz-Plattenbekleidung:</u>			
4.1	Gipsfaserplatten (Fireboard, Glasroc F, Fermacell)	20	20	Keine Einschrän- kungen
4.2	Conlit Steelprotect Boards	25	25	

¹⁾ gemessen über Putzträger

(c) FeuerTRUTZ Network GmbH, 2017

**1 cm Putz ≈
2 cm Beton**

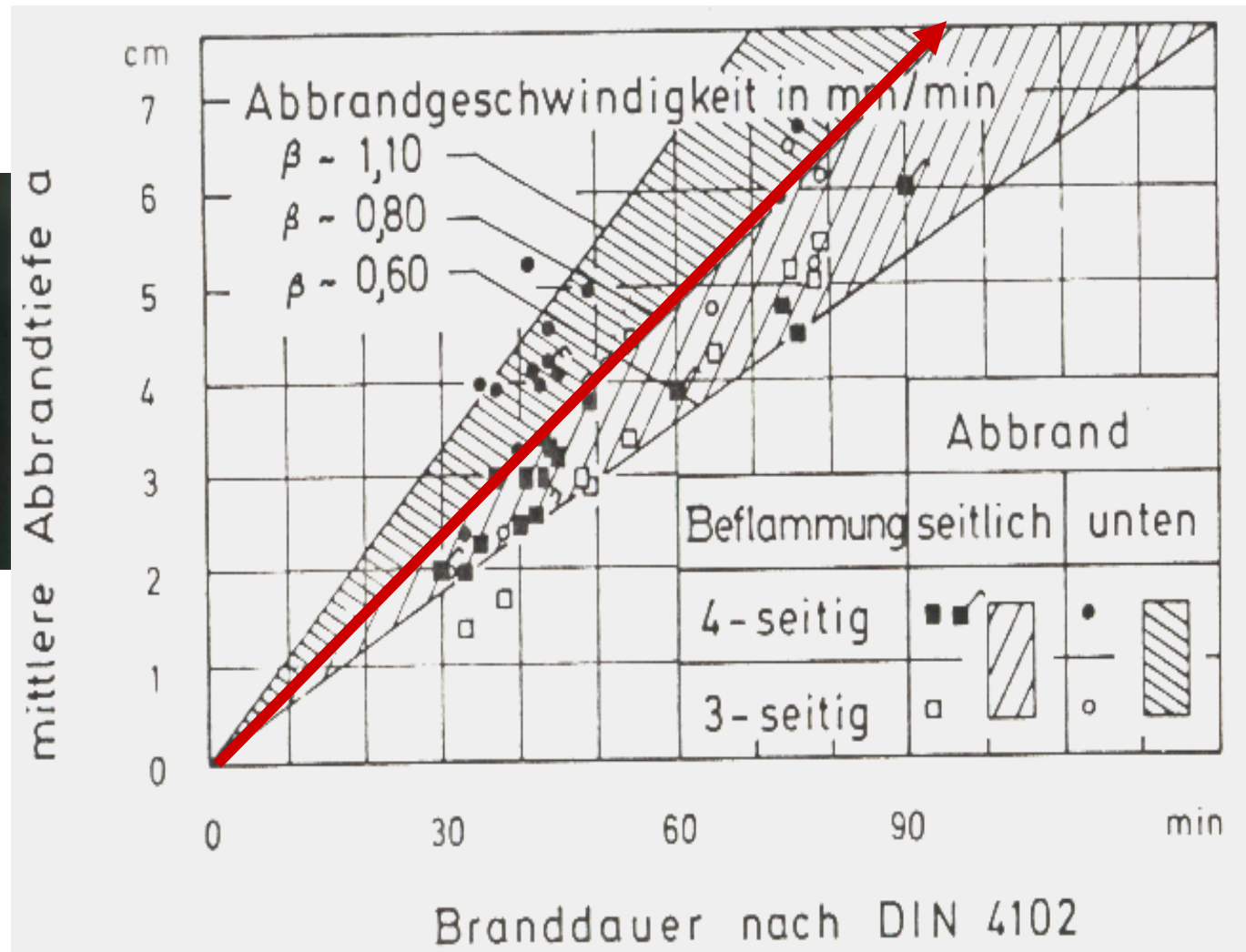
Wirkweise Dämmschichtbildner auf Beton



	500 μm	700 μm	1000 μm
Beanspruchungsdauer [min]	wärmetechnisch äquivalente Betondeckung c_{eq} [mm]		
60	10	20	30
90	10	20	30
120	-	10	20

1000 mycrometer Trockenschichtdicke entsprechen ca. 2000 g/m² Nassauftrag

Abbrandgeschwindigkeit von Holz



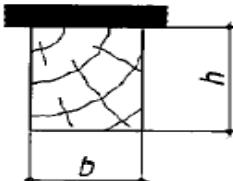
Abbrandgeschwindigkeiten von Holz-Eurocode

Tabelle 74 — Abbrandraten β_n für Bauholz

Produkt	β_n mm/min
a) Nadelholz	
Vollholz mit einer charakteristischen Rohdichte $\geq 290 \text{ kg/m}^3$ und einer Mindestabmessung von 35 mm	0,8
Brettschichtholz mit einer charakteristischen Rohdichte $\geq 290 \text{ kg/m}^3$	0,7
b) Laubholz	
Massives Vollholz mit einer charakteristischen Rohdichte von $290 \leq \rho_k < 450 \text{ kg/m}^3$	0,7
Massives Vollholz mit einer charakteristischen Rohdichte $\geq 450 \text{ kg/m}^3$ und Eiche	0,5
c) Buche ist wie Nadelholz zu behandeln	
d) Furnierschichtholz	0,7
e) Platten ¹⁾	
Massivholzplatten	0,9
Sperrholz	1,0
andere Holzwerkstoffplatten nach DIN EN 13986	0,9

Bemessung Holz nach DIN 4102-4: 1994-03

Tabelle 74: Mindestbreite b unbekleideter Stützen und Balken aus Vollholz aus Nadelholz mit einem Seitenverhältnis $h/b = 1,0$ und $2,0$ und 3seitiger Brandbeanspruchung für F 30-B

Zeile	Brand- beanspruchung	Statische Beanspruchung		Mindestbreite b in mm bei einem Seitenverhältnis h/b									
		Druck $\frac{\sigma_{DI}}{\text{zul } \sigma_k}$	Biegung $\frac{\sigma_B}{\text{zul } \sigma_B^*}$ 1)	1,0 2,0 und einem Abstützungsabstand s bzw. einer Knicklänge s_k in m									
				2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
1	3seitig 	1,0	0	163	181	194	203	206	151	169	182	190	185
2		0,8	0	144	159	168	171	171	135	149	157	157	157
3			0,2	155	171	182	188	188	144	159	168	173	173
4		0,6	0	127	136	143	143	143	120	130	132	132	132
5			0,4	148	160	168	171	171	135	147	154	154	154
6		0,4	0	110	117	117	117	117	104	110	110	110	110
7			0,6	139	148	153	153	153	125	134	137	137	139
8		0,2	0	91	93	93	93	93	87	88	88	88	88
9			0,8	128	133	135	135	135	113	118	122	125	128
10		0	0,2	80	80	80	80	83	80	80	80	80	83
11	1,0		114	114	114	114	114	96	103	109	114	120	

1) $\text{zul } \sigma_B^* = 1,1 \cdot k_B \cdot \text{zul } \sigma_B$ mit $1,1 \cdot k_B \leq 1,0$.

Abstützungsabstand s in m

1) $\text{zul } \sigma_B^* = 1,1 \cdot k_B \cdot \text{zul } \sigma_B$ mit $1,1 \cdot k_B \leq 1,0$.

**Achtung bei Verbindungsmitteln
aus Stahl!!!**

Ertüchtigungsmaßnahmen DSB – KVH 20 x 26

60 Minuten ETK Brandbeanspruchung

Beurteilung der Probekörper nach Versuchsende

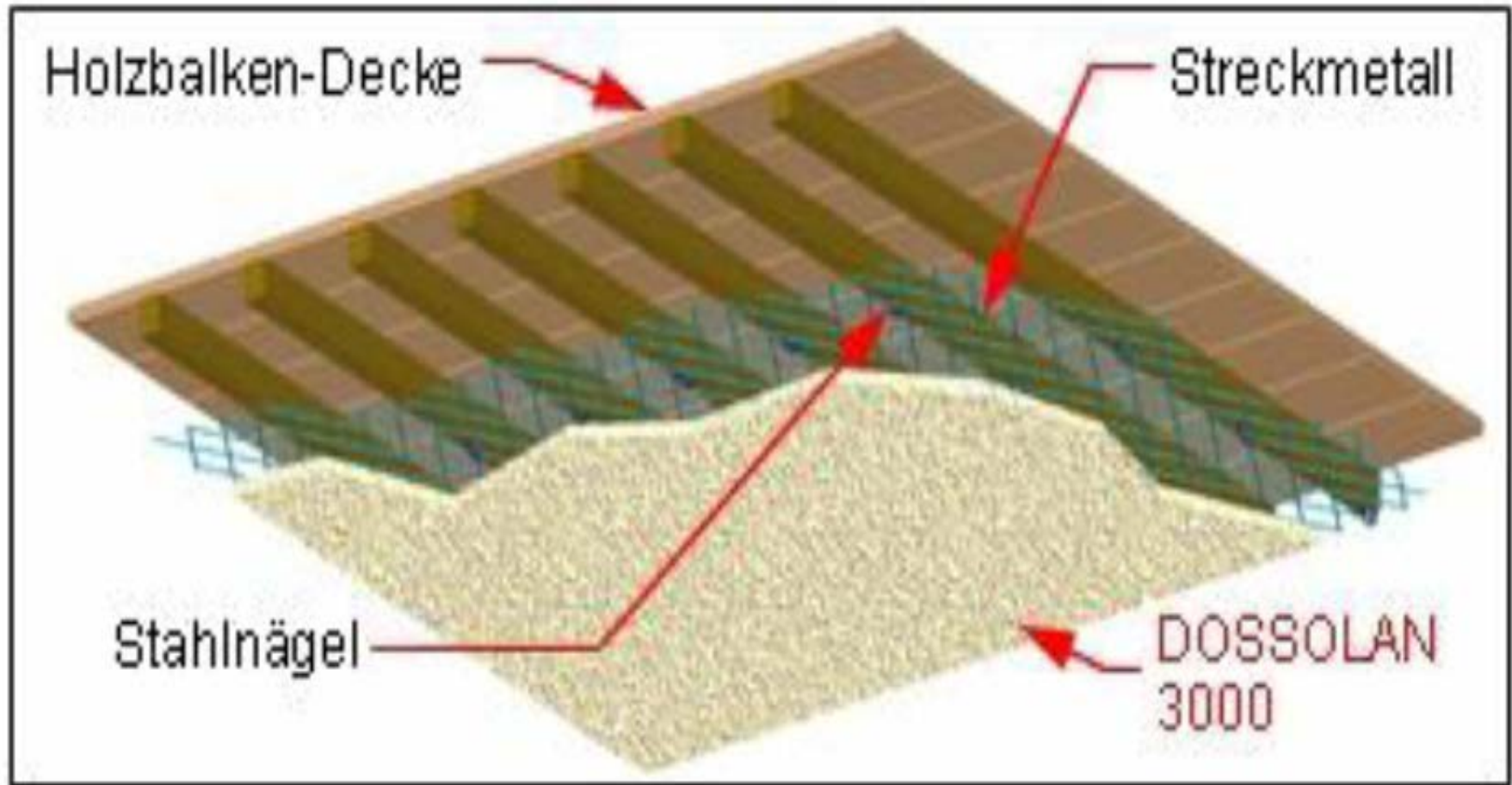
Beschädigung am Probekörper (Massenverlust bzw. starke Verkohlung)

ohne Beschichtung	oben: 3,0 cm seitlich: 3,0 cm
mit PYRO-SAFE DG TSD: ca. 800µm	oben: 1,5 cm seitlich: 1,5 cm
mit PYRO-SAFE DG TSD: ca. 1.600µm	oben: 1,0 cm seitlich: 1,0 cm
mit PYRO-SAFE Flammoplast KS1 TSD: ca. 800µm	oben: 1,2 cm seitlich: 1,2 cm



(c) FeuerTRUTZ Network GmbH, 2017

Ertüchtigung Spritzputz (z.B. abP P-3008/9347)

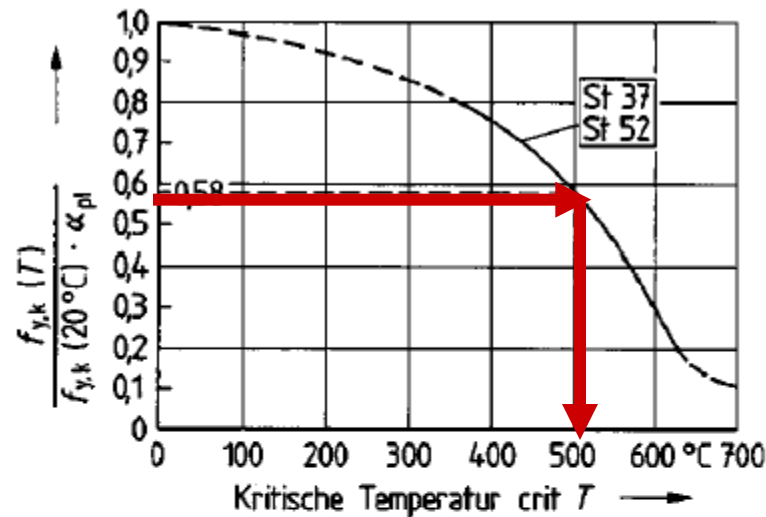


Beschichtungsdicke F 90-B



40 mm

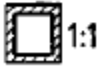
Spannungsabfall Stahl



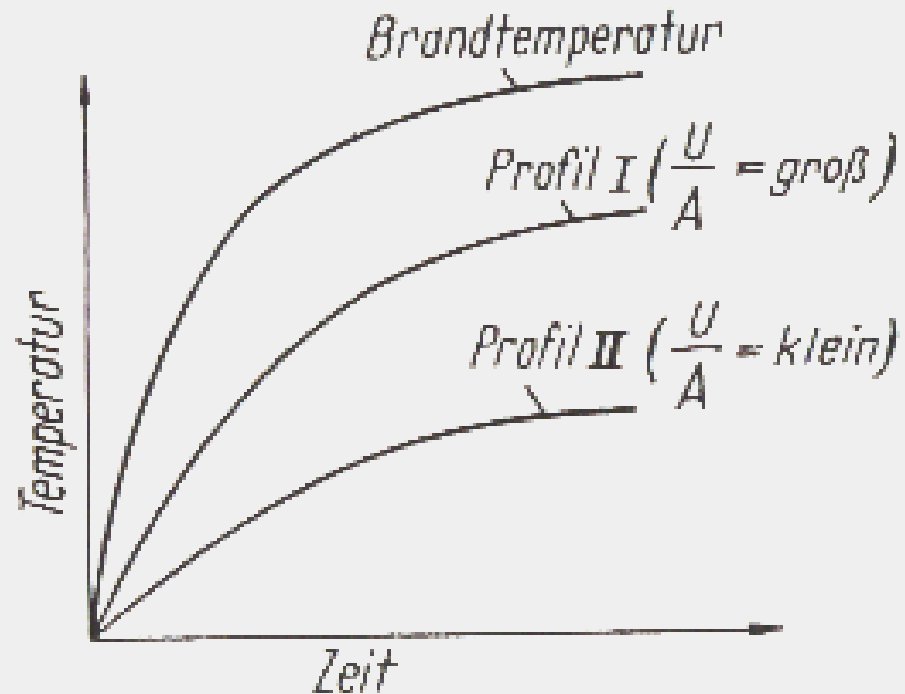
crit $T \approx 500 \text{ °C}$

Bild 68: Abfall der bezogenen Streckgrenze von Baustählen in Abhängigkeit von der Temperatur*)

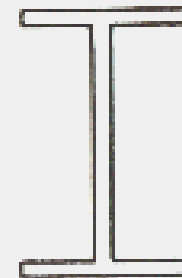
Tabelle 87: Formfaktor für unterschiedliche Profilformen bei Biegebeanspruchung

Profil	I	 1:1	 1:2			
α_{pl}	1,14	1,18	1,26	1,27	1,50	1,70

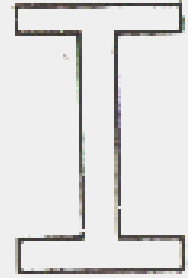
Einfluss Profilbeiwert U/A auf Temperaturverlauf Stahl



**U/A = beflammter
Umfang/befl. Fläche**

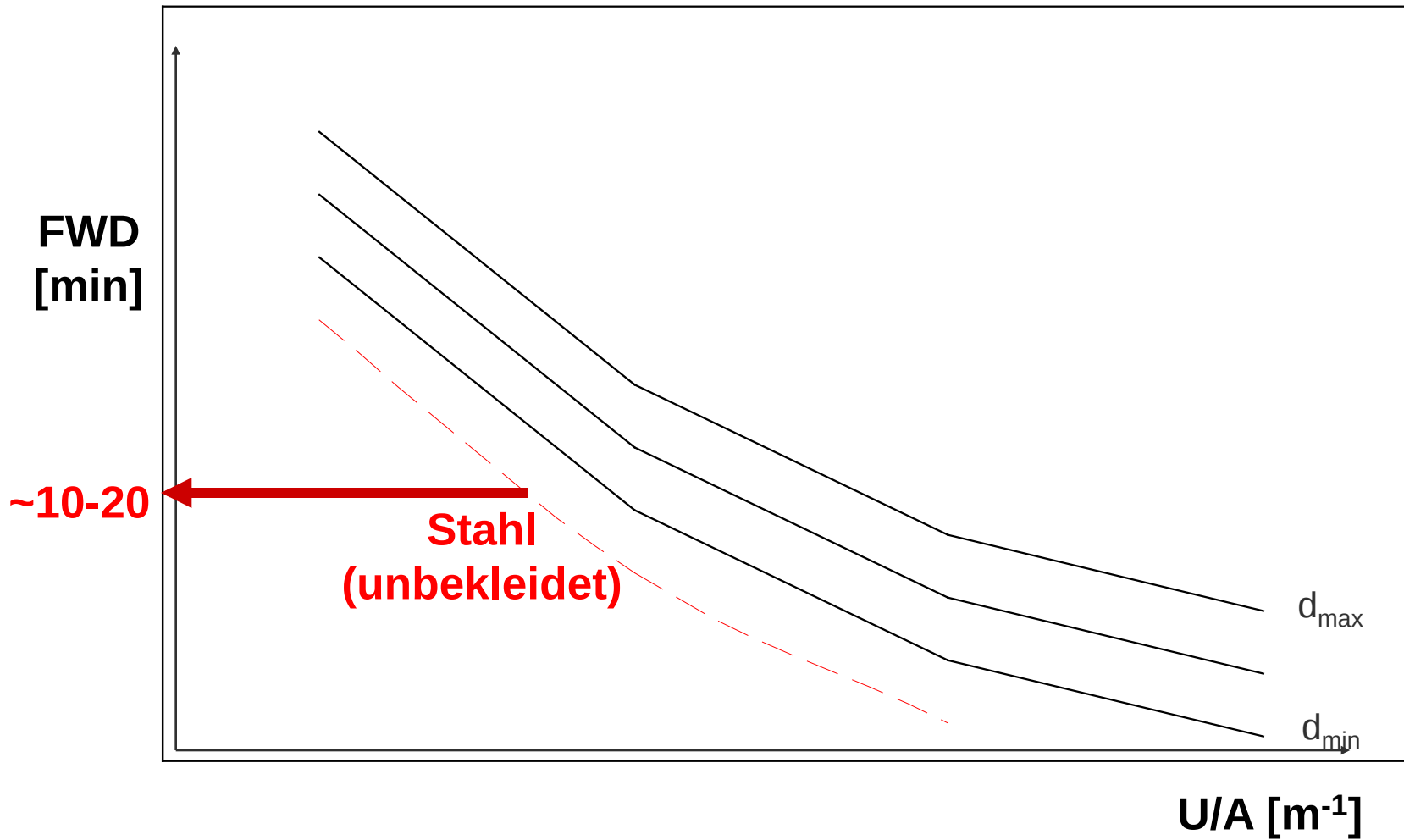


Profil I



Profil II

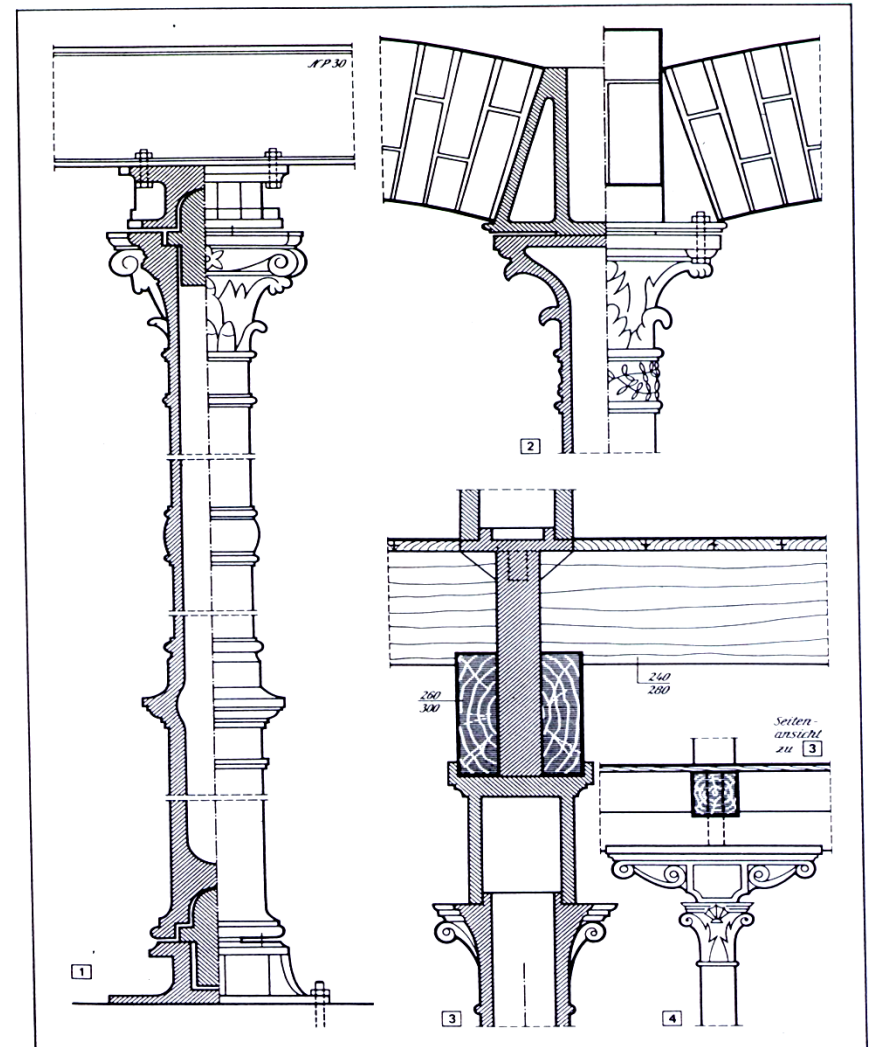
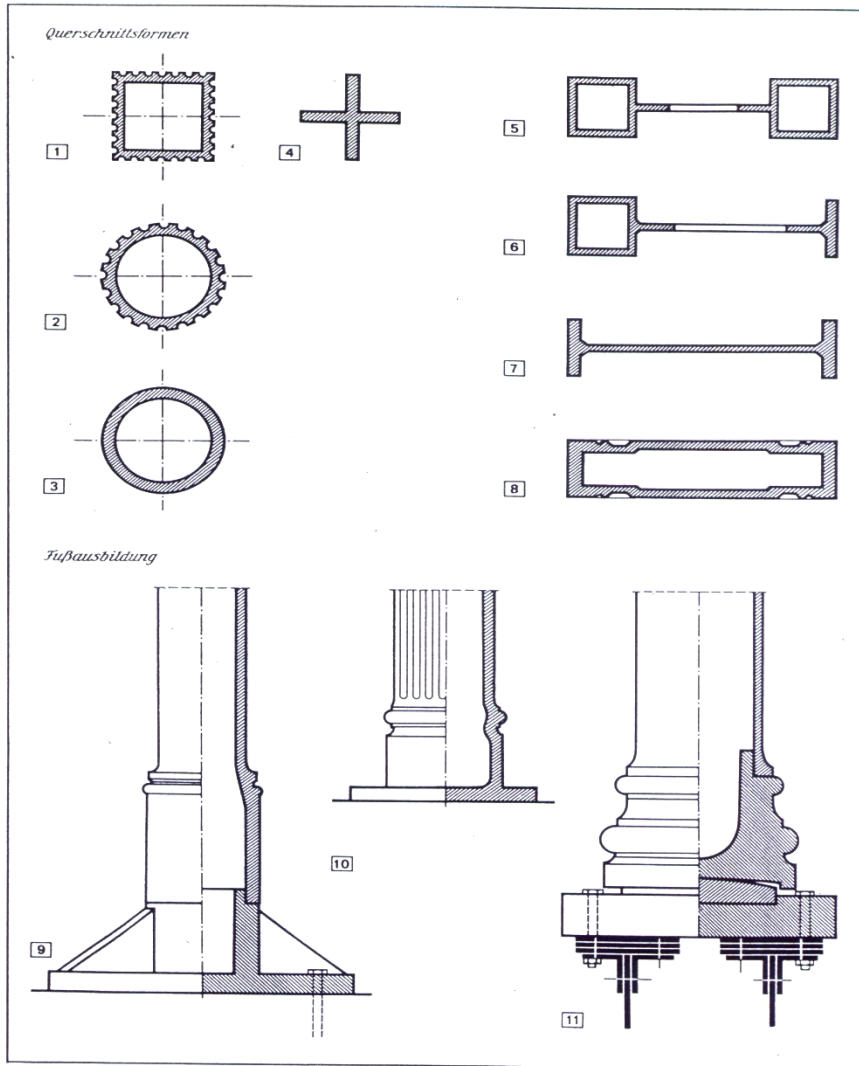
FWD unbekleideter + bekleideter Stahlbauteile



Nachweisverfahren „Alte“ Baukonstruktionen

- **Literatur/Prüferfahrungen und –erkenntnisse**
- **DIN 4102-4 + EC**
- **In Anlehnung an DIN 4102-4 + EC?**
- **In Anlehnung an allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis?**
- **In Anlehnung an allgemeine bauaufsichtliche Zulassung?**
- **Gutachten mit nicht wesentlichen Abweichungen**
- **Zustimmung im Einzelfall**

Historische Konstruktionen



Gußstützenquerschnitt mit Fehlstellen

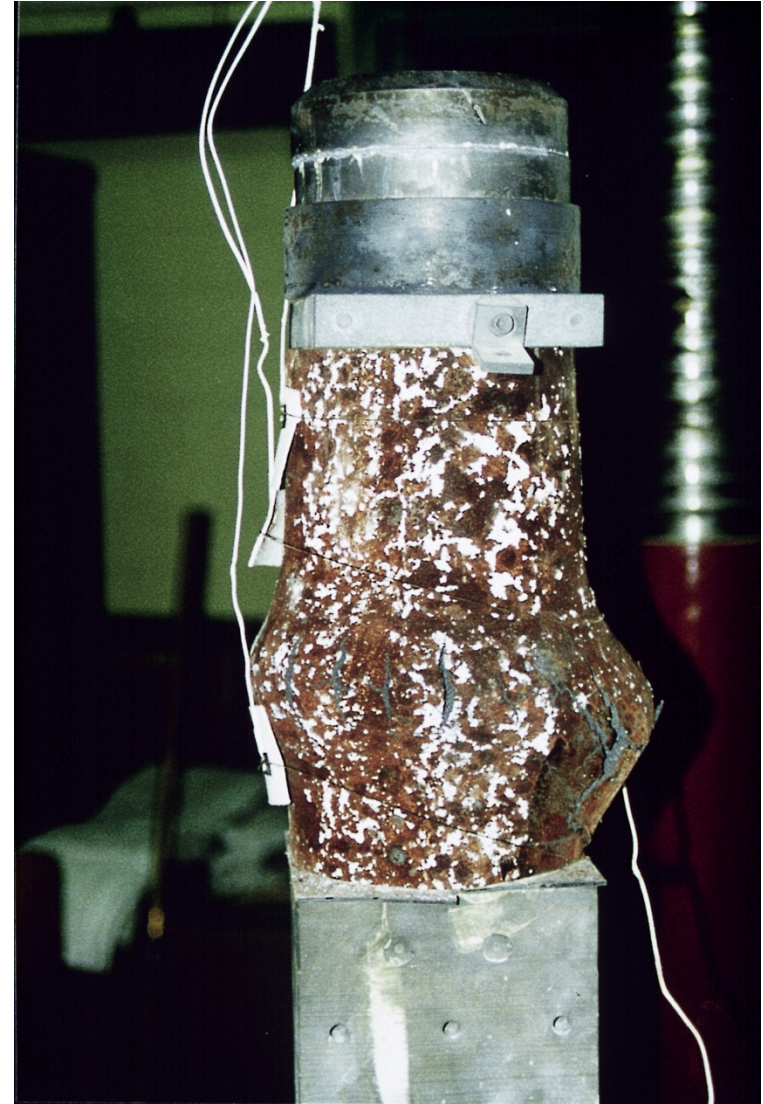
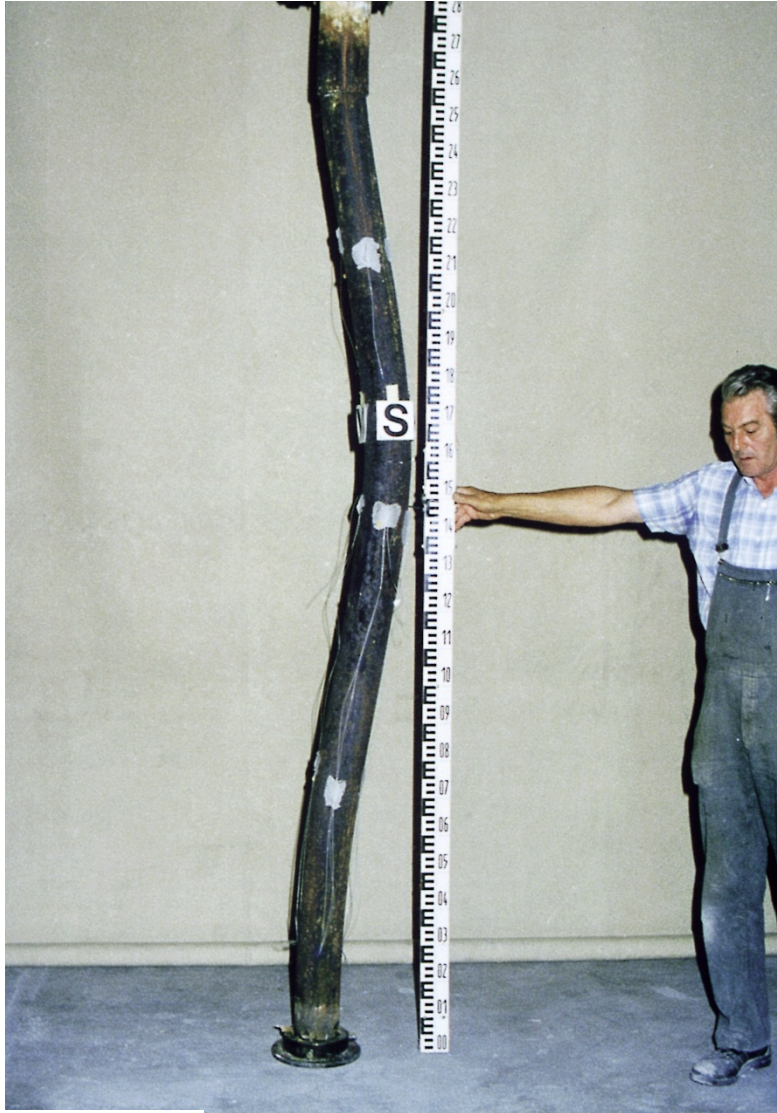


Gußstützen nach Brand



(c) FeuerTRUTZ Network GmbH, 2017

Untersuchung Brand Experimentell (1)



(c) FeuerTRUTZ Network GmbH, 2017

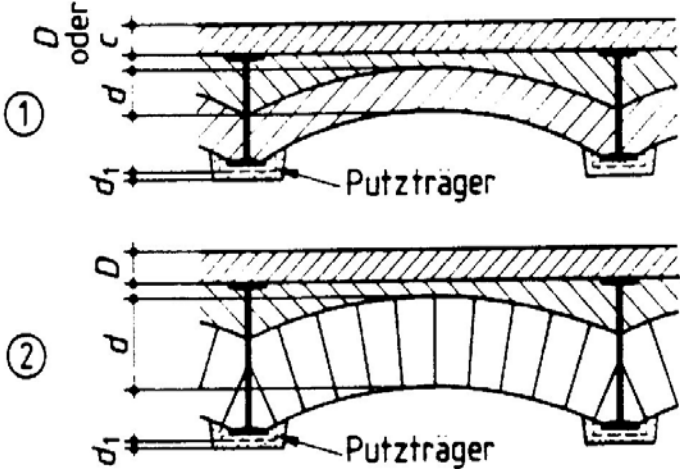
Resumee Gußstützen

- **Feuerwiderstandsdauer von 30 Minuten ohne weitere Maßnahmen möglich**
- **Feuerwiderstandsdauer von 90 Minuten mit Dämmschichtbildner möglich**

Stahlsteindecke mit hängender Drahtputzdecke



Historische Decken – DIN 4102-4

3	Mindestabmessungen von Kappendecken⁴⁾, Ausführungsmöglichkeiten 1 und 2 	
3.1	Mindestabmessungen d , c und D	siehe Zeilen 1.1 bis 1.3
3.2	Mindestputzdicke d_1 über Putzträger bei einer Durchdringung der Putze ≥ 10 mm	siehe Zeile 1.4
3.3	Mindestabmessungen bei Kappendecken mit Unterdecken	
3.3.1	Mindestdicke D oder c	siehe Zeilen 1.2 und 1.3
3.3.2	Mindestdicke d in mm	$d \geq 50$ mm; Konstruktion nach Abschnitt 6.5

Ertüchtigung von Decken mit Unterdecken

Vergleich historischer Deckenkonstruktionen mit Konstruktionen von DIN 4102-4

➤ Übertragung der Beurteilung der Unterdecken nach gültigen abP auf der Grundlage der Bauarten

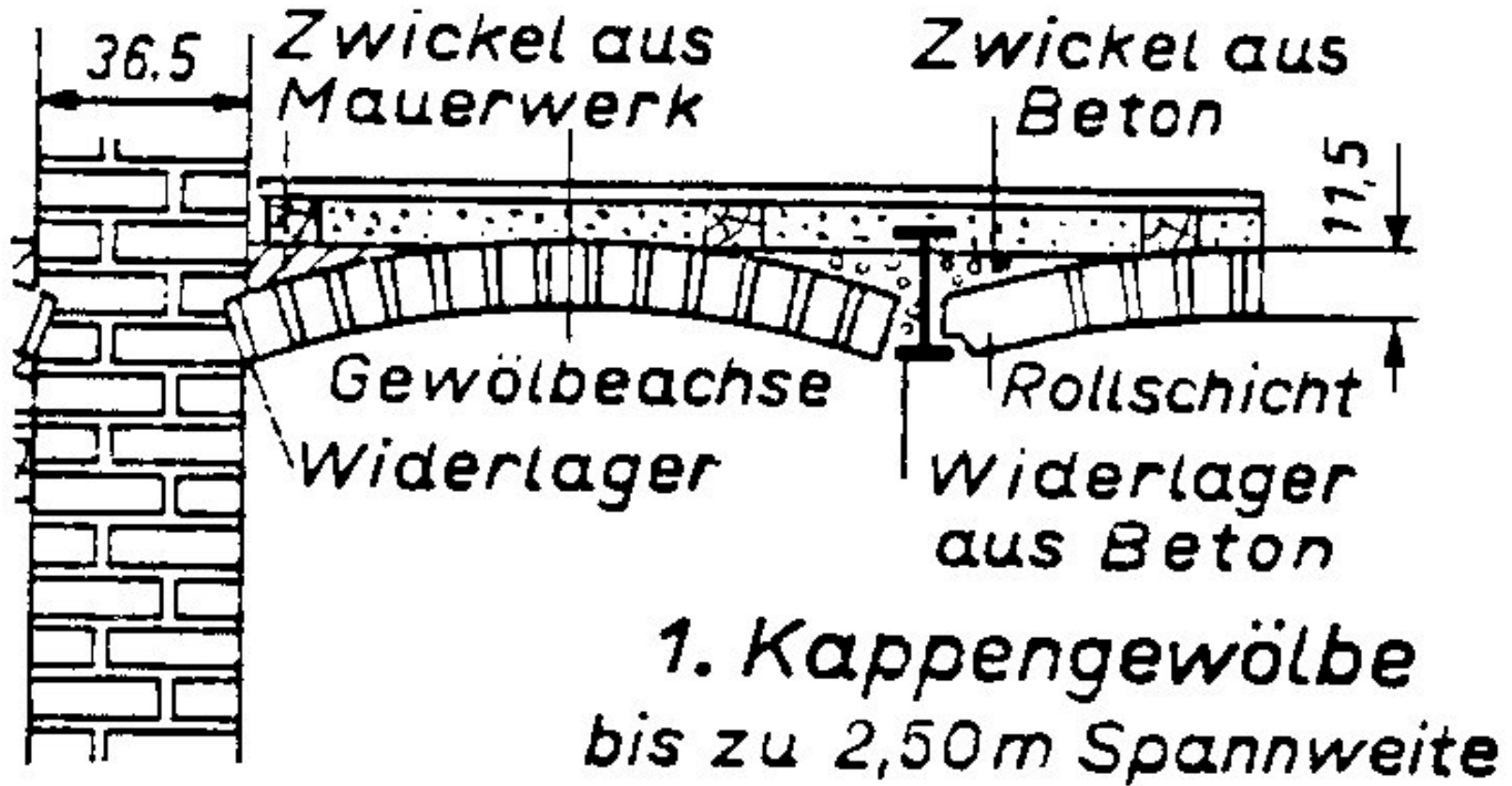
Bauart I - Stahlträgerdecken/Abdeckung mit Leichtbeton

Bauart II - Stahlträgerdecken/Abdeckung mit Normalbeton

Bauart III - Stb.-/Spannbetondecken aus Normalbeton

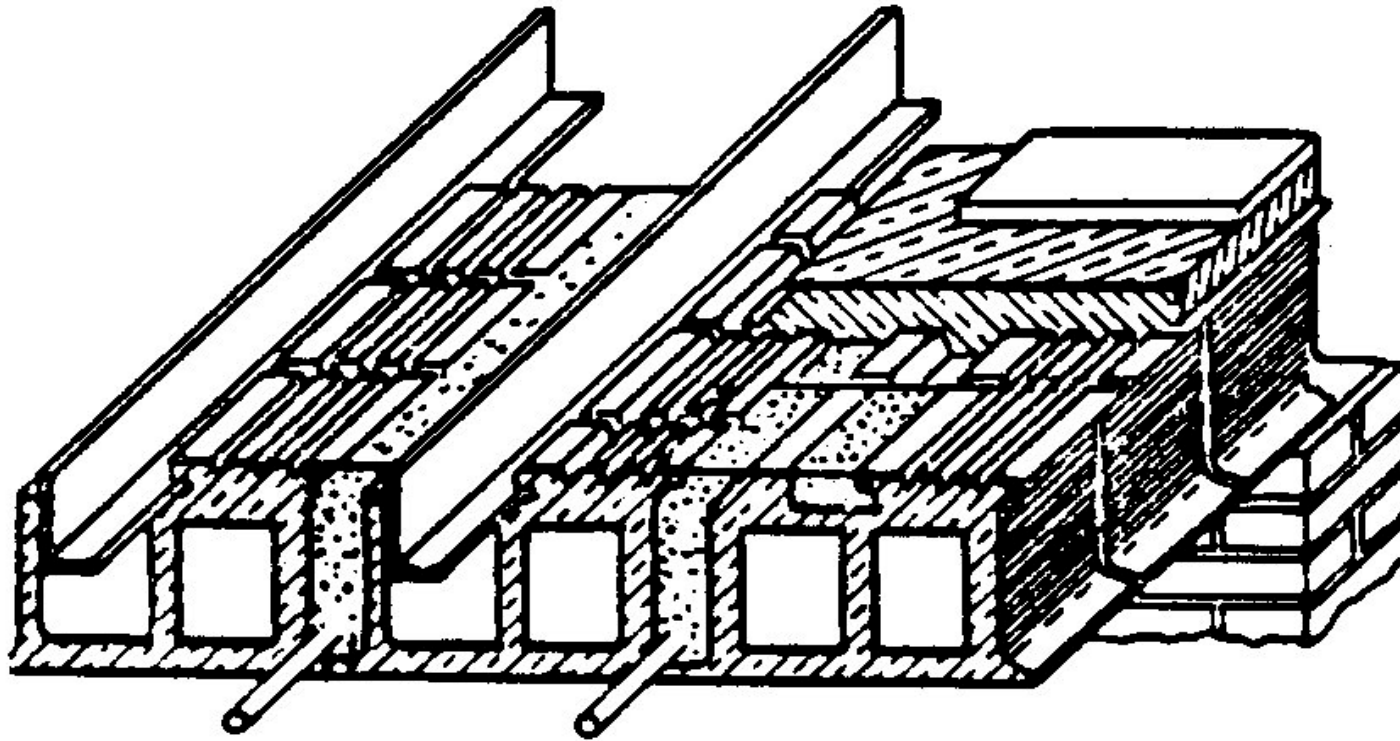
Bauart IV - Holzbalkendecken

Preußische Kappe (Bauart II)



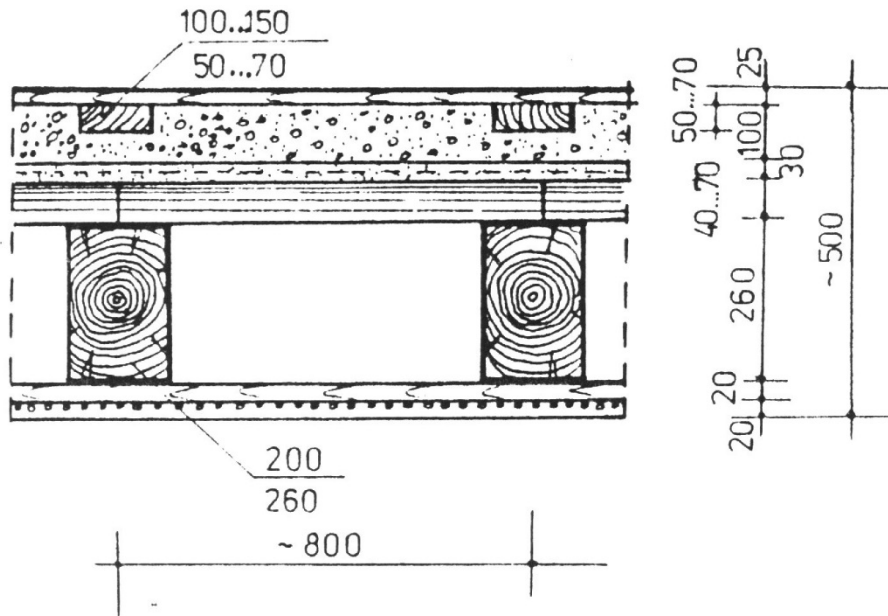
Bewertung: vorh. FWD : ~ 30 Minuten

Leipziger Decke (Bauart III)



Bewertung: vorh. FWD : ~ 30 Minuten

Holzbalkendecke - Gestreckter Windelboden (Bauart IV)



Deckenaufbau:

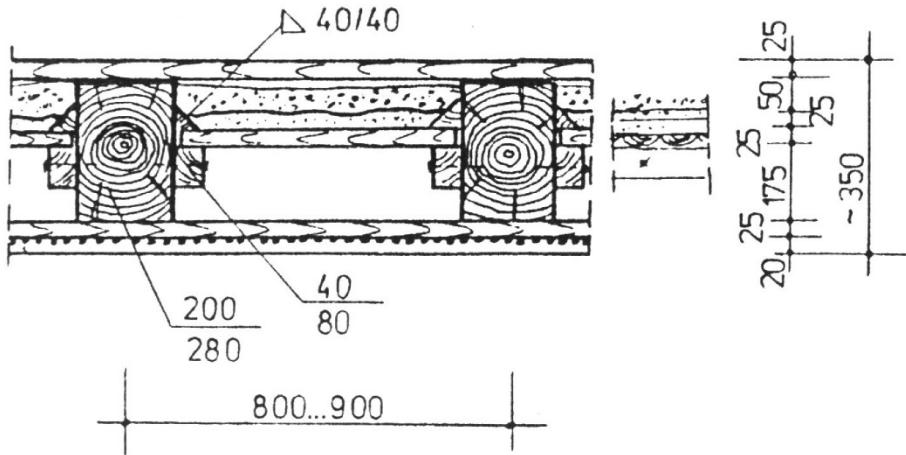
- 25 - 45 mm Dielung
- 100/50 bis 150/70 mm
Polsterholz
- 80 - 100 mm Auffüllung
Schlacke, Sand
oder Lehm
- 30 mm Lehmverstrich
- 70 mm Wellerstangen
(Abfallsegment-
stücke)
- 15 - 30 mm Deckenschalung
- 20 mm Rohrputz

Bewertung:

vorh. FWD (von oben): F > 30 B

vorh. FWD (von unten): F > 30 B

Holzbalken-Einschubdecke (Bauart IV)



Deckenaufbau:

- 25-45 mm Dielung (ge-
spundete
Hobeldielen)
- 50 mm Auffüllung
(Strohlehm,
Schutt, Sand)
- 25 mm Lehmverstrich
- 25-30 mm Schwarten-
bretter
- 80/40 mm Latten
(auch 60/40)
- 25 mm Deckenschalung
- 20 mm Rohrputz

Bewertung:

vorh. FWD (von oben):

F > 30 B

vorh. FWD (von unten):

F > 30 B

Stahlfachwerkkonstruktion und Stahlstützen



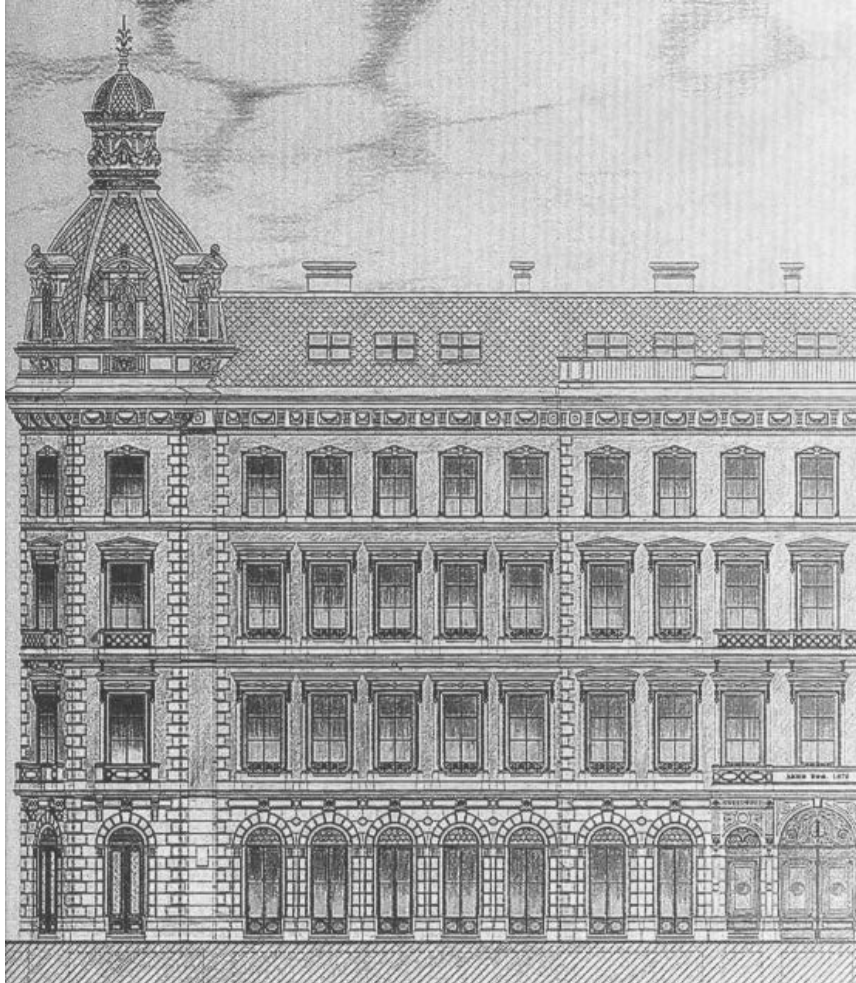
Filigranes Stahlfachwerk

U/A-Profilbeiwert $\gg 300 \text{ m}^{-1}$,
Geltungsbereich
Dämmschichtbildner ???

Stahlstütze aus 4 Winkelprofilen mit außenseitigem Stahlblech

U/A-Profilbeiwert $\gg 300 \text{ m}^{-1}$,
Geltungsbereich
Dämmschichtbildner ???

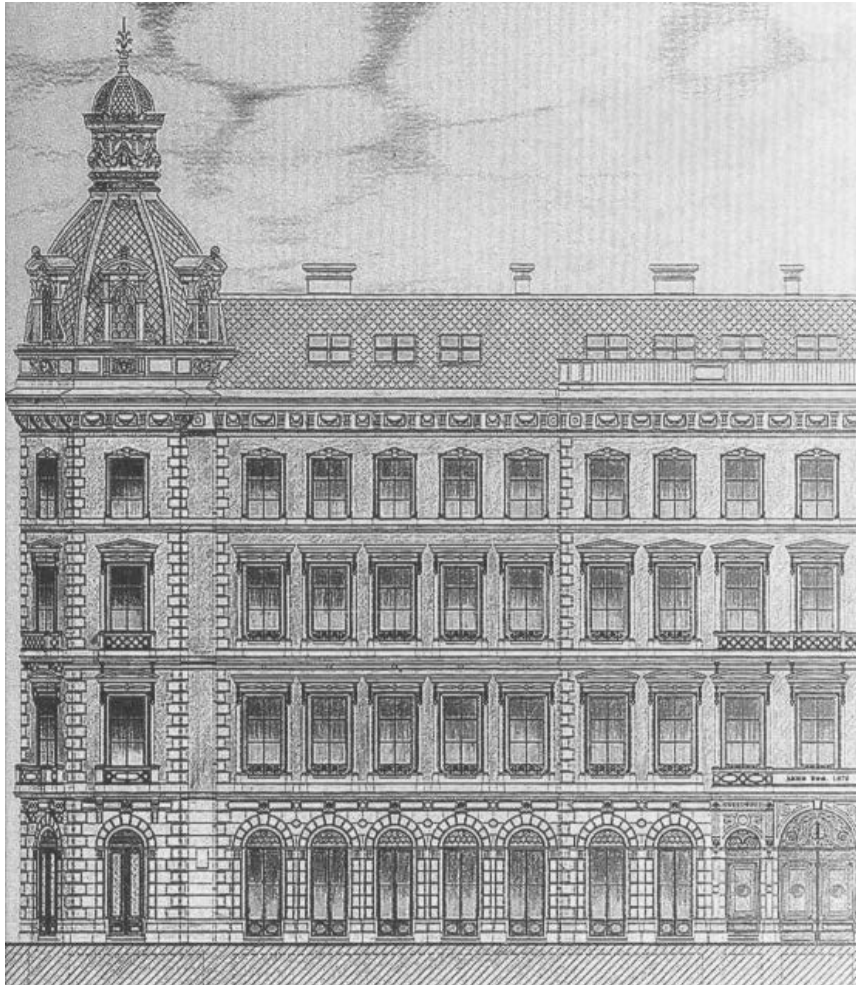
Zusammenfassung (1)



Bewertung von Bestandskonstruktionen keine Hexerei!!!

- Logische Ableitung aus thermischem und thermomechanischem Materialverhalten der unterschiedlichen Werkstoffe einschließlich Befestigungen und sonstigen Randbedingungen
- Kenntnis des Zusammenspiels der unterschiedlichen Materialien

Zusammenfassung (2)



Bei fachgerechter Bestandsanalyse und Bewertung von historischen Konstruktionen sind :

- wirtschaftliche Lösungen unter Berücksichtigung denkmalpflegerischer Aspekte zur Erfüllung der bauaufsichtlichen Schutzziele durchaus möglich
- u.U. gesamtheitliche Betrachtungsweise mit kompensatorischen Maßnahmen für fehlende Bauteilqualität

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

Dr.-Ing. Peter Nause

IBB GmbH/MFPA Leipzig,

☎ 05303-97092-86,

**Mail info@ibb-bsc.de
nause@mfpa-leipzig.de**