

18.02.2015 - 19.02.2015

FeuerTRUTZ Brandschutzkongress Nürnberg

Brandschutztechnische Bewertung von Decken im Bestand

Architekt, Dipl. Ing. (FH) Stephan Appel

M.Eng. und Sachverständiger für Brandschutz

nach DIN EN ISO/IEC 17024 zertifizierter Sachverständiger

für Brandschutz und für Schäden an Gebäuden

SV | SACHVERSTÄNDIGER
ARCHITEKT STEPHAN APPEL

Begriffsdefinition(en):

Brandschutz:

Unter Brandschutz versteht man alle Maßnahmen, durch die der Entstehung eines Brandes oder der Ausbreitung eines Brandes durch Feuer oder Rauch vorgebeugt (vorbeugender Brandschutz oder Brandverhütung), und durch die die Rettung von Menschen und Tieren sowie wirksame Löscharbeiten bei einem Brand ermöglicht werden (abwehrender Brandschutz).

Quelle: www.wikipedia.de bzw §14 MBO (2012)

Bestand:

Als Bestand bezeichnet man in Architektur und Bauwesen ein bestehendes Bauwerk oder den Teil eines Bauwerks oder Gebäudekomplexes, das zu einem bestimmten Zeitpunkt bereits vorhanden ist.

Im städtebaulichen oder allgemeinen Kontext wird der Begriff synonym zu Bausubstanz verwendet.

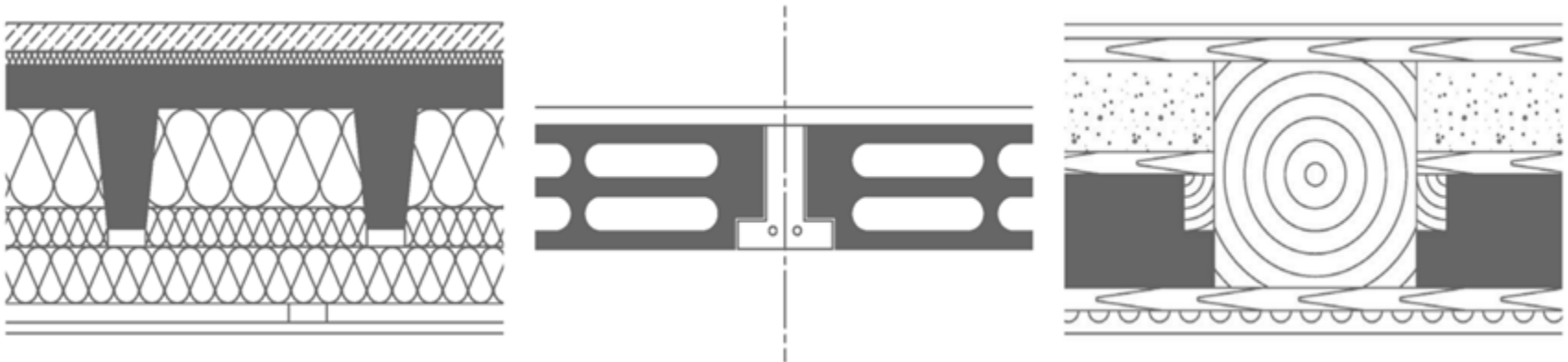
Quelle: www.wikipedia.de

Begriffsdefinition(en):

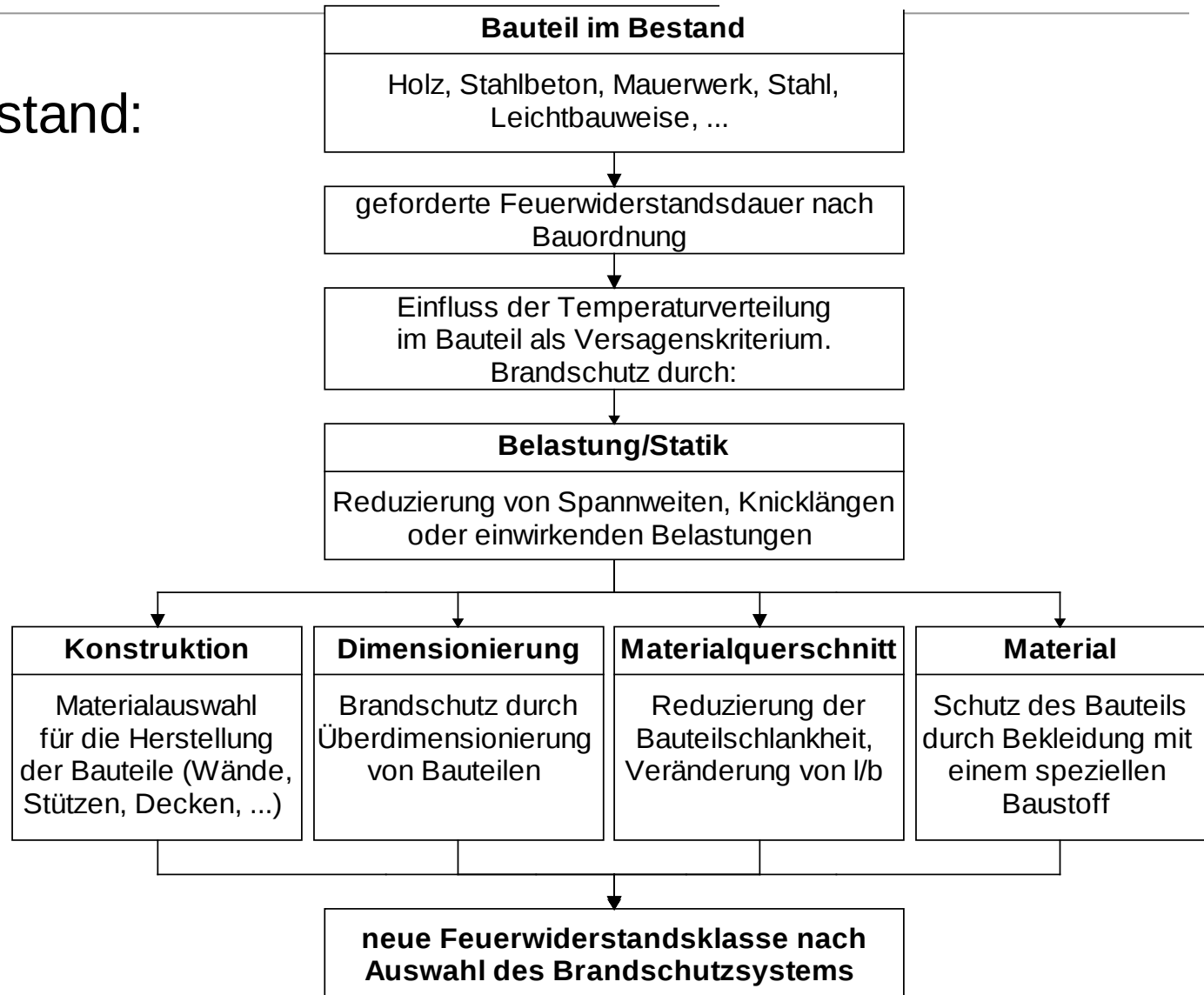
Decke(n):

Decke Hochbau: oberer Abschluss eines Raumes zur Aufnahme der Eigen- und Nutzlasten sowie zur horizontalen Aussteifung des Bauwerkes. Die Decke besteht aus der Rohdecke (tragende Deckenkonstruktion), Oberdecke (Fußbodenbelag und Unterbau) und Unterdecke (Putzträger, Putz oder Verkleidung, z. B. ...)

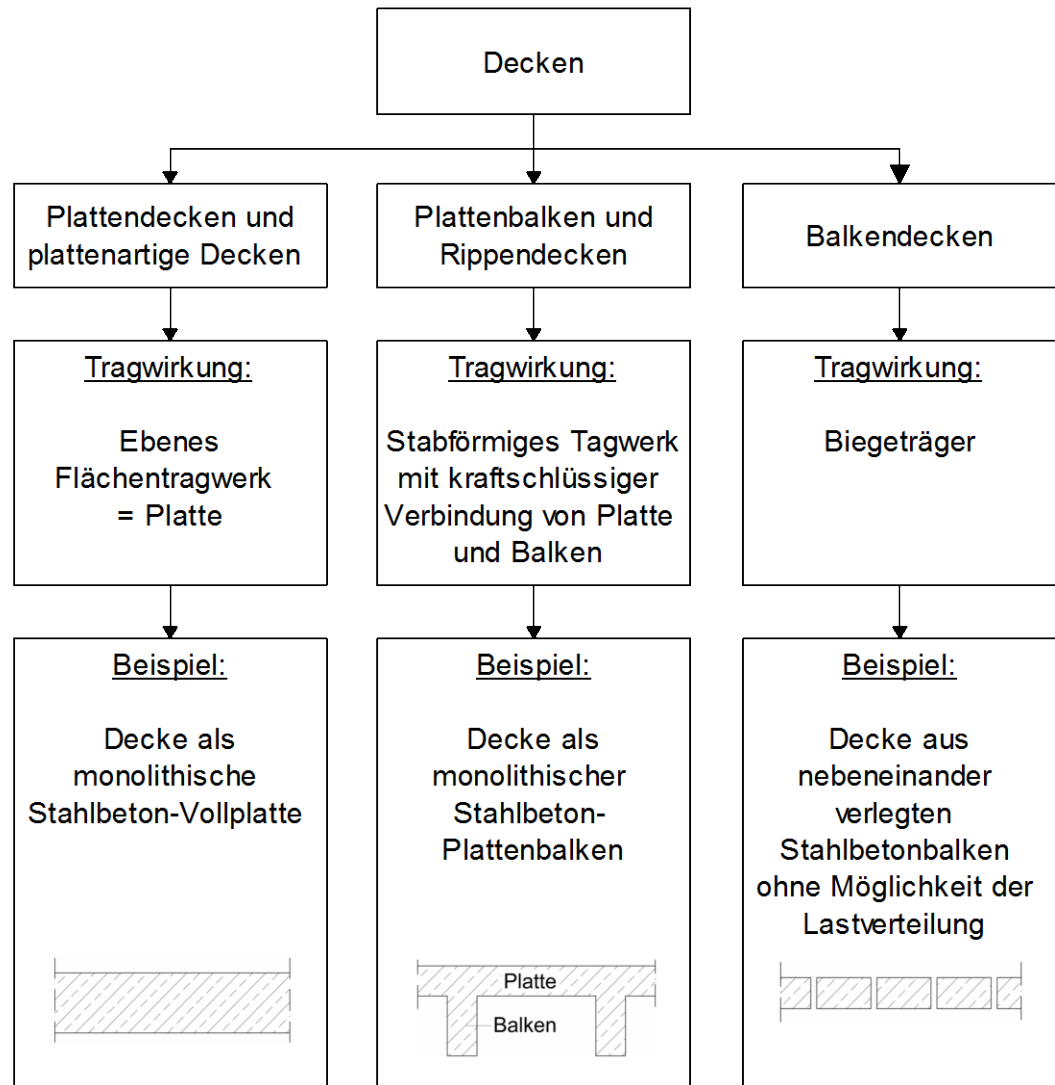
Quelle: www.enzyklo.de/lokal/42134



Bauen im Bestand:



Deckentragwerke:



Deckentragwerke und ihre Baustoffe:

Unge- schützter Baustoff	Feuer- wider- stand	Brenn- barkeit	Brand- last- beitrag	Temperatur- steigerungsrate innerhalb des Querschnitts	„Einge- bauter Brand- schutz“	Instandset- zungsfähig- keit nach einem Brand	Schutz für Flüchtende und Löschkräfte
Holz	gering	hoch	hoch	sehr gering	sehr gering	sehr gering	gering
Stahl	sehr gering	null	null	sehr hoch	gering	gering	gering
Beton	hoch	null	null	gering	hoch	hoch	hoch

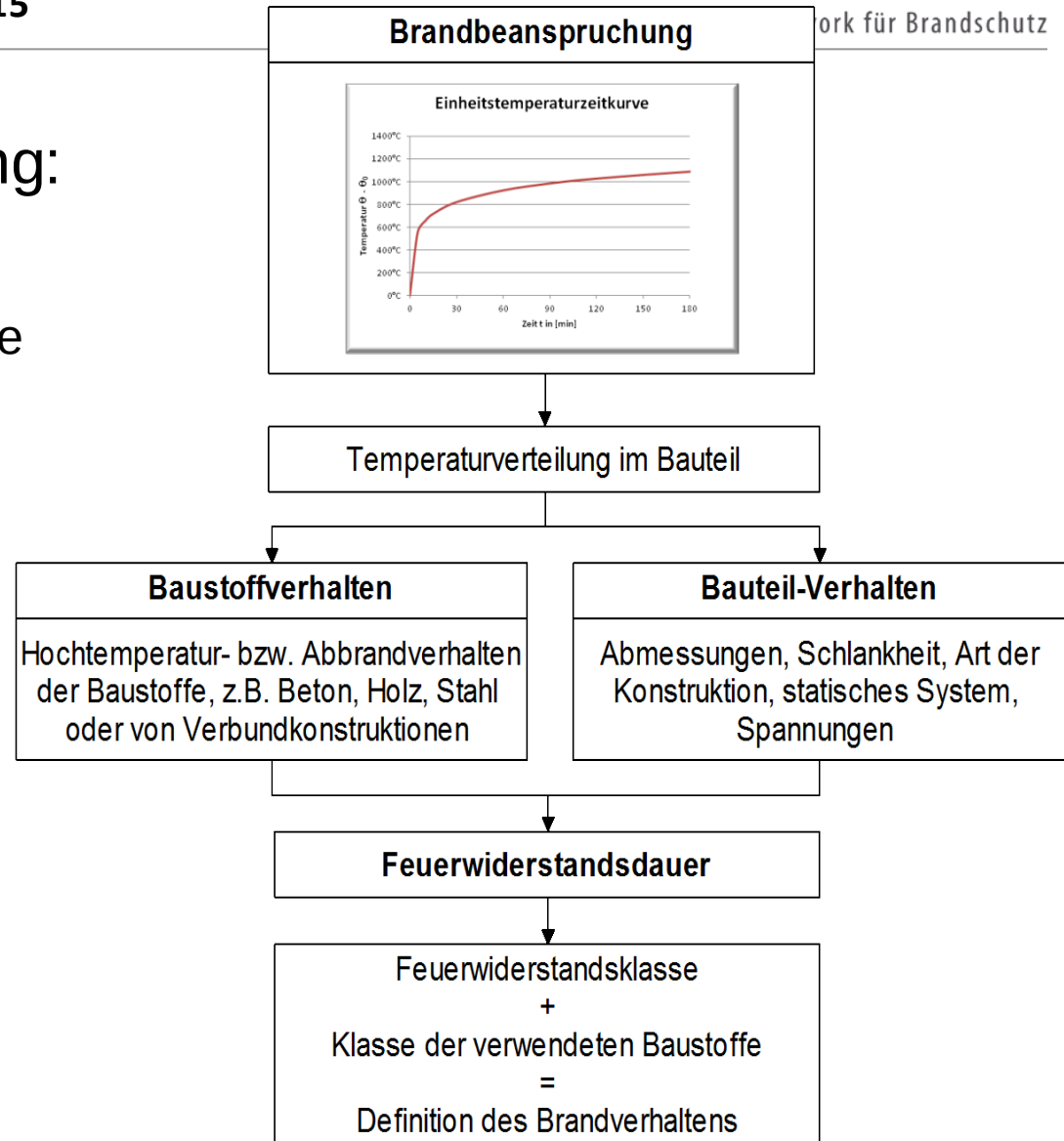
Rot = brandschutztechnisch ungünstig; grün = günstig

Bauteile und Bemessung:

Die Grundlage der Brandschutzbemessung ist die Einheitstemperaturzeitkurve (ETK).

Jeder Baustoff und jedes Bauteil reagiert anders auf Temperatureinwirkung.

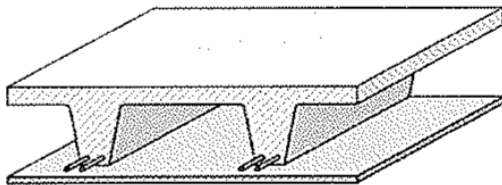
Die Auswirkung der Einflüsse und die folgende Bauteilreaktion ist in der Feuerwiderstandsklasse zusammengefasst.



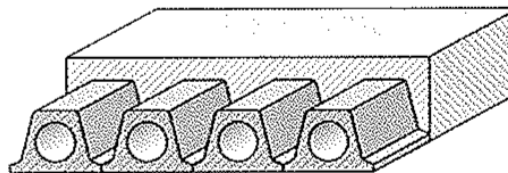
Decken aus Stahlbeton:

~1900

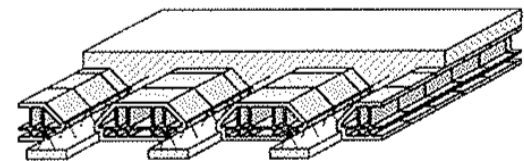
Ortbeton-Rippendecke



Fertigteil-Balkendecke

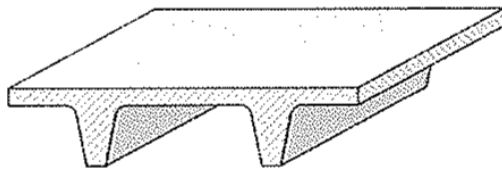


Hohlkörperdecke

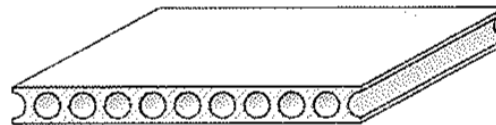


~2000

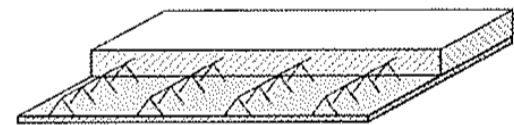
Fertigteil-Rippendecke



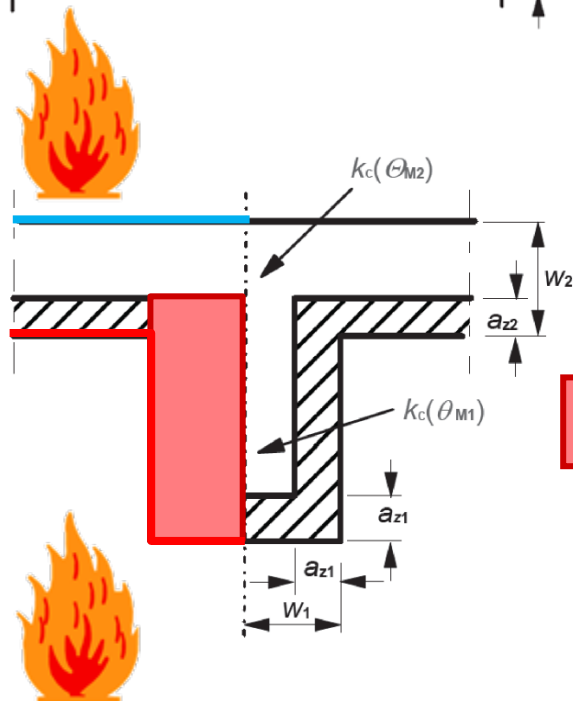
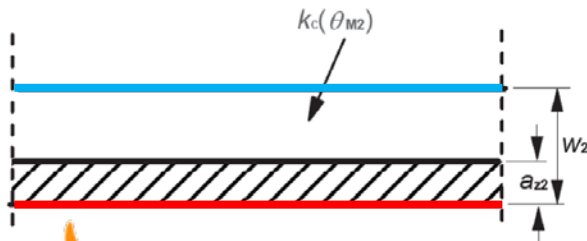
Hohldielendecke



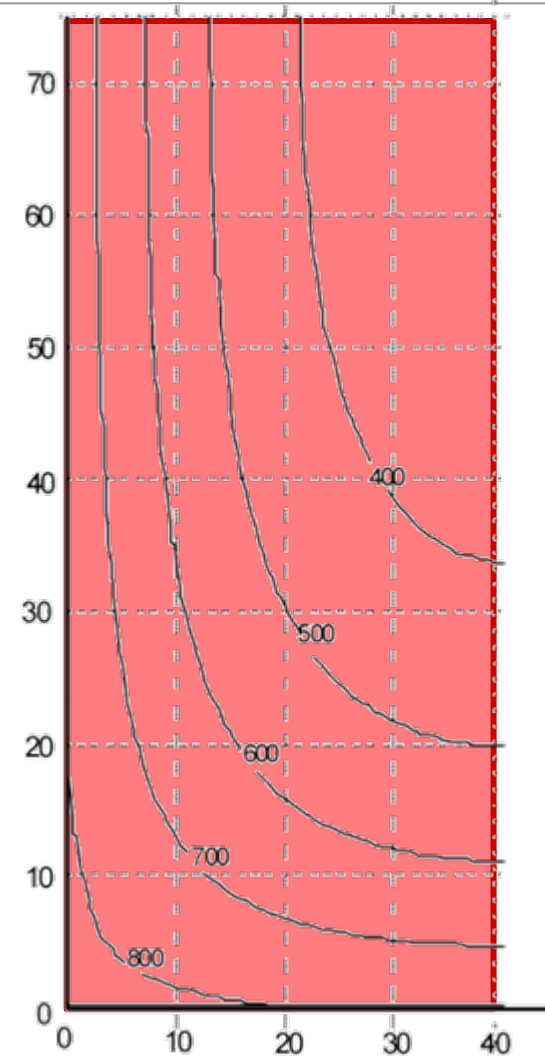
Großflächenplattendecke



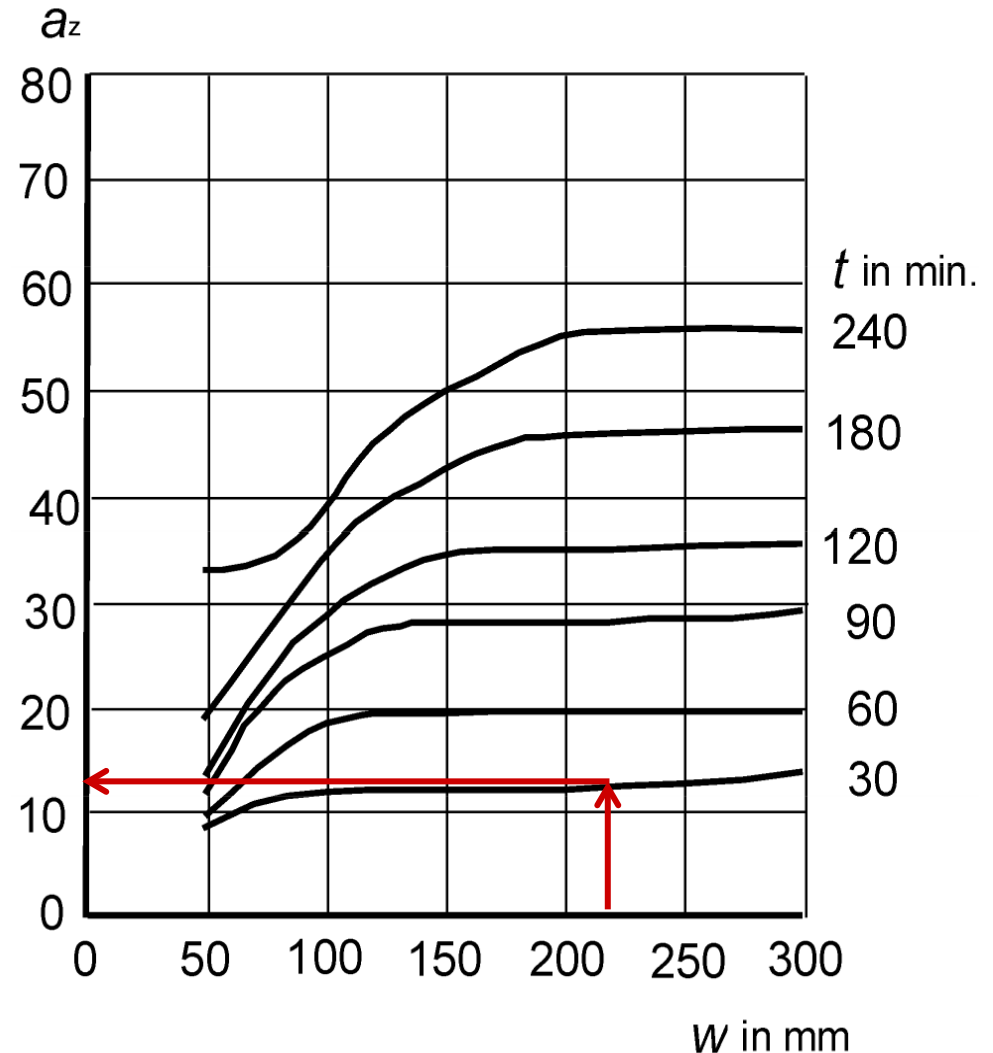
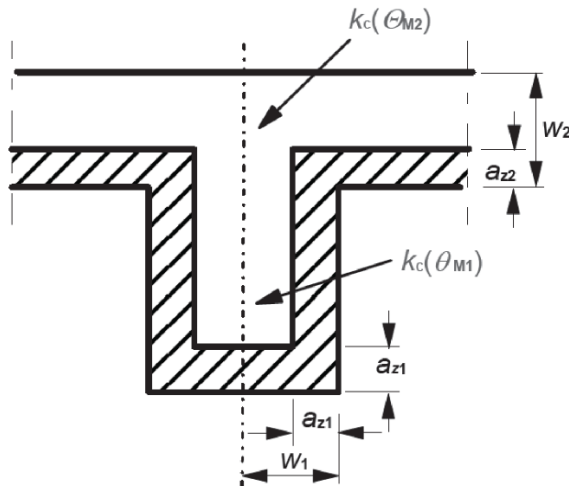
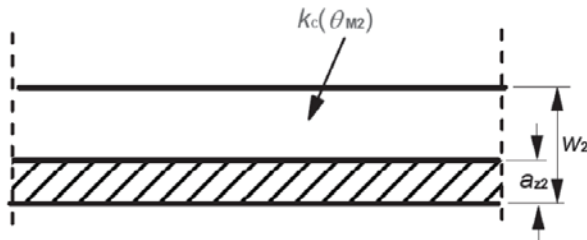
Temperatureinwirkung:



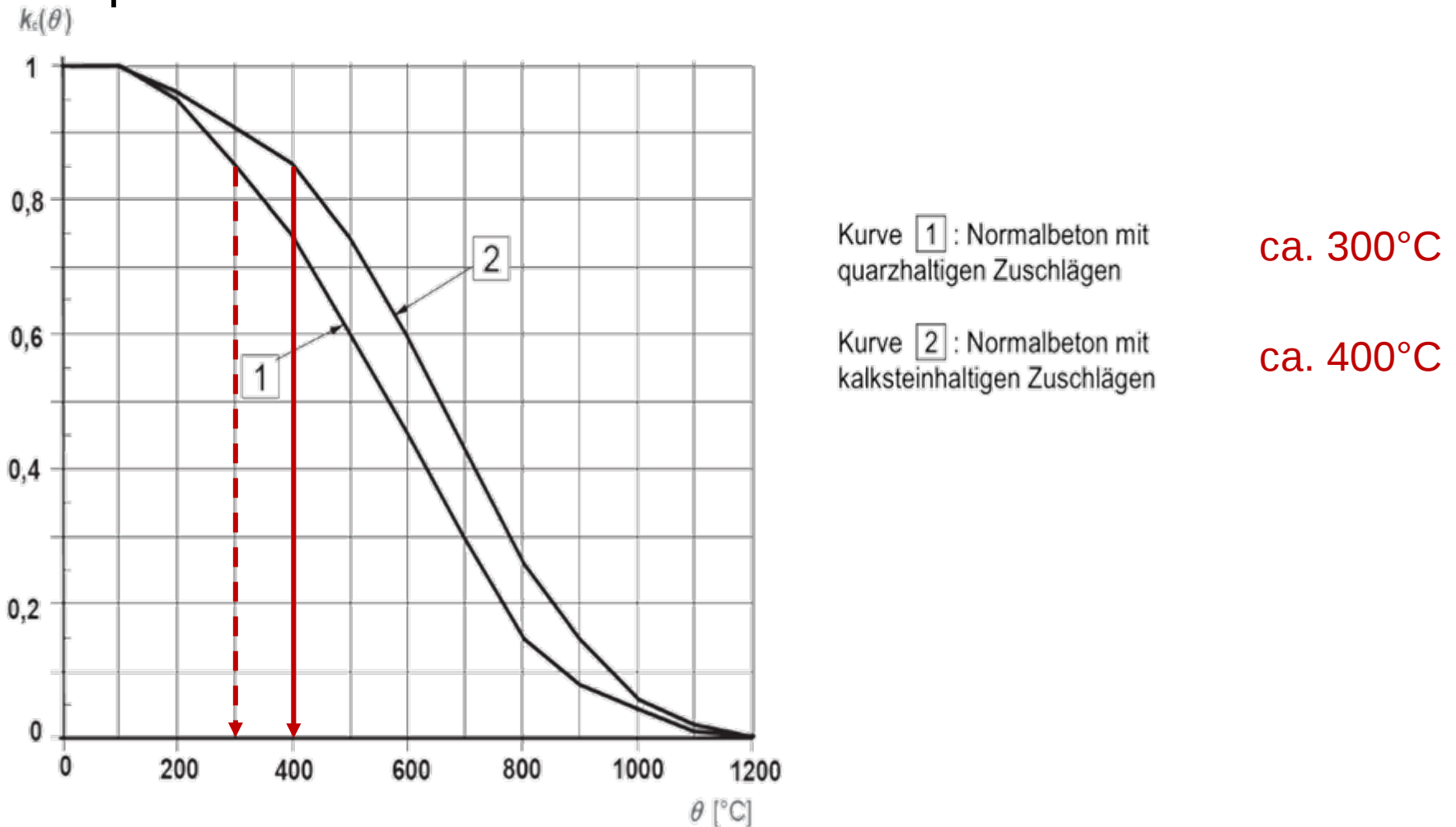
Temperaturprofil



Temperatureinwirkung:

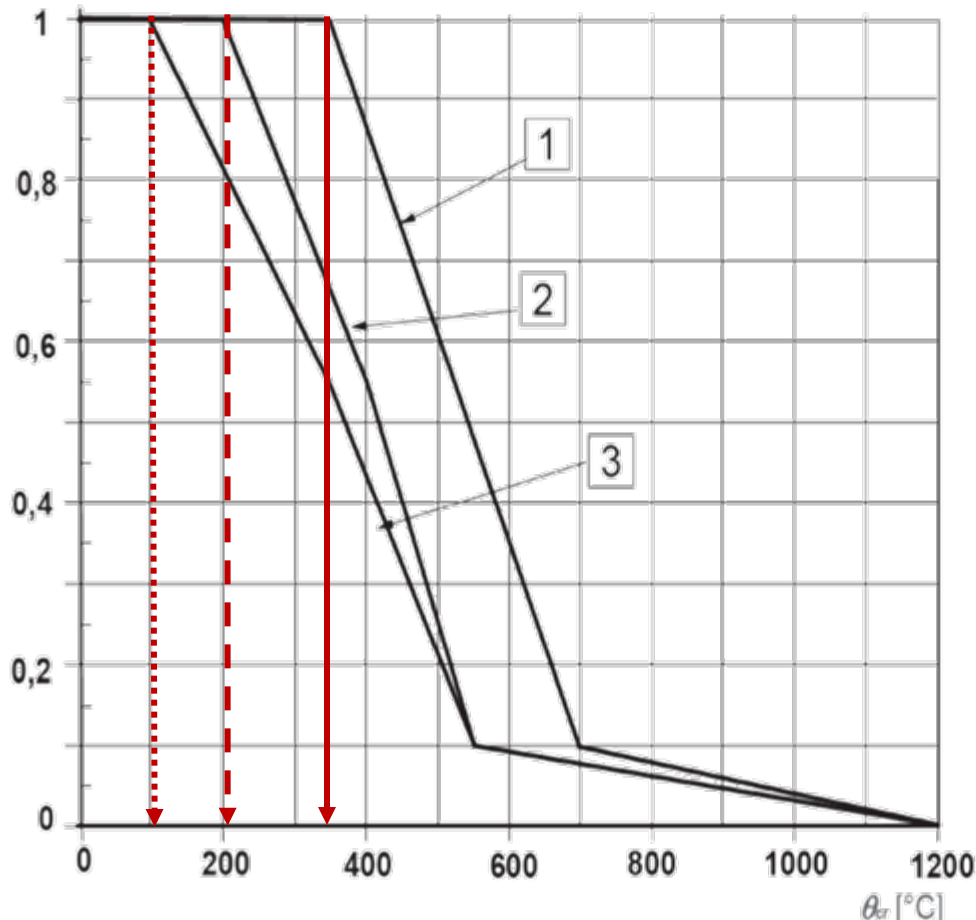


Temperatur im Bauteil aus Beton:



Temperatur in der Bewehrung:

$k_s(\theta_r)$, $k_p(\theta_r)$

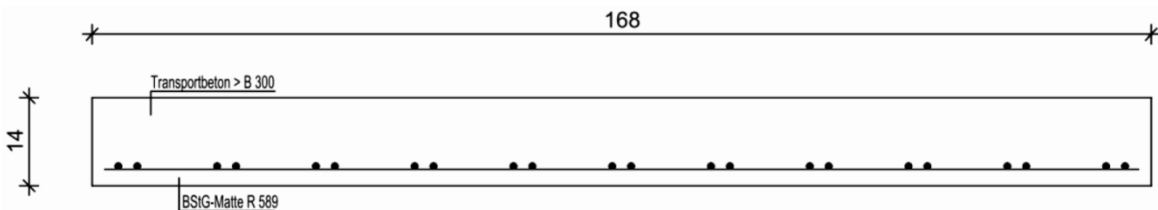


Kurve 1 : Betonstahl ca. 350°C

Kurve 2 : Spannstahl (Stäbe: EN 10138-4) ca. 200°C

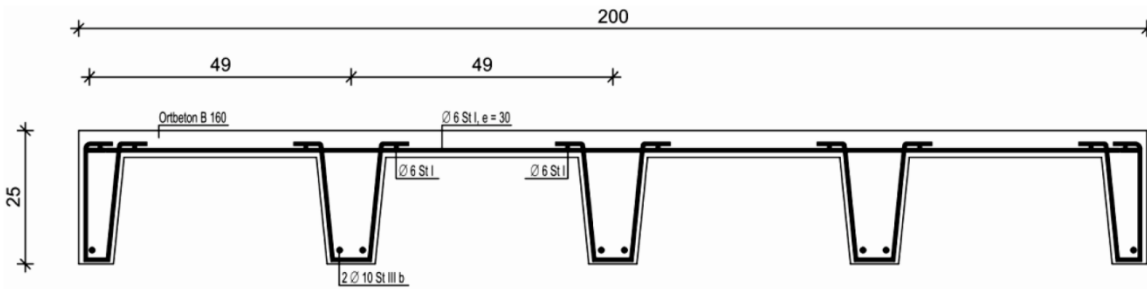
Kurve 3 : Spannstahl (Drähte und Litzen EN 10138-2 und -3) ca. 100°C

Stahlbetonplattendecken

Stahlbetonplatten Staatl. Hochbauamt Ludwigsburg	Kapitel 2.1.1
Prüfdatum: 1964	
	

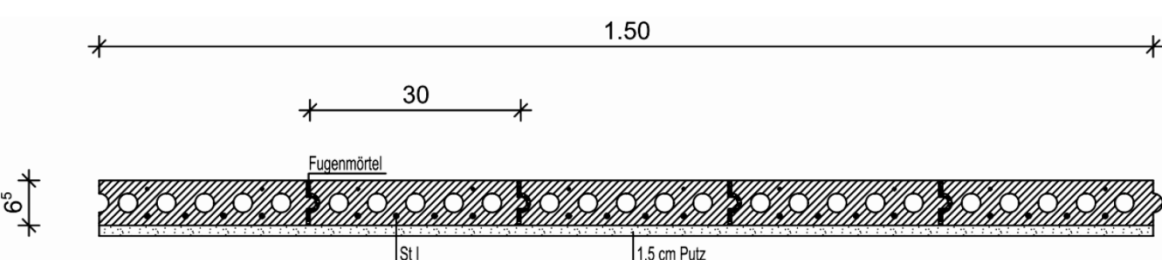
Ü_B: Platte 2,6 cm
 Stützweite: 4,25m
 Deckenstärke: 14 cm
 Feuerwiderstand: ~ F90 ; [~REI90]

Stahlbetonrippendecken

Stahlbeton-Rippendecken Seekamp u. Becker, Berichte aus der Bauforschung, Heft 38	Kapitel 2.1.4
Prüfdatum: 1963 bis 1964	
	

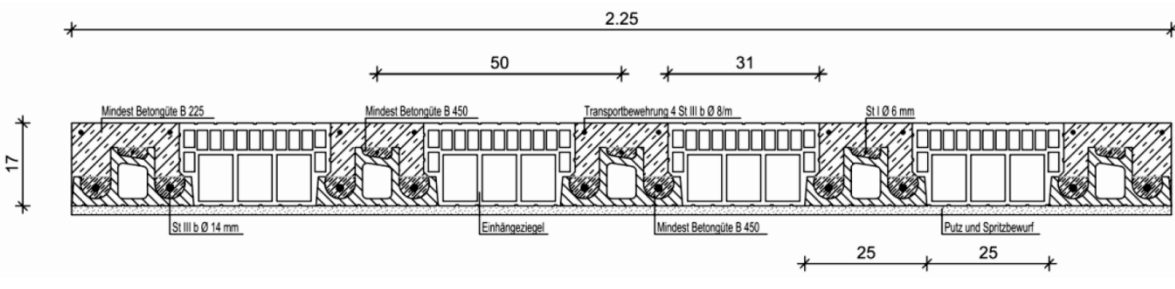
Ü_B: Rippe ~ 2,1 cm, Platte 1,0 cm
 Stützweite: 3,12m
 Deckenstärke: 25 cm
 Feuerwiderstand: < F30 ; [REI30]

Stahlbeton-Hohldielen

Stahlbeton-Hohldielen Güteschutzgemeinschaft der Betonstein- u. Leicht- bauplatten Werke Berlin	Kapitel 2.1.2
Prüfdatum: 1951	
	

$\ddot{U}_B/\ddot{U}_S$: Platte 1,0 cm/Putz 1,5 cm
 Stützweite: 1,30m
 Deckenstärke: 6,5 cm
 Feuerwiderstand: ~ F90 ; [~REI90]

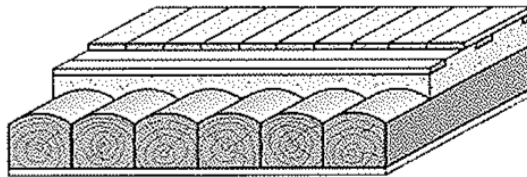
Stahlsteindecken

Stahlsteindecken H. Diekmann KG Ziegel- u. Spannbetonwerk Arpke	Kapitel 2.1.6
Prüfdatum: 1969	
	

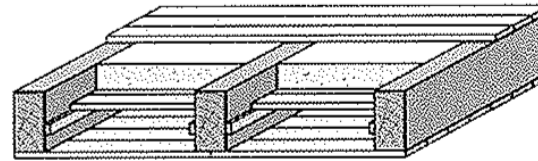
Ü_B/Ü_S: Platte 1,5 cm/Putz 1,4-1,8 cm
 Stützweite: 4,75 m
 Deckenstärke: 17 cm
 Feuerwiderstand: ~ F120 ; [~REI120]

Decken aus Holz:

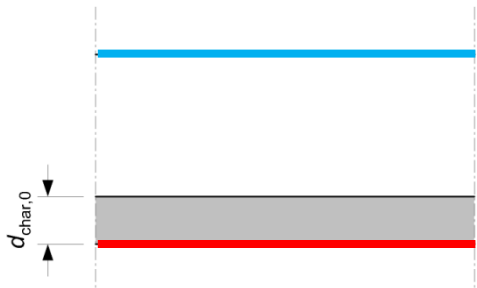
Doppelbaumdecke



Tramdecke

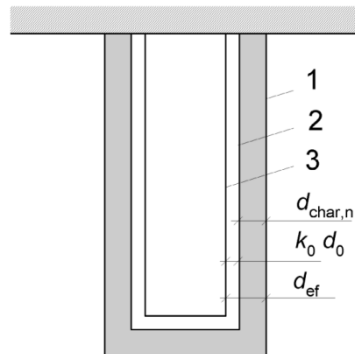


Decken aus Holz:



Berechnung des effektiven Abbrandes

$$d_{ef} = d_{char,n} + k_0 \times d_0$$



- | | |
|--------------|--|
| 1 | Anfängliche Oberfläche des Bauteils |
| 2 | Grenze des Restquerschnitts |
| 3 | Grenze des ideellen Querschnitts |
| $d_{char,n}$ | Bemessungswert der ideellen Abbrandtiefe |
| k_0 | Zeitfaktor für ungeschützte Oberflächen |
| d_0 | Tiefe der Schicht, bei der die Festigkeit und Steifigkeit zu null angenommen wird. |

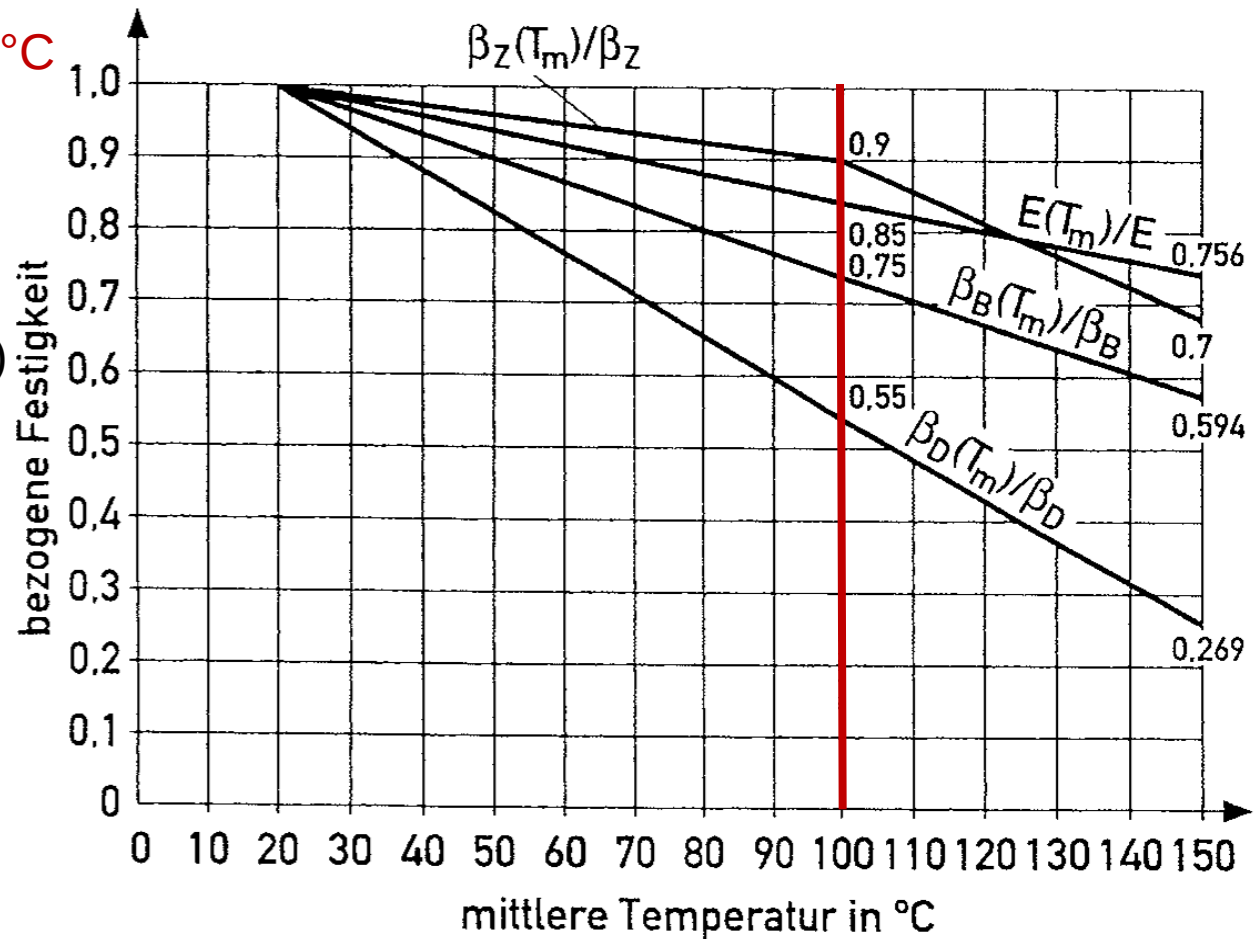
Temperatur im Bauteil aus Holz:

Bauteiltemperatur 100°C

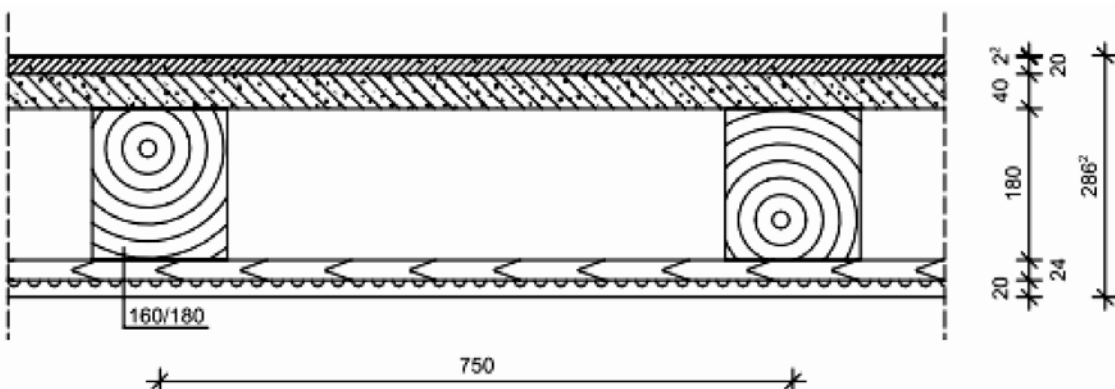
Zugfestigkeit (β_Z)
-10%

Biegezugfestigkeit (β_B)
-25%

Druckfestigkeit (β_D)
-45%

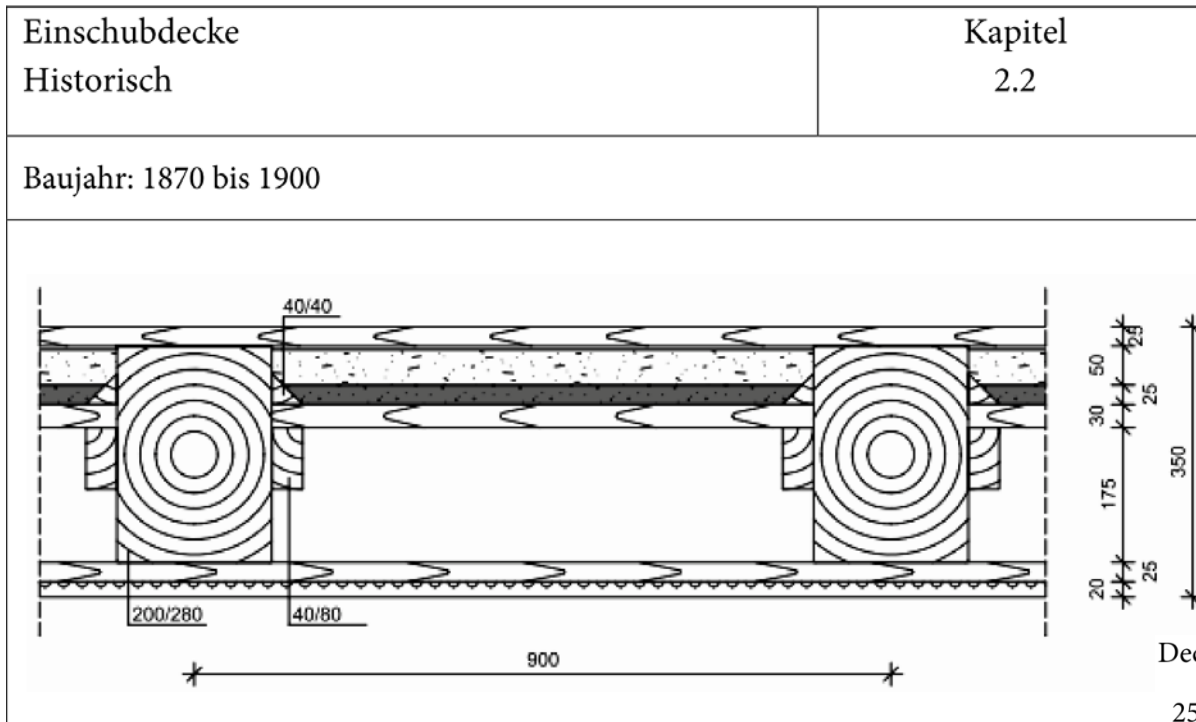


Holzbalkendecke ohne Zwischenboden

Holzbalkendecke ohne Zwischenboden Variante 1	Kapitel 2.2
Baujahr: um 1930	
	

Stützweite: 5,00 m
 Balkenabstand: 75 – 77 cm
 Deckenstärke: 28 cm
 Feuerwiderstand: ~ F60B_↓, F30B_↑ ; [~REI60 a→b, REI30 b→a]

Einschubdecke

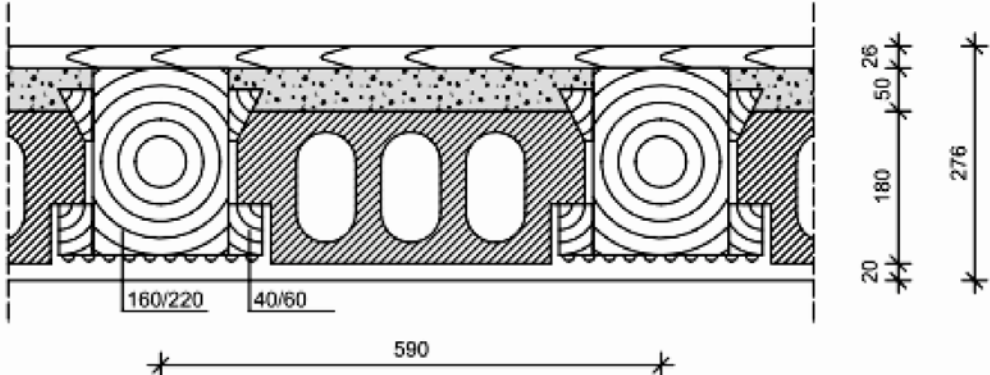


Deckenaufbau:

25 – 45 mm	Dielung (gespundete Hobeldielen)
50 mm	Auffüllung (Strohlehm, Schutt, Sand)
25 mm	Lehmverstrich
25 – 30 mm	Schwartenbretter
80/40 mm	Latten (auch 60/40)
25 mm	Deckenschalung
20 mm	Rohrputz

Stützweite: 4,00 – 6,50 m
Balkenabstand: 80 – 90 cm
Deckenstärke: 25 – 37 cm
Feuerwiderstand: ~ F30B; [~REI30 a→b]

Holzbalkendecke mit Formsteinen

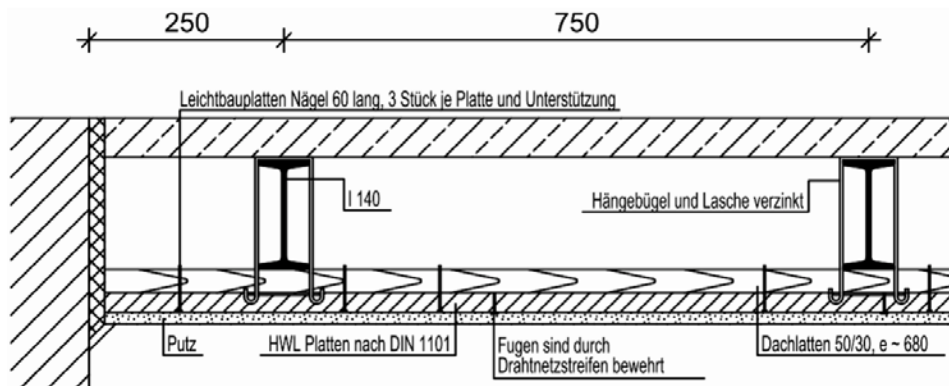
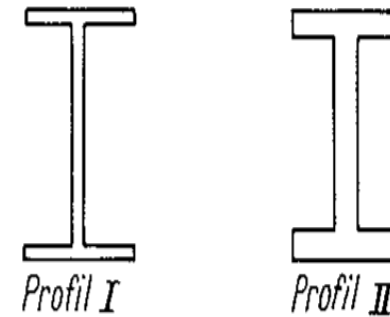
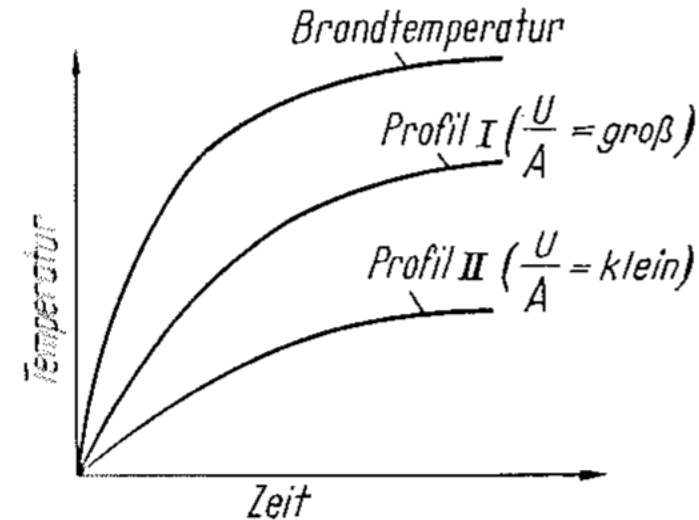
Holzbalkendecken mit Formsteinen Variante 3	Kapitel 2.2
Baujahr: 1888 bis 1918/20	
	

Deckenaufbau:

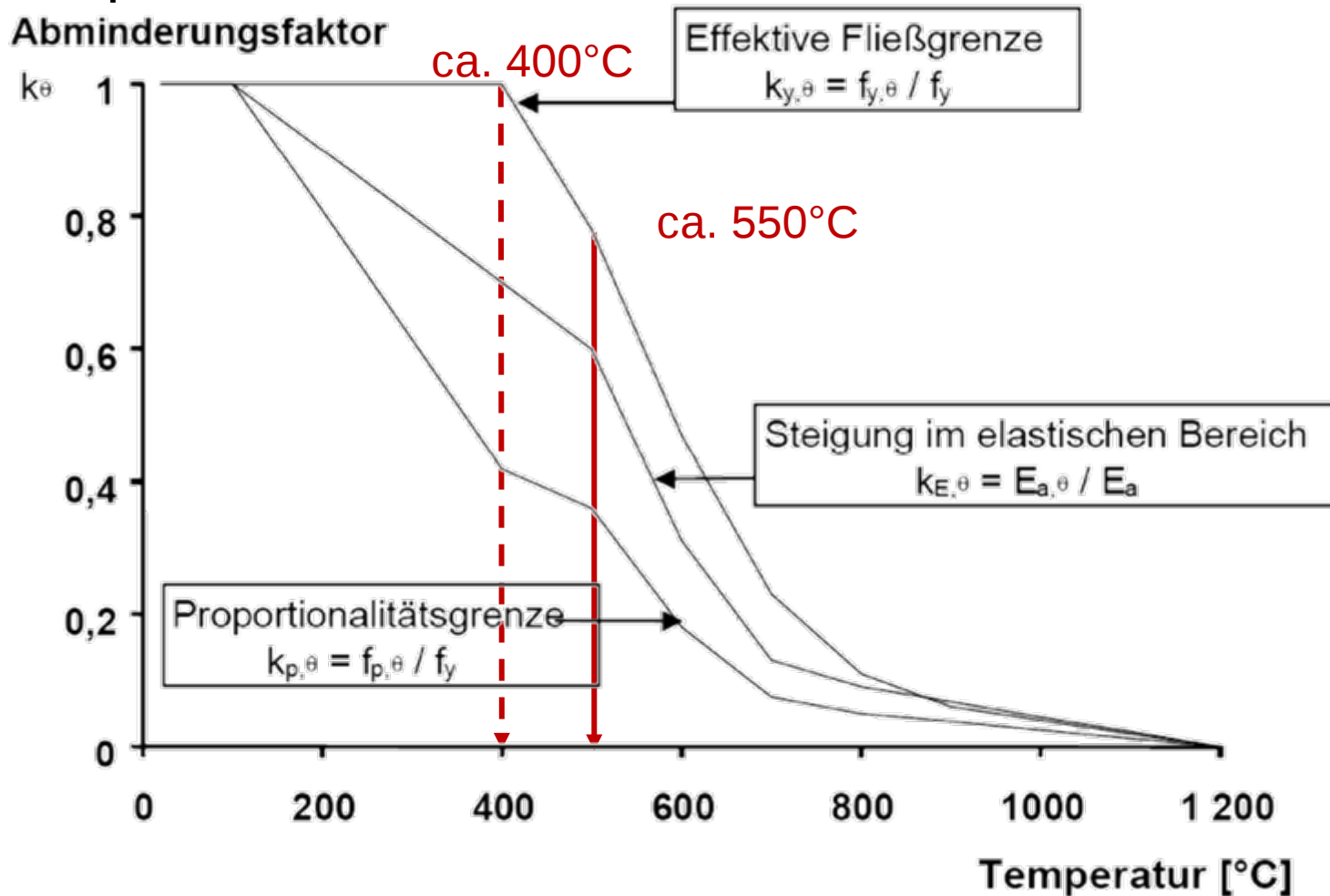
26 mm	Dielung
50 mm	Auffüllung
180 mm	Formstücke aus Gips durch Holzkeile ver- spannt
40/60 mm	Latten
20 mm	Rohrputz (unter den Balken)

Stützweite:	5,00 m
Balkenabstand:	57 – 74 cm
Deckenstärke:	28 cm
Feuerwiderstand:	> F30B ; [$>REI30$ a→b]

Decken aus Stahl:

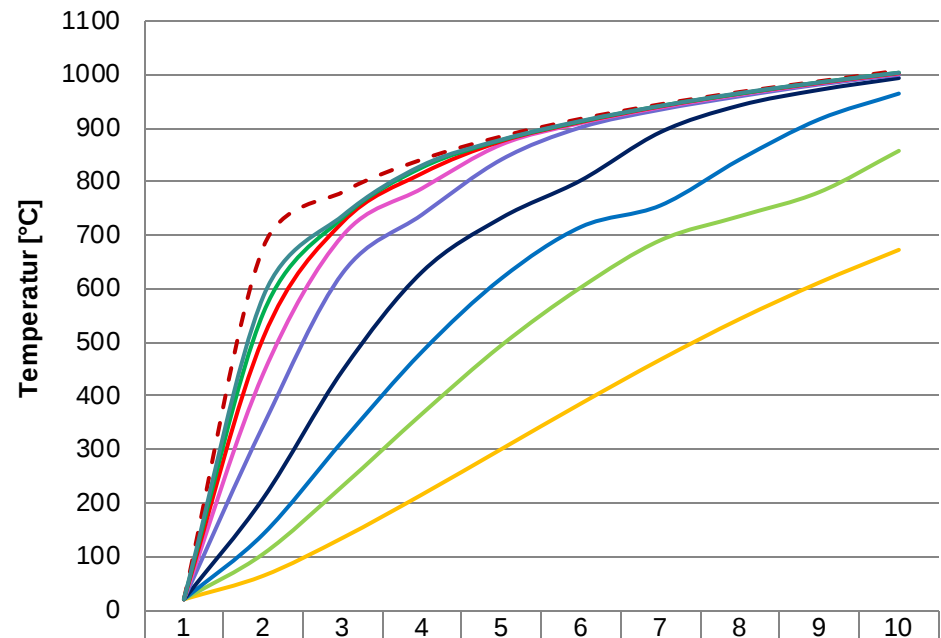
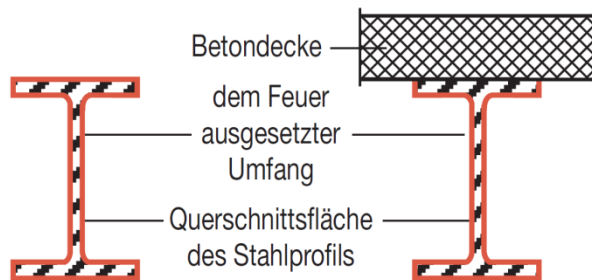


Temperatur im Bauteil aus Stahl:



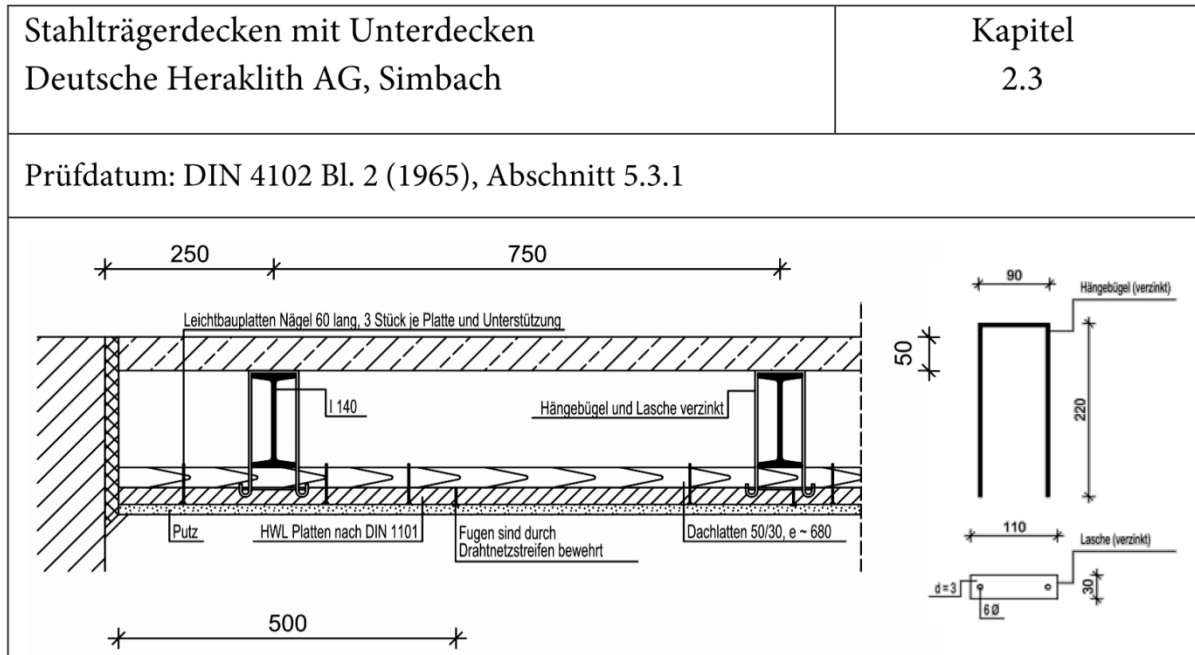
Temperatur am Stahlprofil:

Profilmfaktor: $\frac{A_m}{V} = \frac{\text{dem Feuer ausgesetzter Umfang}}{\text{Querschnittsfläche des Stahlprofils}}$



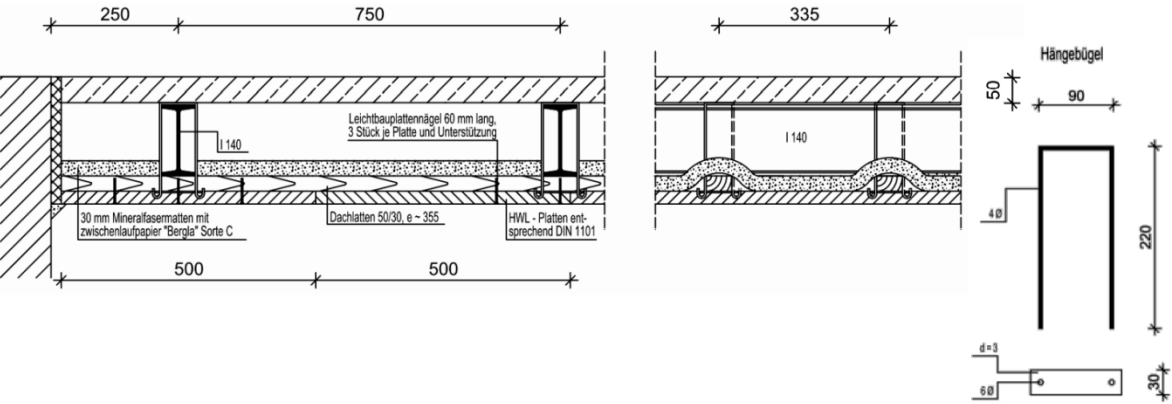
Zeit [min]	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
-- Brandraumtemperatur	20	678	781	842	885	918	945	968	988	1008
— U/A = 10	20	64	135	216	301	386	468	544	612	673
— U/A = 20	20	105	232	367	495	603	691	736	781	858
— U/A = 30	20	142	316	483	620	716	756	842	917	965
— U/A = 50	20	209	448	632	733	803	893	943	972	994
— U/A = 100	20	345	630	739	842	902	935	960	982	1000
— U/A = 150	20	442	700	788	870	910	939	963	984	1002
— U/A = 200	20	509	725	816	876	912	941	965	985	1003
— U/A = 250	20	555	733	827	878	913	942	965	986	1004
— U/A = 300	20	586	737	831	879	914	942	966	986	1004

Stahlträgerdecke mit Unterdecke



Trägerabstand: 75 cm
 Feuerwiderstand: F30B ; [REI30 a→b]

Stahlträgerdecke mit Unterdecke

Stahlträgerdecken mit Unterdecken Deutsche Heraklith AG, Simbach	Kapitel 2.3
Prüfdatum: DIN 4102 Bl. 2 (1965), Abschnitt 5.3.1	
	

Trägerabstand: 75 cm
Feuerwiderstand: F30B ; [REI30 a→b]

Brandschutztechnische Bewertung von Decken:

Das System des Brandschutzes besteht darin, die Konstruktionsbaustoffe vor der Temperatureinwirkung zu schützen.

Da jeder Baustoff anders auf Temperatur reagiert, sind baustoffabhängig unterschiedliche Verfahren und Systeme notwendig.

Die Analytik der beeinflussenden Faktoren in bestehenden Gebäuden ist eine der primären Leistungen, die uns bei der Brandschutzplanung in bestehenden Gebäuden weiterhilft.

Untersuchungen Bauteilen:

- Druckfestigkeit, Materialbestimmung
- Betondeckung (Lage der Bewehrung)
- Karbonatisierung des Beton (Alterung)
- Hohlräume, Abplatzungen
- Bauteilfeuchtigkeit

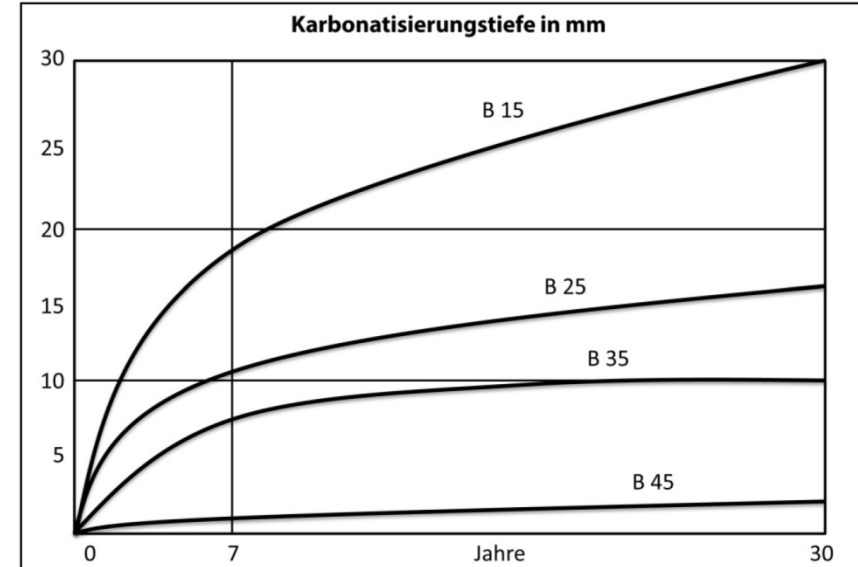
...

Bewertung der Ergebnisse

- Druckfestigkeit, Materialbestimmung
- Betondeckung (Lage der Bewehrung)
- Karbonatisierung des Beton (Alterung)
- Hohlräume, Abplatzungen
- Bauteilfeuchtigkeit
- ...

Tabelle 103: Ausgleichsfeuchte von Baustoffen (Quelle: DIN 4108 Teil 4, Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden – Wärme- und feuchtetechnische Bemessungswerte, 2013-02, S. 25, Tabelle 4)

Zeile	Baustoffe	Feuchtegehalt [kg/kg]
1	Beton mit geschlossenem Gefüge und porigen Zuschlägen	0,13
2.1	Leichtbeton mit haufwerksporigem Gefüge mit dichten Zuschlägen nach DIN 4226-2	0,03
2.2	Leichtbeton mit haufwerksporigem Gefüge mit porigen Zuschlägen nach DIN 4226-2	0,045
3	Gips, Anhydrit	0,02
4	Gussasphaltemastix	0
5	Holz, Sperrholz Spanplatten, Holzfaserplatten, Schilfrohrplatten und -matten, organische Faserdämmstoffe	0,15
6	Pflanzliche Faserdämmstoffe aus Seegras, Holz-, Torf- und Koksfasern und sonstige Fasern	0,15



Beispiel: Brandschutzbewertung einer Decke



Projekt: Pizzeria in der Nähe von Würzburg

Quelle : Sachverständiger Stephan Appel, Hauptstraße 31, 97332 Volkach, Bewertung einer Decke aus dem Jahr 2011

(c) FeuerTRUTZ Network GmbH, 2015

Aufnahme vor Ort



Projekt: Pizzeria in der Nähe von Würzburg

Quelle : Sachverständiger Stephan Appel, Hauptstraße 31, 97332 Volkach, Bewertung einer Decke aus dem Jahr 2011

(c) FeuerTRUTZ Network GmbH, 2015

Technical cross-section diagram of a double-track railway bridge with two spans of 65m each. The diagram shows a central pier and three support structures. Dimensions include span lengths (65m), support widths (15m), and various offsets (0.5m, 6m). The bridge deck is composed of Bimsbeton (light gray), Ziegelsplittbeton (red), and Vergussmörtel/Füllbeton (dark gray). A note indicates "Betondeckung $\bar{u}_B > 2,0 \text{ cm}$ (Magnetverfahren)" for the concrete cover. A legend at the bottom identifies the materials: Bimsbeton, Ziegelsplittbeton, and Vergussmörtel/Füllbeton.

Quelle : Sachverständiger Stephan Appel, Hauptstraße 31, 07332 Volkach, Bewertung einer Decke aus dem Jahr 2011

Auswertung der Aufnahme vor Ort

Die Feuerwiderstandsdauer der bestehenden Decken wird anhand der DIN 4102 – Teil 4 überprüft. Die DIN 4102 aus dem Jahr 1940 fordert für **feuerhemmende** Bauteile bei Stahlbetonbalken und –rippendecken nach DIN 4225 (02-1951) eine Mindestbalkenbreite von 100 mm und eine Mindestbetondeckung von 10 mm, wenn unterseitig keine Putzauflage auf den Balken vorhanden ist. Die Betonüberdeckung des Betonstahl in den Traggliedern wurde mit einem Magentverfahren vor Ort getestet und eine Überdeckung von >20 mm festgestellt. Die Bestimmungen für Konstruktionen aus Eisenbeton §6, Nr. 1 sehen zum Schutz für Bauteile mit feuerhemmender Bauweise eine Betondeckung von 20 mm vor.

„... Liegen in Balken die Eisen in mehreren Lagen übereinander, so ist jede Lage für sich zu umkleiden. Unterhalb der Eiseneinlagen muß in Balken noch eine Betonstärke von mindestens 2 cm, in Platten von mindestens 1 cm vorhanden sein.“

Auswertung der Aufnahme vor Ort

Die Anforderungen der Bestimmung für Konstruktionen aus Eisenbeton sowie der DIN 4102 (11-1940) für feuerhemmende Bauteile sind somit erfüllt.

Die Füllkörper der Decke haben selbst keine tragende Funktion. Zur Sicherung der Brandbeanspruchung von oben ist durchgehende und vollflächige Auflage aus 25 mm Estrich aus Zement, Anhydrit oder Steinholz erforderlich. Die Untersuchungen vor Ort haben gezeigt, dass bei einer Systemhöhe von 17,5 cm und einer Gesamthöhe bis UK Belag von 20 cm eine durchgehende Auflage aus 25mm Estrich vorhanden ist.

Auswertung der Aufnahme vor Ort

Die Anforderungen an feuerbeständige Decken können nach Untersuchung der Decke vor Ort und nach Bewertung der DIN 4102, Blatt 2 (11-1940) nicht eingehalten werden.

c) Decken

...

2, Eisenbetonplatten, wenn sie mindestens 10 cm dick sind und an der Unterseite 1,5 cm dick mit Kalkzementmörtel nach DIN 1053 auf einem Vorwurf von Zementmörtel 1 + 4 geputzt werden, Der Putz kann durch eine Rabitzdecke ersetzt werden. Der Putz kann weggelassen werden, wenn die Platten über mehrere Stützen durchlaufen oder beiderseits voll eingespannt sind und auch auf der Druckseite eine durchgehende Bewehrung erhalten, deren Querschnitt in Feldmitte noch mindestens 1/3 derjenigen der Zugbewehrung ist.

...

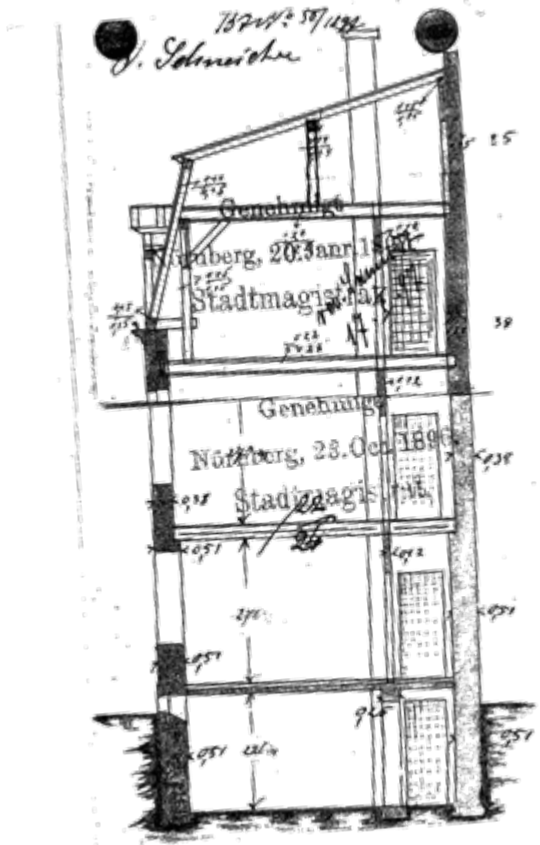
5. Eisenbetonrippendecken

.....

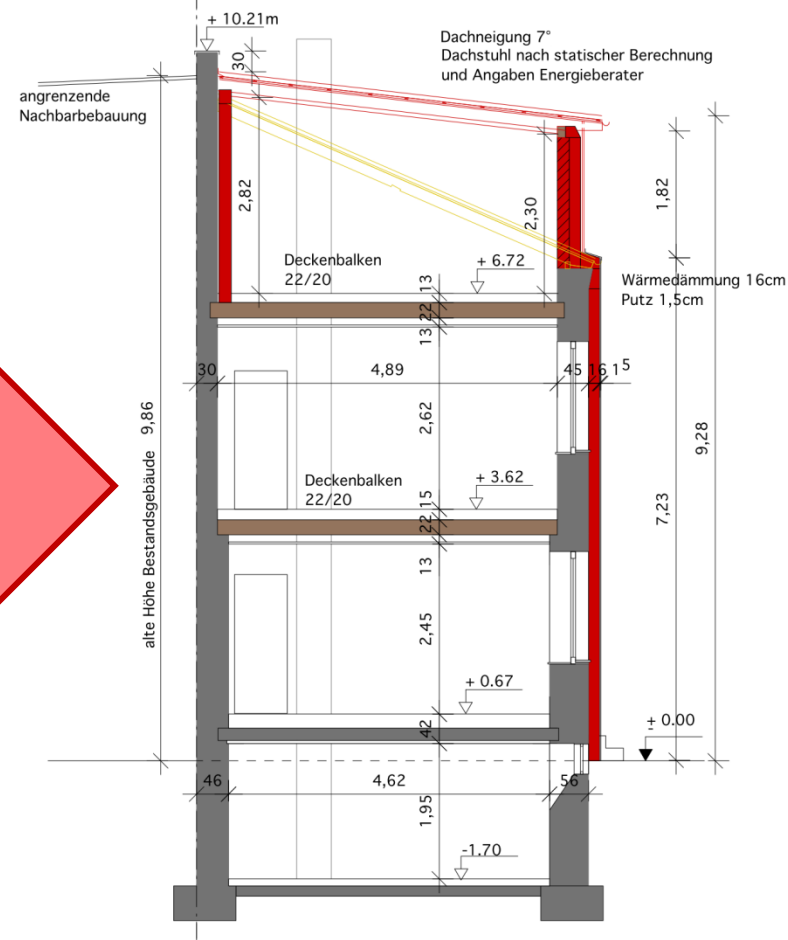
b) mit Füllkörpern aus gebranntem Ton oder Leichtbeton, wenn die Decke mindestens 20 cm dick ist und im übrigen die Voraussetzungen von c) 2 erfüllt sind.

Bei Füllkörpern aus Bimsbeton kann der Putz stets wegfallen (vgl. c) 2), wenn mindestens 3 cm dicke Fußleisten der Füllkörper den Steg der Eisenbetonrippen gegen den Angriff des Feuers schützen.

Beispiel: Brandschutzbewertung einer Holzbalkendecke



Bestand 1896
Umbau 2013/2014



Projekt: Wohnhaus in Nürnberg

Beispiel: Brandschutzbewertung einer Holzbalkendecke

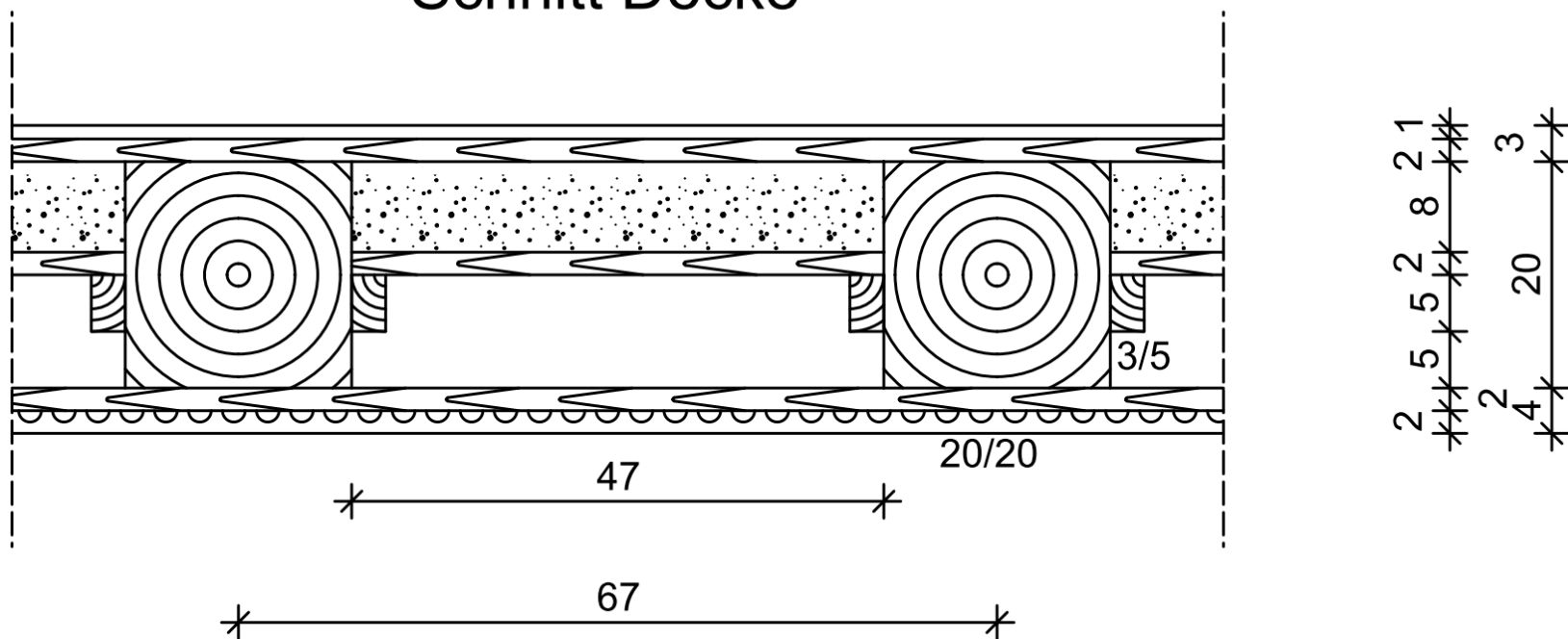


- tragende Balken
- eingebauter Fehlboden
- Sandschüttung
- Putzträger aus Schilfrohr
- Putzdicke > 2cm
- Fehlstellen wurden nachgebessert

Projekt: Wohnhaus in Nürnberg

Beispiel: Brandschutzbewertung einer Holzbalkendecke

Schnitt Decke



Die Decke kann feuerhemmend, F30B eingestuft werden.

Projekt: Wohnhaus in Nürnberg



Brandschutz im Detail – Decken

Brandschutztechnische Bewertung von Decken im Bestand

Architekt, Dipl. Ing. (FH) Stephan Appel
M.Eng. und Sachverständiger für Brandschutz
nach DIN EN ISO/IEC 17024 zertifizierter Sachverständiger
für Brandschutz und für Schäden an Gebäuden

SV | SACHVERSTÄNDIGER
ARCHITEKT STEPHAN APPEL