



Auftrag-Nr.: 22-098-A2

Bauvorhaben: Kulturhaus Beucha
Neubau Gründerzentrum
August-Bebel-Straße 60
04824 Brandis / OT Beucha

Aktenzeichen: 2023-0818

Bauherr: Stadt Brandis
Markt 1 - 3
04821 Brandis

Entwurf: quartier vier Herberg | Siebeck | Wortelkamp Architekten
Landschaftsarchitekten PartG mbH
Könneritzstraße 21
04229 Leipzig

Konstruktiver Brandschutznachweis

Sanierung Kulturhaus Beucha

Teil 2

Der nachfolgende Konstruktive Brandschutznachweis umfasst 13 Seiten und 11 Seiten Anlagen.

Aufgestellt: Leipzig, den 29.04.2024

.....
Dipl.-Ing. (FH) Frank Helbig
Geschäftsführender Partner

.....
Dipl.-Ing. Christine Heinig
Bearbeiterin



Prüfstatik



Tragwerksplanung



Bauphysik



Gutachten



Bauwerksprüfung



Ingenieurbau

Inhalt

1.	Nachweis des konstruktiven Brandschutzes	3
1.1	Vorbemerkungen	3
1.2	Grundlagen des konstruktiven Brandschutznachweis	3
1.3	Anforderungen an die Bauteile	4
2.	Nachweis der Feuerwiderstandsdauer für die Bauteile	6
2.1	§ 27/28 Tragende Wände, Pfeiler, Stützen / Außenwände	6
2.2	§ 29 Trennwände	8
2.3	§ 30 Brandwände	9
2.4	§ 31 Decken	9
2.4.1	Holzbalkendecken	9
2.4.2	Holz- Fußboden und Decke der Lüftungszentrale.....	10
2.4.3	Stahlbetonhohldielen westlicher Anbau von 1972.....	10
2.4.4	Kappendecken Kellergeschoß.....	11
2.4.5	Neue Stahlbetondecken im Kellergeschoß (F90- Eventual Position)	11
2.5	§ 32 Dächer	12
2.6	§ 34 Treppen	12
2.7	§ 35 Notwendige Treppenräume, Ausgänge	12
2.7.1	Mauerwerkswände- vorhandene Mauerwerkswände	12
3.	Anlagen	- 13 -
3.1	Gipsputz Anlage A 1	- 1 -
3.2	Stahlstützen Anlage A 2	- 2 -
3.3	Stahlunterzüge Anlage A 3	- 5 -
3.4	nichttragende raumabschließende Trennwand Anlage A 4	- 7 -
3.5	Holzbalkendecken im Bestand Anlage A 5	- 9 -
3.6	Kappendecken Anlage A 6	- 10 -

1. Nachweis des konstruktiven Brandschutzes

1.1 Vorbemerkungen

Das Gebäude hat einen unregelmäßigen rechteckigen Grundriss auf einer Fläche von Länge ca. 27 m und einer Breite von ca. 23 m. Es hat 2 Geschosse zzgl. Dachraum und ist teilweise unterkellert.

Es handelt sich um ein Mauerwerksbau, der um 1900 gebaut wurde. Die Kellerdecke ist eine Kappendecke. Die restlichen Decken sind Holzbalkendecken. Der Anbau von 1972 besitzt Massivdecken und ein Flachdach.

Gemäß Prüfbericht zum Brandschutzkonzept wird das Gebäude in die Gebäudeklasse 3 eingeordnet, sowie auf Grundlage des Bestuhlungsplanes für den Saal erfolgt die Zuordnung als nicht geregelter Sonderbau.

Gemäß Sächsischer Bauordnung ist für die tragenden Bauteile die Anforderung **feuerhemmend** zu erfüllen, im Kellergeschoss **feuerbeständig**, für das Dachgeschoss bestehen keine Anforderungen.

Die Gliederung des konstruktiven Brandschutznachweises orientiert sich an den Vorgaben der SächsBO.

Bei der Ausführung sind die Mindestbauteildicken und Betonüberdeckungen infolge Brandschutz einzuhalten. Hierbei ist aber zu prüfen, ob statische oder brandschutztechnische Vorschriften maßgebend sind.

Es wird nur die Feuerwiderstandsdauer der tragenden Bauteile nachgewiesen. Nachweise die das Ausbaugewerk betreffen, z.B. leichte Trennwände mit Feuerwiderstandsanforderungen, sind nicht Gegenstand dieser Zusammenstellung,

Die Vorgaben aus dem Brandschutzkonzept (im Folgenden abgekürzt: BSK) zu Abweichungen und Ertüchtigungsmaßnahmen sind einzuhalten.

1.2 Grundlagen des konstruktiven Brandschutznachweis

Grundlagen für nachfolgende Nachweise sind die vorliegenden Unterlagen:

- Entwurfsplanung Kulturhaus Beucha von quartier vier, Könnerritzstraße 21 in 04229 Leipzig, vom 08.05.2023
- Brandschutzkonzept des Brandschutzbüro Dr.-Ing. Rönn AZ22-099-01 vom 25.05.2023, 1.Fortschreibung AZ22-099 vom 01.02.2024

Der Nachweis des konstruktiven Brandschutzes wird auf der Grundlage der derzeitigen gültigen Normen und Vorschriften erstellt. Im Einzelnen werden berücksichtigt:

- Vorschriften/ Literatur Sächsische Bauordnung von 2004 sowie Fassung der Bekanntmachung von 2016
- DIN 4102 Brandverhalten von Bauteilen; sowie DIN EN 1992-1-2 Stahlbetonbau Bemessung Brandfall; DIN EN 1992-1-3 Stahlbau Bemessung Brandfall; DIN EN 1996-1-2 Mauerwerksbau Bemessung Brandfall
- Baulicher Brandschutz im Bestand, Gerd Geburigt, Beuth Verlag, 2. Auflage 2014

Bei der Verwendung zugelassener Produkte sind neben den genannten Vorschriften auch die Zulassungen bzw. Prüfzeugnisse und die Herstellerangaben unbedingt zu beachten.

1.3 Anforderungen an die Bauteile

Die jeweiligen Anforderungen an die Feuerwiderstandsdauer der einzelnen tragenden Bauteile ergeben sich aus der Sächsischen Bauordnung (SächsBO) in der Fassung vom 11. Mai 2015, zuletzt geändert durch am 20.12.2022 (SächsGVBl. S. 705). Diese werden hier aus dem Brandschutzkonzept für das Bauvorhaben ``Sanierung Kulturhaus Beucha mit Neubau Gründerzentrum & Stadt-Land-Labor`` dargestellt und kommentiert, ausführliche Angaben siehe dort.

Hinweis: Die aufgeführten Paragraphen und Absätze werden nicht in allen Fällen vollständig zitiert.

- **Tragende Wände, Stützen** §27 SächsBO
Sämtliche tragende und aussteifende Bauteile wie Wände und Stützen müssen im Brandfall ausreichend lang standsicher sein. Sie sind feuerhemmend auszubilden. Dies gilt nicht für Geschosse im Dachraum, da darüber keine Aufenthaltsräume möglich sind. Im Kellergeschoss müssen tragende Wände und Stützen feuerbeständig sein.
- **Außenwände** §28 SächsBO
Außenwände und Außenwandteile müssen so ausgebildet werden, dass eine Brandausbreitung ausreichend lang begrenzt ist.
- **Raumabschließende Trennwände** §29 SächsBO
Trennwände müssen als raumabschließende Bauteile ausreichend lang widerstandsfähig gegen Brandausbreitung sein. Trennwände müssen die Feuerwiderstandsfähigkeit der tragenden und aussteifenden Bauteile des jeweiligen Geschosses haben.
Objektbezogen bestehen für die Trockenbauwände als Trennwände zwischen den Räumen keine Brandschutzanforderungen, näherer Ausführungen siehe BSK.
- **Decken** §31 SächsBO
Decken müssen als tragende und raumabschließende Bauteile zwischen Geschossen im Brandfall ausreichend lang standsicher und widerstandsfähig gegen die Brandausbreitung sein. Sie müssen feuerhemmend sein.
Die bestehenden Holzbalkendecken bleiben unverändert und besitzen in der Regel einen Feuerwiderstand von 30 Minuten, feuerhemmend.
Die ``Preußische Ziegelkappendecke`` ist im Kellergeschoß feuerbeständig auszuführen bzw. zu ertüchtigen.

- **Dächer** **§32 SächsBO**
Die Dachhaut muss gegen Flugfeuer und strahlende Wärme widerstandsfähig sein (harte Bedachung).
- **Treppen** **§34 SächsBO**
Die tragenden Teile notwendiger Treppen müssen aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen und feuerhemmend sein.
Objektbezogen besteht eine Abweichung zu den Anforderungen der SächsBO, wonach die bestehende Treppe im Anbau / großer Treppenraum als interne Treppe eingestuft wird. Sie besteht aus einer Stahlkonstruktion, mit nichtbrennbaren Baustoffen.
- **Notwendige Treppenräume** **§35 SächsBO**
Wände notwendiger Treppenräume müssen feuerhemmend sein und aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen.
Der obere Abschluss notwendiger Treppenräume muss mindestens feuerhemmend sein. Dies gilt nicht, wenn der obere Abschluss das Dach ist und die Treppenraumwände bis unter die Dachhaut reichen.
- **Notwendige Flure** **§36 SächsBO**
Die Wände notwendiger Flure müssen als raumabschließende Bauteile feuerhemmend, in Kellergeschossen feuerbeständig sein.

Begriffsdefinition:

Feuerbeständig	= R 90	Bauteil mit einer Feuerwiderstandsdauer von 90 Minuten und in den wesentlichen tragenden Teilen aus nichtbrennbaren Stoffen bestehend. Verkleidung aus brennbaren Stoffen.
	REI-M 90	tragendes Bauteil nicht brennbar mit Sonderanforderung Brandwandqualität (Restragfähigkeit nach Abbrandzeit) – mit Raumabschluss (EI)
	EI 90	nichttragende Innenwände
Hochfeuerhemmend	= R 60	Bauteil mit einer Feuerwiderstandsdauer von 60 Minuten
Feuerhemmend	= R 30	Bauteil mit einer Feuerwiderstandsdauer von 30 Minuten aus brennbaren Baustoffen

2. Nachweis der Feuerwiderstandsdauer für die Bauteile

2.1 § 27/28 Tragende Wände, Pfeiler, Stützen / Außenwände

1) Mauerwerkswände: im Bestand

Tragende, raumabschließende Mauerwerkswände:(mehrsseitige Brandbeanspruchung)

<p>DIN EN 1996-1-2/NA:2022-09 Tabelle NA B.1.2 erf.: R 90 – feuerbeständig - KG</p> <p>Mauerziegel nach DIN 105 Teil 1 Rohdichteklasse $\geq 1,2$ ohne Putz / mit beidseitigem Putz $\alpha_{6,fi} \leq 0,15$ min. d $\geq 11,5$ cm / 11,5 cm $\alpha_{6,fi} \leq 0,42$ min. d $\geq 14,0$ cm / 11,5 cm $\alpha_{6,fi} \leq 0,70$ min. d $\geq 17,5$ cm / 11,5 cm</p> <p>erf.: R 30 – feuerhemmend - NG</p> <p>Mauerziegel nach DIN 105 Teil 1 Rohdichteklasse $\geq 1,2$ ohne Putz / mit beidseitigem Putz $\alpha_{6,fi} \leq 0,15$ min. d $\geq 11,5$ cm / 11,5 cm $\alpha_{6,fi} \leq 0,42$ min. d $\geq 11,5$ cm / 11,5 cm $\alpha_{6,fi} \leq 0,70$ min. d $\geq 11,5$ cm / 11,5 cm</p>	<p>vorh. $\geq F90 - A$ Mauerziegel ohne / mit beidseitigem Putz Keller AW vorh. d ~ 42 cm → Wand darf zu 100 % ausgelastet werden → Nachweis erfüllt</p> <p>Keller IW vorh. d = 15 cm /inkl. Putz → Wand darf zu 50 % ausgelastet werden → Nachweis erfüllt</p> <p>Keller IW vorh. d = 15 cm /inkl. Putz → Wand darf zu 50 % ausgelastet werden → Nachweis erfüllt</p> <p>vorh. $\geq F30 - A$ Erdgeschoss vorh. d ~ 40 bis 15 cm → Wand darf zu 100 % ausgelastet werden → Nachweis erfüllt</p> <p>1. Obergeschoss vorh. d ~ 40 bis 15 cm → Wand darf zu 100 % ausgelastet werden → Nachweis erfüllt vorh. d ~ 15 cm (mit Putz)</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2) Mauerwerkswände: Neue Wände

Tragende, raumabschließende Mauerwerkswände:(mehrsseitige Brandbeanspruchung)

<p>erf. R30 DIN EN 1996-1-2/NA, Tabelle B.1.4 und 2.4 Mauerziegel nach DIN 105 Teil 1, Rohdichteklasse $\geq 1,2$ ohne Putz / beidseitiger Putz $\alpha_{6,fi} \leq 0,70$ min. d $\geq 11,5$ cm / 11,5 cm</p> <p>Kalksandsteine nach DIN 106, unter Verwendung von Normalmauermörtel ohne Putz / mit beidseitigem Putz $\alpha_{6,fi} \leq 0,70$ min. d $\geq 11,5$ cm / 11,5 cm</p> <p>Porenbetonsteine nach DIN EN 771-4 Rohdichteklasse $\geq 0,4$ ohne Putz / beidseitiger Putz $\alpha_{6,fi} \leq 0,70$ min. d $\geq 11,5$ cm / 11,5 cm</p>	<p>vorh.: R 30</p> <p>neues Mauerwerk nach DIN 105 Teil 1, ohne / mit beidseitigem Putz, vorh. d $\geq 24,0$ cm</p> <p>neues Mauerwerk nach DIN 106, ohne / mit beidseitigem Putz, vorh. d $\geq 17,5$ cm</p> <p style="text-align: right;">→ Nachweis erfüllt</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Auftrag-Nr.: 22-098-A2

Konstruktiver Brandschutznachweis

3) Mauerwerkspfeiler

mehrseitige Brandbeanspruchung

<p>erf.: R 30 DIN EN 1996-1-2/NA, Tabelle B.1.4</p> <p>Voll- und Hochlochziegel nach DIN EN 771-1 in Verbindung mit DIN 20000-401 und DIN EN 1996-1-1/NA:2012-05, Anhang M, bzw. DIN 105-100 Lochung: Mz, HLz A, HLz B, HLzT1 Rohdichteklasse $\geq 1,2$ unter Verwendung von Normalmauermörtel $\alpha_{6,fi} \leq 0,70$ min. d = 24,0 cm / b = 36,5 cm</p>	<p>vorh.: R 30</p> <p>vorhandene Pfeiler aus Ziegelmauerwerk in Anlehnung an die DIN 105-100, mit allseitigem Putz vorh. b/d ca. 30 / 54 \geq 24/ 36,5 cm</p> <p style="text-align: right;">→ Nachweis erfüllt</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

4) Neue Stahlbetonstützen (Eventualpos.)

mehrseitige Brandbeanspruchung

<p>erf.: R 90 - KG DIN EN 1992-1-2/NA, Tabelle 5.2a - min. d = 35 cm mit erf. a = 5,3 cm - Heißbemessung bei kleineren Abmessungen erforderlich</p> <p>erf.: R 30 - NG DIN EN 1992-1-2/NA, Tabelle 5.2a - min. d = 20 cm mit erf. a = 3,2 cm - min. d = 30 cm mit erf. a = 2,7 cm</p>	<p>vorh.: R 90</p> <p>- Stützen b/ d \geq 35/ 35 cm - Betondeckung: c \geq 4,0 cm</p> <p style="text-align: right;">→ Nachweis erfüllt</p> <p>- Stützen b/ d \geq 20/ 20 cm - Betondeckung: c \geq 3,0 cm - bzw. Heißbemessung gemäß statischer Berechnung</p> <p style="text-align: right;">→ Nachweis erfüllt</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

5) Neue Stahstützen (Eventualpos.)

mehrseitige Brandbeanspruchung

<p>erf.: F 30/ R 30</p> <p>QRO 100 x 5 mm (A = 18,40 cm²), S235 (U = 40 cm), $\rightarrow U/A = 40/18,4 \times 100 = 214$</p> <p>HEA 160 (A=38,8cm², U=62,4cm) U/A = 161</p>	<p>vorh.: F 30-A</p> <p>- Promatect-L-Brandschutzbauplatten Beplankung 20 mm</p> <p>Oder</p> <p>- Promatect-H-Brandschutzbauplatten Beplankung 15+10 mm</p> <p>\rightarrow siehe Anlage (A2) oder verglb.</p> <p style="text-align: right;">→ Nachweis erfüllt</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

6) Tragende Stahlträger

drei- und vierseitige Brandbeanspruchung

<p>erf.: F 30/ R 30</p> <p>HEB 400, S235 ... S355 (A = 197,8 cm², U=100cm 3-seitig) U/A=56</p>	<p>vorh.: F 30-A</p> <p>- Promatect-L-Brandschutzbauplatten Beplankung 20 mm</p> <p>Oder</p> <p>- Promatect-H-Brandschutzbauplatten Beplankung 15+10 mm</p> <p>\rightarrow siehe Anlage (A2) oder verglb.</p> <p>Oder gleichwertig</p> <p>\rightarrow siehe Anlage (A2)</p> <p style="text-align: right;">→ Nachweis erfüllt</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Auftrag-Nr.:22-098-A2

Konstruktiver Brandschutznachweis

<p>F 30 vorh. Sturzträger / > 3IPE 140 $A = 3 \times 16,4 = 49,2 \text{ cm}^2$, $U = 49,6 \text{ cm}$ 3-seitig) $U/A = 100$</p>	<p>- Promatect-L-Brandschutzbauplatten Beplankung 20 mm Oder - Promatect-H-Brandschutzbauplatten Beplankung 15+10 mm → siehe Anlage (A2) oder verglb. Oder Brandschutzputz $d = 15 \text{ cm}$ F30 Anlage A1 → Nachweis erfüllt</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2.2 § 29 Trennwände

1) Trennwände zwischen verschiedenen Nutzungseinheiten

Gemäß BSK werden an die Trockenbauwände zwischen Räumen mit unterschiedlicher Nutzung keine Brandschutzanforderungen gestellt.

2) Trennwand Mauerwerk im EG Garderobe, Abstellraum, Flur

Nach Bestandsunterlagen beträgt die Wand 12 cm und Mauerwerk Annahme aus LLZ MGII (1971)

<p>Tabelle NA B.1.2 erf.: R 30 Mauerziegel nach DIN 105 Teil 2 Rohdichteklasse $\geq 0,8$ mit beidseitigem Putz</p> <p>Leichthochlochziegel Lochung A und B Rohdichteklasse $\geq 0,8$ $\alpha_{6,fi} \leq 0,15$ min. $d \geq 11,5 \text{ cm} + \text{Putz}$ $\alpha_{6,fi} \leq 0,42$ min. $d \geq 11,5 \text{ cm} + \text{Putz}$ $\alpha_{6,fi} \leq 0,70$ min. $d \geq 11,5 \text{ cm} + \text{Putz}$</p>	<p>vorh. $\geq R 30$ Mauerziegel nach DIN 105 Teil 2 Rohdichteklasse = 0,8 mit beidseitigem Putz</p> <p>Leichthochlochziegel</p> <p>vorh. $d = 12 \text{ cm}$ → Wand darf zu 100 % ausgelastet werden → Nachweis erfüllt</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

3) Neue Trennwand Trockenbau im EG Raum Flur-Buffer / Lager

Einbau einer nichttragenden Montagewand mit Unterkonstruktion aus Stahlblechprofilen und beidseitiger Beplankung aus Gipsplatten in EI 30 (Trockenbauwand in F30-Qualität).
 Der Deckenanschluss ist gleitend F30 auszuführen.

Mögliche Ausführung siehe Anlage A 4 oder vglb.

2.3 § 30 Brandwände

Gemäß BSK sind keine Brandwände aufgrund der Gebäudeabmessungen und dessen Lage erforderlich.

2.4 § 31 Decken

2.4.1 Holzbalkendecken

Da es sich um ein Bestandsgebäude mit Holzbalkendecken handelt und keine Nutzungsänderung vorliegt, müssen die Geschossdecken weiterhin nur den feuerhemmenden Anforderungen (F30) genügen.

Einseitige Brandbeanspruchung

<p>erf.: F 30/ REI 30 DIN 4102-T4, Literatur und Herstellerangaben</p> <p>- traditionelle Holzbalkendecke mit Schüttung aus Schlacke/ Sand, Rohrputz auf Sparschalung Einschubdecke: Holzbalken 18/26, Abstand 60 bis 85cm</p>	<p>vorh.: F 30-B/ REI 30</p> <p>- gemäß Literatur im Bestand ca. F 30-B (Siehe Anlage A 5)</p> <p style="text-align: right;">→ Nachweis erfüllt</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Die teilweise notwendigen Verstärkungen mit Stahlträgern werden in F30 ausgeführt, siehe §27.

Die Brandschottung der Haustechnik erfolgt in Deckenebene mit zugelassenen Systemen.

Auftrag-Nr.:22-098-A2

Konstruktiver Brandschutznachweis

2.4.2 Holz- Fußboden und Decke der Lüftungszentrale

Im Dachraum des Bestandsgebäude sind wegen der Höhe von weniger als 2,20m Aufenthaltsräume nicht möglich. Daher bestehen an die Decke über dem Saal bei Gebäudeklasse 3 hinsichtlich des Feuerwiderstandes keine Anforderungen.

Des weiteren ist für Decke / Fußboden und Leitungsführung die Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Lüftungsanlagen (Muster-Lüftungsanlagen-Richtlinie M-LÜAR) zu beachten.

2.4.3 Stahlbetonhohldielen westlicher Anbau von 1972

Die Massivdeckenbereiche sind unterseitig zu begutachten. Die ggf. freiliegenden Stahlträger sind zu verputzen oder zu verkleiden.

Da die Betonstärke und der Abstand der Tragbewehrung von der Unterseite her nicht bekannt sind, sind diese mit einem Putz von 25 mm Dicke zu versehen.

Auch für die Stahlträger ist eine Mindestputzdicke (Mörtelgruppe P IV a oder P IVb) von 25 mm erforderlich. Der Putzträger muss mindestens 10 mm durchdrungen werden, dadurch ergibt sich eine Gesamtputzdicke der freiliegenden Stahlträger von 35 mm.

Alternativ kann eine durchgehende Unterdecke (F30-A) angebracht werden.

Stahlbetonhohldielen

einseitige Brandbeanspruchung

erf.: F 30/ REI 30 DIN 4102-T4, Tab. 13 Stahlbetonhohldielen aus Normalbeton - Mindestdicke d = 8 cm - Mindestachsabstand Bewehrung u = 10 mm	vorh.: F 30-A/ REI 30 Stahlbetonhohldielen aus Normalbeton - Deckenstärke d ≥ 8 cm - Achsabstand Bewehrung u ≥ 10 mm <p style="text-align: right;">→ Nachweis erfüllt</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Stahlträger in Decken aus Stahlbetonhohldielen

einseitige Brandbeanspruchung

erf.: F 30/ REI 30 DIN 4102-T4, Tab. 29/ 92 bzw. Herstellerangaben - Trägerunterflansche verputzt mit 5 mm Mindestputzdicke über Putzträger, Mörtelgruppe PIVa und PIVb bei Durchdringung des Putzträgers von ≥ 10 mm - über Trägeroberflansch Aufbau für F 30/ REI 30 mittels Tragschalung und Fußbodenaufbau	vorh.: F 30-A/ REI 30 - bauseitige Kontrolle des Trägerputz; soweit erforderlich, Putz ergänzen/ erneuern - alternativ GKF-Platten 1 x 12,5 mm <p style="text-align: right;">→ Nachweis erfüllt</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2.4.4 Kappendecken Kellergeschoß

einseitige Brandbeanspruchung

<p>erf.: F 90/ REI 90 DIN 4102-T4, Tabelle 29</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gewölbe-/ Kappendecke $d \geq 10$ cm - freiliegende Trägerunterflansche verputzt mit 25 mm Mindestputzdicke über Putzträger, Mörtelgruppe PIVa und PIVb bei Durchdringung des Putzträgers von ≥ 10 mm - über Trägeroberflansch Mindestdicke eines Estrichs von 2,5 cm bzw. Mindestbetondeckung von 6,5 cm 	<p>vorh.: F 90-A</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gewölbe aus Vollziegeln, verputzt, $d \geq 11,5$ cm - unterseitig freiliegende Trägerflansche verputzen, wie angegeben; alternativ mit 2 x 15 mm GKF-Platten o.glw. für F 90 bekleiden (Anlage A 7) - über Trägeroberflansch ≥ 10 cm Aufbeton (Leichtbeton) und $\geq 3,0$ cm Gussasphalt bzw. Zementestrich größerer Stärke <p style="text-align: right;">→ Nachweis erfüllt</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2.4.5 Neue Stahlbetondecken im Kellergeschoß (F90- Eventual Position)

2-achsig gespannt, statisch bestimmt und unbestimmt

<p>erf.: REI 90 DIN EN 1992-1-2, Tabelle 5.8</p> <p>min. $h = 10$ cm Mindestachsabstand der unteren Feldbewehrung $1,5 < l_y/l_x \leq 2,0$ erf. $a \geq 2,0$ cm $l_y/l_x \leq 1,5$ erf. $a \geq 1,5$ cm mit $l_y =$ längere Spannweite</p>	<p>vorh.: REI 90</p> <p>vorh. $h \geq 18$ cm > 10 cm Betondeckung untere Lage: $c \geq 2,5$ cm vorh. $a = 2,5 + 0,8/2 = 2,9$ cm $> 2,0$ cm</p> <p style="text-align: right;">→ Nachweis erfüllt</p> <p><u>Bei der Ausführungsplanung zu berücksichtigen:</u> Die Stützbewehrung ist an jeder Stelle gegenüber der DIN 1045-1 erforderlichen Stützbewehrung um $0,15 \times l_{eff}$ zu verlängern. Bei durchlaufenden Platten ist l_{eff} die Stützweite des angrenzenden größeren Feldes.</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

1-achsig gespannt, statisch bestimmt und unbestimmt

<p>erf.: REI 90 DIN EN 1992-1-2, Tabelle 5.8</p> <p>min. $h = 10$ cm erf. $a \geq 3,0$ cm (unten)</p>	<p>vorh.: REI 90</p> <p>vorh. $h \geq 18$ cm > 10 cm Betondeckung untere Lage $c \geq 3,0$ cm vorh. $a = 3,0 + 0,8/2 = 3,4$ cm $> 3,0$ cm</p> <p style="text-align: right;">→ Nachweis erfüllt</p> <p><u>Bei der Ausführungsplanung zu berücksichtigen:</u> analog 2-achsig gespannte Platten</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Auftrag-Nr.:22-098-A2

Konstruktiver Brandschutznachweis

2.5 § 32 Dächer

Den oberen Abschluss bildet ein Mansard-Holzdach, Eindeckung mit Bitumen-Dachbahnen, welches die Anforderung einer harten Bedachung erfüllt. Der Nachweis der verwendeten Materialien ist zu erbringen.

2.6 § 34 Treppen

Treppenläufe und –podeste:

- Treppenhaus KG/EG- T1 : notwendige Treppe in Massivbauweise → nicht brennbar → Anforderung erfüllt
- Treppenhaus DG/EG- T2 : notwendige Treppe in Massivbauweise → nicht brennbar → Anforderung erfüllt
- Treppenhaus Anbau- T3: Einstufung in interne Treppe (siehe BSK): Stahlkonstruktion → ohne Brandschutz Anforderungen

2.7 § 35 Notwendige Treppenräume, Ausgänge

Anforderung gemäß BSK: REI-M 30 / REI 30

2.7.1 Mauerwerkswände- vorhandene Mauerwerkswände

<p>DIN EN 1996-1-2/NA:2022-09 Tabelle NA B.1.2 erf.: R 90 – feuerbeständig - KG</p> <p>Mauerziegel nach DIN 105 Teil 1 Rohdichteklasse $\geq 1,2$ ohne Putz / mit beidseitigem Putz</p> <p>$\alpha_{6,fi} \leq 0,15$ min. d $\geq 11,5$ cm / 11,5 cm $\alpha_{6,fi} \leq 0,42$ min. d $\geq 14,0$ cm / 11,5 cm $\alpha_{6,fi} \leq 0,70$ min. d $\geq 17,5$ cm / 11,5 cm</p>	<p>vorh. d = 15 cm inkl. Putz TRH 1-Bestandswand</p> <p>→ Wand darf nur zu 50% ausgelastet werden; Wand erhält zusätzliche Belastung aus Massivtreppe → neue Wand d=24 cm</p> <p style="text-align: right;">→ Nachweis erfüllt</p>
<p>Tabelle NA B.1.2 erf.: R 30</p> <p>Mauerziegel nach DIN 105 Teil 2 Rohdichteklasse $\geq 0,8$ mit beidseitigem Putz</p> <p>Leichthochlochziegel Lochung A und B Rohdichteklasse $\geq 0,8$</p> <p>$\alpha_{6,fi} \leq 0,15$ min. d $\geq 11,5$ cm + Putz $\alpha_{6,fi} \leq 0,42$ min. d $\geq 11,5$ cm + Putz $\alpha_{6,fi} \leq 0,70$ min. d $\geq 11,5$ cm + Putz</p>	<p>vorh. $\geq R 30$</p> <p>Annahme des vorh. MW: Mauerziegel nach DIN 105 Teil 2 Rohdichteklasse = 0,8 mit beidseitigem Putz</p> <p>vorh. d = 12 cm → Wand darf zu 100 % ausgelastet werden →raumabschließende, feuerhemmende Trennwand, oberer Deckenanschluss F30 ausbilden</p> <p style="text-align: right;">→ Nachweis erfüllt</p>



3. Anlagen

3.1	Gipsputz Anlage A 1	- 1 -
3.2	Stahlstützen Anlage A 2	- 2 -
3.3	Stahlunterzüge Anlage A 3	- 5 -
3.4	nichttragende raumabschließende Trennwand Anlage A 4	- 7 -
3.5	Holzbalkendecken im Bestand Anlage A 5	- 9 -
3.6	Kappendecken Anlage A 6	- 10 -

Auftrag-Nr.: 22-098-A2

Konstruktiver Brandschutznachweis

3.1 Gipsputz Anlage A 1



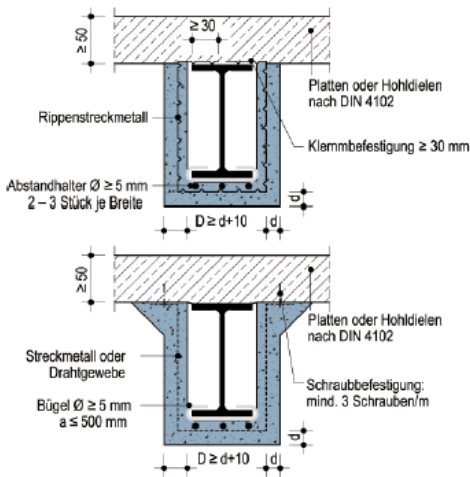
Brandschutz mit Gipsputz
Brandschutz nach DIN 4102-4

Brandschutz mit Gipsputz auf Stahlkonstruktionen

Die Feuerwiderstandsklasse von Stahlkonstruktionen ist vom Profilquerschnitt A und der Wärmeinstrahlfläche (Umfang) U abhängig. Somit ist das U/A-Verhältnis entscheidend für die Ermittlung der erforderlichen Bekleidungsdicke. Der maximale U/A-Wert nach DIN 4102-4 beträgt 300 m⁻¹. Ein Korrosionsschutz der Stahlbauteile ist erforderlich.

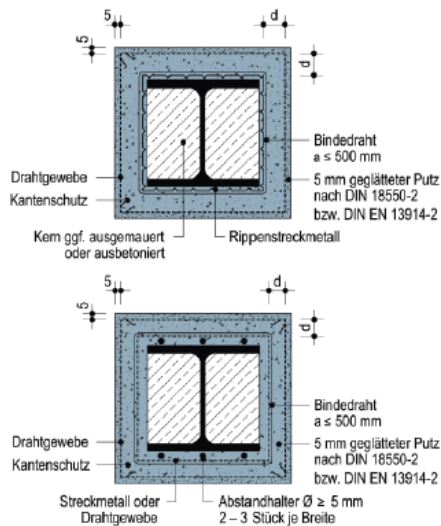
Stahlträger

Damit der Gipsputz den Putzträger in der bei Stahlträgern geforderten Mindestdicke von 10 mm durchdringen kann, sind Abstandshalter erforderlich. Zur Verbesserung des Feuerwiderstands von Stahlteilen mit Gipsputz muss mit nicht brennbaren Putzträgern wie z. B. Rippensteckmetall gearbeitet werden.



Stahlstützen

Stahlstützen sind zusätzlich mit einem Kantenschutz und einem nahe der Oberfläche liegenden Drahtgewebe zu versehen, welches mit mindestens 5 mm Gipsputz überdeckt sein muss.



d Putzdicke über Putzträger

D Gesamtputzdicke (über und unter Putzträger)

Mindestdicke von Gipsputzen auf bekleideten Stahlträgern ohne Ausmauerung

U/A	Mindestdicke in mm über Putzträger bei Gipsputz (+10 mm Durchdringung des Putzträgers)				
	F30	F60	F90	F120	F180
< 90	5	5	15	15	25
90 – 119	5	5	15	25	–
120 – 179	5	15	15	25	–
180 – 300	5	15	25	–	–

Mindestdicke von Gipsputzen auf bekleideten Stahlstützen

U/A	Mindestdicke in mm über Putzträger bei Gipsputz				
	F30	F60	F90	F120	F180
< 90	10	10	35	35	45
90 – 119	10	20	35	45	60
120 – 179	10	20	45	45	60
180 – 300	10	20	45	60	60

Auftrag-Nr.: 22-098-A2

Konstruktiver Brandschutznachweis

3.2 Stahlstützen

Anlage A 2



Tragwerksglieder

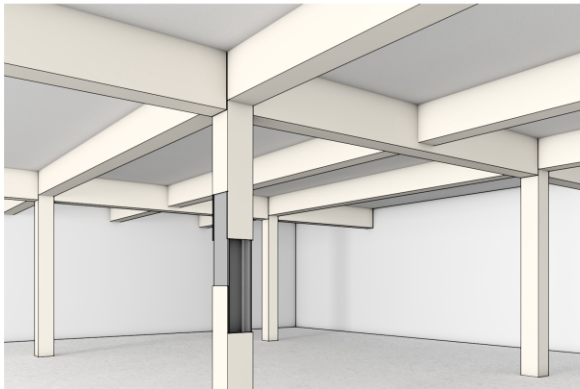


Konstruktion 415

30 - 180

Bekleidung für Stahlstützen, F 30-A - F 180-A

415



Nachweis(e)

ABP Nr. P-3186/4559-MPA BS
 ABP Nr. P-3698/6989-MPA BS
 entsprechend Verwaltungsvorschrift TB lfd. Nr. C 4.1
 Weitere Dokumente der MPA BS (auf Anfrage)

Merkmale

- Nachweis für offene und geschlossene Stahlprofile, teilweise bis U/A-Wert 400 m²
- rechteckige und profilfolgende Bekleidung
- vier-, drei-, zwei- und einseitige Ausführung
- auch in Kombination mit Stahlunterzügen und -fachwerkträgern
- geringe Bekleidungsstärken, ein- oder zweilagig
- hohe Oberflächenfestigkeit mit PROMATECT®-H

Außenanwendung

feuchtigkeitsunempfindliche PROMATECT®-Platten (Details auf Anfrage)

0052012

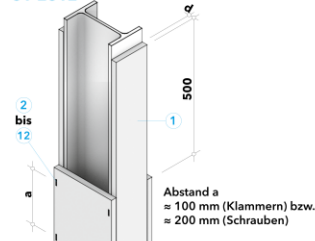
Zur Erhaltung der Tragfähigkeit von Stahlstützen bieten PROMATECT®-Bekleidungen einen zuverlässigen Schutz im Brandfall. Die hohe Stabilität der zementgebundenen Platten erlaubt eine Ausführung ohne zusätzliche Unterkonstruktion.

Für besondere architektonische Anforderungen stehen alternativ auch Lösungen mit einer runden Bekleidung aus PROMATECT®-FS-Rohrschalen zur Verfügung. Konstruktive Einzelheiten siehe Promat-Konstruktion 445.86.

Plattenanordnung

Bei den Zuschnittbreiten der PROMATECT®-Platten sind die Walmtoleranzen der Stahlprofile nach DIN EN 10034 sowie die Einbautoleranzen vor Ort zu berücksichtigen. Horizontale Plattenstöße werden zueinander um 500 mm versetzt angeordnet. Die Plattendicke *d* ist entsprechend dem U/A-Wert und dem Feuerwiderstand zu bestimmen.

01-2012



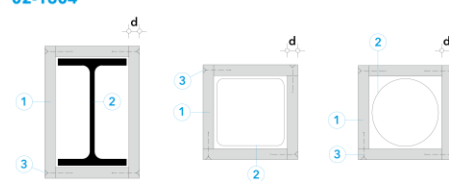
d	PROMATECT®	Position
10 mm		2
12 mm	H	3
15 mm		4
20 mm	H	5 7
	L	6 7
25 mm	H	8 9
	L	6 7
30 mm		9 10
40 mm	L	11 12

- ① PROMATECT®-H bzw. -L
- ② Stahldrahtklammer 28/6,9/5,1,17
- ③ Stahldrahtklammer 28/10,7/1,34
- ④ Stahldrahtklammer 38/10,6/1,51
- ⑤ Stahldrahtklammer 50/10,6/1,51
- ⑥ Stahldrahtklammer 50/11,2/1,53
- ⑦ Grobgewindeschraube 4,5 × 50
- ⑧ Stahldrahtklammer 63/10,7/1,34
- ⑨ Grobgewindeschraube 5,0 × 60
- ⑩ Stahldrahtklammer 63/11,2/1,53
- ⑪ Stahldrahtklammer 80/12,2/2,03
- ⑫ Grobgewindeschraube 5,0 × 80

Plattenbefestigung

Mit den PROMATECT®-Platten können sowohl offene als auch geschlossene Stahlprofile mit variablen Querschnittsformen und Abmessungen rechteckig bekleidet werden. Die hohe Stabilität der Platten erlaubt eine ausschließlich stirnseitige Verklammerung bzw. Verschraubung. Eine Unterkonstruktion oder die Befestigung im Stahlprofil ist nicht erforderlich.

02-1604

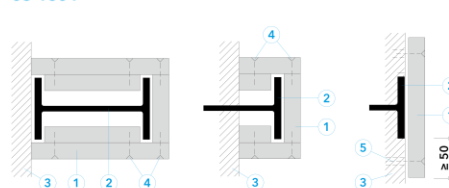


- ① PROMATECT®-H bzw. -L, Bekleidungsstärke nach U/A-Wert und Feuerwiderstandsklasse
- ② Stahlprofile mit offenem oder geschlossenem Querschnitt
- ③ Stahldrahtklammer bzw. Grobgewindeschraube, Abmessungen nach Bekleidungsstärke

Drei-, zwei- und einseitige Bekleidung

Bei dieser Ausführung kann die Plattenbefestigung auf verschiedene Art erfolgen. Details dazu sowie für eine zweiseitige Bekleidung auf Anfrage. Zur Ermittlung der Plattendicke ist in diesen Fällen beim U/A-Verhältnis immer nur der anteilige Wert für den tatsächlich beflamten Umfang (U) zu berücksichtigen.

03-1604



- ① PROMATECT®-H bzw. -L, Bekleidungsstärke nach U/A-Wert und Feuerwiderstandsklasse
- ② Stahlprofile mit offenem oder geschlossenem Querschnitt
- ③ Massivwand, Feuerwiderstand ≥ Feuerwiderstandsklasse der Brandschutzbekleidung
- ④ Stahldrahtklammer bzw. Grobgewindeschraube, Abmessungen nach Bekleidungsstärke
- ⑤ Schraube mit Dübel, Abst. ≈ 500 mm

Auftrag-Nr.: 22-098-A2

Konstruktiver Brandschutznachweis

Promatect-H-Brandschutzbauplatten

Beplankung 20+15 mm

MPA BRAUNSCHWEIG
Seite 5 | Allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis Nr. P-3186/4559-MPA BS vom
12.11.2020



Die Liste der Unterlagen, auf deren Grundlage das allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnis erteilt wurde, ist bei der Prüfstelle hinterlegt.

2.2 Bestimmungen für die Ausführung

Die erforderliche Mindestdicke der kastenförmigen Bekleidung mit „PROMATECT-H-Brandschutzbauplatten“ zur Einstufung der Stahlstützen in die Feuerwiderstandsklasse F 30-A bis F 180 A sind in Abhängigkeit vom A_P/V -Wert $\leq 300 \text{ m}^{-1}$ der Tabelle 2 und der Tabelle 3 zu entnehmen.

Tabelle 2: Mindestbekleidungs-dicken für Stahlstützen zur Einstufung in eine Feuerwiderstandsklasse F.....in Abhängigkeit vom A_P/V -Wert (einlagige Bekleidung)

Feuerwiderstandsklasse	Profilbeiwert	Mindestbekleidungs-dicke d_{erf} in mm				
		10	12	15	20	25
F 30-A	$A_P/V \text{ [m}^{-1}\text{]}$	≤ 250	≤ 300	≤ 300	≤ 300	≤ 300
F 60-A	$A_P/V \text{ [m}^{-1}\text{]}$	≤ 70	≤ 90	≤ 100	≤ 170	≤ 250
F 90-A	$A_P/V \text{ [m}^{-1}\text{]}$	≤ 30	≤ 45	≤ 50	≤ 90	≤ 120

Tabelle 3: Mindestbekleidungs-dicken für Stahlstützen zur Einstufung in eine Feuerwiderstandsklasse F.....in Abhängigkeit vom A_P/V -Wert (zweilagige Bekleidung)

Feuerwiderstandsklasse	Profilbeiwert	Mindestbekleidungs-dicke d_{erf} in mm		
		15 + 10	20 + 15	2 x 25
F 30-A	$A_P/V \text{ [m}^{-1}\text{]}$	≤ 300	≤ 300	≤ 300
F 60-A	$A_P/V \text{ [m}^{-1}\text{]}$	≤ 300	≤ 300	≤ 300
F 90-A	$A_P/V \text{ [m}^{-1}\text{]}$	≤ 120	≤ 260	≤ 300
F 120-A	$A_P/V \text{ [m}^{-1}\text{]}$	≤ 60	≤ 130	≤ 300
F 180-A	$A_P/V \text{ [m}^{-1}\text{]}$	-	≤ 50	≤ 125

2.2.1 Befestigung der Bekleidung und Fugenversatz

Zur Befestigung der Platten müssen die vertikalen Stöße mit geeigneten Stahldrahtklammern, Befestigungsabstände $a \leq 100 \text{ mm}$ (einlagige Bekleidung) bzw. $a \leq 120 \text{ mm}$ (zweilagige Bekleidung) verklammert oder mit entsprechenden langen Senkkopfschrauben, Befestigungsabstand $a \leq 200 \text{ mm}$, verschraubt werden. Weitere Details zu den Befestigungen, z. B. Mindestlänge in Abhängigkeit von der Plattendicke, sind den Anlagen zu entnehmen.

Die horizontalen Plattenstöße sind um 500 mm gegeneinander zu versetzen.

Alle Plattenstöße, Fugen und Befestigungsmittel können verspachtelt werden.



Auftrag-Nr.:22-098-A2

Konstruktiver Brandschutznachweis

Promatect-L-Brandschutzbauplatten

Beplankung 40 mm

MPA BRAUNSCHWEIG
 Seite 5 | Allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis Nr. P-3698/6989-MPA BS vom
 26.11.2019



Die laut Landesbauordnung für das jeweilige Bauprodukt geforderte Übereinstimmung / Konformität nach Tabelle 1 muss für die Anwendung gewährleistet sein.

Die Liste der Unterlagen, auf deren Grundlage das allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnis erteilt wurde, ist bei der Prüfstelle hinterlegt.

2.1.1 Bestimmungen für die Ausführung der bekleideten Stahlstützen

Die erforderliche Mindestdicke der kastenförmigen Bekleidung mit „PROMATECT-L Brandschutzbauplatten“ zur Einstufung der Stahlstützen in die Feuerwiderstandsklasse F 30-A bis F 180 A ist in Abhängigkeit vom A_p/V -Wert $\leq 300 \text{ m}^{-1}$ der Tabelle 2 zu entnehmen.

Tabelle 2: Mindestbekleidungsstärken für Stahlstützen zur Einstufung in eine Feuerwiderstandsklasse F.....in Abhängigkeit vom A_p/V -Wert

Feuerwiderstandsklasse	Profilbeiwert	Mindestbekleidungsstärke d_{eff} in mm			
		20	25	30	40
F 30-A	$A_p/V \text{ [m}^{-1}\text{]}$	≤ 300	≤ 300	≤ 300	≤ 300
F 60-A	$A_p/V \text{ [m}^{-1}\text{]}$	≤ 212	≤ 250	≤ 300	≤ 300
F 90-A	$A_p/V \text{ [m}^{-1}\text{]}$	≤ 118	≤ 145	≤ 170	≤ 273
F 120-A	$A_p/V \text{ [m}^{-1}\text{]}$	≤ 78	≤ 96	≤ 111	≤ 178
F 180-A	$A_p/V \text{ [m}^{-1}\text{]}$	-	≤ 56	≤ 62	≤ 98

2.1.2 Befestigung der Bekleidung und Fugenversatz

Zur Befestigung der Platten müssen die vertikalen Stöße mit geeigneten Stahldrahtklammern, Befestigungsabstände $a \leq 100 \text{ mm}$ verklammert oder mit entsprechenden langen Senkkopfschrauben, Befestigungsabstand $a \leq 200 \text{ mm}$, verschraubt werden.

Die horizontalen Plattenstöße sind um 500 mm gegeneinander zu versetzen.

Alle Plattenstöße, Fugen und Befestigungsmittel können verspachtelt werden.



3 Bestimmungen für den Entwurf und Bemessung

Der Entwurf und die Bemessung haben entsprechend den für den Gegenstand nach 1.1. gültigen technischen Baubestimmungen unter Berücksichtigung der darüber hinaus gehenden Randbedingungen dieses allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses zu erfolgen.

Für die in diesem allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnis klassifizierte Konstruktion ist der statische Nachweis nach DIN EN 1993-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1993-1-2 zu führen. Der brandschutztechnische Nachweis in diesem allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnis gilt für einen Abminderungsfaktor der Bemessungslasten für den Brandfall entsprechend DIN EN 1993-1-2 von $\eta_{fi} \leq 0,66$.

Auftrag-Nr.: 22-098-A2

Konstruktiver Brandschutznachweis

3.3 Stahlunterzüge

Anlage A 3



Tragwerksglieder

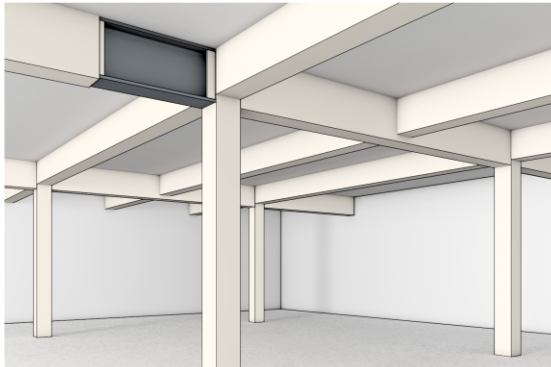


Konstruktion 445

30 - 180

Bekleidung für Stahlunterzüge, F 30-A - F 180-A

445



Nachweis(e)

ABP Nr. P-3738/7388-MPA BS
 ABP Nr. P-3802/8029-MPA BS
 ABP Nr. P-3193/4629-MPA BS
 entsprechend Verwaltungsvorschrift TB lfd. Nr. C 4.1
 Weitere Dokumente der MPA BS (auf Anfrage)

Merkmale

- Nachweis für offene und geschlossene Stahlprofile, teilweise bis U/A-Wert 300 m¹
- rechteckige und profolfolgende Bekleidung
- vier-, drei-, zwei- und einseitige Ausführung
- auch als Bestandteil von Stahlfachwerkträgern
- geringe Bekleidungsstärken, ein- oder zweilagig
- hohe Oberflächenfestigkeit mit PROMATECT®-H

Horizontale Plattenstöße

Bekleidung unter dem Trägerflansch auch ohne Stoßhinterlegung möglich

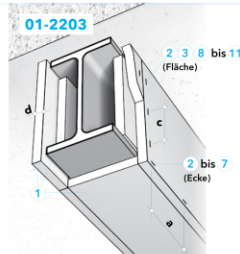
0062203

Zur Erhaltung der Tragfähigkeit von Stahlunterzügen unter Massivdecken sowie von Stahlträgern mit vierseitiger Brandbeanspruchung bieten PROMATECT®-Bekleidungen im Brandfall einen zuverlässigen Schutz. Die hohe Stabilität der zementgebundenen Platten erlaubt eine Ausführung ohne zusätzliche Unterkonstruktion.

Mit den zahlreichen Anschluss- und Befestigungsmöglichkeiten sowie den verschiedenen Profilarten können sehr spezifische und komplexe horizontale Tragwerksglieder wirtschaftlich und platzsparend geschützt werden.

Plattenbefestigung

Zur Befestigung einer dreiseitigen Bekleidung werden PROMATECT®-Knaggen in einem Abstand ≤ 1250 mm zwischen den Trägerflanschen eingepasst, dass ihre Außenflächen ca. 5 mm hervorstehen. Bei Trägerhöhen über 400 mm sind T-förmige Knaggen $d \geq 25$ mm zu verwenden. Die Bekleidungsstärke d ergibt sich nach U/A-Wert und Feuerwiderstandsklasse.



Plattendicke d	Position Verbindungsmittel	
	Fläche	Ecke
10 mm	8	2
12 mm		
15 mm	2	3
20 mm	3 oder 10	4 oder 5
25 mm	9 oder 11	6 oder 7

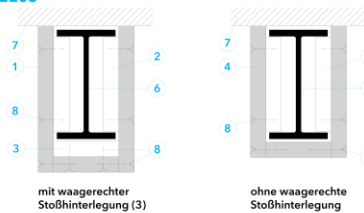
Abstand a ≤ 120 mm
 Abstand c ≤ 60 mm

- ① PROMATECT®-H bzw. -L
- ② Stahldrahtklammer 28,6/9,5/1,17
- ③ Stahldrahtklammer 38/10,7/1,2
- ④ Stahldrahtklammer 50/11,2/1,53
- ⑤ Grobgewindeschraube 4,0 x 50
- ⑥ Grobgewindeschraube 5,0 x 60
- ⑦ Stahldrahtklammer 63/10,7/1,34
- ⑧ Stahldrahtklammer 22,8/9,5/1,17
- ⑨ Stahldrahtklammer 44/10,6/1,51
- ⑩ Grobgewindeschraube 4,0 x 35
- ⑪ Grobgewindeschraube 4,0 x 45

Stoßhinterlegungen

Die PROMATECT®-Knaggen zur Befestigung hinterlegen gleichzeitig die vertikalen Plattenstöße der Bekleidung. Eine horizontale Stoßabdeckung ist nicht erforderlich, wenn für die Montage PROMATECT®-H-Platten verwendet werden. Die jeweiligen Bekleidungsstärken für beide Ausführungen sind den Tabellen mit U/A-Werten zu entnehmen.

02-2203

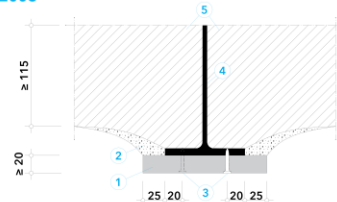


- ① PROMATECT®-H bzw. -L
- ② PROMATECT®-H bzw. -L, $d \geq 20$ mm, $b \geq 100$ mm
- ③ PROMATECT®-H bzw. -L, $d \geq$ Bekleidungsstärke, $b \geq 100$ mm
- ④ PROMATECT®-H
- ⑤ PROMATECT®-H, $d \geq 20$ mm, $b \geq 100$ mm
- ⑥ Stahlunterzug
- ⑦ Massivdecke
- ⑧ Stahldrahtklammer bzw. Grobgewindeschraube, Abmessungen nach Bekleidungsstärke

Einseitige Bekleidung

Falls die darüber liegende Geschossdecke brandschutztechnisch ausreichend feuerwiderstandsfähig ist, müssen bei deckengleichen Unterzügen im Einzelfall lediglich die sichtbaren Trägerflansche ertüchtigt werden. Einzelheiten für die einseitige Bekleidung mit PROMATECT®-H ohne horizontale Stoßhinterlegung siehe Promat-Konstruktion 480.45.

03-2003



- ① PROMATECT®-H, $d = 20$ mm
- ② PROMASTOP®-Brandschutzmörtel MG III, Promat®-Spachtelmasse oder Promat®-Fertigspachtelmasse
- ③ Setzbohlen X-U 27 MX mit ABZ zur Überkopfbefestigung in Stahlbauteile
- ④ Stahlträger (Doppel-T) mit freiliegendem Untergurt
- ⑤ Bestandsdecke (z.B. Stein- oder Betonkappe, Flachgewölbedecke) mit Feuerwiderstand

Auftrag-Nr.: 22-098-A2

Konstruktiver Brandschutznachweis



Tragwerksglieder



Konstruktion 445

30 - 180

Berechnung des U/A-Wertes von Stahlunterzügen

Nach DIN 4102 wird die für einen Feuerwiderstand erforderliche Bekleidungsstärke über einen Verhältniswert U/A [m⁻¹] ermittelt. Dieser Quotient beschreibt das Verhältnis vom beflamten Umfang **U** (das heißt bei Unterzügen unter Decken 3-seitig) und der Querschnittsfläche **A** eines Stahlprofils.

Dieser nach DIN 4102 verwendete Profilfaktor U/A entspricht dem ebenfalls gebräuchlichen Verhältniswert **Ap/V** entsprechend DIN EN 1993-1-2 (Eurocode 3).

Grundsätzlich gilt, dass bei gleichem Umfang schlanke Profile einen hohen und massive Profile einen niedrigen U/A-Wert aufweisen. Demnach ist die Bekleidungsstärke größer, je höher der U/A-Wert ist.

Tabellen Bekleidungsstärken für Stahlunterzüge

Gemäß ABP können Stahlunterzüge ein- oder zweilagig mit Brandschutzbauplatten PROMATECT®-H oder PROMATECT®-L bekleidet werden.

Bei einer Bekleidungsstärke von mehr als 25 mm empfehlen wir, die Bekleidung einlagig mit PROMATECT®-L auszuführen.

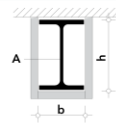
Mit PROMATECT®-H ist die Ausführung ohne waagerechte Stoßhinterlegung möglich. Bei zweilagiger Bekleidung ist grundsätzlich keine waagerechte Stoßhinterlegung notwendig.

Alle Werte dieser Tabelle wurden auf Grundlage der geforderten Brandprüffreiheit nach DIN 4102 ermittelt.

Gleichung für U/A-Wert nach Brandbeanspruchung (Beispiele)

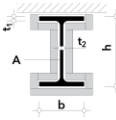
3-seitig

$$\frac{2h + b}{A} \times 100$$



3-seitig (profilfolgend)

$$\frac{\text{Abwicklung} - \frac{b}{100} \times 10^4}{A} \times 10^4 \quad \text{oder} \quad \frac{200}{t_1}$$



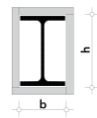
Der größere Wert ist maßgebend.

$$\frac{200}{t_2}$$

Bei Trägerhöhen > 600 mm kann auch maßgebend werden.

4-seitig

$$\frac{2h + 2b}{A} \times 100$$



Alle Maße (b, h, t₁ und t₂) in cm.

Berechnungsbeispiel 3-seitige Brandbeanspruchung

Stahlunterzug, Profil HE-M 200, Profilhöhe h: 22,0 cm, Profilbreite b: 20,6 cm, Querschnittsfläche A: 131 cm²

$$\begin{aligned} \frac{U}{A} &= \frac{2h + b}{A} \times 100 \\ &= \frac{2 \times 22,0 \text{ cm} + 20,6 \text{ cm}}{131 \text{ cm}^2} \times 100 \\ &= \frac{64,6 \text{ cm}}{131 \text{ cm}^2} \times 100 \\ &= 49 \text{ m}^{-1} \end{aligned}$$

Dieser Stahlunterzug mit dem errechneten U/A-Wert 49 m⁻¹ ist zum Beispiel für die Feuerwiderstandsklasse F 90-A gemäß allgemeinem bauaufsichtlichem Prüfzeugnis mit PROMATECT®-H in 12 mm Dicke (mit Stoßhinterlegung) zu bekleiden.

Unterzugbekleidung entsprechend Verhältniswert U/A

PROMATECT®-H	F 30-A	F 60-A	F 90-A	F 120-A	F 180-A
10 mm	≤ 210 m ⁻¹	≤ 65 m ⁻¹	≤ 34 m ⁻¹		
12 mm	≤ 300 m ⁻¹	≤ 130 m ⁻¹	≤ 65 m ⁻¹		
15 mm	≤ 300 m ⁻¹	≤ 130 m ⁻¹	≤ 65 m ⁻¹		
20 mm	≤ 300 m ⁻¹	≤ 300 m ⁻¹	≤ 80 m ⁻¹		
25 mm	≤ 300 m ⁻¹	≤ 300 m ⁻¹	≤ 170 m ⁻¹		
12+12 mm	≤ 300 m ⁻¹	≤ 300 m ⁻¹	≤ 150 m ⁻¹	≤ 70 m ⁻¹	
10+15 mm	≤ 300 m ⁻¹	≤ 300 m ⁻¹	≤ 150 m ⁻¹	≤ 70 m ⁻¹	
15+20 mm	≤ 300 m ⁻¹	≤ 300 m ⁻¹	≤ 300 m ⁻¹	≤ 250 m ⁻¹	≤ 80 m ⁻¹
25+25 mm	≤ 300 m ⁻¹	≤ 300 m ⁻¹	≤ 300 m ⁻¹	≤ 300 m ⁻¹	≤ 160 m ⁻¹

Bekleidungsstärken gemäß ABP Nr. P-3802/8029-MPA BS

PROMATECT®-L	F 30-A	F 60-A	F 90-A	F 120-A
20 mm	≤ 300 m ⁻¹	≤ 300 m ⁻¹	≤ 160 m ⁻¹	≤ 95 m ⁻¹
25 mm	≤ 300 m ⁻¹	≤ 300 m ⁻¹	≤ 250 m ⁻¹	≤ 150 m ⁻¹

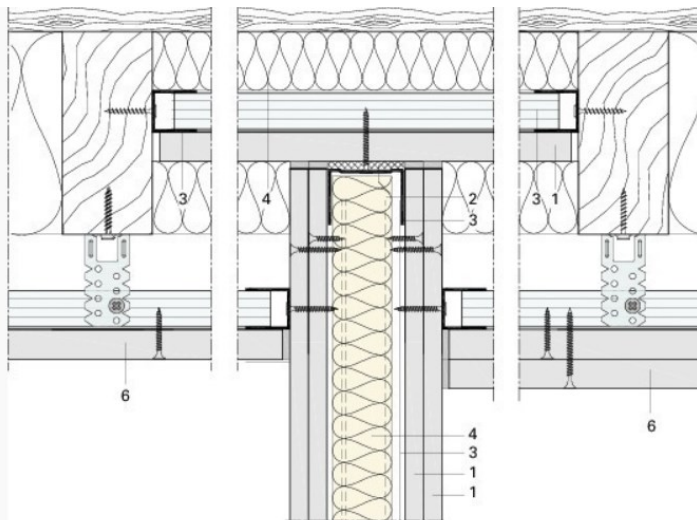
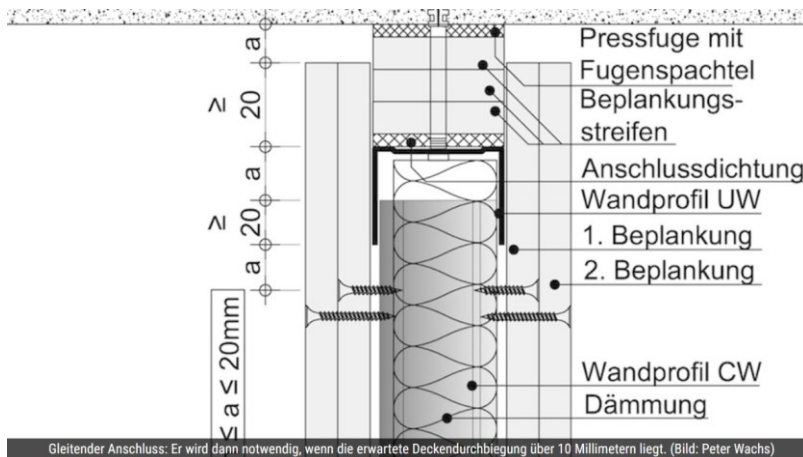
Bekleidungsstärken gemäß ABP Nr. P-3738/7388-MPA BS

PROMATECT®-H ohne waagerechte Stoßhinterlegung	F 30-A	F 60-A	F 90-A	F 120-A	F 180-A
10 mm	≤ 210 m ⁻¹	≤ 65 m ⁻¹			
12 mm	≤ 300 m ⁻¹	≤ 130 m ⁻¹			
15 mm	≤ 300 m ⁻¹	≤ 170 m ⁻¹			
20 mm	≤ 300 m ⁻¹	≤ 300 m ⁻¹			
25 mm	≤ 300 m ⁻¹	≤ 300 m ⁻¹			
12+12 mm	≤ 300 m ⁻¹	≤ 300 m ⁻¹	≤ 150 m ⁻¹	≤ 70 m ⁻¹	
10+15 mm	≤ 300 m ⁻¹	≤ 300 m ⁻¹	≤ 150 m ⁻¹	≤ 70 m ⁻¹	
15+20 mm	≤ 300 m ⁻¹	≤ 300 m ⁻¹	≤ 300 m ⁻¹	≤ 250 m ⁻¹	≤ 80 m ⁻¹
25+25 mm	≤ 300 m ⁻¹	≤ 300 m ⁻¹	≤ 300 m ⁻¹	≤ 300 m ⁻¹	≤ 160 m ⁻¹

Bekleidungsstärken gemäß ABP Nr. P-3193/4629-MPA BS

3.4 nichttragende raumabschließende Trennwand Anlage A 4

Z.B Knauf Brandwände W11.de–: Einfachständerwerk – Zweilagig/Dreilagig beplankt + Stahlblecheinlage oder vergleichbares F30 mit gleitenden Deckenanschluss



Anschluss an eine Auswechslung zwischen den Sparren, M 1:5

Bsp. Anschluss an Holzbalkendecke

Auftrag-Nr.: 22-098-A2

Konstruktiver Brandschutznachweis



W11.de Knauf Metallständerwände

W112.de Einfachständerwerk – Zweilagig beplankt

Systemvarianten

Knauf System	Beplankung je Wandseite						Wand- dicke D mm	Profil Knauf CW h mm	Schallschutz							
	Feuerwiderstands- klasse	Knauf Bauplatte	Feuerschutzplatte Knauf Plano	Massivbauplatte	Diamant	Silentboard			Drystar Board	Mindest- Dicke d mm	Dämm- schicht Mindest- Dicke mm	Schalldämm-Maß				
												R _w dB	Spektrum- Anpassungswert		R _{w,R} dB	
											C	C _{tr}				
											dB			dB		dB
W112.de Metallständerwand											Einfachständerwerk – Zweilagig beplankt					
	F30	•					2x 12,5	100	50	40	54,1	-4,0	-11,0	52		
								125	75	60	55,9	-2,5	-7,5	53		
								150	100	80	58,4	-3,0	-6,6	56		
								100	50	40	56,4	-3,3	-9,4	54		
								125	75	60	57,2	-3,0	-7,1	55		
								150	100	80	59,8	-3,7	-6,2	57		
	F90	•					2x 12,5	100	50	40	59,4	-3,1	-7,8	57		
								125	75	60	60,1 ¹⁾	-3,2 ¹⁾	-8,3 ¹⁾	58 ¹⁾		
								150	100	80	61,5	-3,5	-6,5	59		
								125	75	60	63,0 ¹⁾	-3,2 ¹⁾	-7,2 ¹⁾	61 ¹⁾		
								150	100	80	63,2	-4,6	-5,8	61		
								175	125	100	64,5 ¹⁾	-3,6 ¹⁾	-6,6 ¹⁾	62 ¹⁾		
•						2x 12,5	100	50	40	67,5	-3,7	-10,0	65			
							125	75	60	69,6	-3,7	-10,2	66			
							150	100	80	70,4	-3,3	-9,0	67			
							100	50	40	54	-	-	52			
							125	75	60	56,8	-2,8	-6,3	54			
							150	100	80	58	-	-	56			
•					12,5 + 12,5	100	50	40	59,0	-3,5	-10,0	56				
						125	75	60	59,7	-2,5	-7,0	57				
						150	100	80	63,0	-3,3	-6,8	60				
						100	50	40	66,0	-4,2	-11,0	63				
						125	75	60	67,4	-4,1	-10,6	64				
						150	100	80	67,6	-2,8	-8,5	65				
•					25 + 12,5	125	50	40	64,4	-3,1	-9,0	62				
						150	75	60	66,2	-2,9	-8,7	64				
						175	100	80	68,0	-2,0	-6,1	66				

1) Oberste Plattenlage geklammert.
Kursive Schalldämm-Maße sind abgeleitete Werte aus Messungen von abweichenden Konstruktionen.
Bei Mischbeplankungen stets Diamant als Decklage.

Schallschutz-Nachweise
L 037-01.15, L 039-09.14

Hinweise
Hinweise auf Seite 6 beachten.
Weitere Angaben zu Planung und Ausführung siehe Detailblatt Knauf Metallständerwände W11.de.

Auftrag-Nr.: 22-098-A2

Konstruktiver Brandschutznachweis

3.5 Holzbalkendecken im Bestand

Anlage A 5

Aus Informationsdienst HOLZ - Feuerhemmende Holzbauteile (F-30-B) Reihe 3/ Teil 4/ Folge 2

erwiderstand von Altbaudecken und zu deren Sanierung werden in [1] zahlreiche Feuerwiderstand (Spalten 3 und 4) beschrieben, wie er in einem Forschungs-Fußnote (1) in Abschnitt 5.3.2.2 des Normtextes nur auf [1] verweist.

Tabelle 5-8 Beispiele für Altbaudecken mit geschätzter Feuerwiderstandsdauer [1]

Spalte	1	2	3		4	5	6
Zeile	Bezeichnung Hoba = Holzbalkendecke	Baujahr etwa	Decken-Maße in mm		Baustoffe	Feuerwiderstandsdauer in min bei ETK von unten	
1	Dollen-Hoba	1760			<ul style="list-style-type: none"> - Lehm - dicht nebeneinanderliegende Eichenbalken durch sichernde Runddübel (Dollen) miteinander verbunden 	> 30	> 30
2	Halbe Windelboden-decke	1790 bis 1870			<ul style="list-style-type: none"> - 50 Gipsestrich - ~ 100 Strohhalm - Lehm/Strohwickel mit 60 mm dicken Wellenhölzern - 35 Latten - 25 Deckenschalung - 20 Rohrputz 	> 30	> 30
3	Stahl-Holz-Decke	1900			<ul style="list-style-type: none"> - 30 Parkett - 20 Blindboden - 80/80 Lagerholz Sandauffüllung - 120 Deckenholz (100 x 120) in Stahlträger I 200 eingeschoben - 100 Spreitafeln (670 x 300 x 100 mm) - 30 Putz auf verzinktem Draht 	> 30	> 30
4	Hoba mit Gipsdielen	1920			<ul style="list-style-type: none"> - 70 Platten in Zementmörtel - 30 Sandauffüllung - 1 Lage Papp auf der Balkenoberseite - 70 Gipsdielen - 120 Hohlraum - 25 Gipsdielen bzw. Schalung - 10 Putz 	> 30	> 60
5	Einschub-decke	> 1930			<ul style="list-style-type: none"> - 24 Dielung - 76 Hohlraum - 100 Auffüllung - 10 Bitumen-Filzpappe - 20 Schwartenbretter - 60/40 Latten - 20 Deckenschalung - 20 Rohrputz 	> 30	> 30
6	Spar-balken-decke	1945 bis 1960			<ul style="list-style-type: none"> - 25 Holzestrich - 1 Lage Bitumenpappe - 40 Anhydritestrich - 30 Holzwolle-Leichtbauplatten - 200 Hohlraum - 30 Holzwolle-Leichtbauplatten - 15 Putz 	> 30	> 30

Auftrag-Nr.: 22-098-A2

Konstruktiver Brandschutznachweis

3.6 Kappendecken

Anlage A 6

Feuerwiderstand bei Decken mit offen liegenden Stahlträgern - Ausführungsvorschläge -

Bei Decken mit offenen liegenden Stahlträgern und Ziegelkappen (Mindestdicke 10 cm) kann gemäß DIN 4102-4 für die Ausfachungen meist ohne weiteren Nachweis von F90-A ausgegangen.

Bei Ausfachungen mit Stahlbetonfeldern sind die Plattendicke und die Betondeckung zur unteren Tragbewehrung maßgebend. Zum Erreichen von F90-A bei Betonplatten ohne Hohlräume muss gemäß DIN 4102-4 eine Plattendicke von mind. 100 mm vorhanden sein (Tab. 9) und der Achsabstand der Tragbewehrung zur Betonunterkante mindestens 35 mm betragen (Tab. 11). Wenn der Abstand der Tragbewehrung nicht nachweisbar oder bekannt ist, wird für die Betonfelder ein Putz von 25 mm empfohlen.

LOVT

PLANUNG IM BAUWESEN

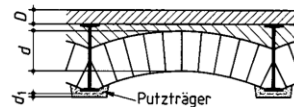
DIPL.-ING. HELGE LEUTLOFF
 AM ALTEN NORDHÄUSER BHF. 6
 99085 ERFURT

TEL 0361 – 54 00 596
 FAX 0361 – 54 00 597
 Mobil 0172 – 36 04 372
 e-mail: info@lovt1.de

Bauvorlage IKTh : 0422-99-VB
 vorb.Brandschutz : 0063-B-I-04

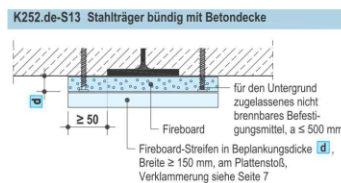
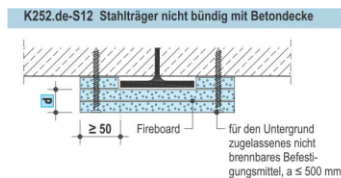
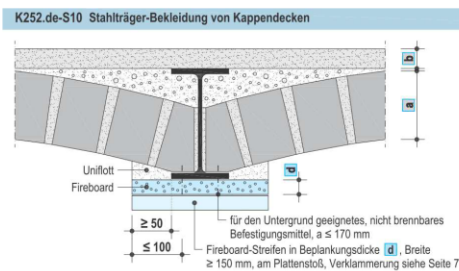
Variante A - Verputzen der Stahlträger (F90-A)

Gemäß Tabelle 29, Zeile 1.4 und 1.4.1 ist eine Mindestputzdicke (Mörtelgruppe P IVa oder P IVb) von 25 mm über Putzträger erforderlich, wobei der Putzträger mindestens 10 mm durchdrungen werden muss.



Entsprechend ergibt sich eine **Gesamt-Putzstärke** über dem Stahlträger von **35 mm**.

Variante B – Trockenbaubeplankung der Stahlträger (F90-A)



ohne weiteren Nachweis mit $U/A \leq 130$
 Fireboard 20 mm
 Klammerlänge 40 mm, Abstand am Stoß 5 cm

Variante C – durchgehende Unterdecke (F90-A) von unten

z.B. Knauf Fireboard 20 mm, an Hutprofil 98x15 mit Achsabstand max. 40 cm
 Im Deckenhohlraum sind Elektroinstallationen $\leq 7 \text{ kWh/m}^2$ (gleichmäßig verteilt) zulässig.
 (Knauf Brandschutznachweis ABP P-3155/3992, Gutachten 3127/249/07)

Gemäß vorstehenden Ausführungen wird ein Feuerwiderstand der Decke von F90-A (feuerbeständig und aus nichtbrennbaren Baustoffen) erreicht und es ist keine Abweichung im Sinne der Bauordnung erforderlich.

Promat

GESCHOSSEDECKEN

↑ 90

Konstruktion 480.45

Bekleidung für Stahlträgerflansche als Bestandteil von Geschossdecken, F90-A



Merkmale

- Ertüchtigung von Bestandsdecken mit freiliegenden Stahluntergurten
- einlagige Flanschbekleidung ohne horizontale Stoßhinterlegung
- Nachweis mit bauaufsichtlich zugelassenem Befestigungsmittel
- Befestigung direkt im Untergurt unabhängig von Art und Zustand anderer Deckenbestandteile
- Gestaltungsmöglichkeiten durch seitliche Vermörtelung/Verspachtelung

Anwendungsbereich

- mit PROMASTOP®-Brandschutzmörtel MG III auch für die Anwendung in Kellerräumen

Nachweis

ABP-Nr. P-2101/521/18-MPA BaS
 entsprechend Verwaltungsvorschrift TB lfd. Nr. C 4.1



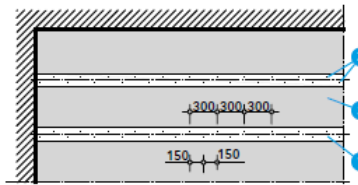
Bei Bestandsdecken mit eingebetteten Stahlträgern kann im Einzelfall nur die brandschutztechnische Ertüchtigung der freiliegenden Untergurte erforderlich sein. Für die Befestigungsmittel herkömmlicher Stahlträgerbekleidungen besteht dabei die Unsicherheit, ob die übrige Deckensubstanz dafür ausreichend tragfähig ist.

Die direkte Befestigung der Flanschbekleidung im Stahlbauteil selbst mit dafür bauaufsichtlich zugelassenen Setzbolzen ermöglicht eine sichere Lösung für zahlreiche Deckenbauarten. Darüber hinaus lässt sich die seitliche Vermörtelung/Verspachtelung sehr gut und individuell an die ursprüngliche Deckenunterseite anpassen.

Deckenunterseite, Plattenanordnung

Die PROMATECT®-H-Plattenstreifen werden hintereinander unter dem Trägerflansch angeordnet und mit geeigneten Setzbolzen direkt am Stahlprofil befestigt. Die Querstöße der Bekleidung benötigen keine zusätzliche Hinterlegung und müssen brandschutztechnisch auch nicht verspachtelt werden.

01-2003

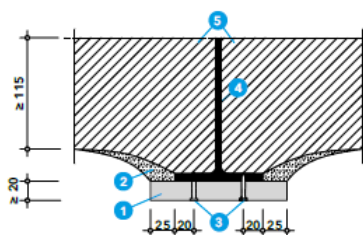


- 1 PROMATECT®-H, d = 20 mm, b = Flanschbreite + 50 mm
- 2 Setzbolzen X-U 27 MX mit ABZ zur Überkopfbefestigung in Stahlbauteile
- 3 Bestandsdecke (z.B. Stein- oder Betonkappe, Flachgewölbedecke) mit Feuerwiderstand

Trägerquerschnitt, Plattenbefestigung, Verspachtelung

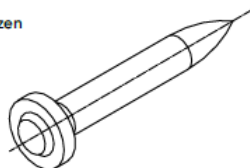
Bei der Plattenbefestigung werden die Bolzen mit speziellen Setzgeräten unter hohem Druck und mit hoher Geschwindigkeit in den Stahlflansch eingetrieben. Dabei kommt es an der Kontaktfläche zwischen Bolzen und Flansch zu einer Verschweißung. Abhängig von den Einbaubedingungen und Anforderungen an die Oberflächengestaltung verwendet man magazinierte oder Einzelnägel.

02-2003



- 1 PROMATECT®-H, d = 20 mm, b = Flanschbreite + 50 mm
- 2 PROMASTOP®-Brandschutzmörtel MG III, Promat®-Filler PRO oder Promat®-Ready Mix PRO
- 3 Setzbolzen X-U 27 MX mit ABZ zur Überkopfbefestigung in Stahlbauteile, Abst. = 300 mm, versetzt angeordnet, Versatzmaß = 150 mm
- 4 Stahlträger (Doppel-T) mit freiliegendem Untergurt
- 5 Bestandsdecke (z.B. Stein- oder Betonkappe, Flachgewölbedecke) mit Feuerwiderstand

Detail Setzbolzen



Nachdem die Plattenstreifen befestigt wurden, ist der beidseitig verbleibende Spalt zwischen Flanschbekleidung und Rohdecke mit Mörtel oder Fugenspachtel zu füllen. Dieser Verschluss kann dabei beliebig angeformt werden, so dass z.B. auch die ursprüngliche Deckenunterseite als Flachgewölbe wieder möglich ist.