

Brandschutztechnische Ertüchtigung von Holz durch Oberflächenbekleidung

Dr.- Ing. Karin Lißner, Dresden

Prof. Dr.- Ing. Wolfgang Rug, Eberswalde/Wittenberge

Zusammenfassung

Der Feuerwiderstand von unbekleideten Holzbauteilen ist abhängig von der statischen Auslastung und der Querschnittsgröße. Werden die brandschutztechnischen Anforderungen hinsichtlich des Feuerwiderstandes nicht erfüllt, sind Ertüchtigungsmaßnahmen durchzuführen. Mit einer Bekleidung der Holzbauteile durch Plattenwerkstoffe können verbesserte brandschutztechnische Eigenschaften, wie zum Beispiel eine Feuerwiderstandsdauer von F30, F60 und F90 erreicht werden. Besonderes Augenmerk ist auf den Schutz von Stahlteilen im Verbindungsbereich von Holzkonstruktionen zu richten. Auch hier erweisen sich Bekleidungen mit Holz oder Holzwerkstoffen als wirkungsvolle Maßnahme.

1. Brandverhalten und Feuerwiderstand

Obwohl Holz brennt, hat es einen Feuerwiderstand. Im Brandfall wird das Holz exotherm unter Abgabe von Gasen zersetzt und es bildet sich die Holzkohle (siehe Bild 1), die je nach Holzart aufgrund ihrer zu dem Faktor 1,6 ... 3,8 geringeren Wärmeleitfähigkeit (Holzkohle = 0,07 W/(mK) im Vergleich zur Leitfähigkeit des Holzes (Fichte, Kiefer, Tanne = 0,13 W/(mK); Eiche, Buche = 0,21 W/(mK)) bei großen kompakten Querschnitten die Temperaturentwicklung in das Querschnittsinnere wesentlich verzögert. Durch die Holzkohleschicht wird der Abbrand gebremst und solange ein statisch tragfähiger Querschnitt während des Brandes erhalten bleibt, stürzt die Konstruktion nicht ein [2].

Die langsam fortschreitenden Abbrandverluste sind weitgehend unabhängig von der Brandtemperatur und es ergibt sich eine nahezu lineare Abbrandrate in Abhängigkeit von der Brandzeit.

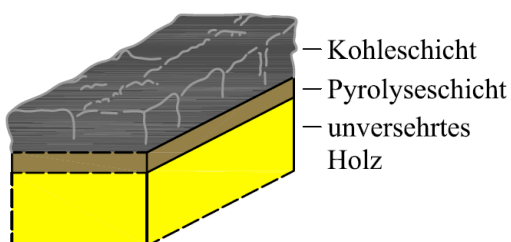


Bild 1: Schichtbildung beim Abbrand von Holz [9]

Im Verlauf von umfangreichen Untersuchungen im In- und Ausland wurden Abbrandgeschwindigkeiten β in DIN 4102-22:2004 und EC 5, T. 1-2 festgelegt (s. Tabelle 1), deren Werte in die brandschutztechnische Bemessung nach DIN 4102, Teil 4:A1:2004, DIN 4102-22:2004 oder nach EC 5, T 1-2:2006 eingehen.

Diese Werte können auch für ungeschädigtes Altholz angesetzt werden, wenn es mindestens der Festigkeitsklasse C24 für Nadelholz, mindestens der Festigkeitsklasse D30 für Laubholz und mindestens der Festigkeitsklasse GL24c für Brettschichtholz nach DIN 1052:2008 entspricht. Zu Fragen der Festigkeitssortierung im Altbau siehe [5] und [6].

Tabelle 1: Abbrandgeschwindigkeiten β nach DIN 4102-22:2004 und EC 5, T. 1-2:2006 in [mm/min]

Produkte	DIN 4102-22: 2004	EN 1995-1-2:2006 (EC 5, T. 1-2)	
	$\beta_n^{3)}$ [mm/min]	$\beta_0^{4)}$ [mm/min]	$\beta_n^{5)}$ [mm/min]
a) Nadelholz Vollholz mit einer charakteristischen Rohdichte $\rho_k \geq 290 \text{ kg/m}^3$ und einer Mindestabmessung von 35 mm Brettschichtholz mit einer charakteristischen Rohdichte $\rho_k \geq 290 \text{ kg/m}^3$	0,8 0,7	0,65 0,65	0,8 0,7
b) Laubholz Massives oder geklebtes Laubholz mit einer charakteristischen Rohdichte $290 \text{ kg/m}^3 \leq \rho_k < 450 \text{ kg/m}^3$ Massives oder geklebtes Laubholz mit einer charakteristischen Rohdichte $\rho_k \geq 450 \text{ kg/m}^3$ und Eiche	0,7 0,5	0,65 0,50	0,7 0,55
c) Buche ist wie Nadelholz zu behandeln			
d) Furnierschichtholz	0,7	0,65	0,7
e) Platten¹⁾ <ul style="list-style-type: none"> • Massivholzplatten • Sperrholz • andere Holzwerkstoffplatten nach DIN EN 13986 	0,9 1,0 0,9	0,9 ²⁾ 1,0 ²⁾ 0,9 ²⁾	- - -

- 1) Die angegebenen Werte beziehen sich auf eine charakteristische Rohdichte von 450 kg/m^3 und eine Dicke von 20 mm.
- 2) Die Werte gelten für eine charakteristische Rohdichte von 450 kg/m^3 und eine Werkstoffdicke von 20 mm.
- 3) Abbrandrate nach Tabelle 74 in DIN 4102 - 22:2004
- 4) Bemessungswert der eindimensionalen Abbrandrate bei Normalbeanspruchung
- 5) Bemessungswert der ideellen Abbrandrate, einschließlich der Auswirkungen von Eckausrundungen und Rissen

Dagegen ist Stahl nicht brennbar, hat aber dafür **keinen** nennenswerten Feuerwiderstand.

Durch die hohe Wärmeleitfähigkeit des Stahles steigen die Temperaturen von ungeschütztem Stahl in weniger als fünf Minuten auf eine kritische Temperatur von 500 bis 600 °C und das Stahlbauteil verliert seine Festigkeit (siehe Bild 2). Eine bestimmte Feuerwiderstandsdauer kann bei Stahl immer nur durch eine zusätzliche Verkleidung erreicht werden.

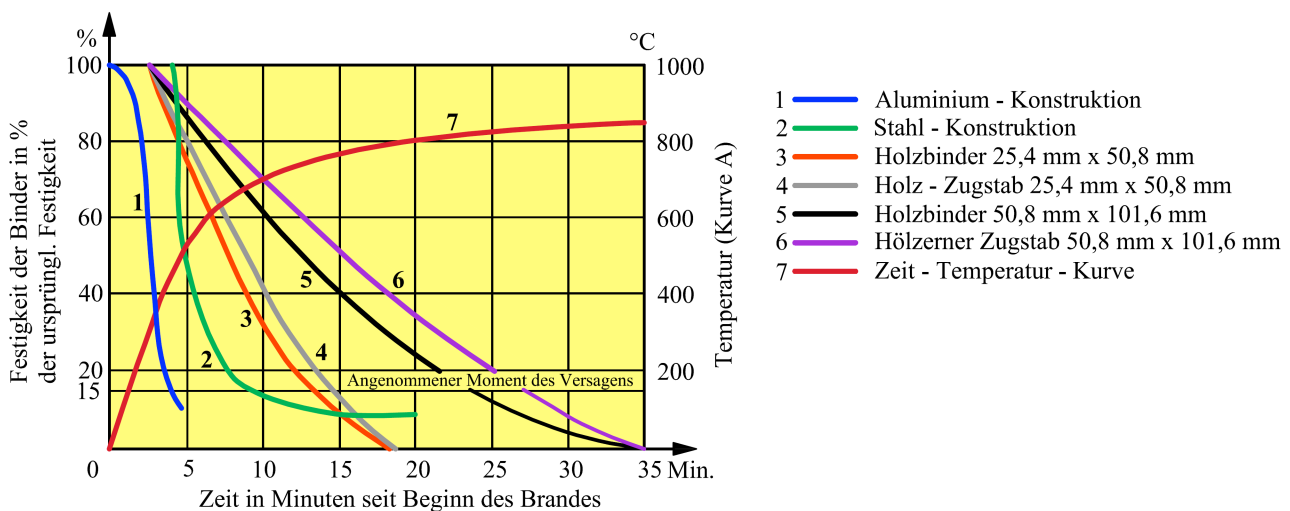
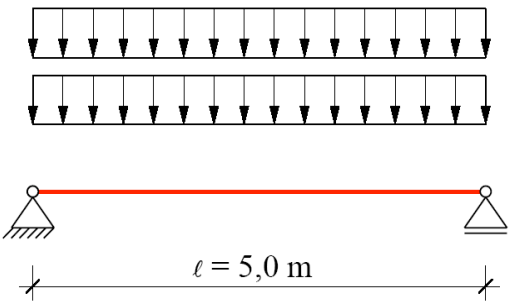
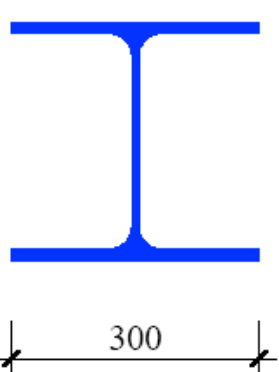
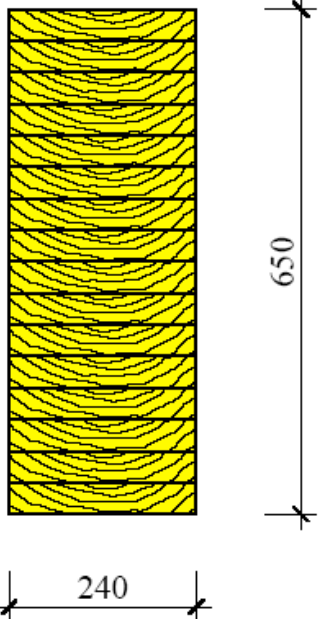


Bild 2: Brandverhalten (Feuerwiderstand) verschiedener Bauteile und Bauweisen (Holz, Stahl, Aluminium) [9]

Tabelle 2 zeigt einige brandschutztechnische Parameter für einen Unterzug aus Stahl oder Brettschichtholz bei etwa gleicher Tragfähigkeit

Tabelle 2: Brandschutztechnische Bewertung für einen Unterzug aus Stahl oder Brettschichtholz

	Stahl	Brettschichtholz
	 <p>$q_k = 35 \text{ kN/m}$ $g_k = 25 \text{ kN/m}$ $l = 5,0 \text{ m}$</p>	
Material	S 235	GL 28 h
Querschnitt	HEA 300 (IPBI)-Reihe nach DIN 1025-3 (10.63) und Euronorm 53-62	b/h = 240/650 mm nach DIN 1052:2008
		
	Kennwerte	
Gewicht [kN/m]	0,883	0,78
Wärmeleitfähigkeit (beim Holz senkrecht zur Faser) [W/mK]	52,3	0,13 (Fichte, Kiefer, Tanne)
Wärmedehnung [1/k]	$1,2 \cdot 10^{-5}$	$0,3 \dots 0,4 \cdot 10^{-5}$
Entzündungstemperatur °C	-	330...350
Brennpunkt °C	-	260...290
Feuerwiderstand [F]	F 0	F 30
Energieaufwand für die Herstellung [MJ]	20309	4422

2. Brandschutztechnische Beurteilung von unbedeckten Holzbauteilen

Für unbedeckte Holzbauteile sollte zunächst eine Überprüfung des Feuerwiderstandes erfolgen, um festzustellen, ob eine brandschutztechnische Ertüchtigung überhaupt notwendig ist.

Die DIN 4102 in der Ausgabe aus dem Jahre 1994 enthielt tabellarisch aufbereitete Mindestbreiten für unbedeckte Holzbalken und Stützen aus Vollholz und Brett-schichtholz in Abhängigkeit der statischen Auslastung bei drei- und vierseitiger Brandbeanspruchung für die Feuerwiderstandsdauer F30-B oder F60-B (siehe Tabellen 74 bis 83 und Tabelle 85 in DIN 4102-4:1994).

Ohne großen Aufwand war damit eine Bewertung möglich, welcher Feuerwiderstand mit einem vorhandenen Holzquerschnitt erreicht werden konnte.

Die tabellarische Ermittlung von Mindestbreiten bei statisch beanspruchten und unbedeckten Holzquerschnitten wurde in der Änderung A1 zur DIN 4102-4:2004 und der DIN 4102-22:2004 durch eine rechnerische Bemessung (eine sogenannte „heiße Bemessung“) ersetzt.

Seit der bauaufsichtlichen Einführung der vorgenannten Normen dürfen die Tabellen der DIN 4102:1994 **nicht** mehr angewendet werden. Für die Bemessung stehen jetzt zwei Bemessungsverfahren zur Verfügung (s. Bild 3):

1. Vereinfachtes Verfahren mit ideellen Restquerschnitten
2. Genaues Verfahren mit reduzierten Festigkeiten und Steifigkeiten.

Für die Bemessung nach Grenzzuständen gilt die DIN 4102-22:2004.

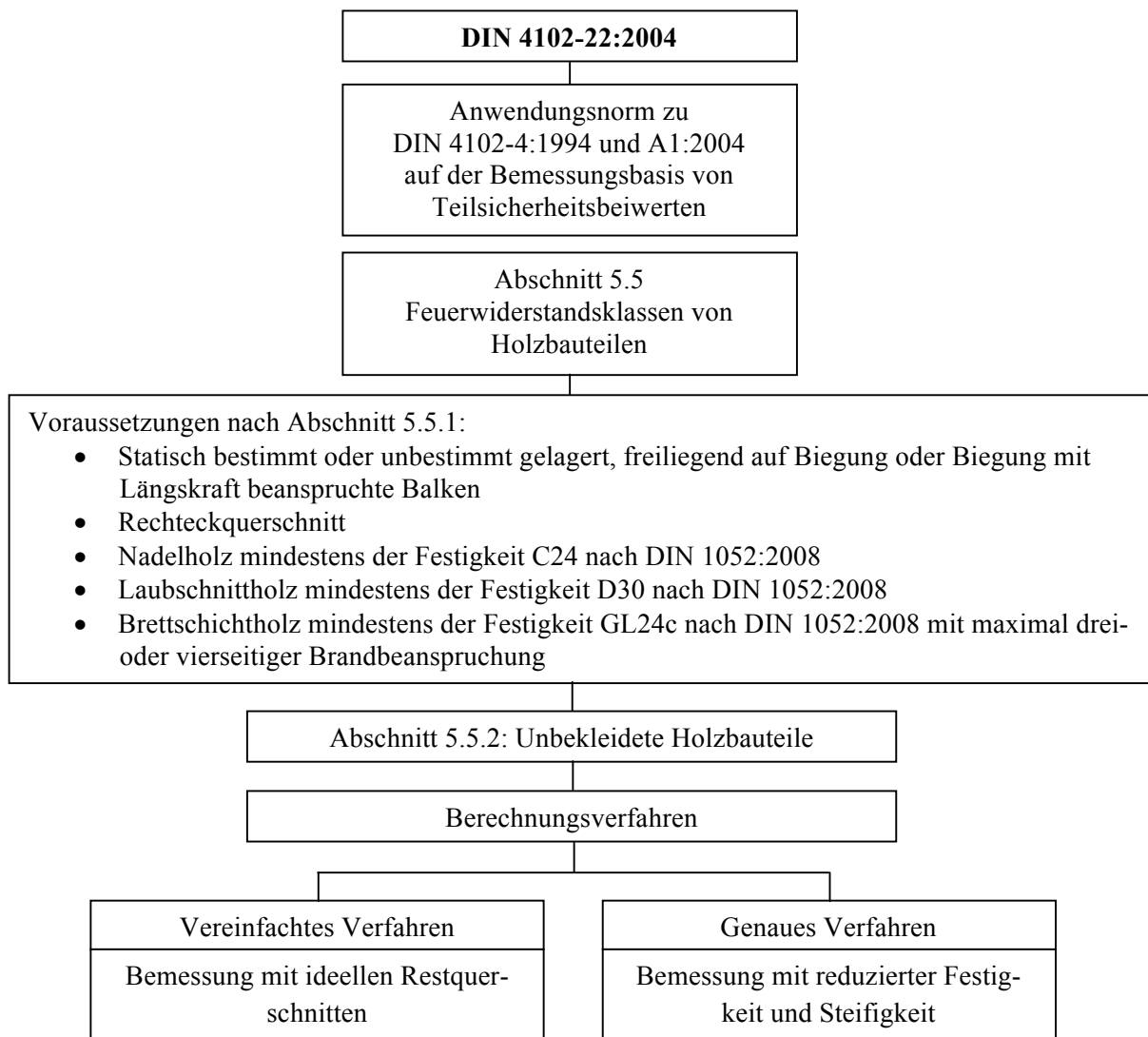


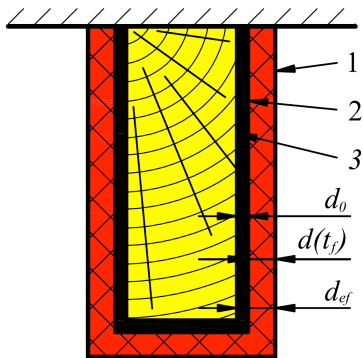
Bild 3: Berechnungsverfahren für die „heiße Bemessung“ nach DIN 4102-22:2004

2.1 Vereinfachtes Bemessungsverfahren nach DIN 4102-22:2004, Abschnitt 5.5.2.1 a)

Der wesentliche Unterschied zwischen den beiden Verfahren besteht darin, dass beim Näherungsverfahren ein Einfluss des Brandes auf die Festigkeit und Steifigkeit nicht genauer untersucht wird. Es wird näherungsweise ein ideeller Restquerschnitt berechnet (s. Bild 4). Dieser ergibt sich aus dem Bruttoquerschnitt abzüglich einer abgebrannten Randschicht d_{ef} . Die vom Bruttoquerschnitt abzuziehende Randschicht d_{ef} wird aus der Abbrandtiefe $d(t_f)$ multipliziert mit der gewünschten Feuerwiderstandsdauer t_f zuzüglich eines Zuschlages d_0 von 7 mm berechnet (siehe Gl. (9) in DIN 4102-22:2004). Der Zuschlag von 7 mm basiert auf der Erkenntnis, dass an den Ecken der Holzquerschnitt durch eine Abrundung tiefer abbrennt. Der Wert d_{ef} wird nach DIN 4102-22:2004 als ideale Abbrandtiefe bezeichnet.

Der Grenzzustand der Tragfähigkeit wird bei der „heißen Bemessung“ mit einem ideellen Restquerschnitt nachgewiesen. Ein Einfluss der Brandeinwirkung auf die Fes-

tigkeits- und Steifigkeitswerte wird vernachlässigt. Dafür wird die um d_0 erhöhte Abbrandtiefe $d(t_f)$ angenommen.



Legende

- 1 Ausgangsoberfläche des Stabes
- 2 Grenze des verbleibenden Restquerschnitts
- 3 Grenze des ideellen Rechteckquerschnitts

Bild 4: Definition von verbleibendem und ideellem Restquerschnitt am Beispiel dreiseitiger Brandbeanspruchung nach DIN 4102-22:2004, Bild 48.1

Nach Gl.(9) in DIN 4102-22:2004 erhält man für die ideale Abbrandtiefe d_{ef} :

$$d_{ef} = d(t_f) + d_0.$$

Die Abbrandtiefe $d(t_f)$ wird dabei nach DIN 4102-22:2004, Gl.(9.1) bestimmt:

$$d(t_f) = \beta_n \cdot t_f$$

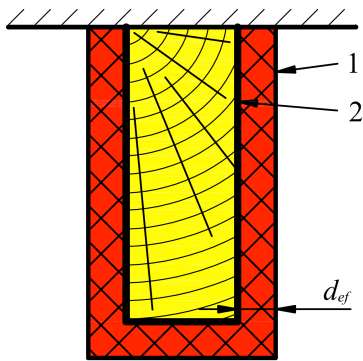
β_n = Abbrandrate nach Tabelle 74 in DIN 4102-22:2004

t_f = geforderte Feuerwiderstandsdauer in min

Umfangreiche Beispiele und Bemessungshilfen im Brandfall sind in [2] enthalten.

2.2 Genaues Bemessungsverfahren nach DIN 4102-22:2004, Abschnitt 5.5.2.1 b)

Beim genaueren Verfahren wird die Abnahme der Festigkeit und Steifigkeit infolge der Temperatureinwirkung während des Brandes rechnerisch berücksichtigt. In Abhängigkeit von der geforderten Feuerwiderstandsdauer wird die Abbrandtiefe wie auch beim Näherungsverfahren ermittelt und der Bruttoquerschnitt um diesen Betrag, allerdings ohne Erhöhung um $d_0 = 7\text{mm}$, verkleinert (s. Bild 5).



Legende

- 1 Ausgangsoberfläche des Stabes
- 2 Grenze des verbleibenden Restquerschnitts

Bild 5: Definition des verbleibenden Restquerschnittes nach dem genauen Bemessungsverfahren nach DIN 4102-22:2004

Nach Gl.(9) in DIN 4102-22:2004 erhält man für die Abbrandtiefe d_{ef} :

$$d_{ef} = d(t_f)$$

Die Abbrandtiefe $d(t_f)$ wird nach DIN 4102-22:2004, Gl. (9.1) wie folgt errechnet:

$$d(t_f) = \beta_n \cdot t_f$$

β_n = Abbrandrate nach Tabelle 74 in DIN 4102-22:2004

t_f = geforderte Feuerwiderstandsdauer in min

Umfangreiche Beispiele und Bemessungshilfen im Brandfall sind in [2] enthalten.

3. Brandschutztechnische Ertüchtigung von Holz durch Oberflächenbekleidungen

3.1 Bauaufsichtlich geregelte Konstruktionen nach DIN 4102-4:1994 in Verbindung mit DIN 4102-22:2004

Werden Holzbauteile durch Plattenwerkstoffe bekleidet (s. Bild 6), können verbesserte brandschutztechnische Eigenschaften, wie zum Beispiel eine höhere Feuerwiderstandsdauer erreicht werden.



Bild 6: Brandschutztechnische Verkleidung freiliegender Holzbauteile im Dachgeschoss eines mehrgeschossigen Wohnhauses (Anforderung F30-B)

Bild 7 zeigt den Einfluss der Plattendicke auf die Branddauer unterschiedlicher Plattenmaterialien. Da hier die Bekleidung den Brandwiderstand beeinflusst, spielt die statische Auslastung des Holzbauteiles bei der Feuerwiderstandsdauer keine Rolle mehr.

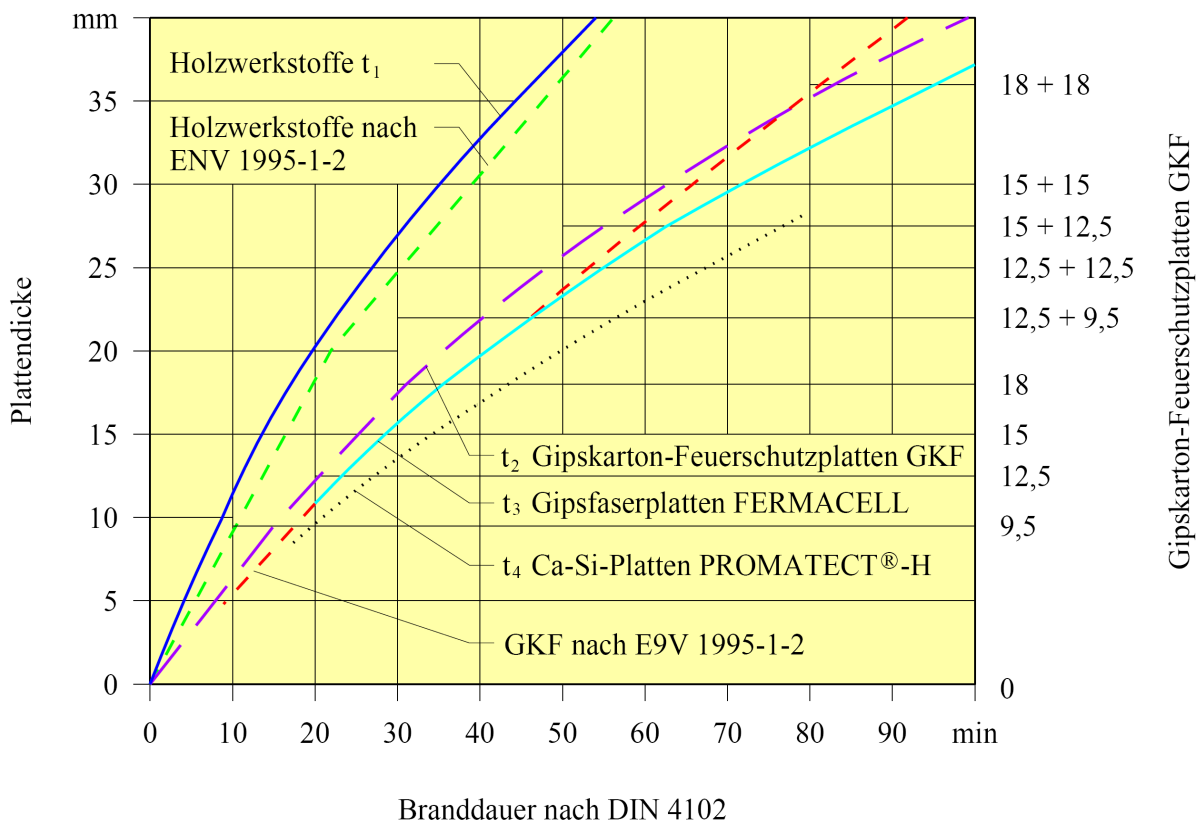


Bild 7: Charakterische Kurven für erforderliche Plattendicken von Beplankungen/Bekleidungen in Abhängigkeit von der Branddauer und des Plattenwerkstoffes, entnommen [7]

DIN 4102-4:1994 enthält Regellösungen für Feuerwiderstandsklassen F30-B und F60-B von Wänden mit **Beplankungen** aus Holzwolle- Leichtbauplatten, von Wänden mit Beplankungen aus Gipskartonplatten, von Wänden aus historischem Fachwerk mit Bekleidungen, Wänden aus Vollholzblockbalken, von Wänden und Decken in Holztafelbauart, von Holzbalkendecken mit verdeckten, teilweise verdeckten und freiliegenden Balken, von Dachkonstruktionen mit Bekleidungen und freiliegenden oder teilweise freiliegenden Sparren, von unbekleideten und bekleideten Balken, Stützen und Zuggliedern aus Voll- und Brettschichtholz.

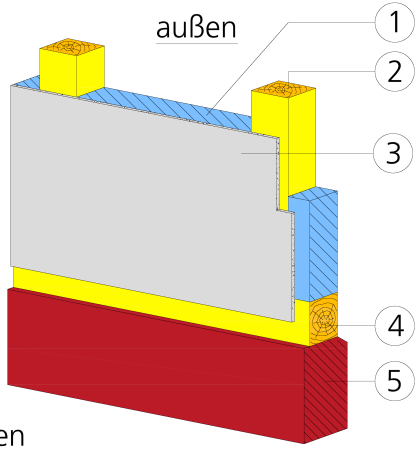
Voraussetzung für die Anwendung ist, dass die in der Norm angegebenen Festlegungen zum Anwendungsbereich, die angegebenen Mindestabmessungen und Materialfestlegungen zu den Beplankungen, Fußbodenmaterialien sowie brandschutztechnisch notwendigen Dämmschichten eingehalten werden. Das Holz muss mindestens

der Festigkeitsklasse C24 für Nadelholz, mindestens der Festigkeitsklasse D30 für Laubholz und mindestens der Festigkeitsklasse GL24c für Brettschichtholz nach DIN 1052:2008 entsprechen. Allerdings gelten die Festlegungen nur für neu zu errichtende Konstruktionen. Für Altbauten ist eine Anwendung nicht möglich.

Ausgenommen hiervon sind die Regeln der Abschnitte 4.11, 4.13 und 5.5.3 der DIN 4102-4:1994 für Fachwerkwände mit ausgefüllten Gefachen, Wände F30-B aus Vollholz- Blockbauten und bekleidete Balken, Stützen und Zugglieder aus Voll- und Brettschichtholz, die sinngemäß auch für Altbaukonstruktionen anwendbar sind. Die an die Bekleidung gestellten Anforderungen der Norm für diese drei Fälle zeigen die Tabellen 3, 4 und 5.

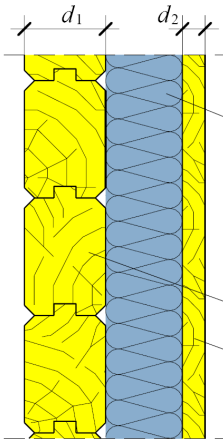
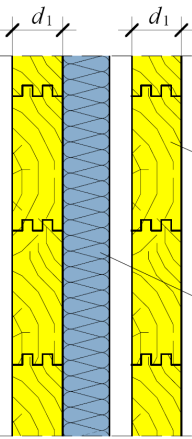
Die Bestimmungen für Fachwerkwände in der Norm nach DIN 4102-4:1994, Abschnitt 4.11 gelten nur für einen Feuerwiderstand F30-B. Die Gefache müssen vollständig mit Lehmschlag, Holzwolle- Leichtbauplatten nach DIN 1101 mit Putz oder Mauerwerk ausgefüllt und mindestens einseitig bekleidet sein. Durchgeführte Versuche haben für raumabschließende Fachwerkwände auch den Nachweis für eine Feuerwiderstandsdauer von F90 erbracht. Die Mindestbekleidungs-dicken zeigt Tabelle 3.

Tabelle 3: Feuerwiderstandsdauer von historischen Fachwerkwänden nach DIN 4102-4:1994 und Angaben in [7]

 <p>1. historische Ausfachung 2. Fachwerkständer (> 120x120 mm) 3. mindestens einseitige Beplankung 4. Schwelle 5. Sockelmauerwerk</p>	Mindestbeplankungsdicke $t \geq 12,5$ mm	
	Feuerwiderstandsdauer	
	F 30-B nach DIN 4102-4:1994	F 90-B
	12,5 mm Gipskarton-Feuerschutzplatte nach DIN 18180 oder 10 mm Fermacellplatte, s. [7]	15 mm Kalziumsilikatplatte
	18 mm Gipskarton-Bauplatte nach DIN 18180	16 mm Vermiculit-Platte
	15 mm Putz nach DIN 18550-2	
	25 mm Holzwolle-Leichtbauplatte nach DIN 101 mit Putz nach DIN 18550-2	
	16 mm Holzwerkstoffplatte mit Rohdichte ≥ 600 kg/m ³	
	22 mm Bretterschalung (gespundet oder mit Federverbindung nach Bild 39 in DIN 4102-4:1994)	

Die Bestimmungen für Wände in Blockbauweise gelten nach DIN 4102-4:1994, Abschnitt 4.13 für einschalige und zweischalige, tragende und nichttragende Wände. Die bei einer Feuerwiderstandsdauer von F30 einzuhaltenden Forderungen an die Mindestholzdicken der Holzbohlen zeigt Tabelle 4.

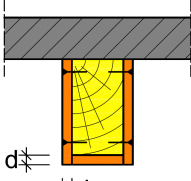
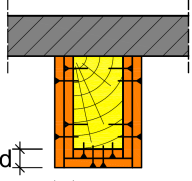
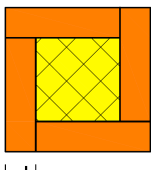
Tabelle 4: Mindestdicken von raumabschließenden und nichtraumabschließenden tragenden Wänden aus Vollholz-Blockbalken der Feuerwiderstandsklasse- Benennung F 30-B nach den Bildern 44 und 45 und Tabelle 55 in DIN 4102-Teil 4:1994

Wandkonstruktion	Belastungen zul q kN/m	erf d_1 in mm bei einem Abstand aus- steifender Bauteile	
		$\leq 3,0m$	$\leq 6,0m$
		und einer Wandhöhe	
		$\leq 2,6m$	$\leq 3,0m$
Tragende, raumabschließende Wand aus Vollholz- Blockbalken (Beispiel mit einfacher Spundung)  Mineralfaser-Dämmschicht, brandschutztechnisch nicht erforderlich (siehe Anmerkung zu Tabelle 50 in DIN 4102-4:1994) Vollholz-Blockbalken Bekleidung (siehe Tabelle 55 in DIN 4102-4:1994)	10	70 ¹⁾	80 ¹⁾
	20	90	100
	30	120	140
	35	140	180
Tragende, raumabschließende bzw. nichtraumabschließen- de Wand aus Vollholz-Blockbalken  Vollholz-Blockbalken Mineralfaser-Dämmschicht, brandschutztechnisch nicht erforderlich (siehe Anmerkung zu Tabelle 50 in DIN 4102-4:1994)	15	-	50

¹⁾ Bei einer Bekleidung mit $d_2 = d_w \geq 13mm$ (siehe Bild 39 nach DIN 4102-4:1994) darf $d_1 \geq 65mm$ gewählt werden.

Bei einem Feuerwiderstand von F60 sind nach DIN 4102-4:1994, Abschnitt 5.5.3 für Oberflächenbekleidungen von hölzernen Balken, Stützen und Zuggliedern als Verkleidungsmaterial nur Gipskartonplatten zulässig. Bei einem Feuerwiderstand F30 sind außer Gipskartonplatten auch Holzwerkstoffplatten oder gespundete Bretter zulässig (s. Tabelle 5). Bei zweilagigen Verkleidungen sind die Stöße zu versetzen sowie nach DIN 18181 zu befestigen und zu verspachteln. Liegt eine vierseitige Brandbeanspruchung vor, ist der Balken an der Oberseite wie an der Unterseite nach Tabelle 5 angegeben, auszuführen.

Tabelle 5: Bekleidete Holzbauteile aus Voll- oder Brettschichtholz (Tabelle 84 nach DIN 4102, Teil 4:1994)

Zeile	Konstruktionsmerkmale bei Holzbauteile (Ausführung bei 3-seitiger Bekleidung)		Stützen (Ausführung bei 4-seitiger Bekleidung)	
	1-lagige Bekleidung	2-lagige Bekleidung	1-lagige Bekleidung	
				
	<p>Gipskarton-Feuerschutzplatten (GKF) nach DIN 18 180 mit geschlossener Fläche (Zeile 1.1.1), Holzwerkstoffplatten oder Bretter (Zeilen 1.1.2 bis 1.1.5)</p>		<p>3 Feuerwiderstandsklasse-Benennung</p>	
			F30-B	F60-B
1	Mindestdicke d der Bekleidung bei Holzbauteilen			
1.1	(Ausführungs-Schemaskizze 1 und 2) bei Verwendungen von:			
1.1.1	Gipskarton-Feuerschutzplatten (GKF) nach DIN 18180	mm	12,5	2 x 12,5
1.1.2	Sperrholz nach DIN 68705, Teil 3 ¹⁾	mm	19	
1.1.3	Sperrholz nach DIN 68705, Teil 5 ¹⁾	mm	15	
1.1.4	Spanplatten nach DIN 68763 ¹⁾	mm	19	
1.15	gespundete Bretter aus Nadelholz nach DIN 4072	mm	24	
1.2	Stützen (Ausführungs-Schemaskizze 3) bei Verwendung von Wandbauplatten aus Gips mit Rohdichten von $\geq 0,6 \text{ kg/dm}^3$	mm	50	50
1)	Bei Holzwerkstoffplatten der Baustoffklasse B 1 darf die Mindestdicke um 10% verringert werden.			

3.2 Bauaufsichtlich geregelte Konstruktionen mit Prüfzeugnis

Zu dieser Kategorie zählen alle angebotenen Lösungen der Hersteller von Trockenbaulösungen für Wände, Decken, Fußböden, Dachräume und Bauteilverkleidungen insbesondere für Balken und Stützen. Als Materialien kommen hier bevorzugt Gips-, Gipskarton-, Gipsfaser- und Kalziumsilikatplatten sowie Gips- oder zementgebundene Faserplatten zum Einsatz. Derartige Plattenmaterialien werden i. Allg. nach DIN 4102-4:1994 in die Baustoffklasse „nichtbrennbar“, Baustoffklasse A1 oder A2 eingestuft. Gips- oder zementgebundene Spanplatten werden nach DIN 4102-4:1994 in die Klasse „brennbar“, Klasse B1 (schwer entflammbar) eingestuft (siehe Tabelle 6).

Tabelle 6: Baustoffklassen nach DIN 4102, Teil 4:1994 und Zuordnung verschiedener Trockenbau-/ Holzstoffe

Baustoffklassennach DIN 4102, Teil 4:1994, Abschnitt 2		Trockenbau-/ Holzbaustoffe
A	A1 nicht- brennbarer Baustoff	Gipskartonplatten mit Glasfaserbeschichtung Kalziumsilikatplatten
	A2 nicht- brennbarer Baustoff	Gipskartonplatten nach DIN 18800 mit geschlossener Oberfläche Faserzementplatten Kalziumsilikatplatten Gipsfaserplatten Gips- und zementgebundene Spanplatten
B	B1 schwer- entflammbarer Baustoff	Holzwohle-Leichtbauplatten Gipskartonplatte mit gelochter Oberfläche Fußbodenbeläge aus Eiche Zementgebundene Spanplatten Spanplatten mit Einstufung Gipsgebundene Spanplatten
	B2 normal- entflammbarer Baustoff	Holz sowie genormte Holzwerkstoffe mit Rohdichte $\geq 400 \text{ kg/m}^3$ und Dicke $> 2 \text{ mm}$ Gipskartonplatten nach DIN 18184 Spanplatten Sperrholzplatten

Eine besondere Rolle spielen die Plattenbaustoffe aus Gips, welche als anorganisches Material ein nichtbrennbarer Baustoff ist, der zu den klassischen Brandschutzmaterialien zählt. Gips hat einen hohen Anteil gebundenes Wasser, der beim Brand verdampft

und dabei sehr viel Wärmeenergie verbraucht. Neben der traditionellen Gipskartonplatte gibt es Gips-Feuerschutzplatten mit Glasfaserverstärkungen im Gipskern oder Gipsplatten mit Oberflächenbeschichtungen aus Glasfaservliesen.

Die in den Planungskatalogen für Holzbauteile ausgewiesenen Brandschutzlösungen gehen bis zur Feuerwiderstandsklasse F90- B. Für jede einzelne Lösung können bei den Herstellern Prüfzeugnisse angefordert werden.

4. Holzverbindungen

Verbindungen von Holzbauteilen sind ein wesentliches statisches Element in einer tragenden Holzkonstruktion. Bei Brandbeanspruchung müssen sie die gleiche Feuerwiderstandsdauer wie die durch sie verbundenen Holzbauteile garantieren.

DIN 4102-4:1994 regelt bezogen auf die zimmermannsmäßigen Verbindungen nur die Versatzverbindung und bezogen auf die ingenieurmäßigen Verbindungen die stiftförmigen Verbindungsmittel, wie Nägel, Stabdübel, Passbolzen und Bolzen und die Dübel besonderer Bauart bis zur Feuerwiderstandsdauer F60.

Bei den zimmermannsmäßigen Verbindungen schwächt der Abbrand des Holzes die zur Kraftübertragung erforderliche Holzfläche, was nach DIN 4102-4:1994 rechnerisch zu berücksichtigen ist.

Ingenieurmäßige Verbindungen sind aus Stahl hergestellt. Ungeschützte Stahlverbindungen reagieren dann im Brandfall wie ungeschützte Stahlteile mit einem Festigkeitsverlust in wenigen Minuten. Sind sie im Holz eingebettet, werden sie durch das Holz mit seiner relativ geringen Wärmeleitfähigkeit geschützt (s. Bild 8). Einer direkten Erwärmung sind dann nur die aus dem Holz herausstehenden Verbindungsmittel, wie Muttern mit Schraubenenden oder Blechen ausgesetzt.

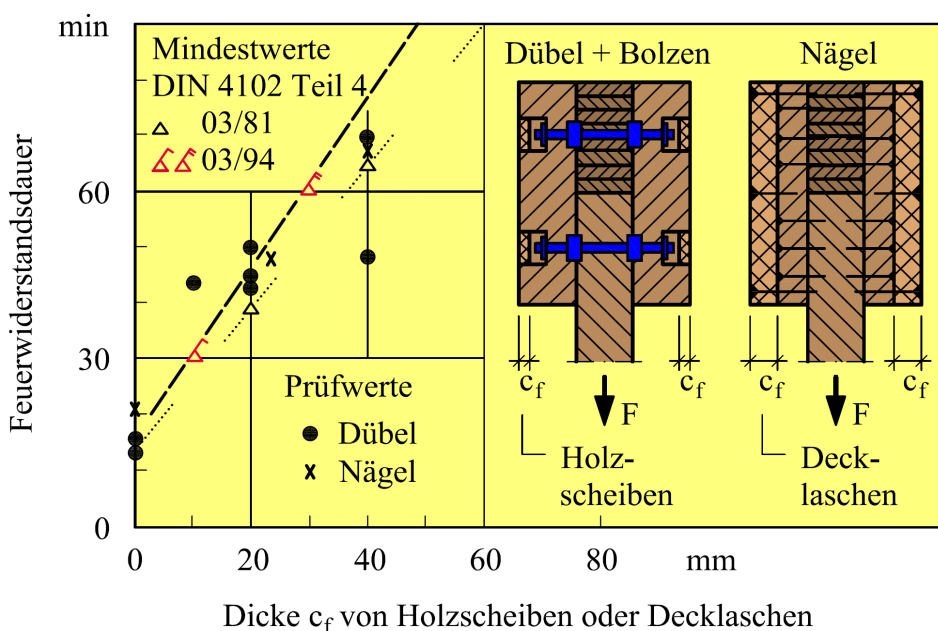


Bild 8: Verbesserung der Feuerwiderstandsdauer durch eingeklebte Holzscheiben oder aufgenagelte Decklaschen (aus [7])

4.1 Oberflächenbekleidung von Versatzverbindungen

Wird eine Versatzverbindung allseitig mit Decklaschen verkleidet (s. Bild 9) muss ein Abbrand auf die Reduzierung der Versatztiefe und die dadurch resultierende Verringerung der übertragbaren Kraft in der Versatzstirn rechnerisch nicht berücksichtigt werden (siehe DIN 4102-4:1994, Abschnitt 5.8.9 in Verbindung mit DIN 4102-22:2004).

Erfolgt eine Bekleidung mit Holzwerkstoffen, so sind in Abhängigkeit von der Holzwerkstoffart, der jeweiligen Abbrandgeschwindigkeit und der gewünschten Feuerwiderstandsdauer die Bekleidungsstärken zu berechnen.

Wird keine Bekleidung angeordnet, ist die Tragfähigkeit des Versatzes in einer „heißen“ Bemessung nachzuweisen (siehe hierzu [8]).

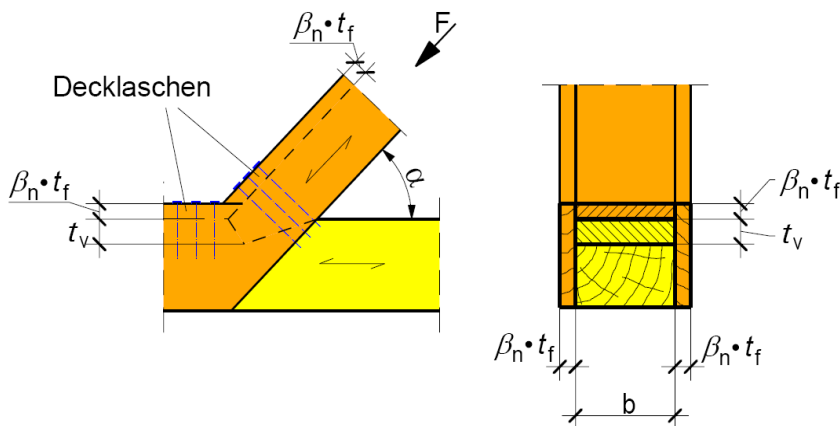


Bild 9: Stirnversatz mit allseitigen Bekleidungen nach DIN 4102-4:1994, Abschnitt 5.8.9 (dort Bild 57c)

4.2 Oberflächenbekleidung von stiftförmigen Verbindungsmitteln und Dübeln besonderer Bauart

Die DIN 4102-4:1994 regelt nur Verbindungen, die auf Druck, Zug oder Abscheren symmetrisch (d. h. nur zweiseitige Verbindungen) beansprucht werden. Grundsätzlich sind die konstruktiv erforderlichen Randabstände und bei einer Bemessung der Verbindungen nach den Mindestholzdicken aus der „kalten Bemessung“ die Abstände und Mindestholzdicken zu vergrößern und Mindestmaße an die Seitenholzdicken einzuhalten.

Die Verbindungsmittel können durch Oberflächenverkleidungen aus eingeklebten Holzscheiben, Pfropfen oder Decklaschen geschützt werden, wenn die entsprechenden Mindestholzdicken für die gewünschte Feuerwiderstandsdauer eingehalten werden. Innenliegende Stahlbleche oder Stahlblechformteile, die durch Holz mit einer Dicke c_{fi} überdeckt sind, gelten als brandschutztechnisch geschützt.

Werden aus Gründen des Brandschutzes Decklaschen aufgenagelt, muss die Einschlagtiefe der Nägel mindestens $6d$ sein, jedoch muss pro Nagel eine Laschenfläche

von 15.000 mm² vorhanden sein. Erfolgt keine wirksame Oberflächenbekleidung, sind die Stabdübelverbindungen für den Brandfall zu bemessen.

Bei Dübel besonderer Bauart können die für jede Verbindungseinheit erforderlichen Bolzen durch Sondernägel ersetzt werden. Bei der Feuerwiderstandsdauer F30 bleiben dann Tragfähigkeitsminderungen im Brandfall unberücksichtigt. Das gilt auch, wenn die Bolzen und zusätzlich dazu Sondernägel angeordnet werden. Erfolgen diese Maßnahmen nicht, so sind die Dübelverbindungen für den Brandfall nach den in Abschnitt 5.8.3 angegebenen Regeln der DIN 4102-4:1994 in Verbindung mit DIN 4102-22:2004 zu bemessen.

Literatur

- [1] Lißner, K.; Rug, W.: *Holzbausanierung, Grundlagen und Praxis der sicheren Ausführung*, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2000 (2. Auflage in Vorbereitung 2008/2009)
- [2] Werner, G.; Zimmer, K.: *Holzbau, Teil 1, 4. Auflage*, neubearbeitet von Zimmer, K.; Lißner, K., Springer Verlag Berlin 2009
- [3] Werner, G.; Zimmer, K.: *Holzbau, Teil 2., 4. Auflage*, neubearbeitet von Zimmer, K.; Lißner, K., Springer Verlag Berlin 2010
- [4] Rug, W.; Mönck, W.: *Holzbau, 15. vollständig überarbeitete Auflage*, Huss-Verlag, Berlin 2008
- [5] Lißner, K.; Rug, W.: *Ergänzende Erläuterungen für Bauten im Bestand*, In: Blaß, H-J.; Ehlbeck, J.; Kreuzinger, H.; Steck, G.: *Erläuterungen zu DIN 1052:2004-08*, 2. Auflage, DGfH und Bruderverlag, Karlsruhe 2005
- [6] Lißner, K.; Rug, W.: *Nachweisführung zur Stand- und Tragsicherheit sowie Gebrauchstauglichkeit von Holzkonstruktionen in historischen Gebäuden*, In: *Europäischer Sanierungskalender 2008*, Beuth-Verlag 2008
- [7] Kordina, K.; Meyer-Ottens, C.: *Holz- Brandschutz- Handbuch*, 2. Auflage, DGfH, München 1994
- [8] DGfH: *Holz-Brandschutz-Handbuch*, 3. Auflage, DGfH, München, Verlag Ernst und Sohn Berlin 2009
- [9] Ohne Autor: *Feuersicherheit und Holzverwendung*, bauen mit holz 1961, S. 53-56