



Normengerechter Brandschutz im Holzbau

Prof. Dr.-Ing. François Colling, Mering

Teil 1

Grundlagen

- Wann ist Brandschutz erforderlich?
- Warum ist Brandschutz erforderlich?
- Was gehört zum Brandschutz?
- Welche Anforderungen werden in der BayBO gestellt?
- Wie können die Brandschutzanforderungen erfüllt werden?

DIN 4102 Teil 4

- Baustoffe und Dämmstoffe
- Abbrandverhalten

Bauteile

- Brandbemessung für Zugstäbe, Stützen und Balken
- Wände
- Decken
- Dächer

Verbindungen

- Geschützte Verbindungen
- Ungeschützte Verbindungen

Literatur

Abkürzungen

LBO	Landesbauordnung
BayBO	Bayerische Bauordnung
FWD	Feuerwiderstandsdauer
DIBt	Deutsches Institut für Bautechnik
VG	Vollgeschoß
DG	Dachgeschoß
BSH	Brettschichtholz
VH	Vollholz
HWSt	Holzwerkstoff
GKB	Gipskarton-Bauplatten
GKF	Gipskarton-Feuerschutzplatten
HWL	Holzwohle-Leichtbauplatten
MF	Mineralfaser
HBH	Holz-Brandschutz-Handbuch

Begriffe

Gebäude geringer Höhe	Fußboden des obersten Geschosses/Aufenthaltsraumes ≤ 7 m über der natürlichen oder festgelegten Geländeoberfläche.
Gebäude Typ a	Wohngebäude mit bis zu 2 Wohnungen, soweit sie nicht über einem 2. Vollgeschoß Aufenthaltsräume haben können.
Gebäude Typ b	Sonstige Gebäude geringer Höhe.
Vollgeschoß	Vollgeschosse sind Geschosse, die über mindestens 2/3 ihrer Grundfläche eine lichte Höhe von mind. 2,30 m haben (Art. 2(4)).
Aufenthaltsraum	Die lichte Höhe von Aufenthaltsräumen muß mindestens 2,40 m (bei DG und Keller 2,20 m) betragen (Art. 48(2)), und die Fläche mit dieser Mindesthöhe muß mindestens die Hälfte der Nutzfläche betragen, wobei zur Nutzfläche nur der Dachraum mit einer lichten Höhe Höhe von mind. 1,50 m angerechnet wird (Art. 51(1)).

Wann ist Brandschutz erforderlich?

Ein normengerechter Brandschutz kann auch darin bestehen, gar keine Brandschutzmaßnahmen zu ergreifen, wie z.B. im Falle eines freistehenden Einfamilienhauses (E + D) mit mindestens 5 m Grenzabstand.

Wann und welche Brandschutzmaßnahmen überhaupt erforderlich sind, regeln in allen Bundesländern die jeweiligen Landesbauordnungen (LBO), die in ganz Deutschland kürzlich überarbeitet und an die neue Musterbauordnung (MBO) angepaßt wurden.

Die LBO regelt die erforderlichen Brandschutzmaßnahmen.

Warum ist Brandschutz erforderlich?

Das primäre Ziel des Brandschutzes besteht im Schutz von Menschenleben. Hierbei sollen sowohl die Personen geschützt werden, deren Wohnung/Haus brennt, als auch die Personen, die mit dem Brand eigentlich gar nichts zu tun haben (dritte Personen, wie z.B. Nachbarn).

Der Schutz und die Rettung von Personen ist das primäre Ziel des Brandschutzes.

Prinzipiell gilt, daß je mehr Personen von einem Brand betroffen sein können, umso schärfer/strenger werden auch die Brandschutzanforderungen sein. So ist es durchaus verständlich, daß z.B. bei Reihenhäusern andere Anforderungen gestellt werden müssen, als bei freistehenden Einfamilienhäusern, bei denen der nächste Nachbar mehr als 10 m entfernt ist.

Sekundäres – wenn auch in den Augen der Versicherungsunternehmen nicht unwichtiges Ziel des Brandschutzes ist der Schutz von Eigentum.

Was gehört zum Brandschutz?

Wird Holz einer erhöhten Temperatur ausgesetzt, so entweichen bei etwa 150°C Gase (Holzgas), die sich unter normalen Bedingungen bei etwa 250–320°C entzünden. Ab einer Temperatur von 800°C ist die Entgasung abgeschlossen und die Bildung von Holzkohle beginnt. Bei längerer Temperaturbeanspruchung kann Holz auch bereits bei etwa 120°C brennen (sog. Sauna-Effekt).

In den LBO werden die Brandschutzanforderungen verbal ausgedrückt, wie z.B. „Bauteile müssen feuerhemmend oder ...feuerbeständig ausgeführt werden“. Will man die Bauteile herstellen, so muß man aber plötzlich nachweisen, daß sie die Anforderungen von F30-B oder F90-AB erfüllen. Was steckt hinter diesen Bezeichnungen und was bedeuten sie?

Zur Beantwortung dieser Frage ist es ganz hilfreich, sich ein mögliches Brandszenario anzuschauen:

1. Ein Papierkorb fängt Feuer.
2. Aus diesem sog. Entstehungsbrand entstehen Verbrennungsprodukte (Rauchgase) und Wärme. Diese Rauchgase steigen auf und verteilen sich im Raum.
3. Die Temperatur steigt an. Hierbei werden die brennbaren Produkte im Raum thermisch aufbereitet, wobei diese brennbare gasförmige Stoffe abgeben (siehe auch nebenstehenden Kasten). Kunststoffe geben Pyrolyseprodukte frei, die bei der Verbrennung toxische Rauchgas-komponenten freisetzen.
4. Die brennbaren gasförmigen Stoffe vermischen sich mit dem Rauchgas.
5. Bei ausreichender Konzentration, genügendem Sauerstoffgehalt und bei Erreichen der „geeigneten“ Temperatur erfolgt die Durchzündung mit einem schlagartigen Druck- und Temperaturanstieg (sog. „flashover“).
6. Die Oberflächen sämtlicher brennbarer Stoffe werden gezündet, es entsteht ein Vollbrand.

Der Brandverlauf läßt sich dabei durch eine ganze Reihe von Maßnahmen beeinflussen. So können z.B.

- eine frühzeitige Rauchgasabführung,
- eine rechtzeitige Frischluftzufuhr, oder
- eine Befeuchtung der Oberflächen durch Sprinkler

die Entstehung eines Vollbrandes verhindern. Mit Hilfe solcher Maßnahmen ist es in vielen Fällen möglich, Brandschutzanforderungen abzuschwächen oder gar zu erlassen (siehe auch Abschnitt über Ermessensspielraum).

Im Hinblick auf die Rettung von Menschenleben und den Schutz der Feuerwehrleute während der Löscharbeiten ist es wünschenswert, wenn das Gebäude nicht sofort nach Ausbruch des Vollbrandes zusammenfällt. Die Konstruktion sollte daher dem Feuer eine gewisse Zeit Widerstand leisten können.

Weiterhin sollte sich das Feuer nicht ungehindert auf alle möglichen benachbarten Räume ausbreiten, wobei insbe-

sondere die Rettungswege (z.B. Treppenhäuser) zu schützen sind.

Aus der Beschreibung des Brandverlaufes läßt sich somit ableiten, daß sich alle Brandschutzanforderungen und Maßnahmen im wesentlichen auf zwei Punkte reduzieren lassen:

1. Anforderungen, die die Brandentstehung und die Brandweiterleitung betreffen. Dies sind im wesentlichen Anforderungen, die die Beschaffenheit der Baustoffe hinsichtlich ihres Brandverhaltens betreffen (brennbar

oder nicht). Man spricht hier von den sog. *Baustoffanforderungen*.

Brandschutz besteht aus
 - Baustoffanforderungen
 - Bauteilanforderungen

2. Anforderungen, die das Tragverhalten der Bauteile während des Brandes betreffen. Zur Ermöglichung von Rettungs- und Löscharbeiten werden hier bestimmte Mindeststandzeiten gefordert. Diese Feuerwiderstandsdauer ist eine sog. *Bauteilanforderung*.

Baustoffklassen

DIN 4102 Teil 1 (5/81) klassifiziert die Baustoffe hinsichtlich ihres Brandverhaltens und Brandrisikos wie folgt:

Tabelle 1: Baustoffklassen nach DIN 4102 T1

Baustoffklasse	Bauaufsichtliche Benennung
A ¹⁾	nichtbrennbare Baustoffe ¹⁾
A1	ohne brennbare Bestandteile
A2	mit brennbaren Bestandteilen
B	brennbare Baustoffe
B1 ¹⁾	schwerentflammbare Baustoffe ¹⁾
B2	normalentflammbare Baustoffe
B3	leichtentflammbare Baustoffe
¹⁾ Nichtbrennbare Baustoffe, die brennbare Bestandteile enthalten und schwerentflammbare Baustoffe (B1) bedürfen eines Prüfzeichens des DIBt	

Beispiele von Zuordnungen von Baustoffen in diese Baustoffklassen sind im Abschnitt Baustoffe und Dämmstoffe angegeben.

Bauteilklassen

Die Feuerwiderstandsdauer (FWD) ist die Zeit, während der ein Bauteil unter definierten Randbedingungen (z.B. Temperaturbeanspruchung, Belastung) bestimmte Anforderungen erfüllen muß, wie z.B.

- Beibehaltung der Tragfähigkeit während der Beurteilungszeit, und
- Wahrung des Raumabschlusses bei raumabschließenden Bauteilen.

Entsprechend der in Prüfungen erzielten FWD werden die Bauteile in die in der nachfolgenden Tabelle angeführten Klassen eingeteilt. Hierbei steht der Buchstabe F für Feuerwiderstand und

die angehängte Zahl für die mindestens gegebene Standzeit in Minuten.

Für den Holzbau von Bedeutung sind die Klassen F30, F60 und mit Abstrichen auch F90.

Die FWD hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab, wie z.B.

- der Brandbeanspruchung (ein- oder mehrseitig),
- den Bauteilabmessungen,
- dem statischen System,
- dem vorhandenen Ausnutzungsgrad der Festigkeit,
- der Anordnung von Bekleidungen und vieles andere mehr.

Tabelle 2: Feuerwiderstandsklassen nach DIN 4102 T2

Feuerwiderstandsklasse	Feuerwiderstandsdauer in Minuten
F30	≥ 30
F60	≥ 60
F90	≥ 90
F120	≥ 120
F180	≥ 180

DIN 4102 T4 setzt dabei voraus, daß alle Glieder der brandschutztechnischen Bemessungskette der geforderten Feuerwiderstandsklasse angehören. Dies bedeutet, daß neben den Bauteilen selbst auch alle *Anschlüsse* (Verbindungen, Auflager) und statisch bedeutsamen *Aussteifungen und Verbände* der geforderten Feuerwiderstandsklasse angehören müssen.

Alle statischen Teile müssen der geforderten FWD entsprechen.

Benennung von Bauteilen

Bei der Benennung von Bauteilen mit einer bestimmten FWD wird der Bezeichnung der zugehörigen Feuerwiderstandsklasse in Abhängigkeit von den verwendeten Baustoffen eine der folgenden Bezeichnungen angehängt:

- A: aus nichtbrennbaren Baustoffen,
- B: beliebige Baustoffe (d.h. auch brennbare),
- AB: in den wesentlichen Teilen aus nichtbrennbaren Baustoffen. Zu den wesentlichen Teilen gehören z.B. alle tragenden oder aussteifenden Teile.

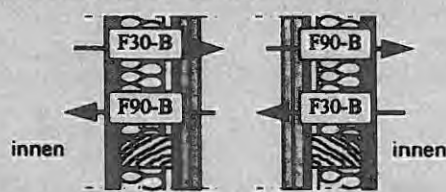
Bei dieser Benennung werden nur die Baustoffe berücksichtigt, die für die Klassifizierung notwendig sind. So verliert z.B. ein Bauteil F90-A seine Benennung nicht, wenn nachträglich eine Bekleidung aus brennbaren Baustoffen (Klasse B) angebracht wird, sofern diese sich nicht nachteilig auf die Widerstandsdauer auswirkt.

Gleichmaßen behält auch eine Holzwand F30-B seine Benennung, auch wenn eine Bekleidung aus Baustoffen der Klasse A angebracht wird.

Die Benennung von Holzbauteilen und Holzkonstruktionen lautet stets F.-B.

Die in den LBO verbal ausgedrückten Brandschutzanforderungen (z.B. feuerhemmend) wurden bei der Einführung der DIN 4102 „übersetzt“. In der nachfolgenden Tabelle sind die Benennungen nach der Bayerischen Bauordnung

Tabelle 4: Brandschutztechnische Anforderungen an Gebäude geringer Höhe nach BayBO 94

Bauteil	Art.(Abs.)	Anforderungen
Tragende Wände	29(1)	<ul style="list-style-type: none"> • Allgemeine Forderung: feuerhemmend (F30-B). • In Wohngebäuden Typ a sind tragende Wände ohne Anforderungen an die Feuerwiderstandsdauer zulässig (FO). • Tragende Wände in Kellergeschossen müssen mindestens feuerhemmend sein (F30-B).
	29(2)	
Außenwände	30(1)	<ul style="list-style-type: none"> • Keine Anforderungen an nichttragende Außenwände. • Keine besonderen Anforderungen an Außenwandverkleidungen, einschl. Dämmstoffe und Unterkonstruktionen. • Außenwände ohne Feuerwiderstandsdauer, die aus brennbaren Baustoffen bestehen, müssen einen Mindestabstand von 10 m zu bestehenden oder künftig möglichen Gebäuden haben (d.h. i.d.R. einen Grenzabstand von 5 m).
	30(2)	
Trennwände	31(2)	<ul style="list-style-type: none"> • Wohnungstrennwände sind in derselben Feuerwiderstandsdauer der tragenden Bauteile des Gebäudes zulässig (d.h. FO bei Typ a, ansonsten F30-B).
Brandwände	32(3)	<ul style="list-style-type: none"> • Anstelle von Brandwänden sind feuerbeständige Wände zulässig (F90-AB). • Bei Wohngebäuden mit bis zu 2 Wohnungen genügen sog. (F30-B) + (F90-B) - Wände:
		 <ul style="list-style-type: none"> • Bei traufseitig aneinanderstehenden Gebäuden müssen Decken und Dächer mindestens feuerhemmend (F30-B) sein
Decken	33(1)	<ul style="list-style-type: none"> • Allgemeine Forderung: feuerhemmend (F30-B) • Bei Gebäuden Typ a sind Decken ohne Feuerwiderstandsdauer zulässig. • Decken über Kellergeschossen müssen mindestens feuerhemmend (F30-B) sein.
	33(3)	

(BayBO) und die zugehörigen übersetzten Benennungen nach DIN 4102 T2 zusammengestellt.

Feuerhemmend = F30-B

Welche Anforderungen werden in der BayBO gestellt?

Jedes Bundesland hat eine eigene LBO und die darin enthaltenen Brandschutzanforderungen unterscheiden sich z.T. erheblich. So gelten z.B. die Bauordnungen von Baden-Württemberg, Bayern und Hessen als „holzfreundlich“, während die Bauordnung

von Hamburg als eher restriktiv anzusehen ist.

Die nachfolgend gemachten Ausführungen beziehen sich ausschließlich auf die BayBo aus dem Jahre 1994.

Anforderungen an Gebäude geringer Höhe

Einschränkung auf Gebäude geringer Höhe: Fußboden des obersten Geschosses/Aufenthaltsraumes ≤ 7 m über der natürlichen oder festgelegten Geländeoberfläche.

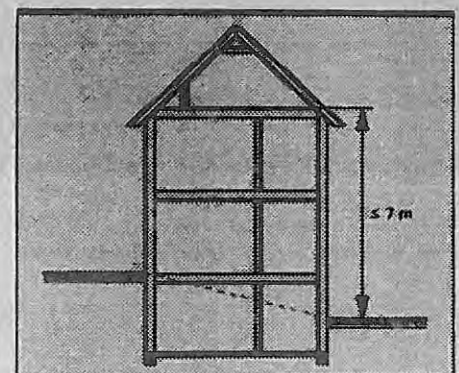


Tabelle 3: Bauaufsichtliche Benennungen und zugeh. Benennungen nach DIN 4102 T2

Bauaufsichtliche Benennung	Benennung nach DIN 4102 T2	Erläuterung
feuerhemmend	F30-B	Alle Baustoffe dürfen der Baustoffklasse B angehören
feuerbeständig	F90-AB	Die wesentlichen Teile der Bauteile müssen der Baustoffklasse A angehören.
feuerbeständig und aus nichtbrennbaren Baustoffen	F90-A	Alle Baustoffe müssen aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen.

Tabelle 4: Brandschutztechnische Anforderungen an Gebäude geringer Höhe nach BayBO 94 (Fortsetzung)

Dächer	34(1)	<ul style="list-style-type: none"> Die Dachhaut muß gegen Flugfeuer und strahlende Wärme widerstandsfähig sein (harte Bedachung).
	34(2)	<ul style="list-style-type: none"> Ausnahmen möglich bei ausreichenden Abständen zu anderen Gebäuden.
Aufenthaltsräume und Wohnungen im Dachgeschoß	51(2)	<ul style="list-style-type: none"> Wände (einschl. Trennwände), Decken und Dachschrägen sind mind. feuerhemmend (F30-B) auszuführen. Bei Gebäuden mit nur einem Vollgeschoß unterhalb des Dachraumes werden keine Brandschutzanforderungen gestellt (FO).
	51(3)	<ul style="list-style-type: none"> Bei Aufenthaltsräumen und Wohnungen in einem <u>zweiten</u> Dachgeschoß müssen die tragenden Wände, die Decken und die Dachschrägen <u>des ersten Dachgeschosses</u> mind. feuerhemmend (F30-B) sein.
Treppen	36(4)	<ul style="list-style-type: none"> Allgemeine Forderung: die tragenden Teile der Treppen müssen feuerhemmend (F30-B) sein. Alternativ hierzu genügt eine Ausführung aus nicht brennbaren Baustoffen. In Wohngebäuden mit bis zu 2 Wohnungen und in Gebäuden, an deren tragende Bauteile keine Anforderungen gestellt werden, sind keine Brandschutzanforderungen zu erfüllen (FO). An Geländer, Brüstungen und Beläge von Setzstufen werden keine Anforderungen gestellt.

Weiterhin besitzen die nachfolgenden Ausführungen nur Gültigkeit für sog. Gebäude geringer Höhe. Bei diesen Gebäuden geringer Höhe ist der oberste Aufenthaltsraum mit den übliche Steckleitern der Feuerwehr erreichbar.

Zu dieser Gebäudeklasse ist ein Gebäudetyp besonders zu erwähnen, der hinsichtlich der brandschutztechnischen Anforderungen am „günstigsten“ abschneidet, nämlich Wohngebäude mit bis zu zwei Wohnungen, die über dem zweiten Vollgeschoß (VG) keine Aufenthaltsräume haben können. Dieser Gebäudetyp wird nachfolgend mit TVD a bezeichnet. Die übrigen Gebäude geringer Höhe werden mit TVD b bezeichnet.

Die in der Bay BO an Gebäude geringer Höhe gestellten Anforderungen sind im Einzelnen in der vorhergehenden Tabelle 4 unter Angabe des zugehörigen Artikels der BayBO zusammengestellt. Hierbei handelt es sich nicht um den Originaltext!

Diese einzelnen Anforderungen sind in der nachfolgenden Tabelle 5 in komprimierter Form zusammengefaßt und in Tabelle 6 anhand von ein paar beispielhaften Gebäuden veranschaulicht.

Anhand dieser und der nachfolgenden Beispiele ist zu erkennen, daß mit zunehmender Anzahl von betroffenen Personen/Parteien und erschwerten Flucht- und Rettungsbedingungen die

Brandschutzanforderungen strenger/schärfer werden. Dies gilt in besonderem Maße für Hochhäuser, Schulen, Gaststätten, Versammlungsstätten, Krankenhäuser o.ä. Hier sind besondere Anforderungen und sogar eigene Verordnungen zu beachten.

Ermessensspielraum

In jeder LBO ist die Möglichkeit der Ausnahme oder Befreiung von brandschutztechnischen Anforderungen vorgesehen (siehe z.B. Art 77). Die LBO lassen den Baubehörden einen sog. Ermessensspielraum, der ihnen erlaubt, von bestimmten Anforderungen abzusehen, wenn durch zusätzliche oder alternative Maßnahmen die Zielvorstellungen der LBO erreicht werden können.

Können die Schutzziele der LBO durch zusätzliche oder alternative Brandschutzmaßnahmen (z.B. Sprinkler) erreicht werden, so können bauaufsichtliche Forderungen reduziert werden.

Diese Zielvorstellungen bestehen in erster Linie in der Rettung der betroffenen Personen. Gelingt es durch zusätzliche Maßnahmen (z.B. zusätzliche Rettungswege, Sprinkleranlagen) dieses Ziel sicherzustellen, so ist es möglich, von den gesetzlich vorgeschriebenen Anforderungen abzuweichen.

Hier gilt es, die Behörden mit fachlich richtigen Argumenten zu überzeugen. In jedem Fall ist zu empfehlen, frühzeitig, d.h. bereits während der Planungsphase mit den Behörden Kontakt aufzunehmen und die verschiedenen Möglichkeiten zu diskutieren. Beim Sammeln von Argumenten und der Erarbeitung von Lösungsvorschlägen sind die Fachberater der Arbeitsgemeinschaft Holz gerne behilflich.

Tabelle 5: Zusammenstellung der brandschutztechnischen Anforderungen bei Gebäude geringer Höhe

Typ a:
≤ 2 Whg. ohne Aufenthaltsräume über 2. VG
Typ b:
sonstige Gebäude geringer Höhe

Bauteile	Gebäudetyp	
	Typ a	Typ b
Ausgebautes Dach: Decken, Wände, Schrägen	F30-B ¹⁾	F30-B ¹⁾
Zweigeschossiger Dachausbau (beide Ebenen)	F30-B	F30-B
Tragende Wände, Pfeiler, Stützen	Allgemein	F30-B
	Keller	F30-B
Wohnungstrennwände und Innenwände	-	F30-B
Decken	Allgemein	F30-B
	über Keller	F30-B
Treppen	-	F30-B ²⁾
Gebäudeabschlußwände	(F30-B) + (F90-B) ³⁾	F90-AB ²⁾³⁾

¹⁾ Keine Anforderungen bei Wohngebäuden mit nur 1 VG unter dem Dachraum (FO).
²⁾ Bei Wohngebäuden mit bis zu 2 Wohnungen gelten folgende Anforderungen:
 Treppen FO
 Gebäudeabschlußwände (F30-B) + (F90-B)
³⁾ Keine Anforderungen bei einem Grenzabstand von mind. 5 m (FO).

Wie können Brandschutzanforderungen erfüllt werden?

Die neue MBO unterscheidet zwischen

- geregelten Bauprodukten und
- nicht geregelten Bauprodukten.

Geregelte Bauprodukte sind Produkte, über die hinlänglich Erfahrungen vorliegen, und die in Normen geregelt sind. Für diese Produkte kann der Nachweis des Brandschutzes über die DIN 4102 Teil 4 erfolgen (siehe Bild 1).

Nicht geregelte Produkte benötigen zum Nachweis des Brandverhaltens eines der folgenden Verfahren (siehe auch Bild 1):

- Prüfzeugnis,
- Gutachten,
- Zulassung,
- Zustimmung im Einzelfall.

Nachfolgend soll ausschließlich auf den Nachweis des Brandschutzes nach DIN 4102 T4 eingegangen werden.

DIN 4102 Teil 4

Die derzeit gültige DIN 4102 T4 (03/94) – Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile weist gegenüber der vorherigen Ausgabe (03/81) einige wesentlichen Änderungen auf.

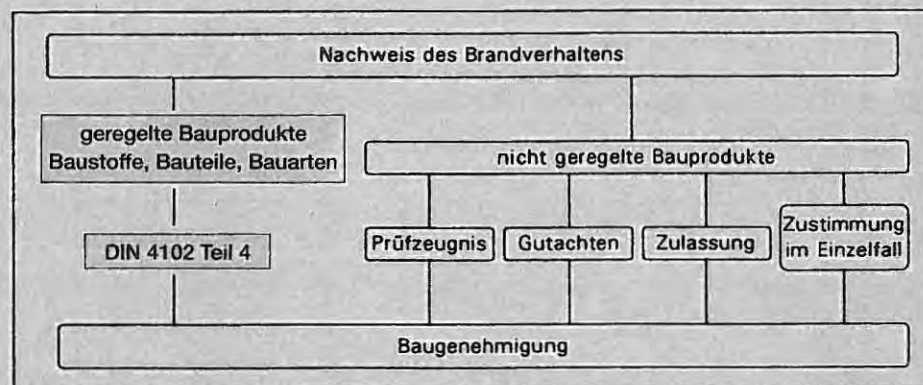
So wurden z.B. die Sammlung der klassifizierten Baustoffe und Bauteile um einige Varianten erweitert.

Das Brandverhalten im Holzbau ist im Gegensatz zu anderen Baustoffen rechenbar.

Als wichtigste Änderung jedoch ist zu nennen, daß man im Holzbau nicht mehr allein auf die in der DIN angegebenen Konstruktionen angewiesen ist, sondern daß Abweichungen möglich sind. Dies liegt darin begründet, daß die in DIN 4102 T4 gemachten Angaben nicht mehr ausschließlich aus Versuchen abgeleitet sind, sondern daß es gelungen ist, Rechenverfahren zu entwickeln, mit deren Hilfe, das Brandverhalten rechnerisch beschrieben werden kann. Somit sind Ausführungen von Balken, Stützen, Zugglieder, Wänden und Verbindungen möglich, die in DIN 4102 T4 nicht explizit aufgeführt sind. Insbesondere bei den Verbindungen wirkt sich dies positiv aus und ermöglicht erstmalig, *ungeschützte Verbindungen* mit Stabdübeln, Paßbolzen und Nägeln brandschutztechnisch zu bemessen und herzustellen.

VG = Vollgeschoß	DG = Dachgeschoß	F30-B	F0
1 VG ohne ausgebautes DG			
1 VG mit ausgebautem DG			
2 VG (DG = VG)	Kein Aufenthaltsraum im Dach		
2 VG ohne ausgebautes DG			

Bild 1: Möglichkeiten zum Nachweis des Brandverhaltens



Baustoffe und Dämmstoffe

Baustoffe

Grundlage für alle Berechnungen und Ausführungen ist natürlich die Kenntnis der Eigenschaften der verwendeten Baustoffe. Leichtentflammbare Baustoffe (Klasse B3) sind dabei nach Art.16(4) der BayBO grundsätzlich ausgeschlossen.

B2 - Baustoffe

Zur Baustoffklasse B2 (normalent-

flammbar) gehören nach DIN 4102 T4:

- Holz,
- genormte Holzwerkstoffe (Spanplatten, Furnierplatten, Holzfaserplatten),
- genormte HWSt mit Beschichtung aus Holzfurnieren oder dekorativen Schichtpreßstoffplatten,
- kunststoffbeschichtete dekorative Flachpreßplatten,
- kunststoffbeschichtete dekorative Holzfaserplatten,

Tabelle 6b: Beispiele: Wohngebäude Typ b

VG = Vollgeschoß	DG = Dachgeschoß	F30-B	F0
<p>2 VG mit ausgebautem DG</p> <p>Bei 1-2 Wohnungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Treppen: F0, und - Abweichungen für DG möglich 			
<p>1 VG mit 2-geschossigem DG:</p> <p>1 VG + 1 Aufenthaltsraum im Dach</p>			
<p>1 VG mit ausgebautem DG</p> <p>aber: mehr als 2 Wohnungen</p>			

- Schichtpreßstoffplatten (Behandlung der kunstharzgetränkten Papiere mit Feuerschutzmitteln).

A2 - Baustoffe

Nichtbrennbare Plattenwerkstoffe, in denen brennbare Bestandteile enthalten sind, bedürfen einer Zulassung oder eines Prüfbescheides des DIBt.

Spanplatten können auf verschiedene Weise nichtbrennbar gemacht werden:

- durch Verwendung mineralischer Bindemittel (Portlandzement, Magnesiaement, Wasserglas),
- durch Verwendung von Gips als Bindemittel,
- durch Verwendung geeigneter Feuerschutzmittel (mit hohen Dosierungen), auch in Verbindung mit versch. Beschichtungen (jedoch nicht erforderlich).

Dämmstoffe

Am Bau dürfen nur genormte oder bauaufsichtlich zugelassene Dämmstoffe verwendet werden. Aus brandschutztechnischer Sicht werden diese ebenfalls in brennbare und nichtbrennbare Dämmstoffe unterteilt.

A1-Dämmstoffe

Am häufigsten eingesetzt werden *Mineralfaser*-Dämmstoffe, die einen Schmelzpunkt von mind. 1000°C haben müssen.

Daneben gibt es noch Dämmstoffe auf *Schaumglas*-Basis und Schüttungen aus *Perlite* oder *Vermiculite*.

B 1- und B2- Dämmstoffe

Bedingt durch das gestiegene Umweltbewußtsein gibt es zwischenzeitlich auch eine ganze Reihe „alternativer“ Dämmstoffe, die auf der Basis von *Holz* (*Holzspäne*, *Zellulose*, *Kork*, *Stroh*, *Kokos-* oder *Schafwolle*) hergestellt werden. Diese normalerweise leichtentflammaren Materialien werden je nach Art des Bindemittels, der Zusammensetzung und Behandlung (z.B. durch Salze oder Molke) brandschutztechnisch aufgewertet, so daß sie im Bauwesen verwendet werden dürfen.

Abbrandverhalten

Abbrandverhalten von Holz

Das Abbrandverhalten wird von einer Vielzahl von Faktoren beeinflusst (Holzart, Feuchtegehalt, Rohdichte, Verhältnis Oberfläche/Volumen, Temperaturbeanspruchung usw.). Für baupraktische Belange relativieren sich diese Einflüsse jedoch, so daß auf der Grundlage neuerer Untersuchungen folgende Abbrandgeschwindigkeiten von Holz festgelegt wurden: (siehe Bild 7).

- dekorative Schichtpreßstoffplatten,
- Hartschaum-Mehrschicht-Leichtbauplatten (MS-ML-Platten) mit ein- oder beidseitiger Schicht aus mineralisch gebundener Holzwole.

B1 - Baustoffe

Nach DiN 4102 T4 gehören zur Baustoffklasse B1 (sewerentflammbar):

- Holzwole-Leichtbauplatten (HWL-Platten),
- Mineralfaser-Mehrschicht-Leichtbauplatten (Min-ML-Platten) mit ein- oder beidseitiger Schicht aus mineralisch gebundener Holzwole,
- Fußbodenbeläge aus versch. Eichenparkett,
- Gipskartonplatten nach DIN 18180.

Neben diesen in DIN 4102 T4 genannten

Baustoffen gibt es noch eine Vielzahl von Baustoffen, die per Prüfzeichen in die Baustoffklasse B1 eingeordnet werden können:

- HS-ML-Platten,
- Holz und HWSt mit Brandschutzausrüstung (salzhaltige Feuerschutzmittel oder dämmschichtbildende Feuerschutzmittel),
- Spanplatten ohne-Beschichtung (Behandlung der Späne bei der Herstellung mit Feuerschutzmitteln), meist für die Innenanwendung,
- Spanplatten mit Beschichtungen,;
- Sonstige HWSt (Furnierplatten, Holz-faserplatten, Kunstharzpreßholz,

Tischlerplatten) mit Feuerschutzausrüstung oder Beschichtung,

Tabelle 7: Vereinbarte Abbrandgeschwindigkeiten in mm/min

Holzart	$v_{\text{oben}} = v_{\text{unten}} = v_{\text{seitlich}}$ mm/min
Brettschichtholz	0,7
Vollholz (Nadelholz und Buche)	0,8
Laubholz mit $\rho > 600 \text{ kg/m}^3$ (außer Buche)	0,56 ¹⁾
¹⁾ $0,56 = 0,7 \cdot v_{\text{Vollholz}}$	

Im nebenstehenden Bild 2 kann die Abbrandtiefe (Bereich verkohlten Holzes) in Abhängigkeit von der Dauer der Brandbeanspruchung abgelesen werden.

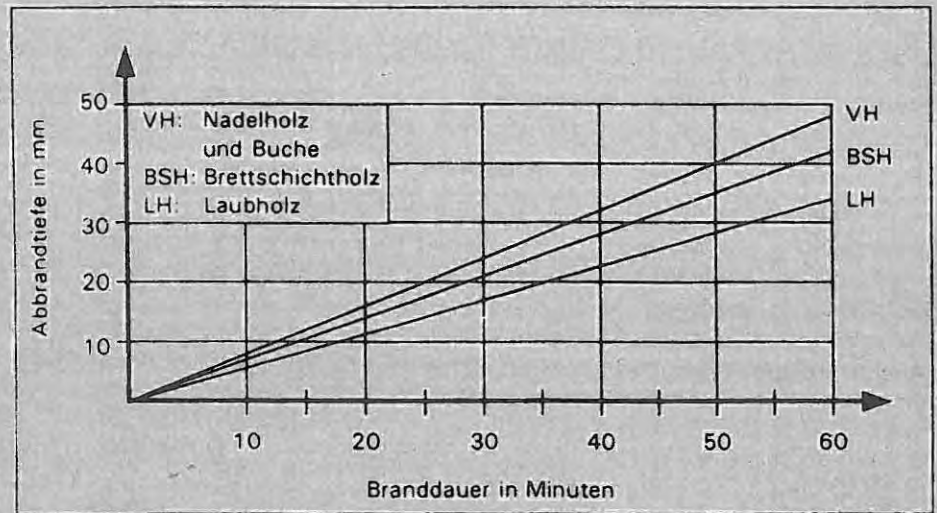


Bild 2: Abbrandtiefe von Holz

Bei der rechnerischen Abschätzung der FWD von Wänden in Holztafelbauart wird neben der FWD der Beplankungen auch die FWD der Holzstützen benötigt. Diese kann in Abhängigkeit vom Belastungsgrad (Druckspannung $\sigma_{DII} = 2,0 - 5,0 - 8,5$ und 11 N/mm^2) anhand des nebenstehenden Diagrammes abgeschätzt werden.

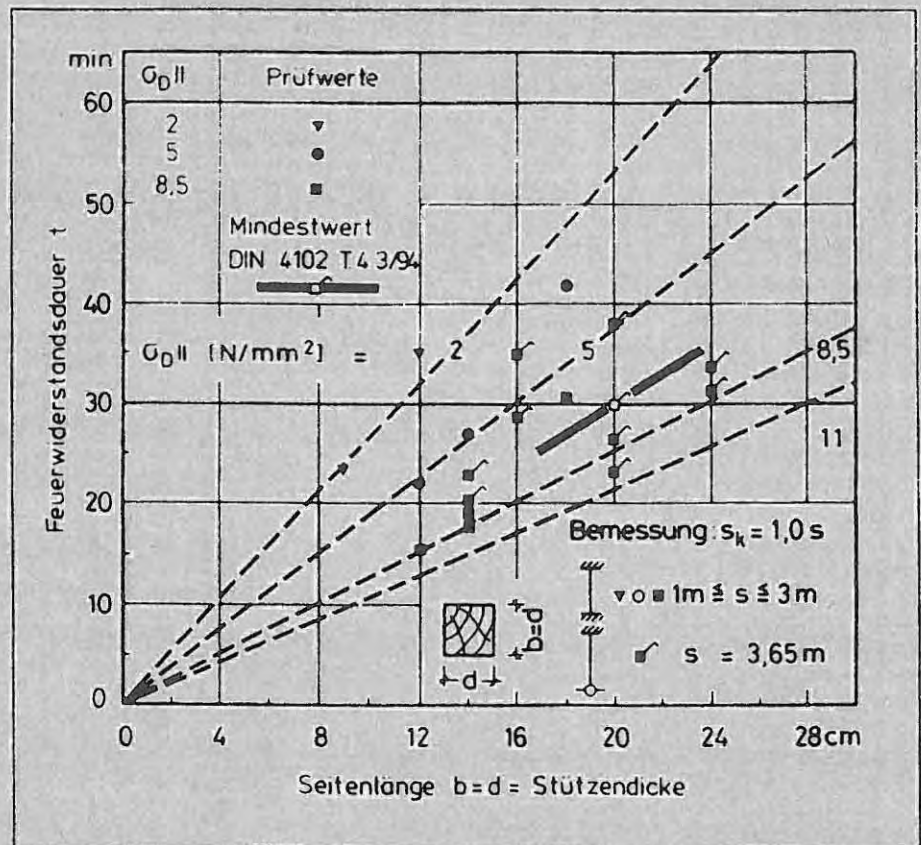


Bild 3: Feuerwiderstandsdauer von Vollholzstützen mit quadratischem Querschnitt unter 4-seitiger Brandbeanspruchung (vgl. [1] und [2]).

Dieses Bild kann auch zur Abschätzung der FWD von Holzstützen herangezogen werden, die *keinen* quadratischen Querschnitt besitzen. Hierbei gilt es, die für das Knicken der Stütze maßgebende Last richtig zu erfassen. Da bei einer Stütze mit rechteckigem Querschnitt von z.B. 40/80 mm eine doppelt so hohe Last aufgebracht werden kann, wie bei einer Stütze 40/40 mm, kann Bild 3 nur dann herangezogen werden, wenn diese erhöhte Belastung berücksichtigt wird.

Nach dem im Holz-Brandschutz-Handbuch vorgeschlagenen Rechenverfahren ist daher für Holzstützen mit Rechteckquerschnitt und einer vorhandenen Druckspannung von $2,5 \text{ N/mm}^2$ die Gerade in Bild 3 für $\sigma_{DII} = 5,0 \text{ N/mm}^2$ zu verwenden. Gleichmaßen ist für rechteckige Stützen mit einer vorhandenen Druckspannung von $1,25 \text{ N/mm}^2$ die Gerade in Bild 3 für $\sigma_{DII} = 2,0 \text{ N/mm}^2$ zu verwenden.

Beplankungen/Bekleidungen

In Bild 4 sind die charakteristischen Kurven für den Abbrand (Durchbrand) folgender Beplankungen/Bekleidungen angegeben:

- Holzwerkstoffe (Kurve t_1)
- Gipskarton-Feuerschutzplatten GKF (Kurve t_2)
- Gipsfaserplatten FERMACELL (Kurve t_3)
- Ca-Si-Platten PROMATECT-H (Kurve t_4)

Aus diesem Bild ist z.B. zu erkennen, daß eine 13 mm Spanplatte (Kurve t_1) nach etwa 11 Minuten durchgebrannt ist, während eine 12,5 mm dicke GKF-Platte (Kurve t_2) dem Feuer etwa 20 Minuten standhalten kann.

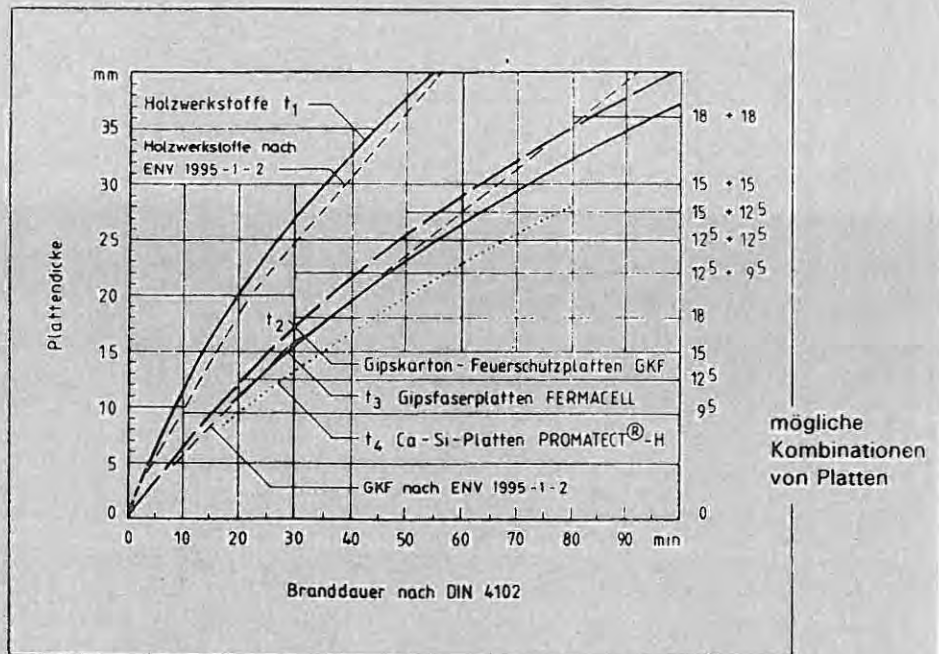


Bild 4: Charakteristische Abbrandkurven von Beplankungen/Bekleidungen (vgl. [1] und [2]).

Dämmstoffe

Bei nicht-raumabschließenden Wänden leisten MF-Dämmstoffe nur einen geringen Anteil an der FWD der Wandkonstruktion (max. etwa 5 Minuten).

Bei raumabschließenden Wänden hingegen, schützt eine nichtbrennbare Dämmschicht die hintere Beplankung, die somit die Stützen über einen längeren Zeitraum aussteifen (stabilisieren) kann. Die hierdurch bewirkte Verbesserung der FWD ist z.T. beträchtlich.

Bei raumabschließenden Wänden trägt eine MF-Dämmschicht erheblich zur Verbesserung der FWD bei.

Nach dem EUROCODE 5 kann die Verbesserung der FWD t_{pr} durch eine schützende MFDämmschicht wie folgt abgeschätzt werden:

$$t_{pr} = 0,07 (D_{ins} - 20) (P_{ins})^{0,5}$$

mit

- t_{pr} Verbesserungszeit in Minuten
(pr = prolongation)
- D_{ins} Dämmschichtdicke in mm
(ins = insulation)
- P_{ins} Rohdichte der Dämmschicht
in kg/m^3

In Bild 5 sind die Verbesserungszeiten t_{pr} für einige MF-Rohdichten in Abhängigkeit von der Dämmschichtdicke angegeben.

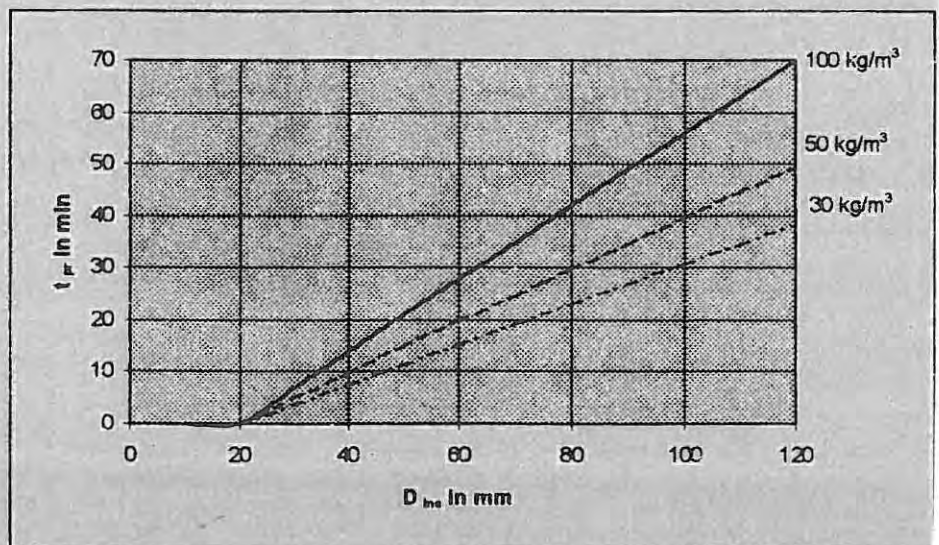


Bild 5: Verbesserung der Feuerwiderstandsdauer bei raumabschließenden Wänden durch MF-Dämmschichten



Normengerechter Brandschutz im Holzbau

Prof. Dr.-Ing. François Colling, Mering

Teil 2

Brandschutzbemessung für Zugstäbe, Stützen und Balken

Der Nachweis von Bauteilen im Brandfall unterscheidet sich in einem Punkt grundsätzlich vom Nachweis im „normalen“ Gebrauchszustand (sog. „kalte“ Bemessung):

- Im Gebrauchszustand wird die vorhandene Spannung/Belastung berechnet und der zulässigen Belastung gegenübergestellt. Diese zulässige Belastung weist im Holzbau eine globale Sicherheit von etwa 2,5 – 3,5 gegenüber der Bruchlast auf.
- Im Brandfall muß sichergestellt werden, daß das Bauteil erst nach einer vereinbarten oder geforderten Zeitspanne versagt. Hier wird die vorhandene Belastung der erwarteten Bruchlast gegenübergestellt, so daß im vorliegenden Katastrophenfall eine Sicherheit von 1,0 akzeptiert wird.

Der Nachweis von Zugstäben, Stützen und Balken basiert dabei auf der Tatsache, daß mit zunehmender Branddauer der tragfähige Querschnitt infolge des Abbrandes immer kleiner wird. Die Belastung des Bauteiles nimmt daher ständig zu, wobei gleichzeitig das Tragvermögen abnimmt (geringere Festigkeiten bei höheren Temperaturen).

Aufgrund umfangreicher Untersuchungen ist es gelungen, dieses Verhalten in ein Rechenverfahren umzusetzen, mit dem der Nachweis von Zugstäben, Stützen und Balken rechnerisch erbracht werden kann. Dieses Rechenverfahren sind bauaufsichtlich anerkannt, sodaß es möglich und zulässig ist, von den in DIN 4102 T4 angegebenen Fällen abzuweichen.

Der rechnerische Nachweis ist aber nicht einfach zu erbringen, insbesondere wenn Stabilitätsprobleme wie

Knicken oder Kippen zu berücksichtigen sind. Daher wurde der rechnerische Nachweis in ein Programm übertragen, das über die Arbeitsgemeinschaft Holz bezogen werden kann.

Dieses Programm bildete auch die Grundlage für die Erstellung der im Holz-Brandschutz-Handbuch (HBH) angegebenen Tabellen, die weit über den in DIN 4102 T4 geregelten Bereich hinausgehen. Die Benutzung der Tabellen des Holz-Brandschutz-Handbuches ist bauaufsichtlich zugelassen: in einer Fußnote zu den jeweiligen Tabellen wird in DIN 4102 T4 ausdrücklich auf das HBH verwiesen.

Der Nachweis über diese Tabellen ist dann recht einfach: ausgehend von der vorhandenen Beanspruchung/Auslastung aus der „kalten“ Bemessung können die für den Brandschutznachweis erforderlichen Mindestquerschnitte abgelesen werden. Ergeben sich aus der 'kalten' Bemessung größere Querschnitte als brandschutztechnisch gefordert, so ist der Brandschutznachweis automatisch erfüllt.

Zum Nachweis des Brandschutzes bei Zugstäben, Stützen und Balken ist somit nur in Ausnahmefällen eine Berechnung erforderlich.

Der Brandschutznachweis für Zugstäbe, Stützen und Balken reduziert sich in den meisten Fällen auf das Ablesen von Querschnittswerten aus Tabellen.

Zug

Bei Zugstäben wird zwischen drei- und vierseitiger Brandbeanspruchung unterschieden.

(BRABEM: Brandschutzbemessung unbekleideter Holzbauteile. ARGEHOLZ, Düsseldorf (Fax: 0211-4523314)

• Eine 4-seitige Brandbeanspruchung liegt bei nicht abgedeckten Stäben vor (z.B. Diagonalen von Fachwerkstäben).

• Eine 3-seitige Brandbeanspruchung liegt vor, wenn eine Seitenfläche durch Beplankungen/Bekleidungen wirksam geschützt ist. Die Abdeckung muß aber während der gesamten angenommenen Brandzeit wirksam sein und muß daher mindestens der gleichen Feuerwiderstandsklasse angehören wie der Zugstab selbst.

Für einen Zugstab aus VH S10 (früher Güteklasse II) unter einer reinen Zugbeanspruchung und 4-seitiger Brandbeanspruchung kann die erforderliche Mindestbreite zur Erfüllung der Feuerwiderstandsklasse F30 aus Bild 6 entnommen werden. Für andere Fälle muß auf das HBH verwiesen werden.

Die Mindestbreite wurde dabei auf 8 cm festgelegt, um sicherzustellen, daß nach 30 minütiger Brandeinwirkung noch eine wirksame Breite von etwa 3-4 cm vorhanden ist.

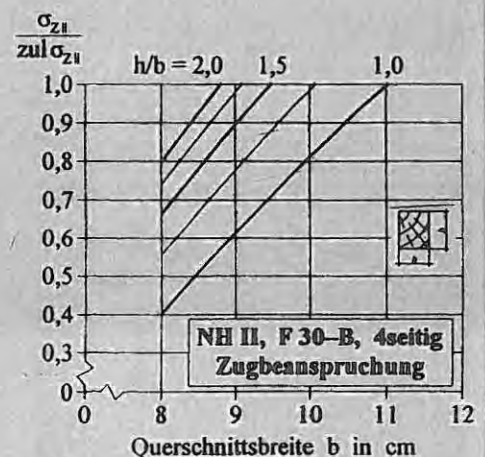


Bild 6: Mindestbreite b für Zugstäbe NH S10 (früher Gkl 11) zur Erfüllung von F30 (vgl. [1] u. [2]).

Aus diesem Bild ist zu erkennen, daß z.B. bei einer Spannungsausnutzung von 80% aus der „kalten“ Bemessung ($\sigma_{ZII}/\text{zul } \sigma_{ZII} = 0,8$) jeder quadratische Querschnitt ($h/b = 1$) ab einer Breite von 10 cm den Brandschutznachweis automatisch erfüllt.

Bei einem rechteckigen Querschnitt mit $h/b = 2$ ist dies bereits ab einer Breite von 8 cm der Fall.

Bei Zugstäben stellt der Brandschutz kein größeres Problem dar.

Druck

Bei Druckstäben besteht neben dem reinen Materialversagen (Druckfestigkeit) zusätzlich die Gefahr eines Stabilitätsversagens. Die Knickgefahr eines Druckstabes ist dabei umso größer, je größer seine Schlankheit ist (kleine Querschnittsabmessungen im Vergleich zur Stablänge). Durch das Abbrennen des Querschnittes verkleinert sich der tragende Querschnitt ständig, sodaß im Brandfall die Knickgefahr mit zunehmender Branddauer zunimmt. Bedingt durch dieses Knickproblem sind die erforderlichen Mindestabmessungen von Holzstützen deutlich größer als die von Zugstäben.

Bei Druckstäben sind wegen der Knickgefahr deutlich größere Querschnitte erforderlich.

In Bild 7 ist die zur Erreichung von F30 erforderliche Mindestbreite von VH-Stützen S10 unter 4-seitiger Brandbeanspruchung dargestellt. Für weitere Fälle muß wieder auf das HBH verwiesen werden.

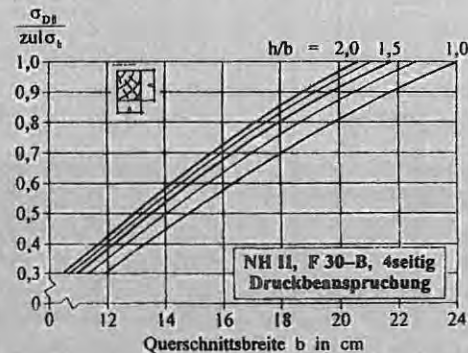


Bild 7: Mindestbreite b für Druckstäbe NH S10 (früher Gkl II) zur Erfüllung von F30 (vgl. [1] und [2]).

Aus diesem Bild ist zu erkennen, daß bei einer 80%-igen Ausnutzung der zulässigen Knickspannung ($\sigma_{DII}/\text{zul } \sigma_k = 0,8$) eine Mindestbreite von 20 cm bei quadratischem Querschnitt ($h/b = 1$) erforderlich wird.

Bei rechteckigem Querschnitt mit h/b

ist immerhin noch eine Mindestbreite von 17 cm erforderlich.

Ähnlich wie bei den Zugstäben darf auch bei Stützen eine 3-seitige Brandbeanspruchung angenommen werden, wenn sichergestellt ist, daß die Abdeckung einer Seitenfläche (z.B. durch Mauerwerk) mindestens die gleiche FWD aufweist wie die Stütze.

Biegung

Auch bei Biegebalken wird zwischen 3-seitiger und 4-seitiger Brandbeanspruchung unterschieden, wobei die zur Annahme einer 3-seitigen Brandbeanspruchung erforderliche obere Abdeckung (z.B. Decke) ebenfalls mindestens der geforderten FWD entsprechen muß.

Bei Biegebalken besteht in Abhängigkeit von der Stützweite und der Schlankheit (Höhe) der Träger die Gefahr des Kippens. Durch den Abbrand des Querschnittes vergrößert sich die Schlankheit des Trägers kontinuierlich und damit auch die Kippgefahr. Die Berücksichtigung dieses Verhaltens kann rechnerisch beschrieben werden, die Berechnung ist aber vergleichsweise aufwendig. Daher wird man auch hier auf die Tabellen des HBH oder das Rechenprogramm BRABEM zurückgreifen.

Im nachfolgenden Bild 8 ist für VH-Balken S10 unter 3-seitiger Beanspruchung die erforderliche Mindestbreite zur Erreichung von F30 dargestellt. Als charakteristische Kenngröße E wird für den Ausnutzungsgrad des Querschnittes das Verhältnis zwischen der vorhandenen Biegespannung σ_B aus der kalten Bemessung und der zulässigen Kippspannung $\text{zul } \sigma_B$ herangezogen. In dem Wert $\text{zul } \sigma_B$ sind die Einflüsse der Stützweite und der Kippschlankheit des Trägers bereits berücksichtigt.

Für weitere Fälle wird wiederum auf das HBH verwiesen.

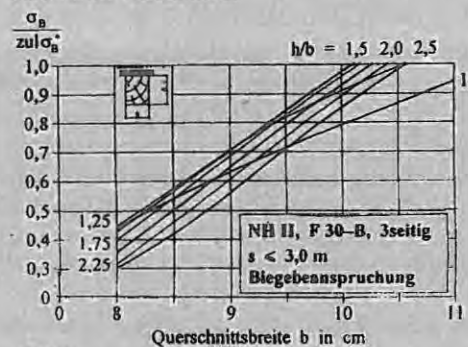


Bild 8: Mindestbreite b für Biegeträger NH S10 (früher Gkl II) zur Erfüllung von F30 (vgl. [1] und [2]).

Aus diesem Bild ist ersichtlich, daß bei einer 80%-igen Ausnutzung der zulässigen Kippspannung aus der „kalten“ Bemessung bereits jeder VH-Balken

mit einem Rechteckquerschnitt von $h/b = 2$ und einer Breite von 9,5 cm die Brandschutzanforderungen erfüllt. Bei quadratischem Querschnitt ($h/b = 1$) ist eine Breite von mind. 10 cm erforderlich.

Bei 4-seitiger Brandbeanspruchung werden größere Querschnitte erforderlich: 10,5 cm bei $h/b = 2$ und 14 cm bei $h/b = 1$ (nicht aus Bild 8 ablesbar, siehe HBH).

Auch bei Biegebalken stellt der Brandschutz keine unüberwindbare Hürde dar.

Im nächsten Bild 9 ist die erforderliche Querschnittsbreite für BSH-Träger unter 4-seitiger Brandbeanspruchung angegeben.

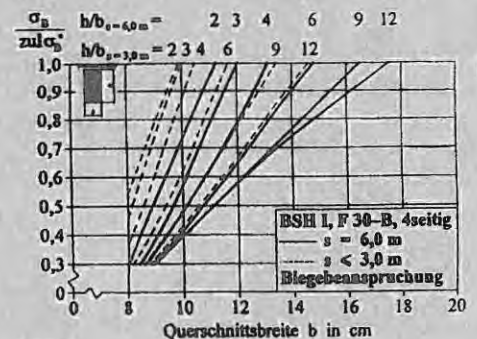


Bild 9: Mindestbreite b für Biegeträger BSH I zur Erfüllung von F30 (vgl. [1] und [2]).

Aus diesem Bild ist zu erkennen, daß bei einer 80%-igen Ausnutzung der zulässigen Kippspannung und einem Abstand der seitlichen Abstützungen von $s = 6,0$ m folgende Mindestbreiten erforderlich sind: $b = 10,5$ cm bei $h/b = 2$ und $b = 13$ cm bei $h/b = 6$.

Auch hieraus geht hervor, daß bei Biegebalken die Brandschutzanforderungen kein größeres Problem darstellen und in vielen Fällen über die „kalte“ Bemessung bereits automatisch erfüllt sind.

Biegung mit Längskraft

Wird ein Balken zusätzlich zur Biegung noch durch eine Längskraft beansprucht, so wird die Bemessung aufwendiger und die Darstellung der Ergebnisse in Form von Diagrammen unmöglich (zu unübersichtlich). Daher wird man in diesen Fällen auf Tabellen der DIN 4102 T4 oder des HBH zurückgreifen, sofern nicht das Rechenprogramm BRABEM verwendet wird. Die Tabellen des HBH sind dabei umfassender und leichter zu interpolieren.

Zug und Biegung

Für die Bemessung eines VH-Zugstabes mit zusätzlicher Biegebeanspruchung (z.B. infolge einer untergehäng-

Tabelle 8:
Mindestbreite b in mm für VH-Stäbe unter Zug- und Biegebeanspruchung (vgl. [1]).

Statische Beanspruchung		Mindestbreite in mm					
Zug	Biegung	3-seitig			4-seitig		
		h/b =			h/b =		
$\sigma_{ZII} / \text{zul } \sigma_{ZII}$	$\sigma_B / \text{zul } \sigma_B^*$	1,0	2,0	3,0	1,0	2,0	3,0
1.0	0	89	80	80	110	88	82
0,8	0	81	80	80	99	80	80
	0,2	96	97	102	123	103	106
0,6	0	80	80	80	89	80	80
	0,2	89	92	97	111	97	100
	0,4	102	105	114	133	112	117
0,4	0	80	80	80	80	80	80
	0,2	84	88	93	102	92	96
	0,4	95	100	109	122	106	112
	0,6	106	111	122	143	118	125
0,2	0	80	80	80	89	80	80
	0,2	80	84	90	94	88	92
	0,4	90	97	105	112	101	108
	0,6	100	106	117	131	112	120
	0,8	110	116	128	151	124	132
0	0,2	80	81	87	87	84	89
	0,4	85	93	101	104	97	104
	0,6	94	103	113	121	107	116
	0,8	104	111	124	140	117	127
	1,0	114	120	133	160	128	137

ten Decke) kann die erforderliche Mindestbreite für F30 der nachfolgenden Tabelle 8 entnommen werden.

Geht man auch weiterhin von einer etwa 80%-igen Spannungsausnutzung aus der „kalten“ Bemessung aus, so er-

Tabelle 9:
Mindestbreite b in mm für VH-Stäbe unter Druck- und Biegebeanspruchung 3-seitige Brandbeanspruchung (vgl. [1]).

Statische Beanspruchung		Mindestbreite in mm									
Druck	Biegung	h/b = 1,0					h/b = 2,0				
		Abstand der seittl. Abstützungen bzw. Knicklängen s_k									
$\sigma_{DII} / \text{zul } \sigma_k$	$\sigma_B / \text{zul } \sigma_B^*$	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
1.0	0	163	181	194	203	206	151	169	182	190	185
0,8	0	144	159	168	171	171	135	149	157	157	157
	0,2	155	171	182	188	188	144	159	168	173	173
0,6	0	127	136	143	143	143	120	130	132	132	132
	0,2	137	148	155	155	155	127	138	144	144	144
	0,4	148	160	168	171	171	135	147	154	154	154
0,4	0	110	117	117	117	117	104	110	110	110	110
	0,2	119	126	127	127	127	110	117	117	117	117
	0,4	128	136	140	140	140	117	125	127	127	128
	0,6	139	148	153	153	153	125	134	137	137	139
0,2	0	91	93	93	93	93	87	88	88	88	88
	0,2	99	102	102	102	102	93	96	96	97	99
	0,4	107	111	111	111	111	96	103	104	107	109
	0,6	117	121	121	121	121	105	111	113	116	119
	0,8	128	133	135	135	135	113	118	122	125	128
0	0,2	80	80	80	80	80	80	80	80	80	83
	0,4	80	80	81	84	86	80	82	86	90	94
	0,6	89	89	90	92	95	83	89	94	99	103
	0,8	101	101	101	101	104	90	96	101	106	111
	1,0	114	114	114	114	114	96	103	109	114	120

gibt sich für $\sigma_{ZII} / \text{zul } \sigma_{ZII} = 0,6$ und $\sigma_B / \text{zul } \sigma_B^* = 0,8$ eine Mindestbreite von 11 cm für $h/b = 1$ bzw. von 10 cm für $h/b = 2$ (4-seitige Brandbeanspruchung). Die erforderlichen Mindestbreiten liegen zwischen den Werten aus reiner Zugbeanspruchung $\sigma_{ZII} / \text{zul } \sigma_{ZII} = 1,0$ und denen aus reiner Momentenbeanspruchung $\sigma_B / \text{zul } \sigma_B^* = 1,0$. Das gleiche gilt für eine Beanspruchung $\sigma_{ZII} / \text{zul } \sigma_{ZII} = 0,2$ und $\sigma_B / \text{zul } \sigma_B^* = 0,6$ für die sich b zu 13 cm für $h/b = 1$ bzw. 11 cm für $h/b = 2$ ergibt.

Hieraus ist die Tendenz zu erkennen, daß ein hoher Anteil an Biegespannungen größere Querschnitte bedingt.

Mit größer werdendem Biegeanteil wird die erforderliche Mindestbreite von Zugstäben größer.

Druck und Biegung

Tritt neben einer Druckbeanspruchung eine zusätzliche Momentenbeanspruchung auf, so muß man auch hier auf Tabellen zurückgreifen. In der nachfolgenden Tabelle 9 kann in Abhängigkeit von den Belastungsgraden aus Druck und Biegung (jeweils aus der „kalten“ Bemessung), dem Seitenverhältnis h/b und der Knicklänge s_k die erforderliche Mindestbreite von VH-Balken (S10) unter 3-seitiger Brandbeanspruchung abgelesen werden.

Geht man auch hier von einer etwa 80%-igen Spannungsausnutzung aus der 'kalten' Bemessung aus, so ergibt sich für $\sigma_{DII} / \text{zul } \sigma_k = 0,6$ und $\sigma_B / \text{zul } \sigma_B^* = 0,2$ bei einem Abstand der seitlichen Abstützungen von 4,0 m eine Mindestbreite von 15,5 cm für $h/b = 1$ bzw. von 14,4 cm für $h/b = 2$. Die erforderlichen Mindestbreiten liegen erneut zwischen den Werten aus reiner Zugbeanspruchung ($\sigma_{DII} / \text{zul } \sigma_k = 1,0$) und denen aus reiner Momentenbeanspruchung ($\sigma_B / \text{zul } \sigma_B^* = 1,0$).

Mit größer werdendem Biegeanteil wird die erforderliche Mindestbreite von Druckstäben kleiner.

Das gleiche gilt für eine Beanspruchung $\sigma_{DII} / \text{zul } \sigma_k = 0,2$ und $\sigma_B / \text{zul } \sigma_B^* = 0,6$ für die sich b zu 12,1 cm für $h/b = 1$ bzw. 11,3 cm für $h/b = 2$ ergibt ($S_k = 4,0$ m).

Hieraus ist die Tendenz zu erkennen, daß im Gegensatz zu den Zugstäben ein hoher Anteil an Biegespannungen kleinere Querschnitte bedingt.

Die in den bisherigen Ausführungen gezeigten Beispiele sind in der Tabelle 10 nochmals zusammengestellt.

Tabelle 10:
Zusammenstellung der erforderlichen Mindestbreiten in cm von Stäben/ Balken mit 80%-iger Spannungsausnutzung.

h/b	Vollholz				BSH	Vollholz			
	Zug	Druck	Biegung	Biegung	Biegung	Zug + Biegung		Druck + Biegung	
	4-seitig	4-seitig	3-seitig	4-seitig	4-seitig	4-seitig		3-seitig	
	$\sigma_{z11}/zul\sigma_{z11}$ = 0,8	$\sigma_{D11}/zul\sigma_k$ = 0,8	$\sigma_B/zul\sigma_B$ = 0,8	$\sigma_B/zul\sigma_B$ = 0,8	$\sigma_B/zul\sigma_B$ = 0,8	$\sigma_{z11}/zul\sigma_{z11}$ = 0,8 $\sigma_B/zul\sigma_B$ = 0,2	$\sigma_{z11}/zul\sigma_{z11}$ = 0,2 $\sigma_B/zul\sigma_B$ = 0,6	$\sigma_{D11}/zul\sigma_k$ = 0,6 $\sigma_B/zul\sigma_B$ = 0,2	$\sigma_{D11}/zul\sigma_k$ = 0,2 $\sigma_B/zul\sigma_B$ = 0,6
1,0	10	20	10	14	-	11	13	15,5	12,1
2,0	8	17	9,5	10,5	10,5	10	11	14,4	11,3
6,0	-	-	-	-	13	-	-	-	-

Fazit: Aus den bisherigen Ausführungen geht hervor, daß eine Brandschutzforderung von F30 bei Zugstäben, Stützen und Balken i.d.R. problemlos zu erfüllen ist. Nur bei Stützen kann die Knickgefahr zu überproportional großen Querschnitten führen.

Holztreppen

Bei Traghölmern (Wangen) und Stufen üblicher Holztreppen handelt es sich in den meisten Fällen um Biegeträger, die auf zwei Stützen aufgelagert sind. Die Bemessung verläuft damit analog zu 'normalen' Balken unter Biegebeanspruchung, wobei je nach Ausführung zwischen 3-seitiger und 4-seitiger Brandbeanspruchung zu unterscheiden ist (vgl. Bild 10).



Bild 10a):
Aufgesattelte Treppe mit 3-seitiger Brandbeanspruchung (Traghölme zahnförmig ausgeschnitten)

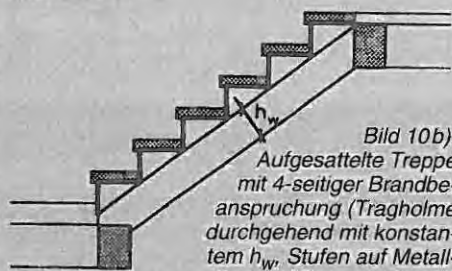


Bild 10b):
Aufgesattelte Treppe mit 4-seitiger Brandbeanspruchung (Traghölme durchgehend mit konstantem h_w , Stufen auf Metallkonstruktion aufgelagert)

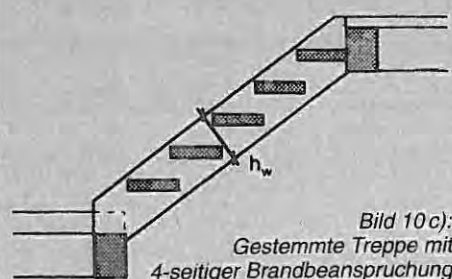


Bild 10c):
Gestemmte Treppe mit 4-seitiger Brandbeanspruchung

In Tabelle 11 sind die erforderlichen Traghölmhöhen h_w bei vorgegebener Breite b_w für eine Treppenlaufbreite von 1 m angegeben (weitere Werte siehe HBH). Die Werte, bei denen die Brandbemessung maßgebend wird, sind grau hinterlegt. Aus dieser Tabelle ist zu erkennen, daß im allgemeinen die „kalte“ Bemessung maßgebend wird. Auch handelt es sich in den Fällen, in denen die Brandschutzbemessung

Tabelle 11:
Mindesthöhen h_w von Traghölmern aus Nadel-Vollholz (einschl. Buche) nach [1]

Stützweite L [m]	Treppenhöhe H [m]	max Q kN	max M kNm	Brandbeanspruchung	erf h_w ¹⁾ mm		
					$b_w = 85$ mm	$b_w = 105$ mm	$b_w = 125$ mm
1,50	≤ 1,50	2,100	0,788	3-seitig	96	85	
				4-seitig	127	105	
2,00	≤ 2,00	2,570	1,285	3-seitig	120	110	
				4-seitig	147	125	
2,50	≤ 2,50	3,213	2,008	3-seitig	150	140	130
				4-seitig	180	140	130
3,00	≤ 3,00	3,855	2,891	3-seitig	180	165	155
				4-seitig	210	165	155
3,50	≤ 3,00	4,498	3,935	3-seitig	200	190	180
				4-seitig	237	190	180
4,00	≤ 3,00	5,140	5,140	3-seitig	225	210	200
				4-seitig	255	210	200
4,50	≤ 3,00	5,783	6,505	3-seitig	250	235	220
				4-seitig	282	235	220

¹⁾ Kursive Zahlen: Brandschutzbemessung maßgebend

Tabelle 12:
Statisch erforderliche und brandschutztechnisch erforderliche Mindestdicken von Treppenstufen aus Laubholz (außer Buche) bei 4-seitiger Brandbeanspruchung, Stützweite 1 m (nach [1])

Bemessung nach	max Q kN	max M kNm	erf d mm	
			Stufenbreite = 240 mm	Stufenbreite = 300 mm
DIN 1052	1,625	0,406	35	32
DIN 4102			53	51

maßgebend wird, um Unterschiede von nur wenigen mm.

Bei Traghölmern (Wangen) wird i. a. die „kalte“ Bemessung maßgebend.

In Tabelle 12 sind die erforderlichen Mindestdicken von Treppenstufen mit einer Stützweite von 1 m angegeben. Da Treppenstufen aus Nadel-Vollholz i. a. zu unwirtschaftlich sind und wegen des erhöhten Abriebes nur selten verwendet werden, sind nur die Mindestdicken von Laubholzstufen (z.B. Eiche) außer Buche angegeben. Aus dieser Tabelle ist ersichtlich, daß hier sehr wohl die Brandschutzbemessung maßgebend wird.

Bei Stufen wird Brandschutzbemessung maßgebend.

Durch Anbringen einer ohnehin öfters geforderten unteren Bekleidung (z.B. furnierte Gipsfaserplatten) läßt sich diese Mindestdicke jedoch noch z.T. erheblich reduzieren.

Wände

Aufbau von Wänden

Wände in Holzbauart bestehen aus Holzrippen (Ständern) mit beidseitiger (auch mehrlagiger) Beplankung/ Bekleidung und evtl. einer zwischen den Rippen liegenden Dämmschicht.

Als Beplankungen/Bekleidungen dürfen nach DIN 4102 verwendet werden:

- Sperrholz (Furnierplatten),
- Spanplatten,
- Holzfaserplatten,
- Gipskarton-Bauplatten (GKB) und -Feuerschutzplatten (GKF)

Als Bekleidungen dürfen verwendet werden:

- Faserzementplatten,
- Faserbretter aus NH,
- Stülpchalungsbretter,
- Profilbretter mit Schattennut,
- gespundete Bretter,
- Holzwohle-Leichtbauplatten (HWL).

Darüber hinaus dürfen auf der Grundlage von Prüfbescheiden auch

- Gipsfaserplatten (FERMACELL), und
- Ca-Si-Platten (PROMATECT) verwendet werden.

Brandschutztechnische geforderte Dämmschichten müssen aus MF-Dämmstoffen oder HWL-Platten bestehen.

Brandschutztechnische Anforderungen

Bei Wänden ist zu unterscheiden, ob sie

- tragend oder nichttragend, und
- raumabschließend oder nichtraumabschließend

sind, weil dies für die Ausführung der Wände entscheidend ist.

Die Funktion *tragend/nichttragend* wirkt sich auf die Ausführung der Rippen (Ständer) aus. Während bei nichttragenden Wänden die Rippenquerschnitte eher konstruktiven Randbedingungen unterliegen, spielen die Abmessungen der Holzrippen und die vorhandenen Druckspannungen eine wesentliche Rolle bei der Einstufung von Wänden in eine bestimmte Feuerwiderstandsklasse (Knickgefahr!).

Je größer der Rippenquerschnitt und je geringer die Belastung, umso dünner die Beplankung.

Prinzipiell kann gesagt werden, daß je größer der Querschnitt und je geringer die Belastung der Rippen ist, umso

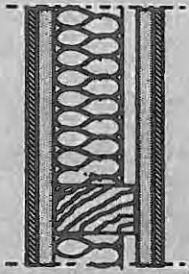


Tabelle 13: Brandschutztechnische Anforderungen an Wände

	tragend	nichttragend
raumabschließend	<ul style="list-style-type: none"> • Mindestanforderungen an Rippenquerschnitt • Mindestanforderungen an Beplankungsdicken • Dämmschicht erforderlich • Nachweis Tragfähigkeit und Durchbrand 	<ul style="list-style-type: none"> • Rippenbreite ≥ 40 mm • Mindestanforderungen an Beplankungsdicken • Dämmschicht erforderlich • Nachweis Durchbrand
nichtraumabschließend	<ul style="list-style-type: none"> • Mindestanforderungen an Rippenquerschnitt • Mindestanforderungen an Beplankungsdicken • Nachweis Tragfähigkeit 	<ul style="list-style-type: none"> • Rippenbreite ≥ 40 mm • Mindestanforderungen an Beplankungsdicken • Dämmschicht nur bei nicht ausreichender Beplankung

dünnere Beplankung/Bekleidung ausfallen, um eine bestimmte FWD zu erreichen.

Bei raumabschließenden Wänden wird eine Dämmschicht gefordert.

Die Funktion *raumabschließend/nicht-raumabschließend* hat mit der Eigenschaft *tragend/nichttragend* nichts zu tun. Eine raumabschließende Wand hat die Aufgabe, den Brand solange von einem benachbarten Raum fernzuhalten, wie es der geforderten FWD entspricht. Hier geht es also nicht darum, daß eine Wand z.B. 30 min stehen bleibt, sondern die Durchbrandzeit der Wand muß mindestens 30 min betragen. Auch wenn diese Forderung durch eine aus-

reichend dicke Beplankung/Bekleidung allein zu erreichen wäre, wird bei raumabschließenden Wänden eine Dämmschicht aus MF oder HWL-Platten gefordert. Diese Forderung hat zum Ziel, die frühzeitige Brandweiterleitung über die Schwachstelle Elektro (Elt-) - Dose zu verhindern (die Steckdosen werden durch die Dämmung ummantelt und so geschützt).

Die grundsätzlichen Anforderungen an Wände sind in Tabelle 13 nochmals zusammengestellt.

Brandschutztechnische Nachweise

Zum brandschutztechnischen Nachweis von Wänden werden in DIN 4102 T4 eine Vielzahl von Standardausführungen angegeben, mit denen es möglich ist, F30, F60 und sogar F90 zu

Tabelle 14:

Raumabschließende Wände in Holztafelbauart F30-B (Auszug aus Tabelle 51 der DIN 4102 T4)

Zeile	Konstruktionsmerkmale Abkürzungen: MF Mineralfaser-Platten oder -Matten HWL Holzwohle-Leichtbauplatten	Holzrippen		Beplankung(en) und Bekleidung(en) Mindestdicke von		Dämmschicht Mindest-			Feuerwiderstandsklassen-Benennung	
		Mindestmaße nach Abschnitt 4.12.2	Zulässige Spannung nach Abschnitt 4.12.3	Holzwerkstoffplatten (Mindestrohddichte $\rho = 600 \text{ kg/m}^3$) nach Abschnitt 4.12.4	Gipskarton-Feuerschutzplatten (GKF)	dicke	rohddichte	dicke		
		$b_1 \times d_1$ mm \times mm	zul σ_D N/mm ²	d_2 mm	d_3 mm	D mm	ρ kg/m ³	D mm		
1		40 x 80 ²⁾	2,5	13 ³⁾		80	30		F 30-B	
2			2,5	13 ³⁾		40	50			
3			1,25	8 ³⁾		60	100			
4			2,5	13 ³⁾						25
5			1,25	8 ³⁾						50
12			2,5	0	12,5 ⁴⁾	40	30			
13			2,5	0	12,5 ⁴⁾					25

¹⁾ Wegen tragender, nichtraumabschließender Wände siehe Tabelle 50 (siehe auch „Wandarten, Wandfunktionen“ in Abschnitt 4.1.1).

²⁾ Bei nichttragenden Wänden muß $b_1 \times d_1 \geq 40 \text{ mm} \times 40 \text{ mm}$ sein.

³⁾ 1seitig ersetzbar durch GKF-Platten mit $d \geq 12,5 \text{ mm}$ oder GKB-Platten mit $d \geq 18 \text{ mm}$ oder $d \geq 2 \times 9,5 \text{ mm}$ oder Bretterschalung nach Abschnitt 4.12.4.1, Aufzählungen f) bis j), mit einer Dicke nach Bild 39 von $d_w \geq 22 \text{ mm}$.

⁴⁾ Die jeweils raumseitige Lage darf durch Gipskarton-Feuerschutzplatten (GKF) mit $d \geq 18 \text{ mm}$ ersetzt werden.

⁵⁾ Anstelle von 12,5 mm dicken GKF-Platten dürfen auch GKB-Platten mit $d \geq 18 \text{ mm}$ oder $d \geq 2 \times 9,5 \text{ mm}$ verwendet werden.

Tabelle 15:
Grundlagen der Berechnung nach [1] und zu führende Nachweise für tragende Wände

	Beplankung/ Bekleidung	Holzrippen	Dämm- schicht	Nachweis	
				Tragfähigkeit	Raumabschluß
	t_B	t_{Hr}	t_{MF}		
nicht raumabschließend	Bild 4	Bild 3	-	$t_B + t_{Hr}^{1)}$	-
raumabschließend	Bild 4	Bild 3	Bild 5	$t_B + t_{Hr} + t_{MF}^{2)}$	$t_B + t_{MF}^{3)}$

¹⁾ t_B nur von einer Raumseite, da Brandbeanspruchung von beiden Seiten erfolgen kann.
²⁾ t_B nur von einer Raumseite, da ein Feuerüberschlag über Elt-Dosen angenommen werden muß. Daher ist für die Holzrippe auch eine 4-seitige Brandbeanspruchung nach Bild 3 anzunehmen.
³⁾ t_B nur von einer Raumseite, da nach Abbrand der Beplankung und der MF-Schicht der Raumabschluß als beendet angesehen wird (Feuerüberschlag über Elt-Dosen).

erreichen. Fußnoten in den Normtabellen erlauben darüberhinaus Variationen der Beplankungen/Bekleidungen (z.B. GKB anstelle von GKF oder Bretterschalungen anstelle von HWSt-platten), so daß allein für raumabschließende Wände mehr als 100 klassifizierte Wandkonstruktionen angeboten werden. In Tabelle 14 ist ein Auszug aus der Norm-Tabelle 51 angegeben.

Nachweis über Norm-Tabellen.

Im HBH wurde ein Rechenverfahren entwickelt, mit dem es möglich ist, die erzielbare FWD von Wänden durch Addition der Zeiten der einzelnen Bestandteile einer Wand abzuschätzen. Die einzelnen Bestandteile, die zugehörigen Berechnungsgrundlagen und die zu führenden Nachweise sind für tragende Wände in Tabelle 15 zusammengestellt.

Daß bei raumabschließenden Wänden die Wirkung der Dämmschicht auf die FWD berücksichtigt werden darf, wurde bereits im Abschnitt Abbrandverhalten/Dämmstoffe erwähnt. Die günstige Wirkung liegt bei einseitiger Brandauswirkung im Schutz der hinteren Beplankung und damit in einer längeren Aussteifung der Rippen durch diese Beplankung. Bei nichtraumabschließenden Wänden darf die Dämmschicht nicht berücksichtigt werden, weil hier ein beidseitiger Brand nicht auszu-schließen ist.

Abschätzung über Berechnung.

Das Rechenverfahren des HBH soll nachfolgend anhand von 3 Beispielen erläutert werden.

Beispiel 1

Tragende, nicht raumabschließende Wand mit folgendem Aufbau:

- 8 mm HWSt
- 12,5 mm GKF
- 40/80 mm Holzrippen mit einer Druckspannung von $\sigma_D = 2,5 \text{ N/mm}^2$

Es ergeben sich folgende Einzelzeiten:

$$t_{B, \text{HWSt}} = 7 \text{ min (Bild 4)}$$

$$t_{B, \text{GKF}} = 20 \text{ min (Bild 4)}$$

$$t_{Hr} = 8 \text{ min (Bild 3)}$$

mit ($\sigma_D = 5 \text{ N/mm}^2$)

$$t_{\text{Wand}} = 35 \text{ min} > 30 \text{ min}$$

Nach DIN 4102 T4 ist diese Wand in F30-B klassifiziert (vgl. Norm-Tabelle 50, Zeile 6).

Beispiel 2

Tragende, raumabschließende Wand mit folgendem Aufbau:

- 13 mm HWSt
- 40/80 mm Holzrippen mit einer Druckspannung von $\sigma_D = 2,5 \text{ N/mm}^2$
- 80 mm MF-Dämmschicht mit $\rho = 30 \text{ kg/m}^3$

Es ergeben sich folgende Einzelzeiten:

$$t_B = 12 \text{ min (Bild 4)}$$

$$t_{Hr} = 8 \text{ min (Bild 3 mit } (\sigma_D = 5 \text{ N/mm}^2))$$

$$t_{MF} = 23 \text{ min (Bild 5)}$$

Nachweis Tragfähigkeit:

$$t_B + t_{Hr} + t_{MF} = 43 \text{ min} > 30 \text{ min}$$

Nachweis Raumabschluß:

$$t_B + t_{MF} = 35 \text{ min} > 30 \text{ min}$$

Nach DIN 4102 T4 ist diese Wand in F30-B klassifiziert (vgl. Norm-Tabelle 51, Zeile 1).

Beispiel 3

Schwach belastete, raumabschließende Trennwand mit folgendem Aufbau:

- 10 + 9,5 mm FERMACELL - Platten
- 40/80 mm Holzrippen mit $\sigma_D < 2,5 \text{ N/mm}^2$
- 40 mm MF-Dämmschicht mit $\rho = 50 \text{ kg/m}^3$

Es ergeben sich folgende Einzelzeiten:

$$t_B = 41 \text{ min (Bild 4)}$$

$$t_{Hr} \approx 10 \text{ min (Bild 3; geschätzt mit } \sigma_D = 2 \text{ N/mm}^2)$$

$$t_{MF} = 10 \text{ min (Bild 5)}$$

Nachweis Tragfähigkeit:

$$t_B + t_{Hr} + t_{MF} = 61 \text{ min} > 60 \text{ min}$$

Nachweis Raumabschluß:

$$t_B + t_{MF} = 51 \text{ min} > 30 \text{ min}$$

Nach dem HBH kann diese Wand in F30-B eingestuft werden.

Decken

Decken in Holztafelbauart

Bei Decken in Holztafelbauart ist die Rohdecke grundsätzlich wie eine Wand aufgebaut: Holzrippen mit beidseitiger Beplankung und evtl. dazwischenliegender Dämmung.

Zusätzliche Bekleidungen an der Deckenunterseite sind mit Ausnahme von Stahlblechen ohne weiteren Nachweis erlaubt.

Die in DIN 4102 T4 angeführten zulässigen Beplankungen/Bekleidungen für die Deckenunterseite sind auf Decken abgestimmt, sie entsprechen jedoch im wesentlichen den bei Wänden bereits genannten Materialien.

Wie aus Bild 11 ersichtlich ist, wird im Brandfall die Zeit bis zum Abfallen der Bekleidung maßgeblich von der Dicke und der Stützweite der Bekleidung bestimmt. Daher wird in DIN 4102 T4 zu jeder Bekleidung eine zugehörige max. Stützweite angegeben, die notfalls über eine zusätzliche Sparschalung oder Konterlattung sicherzustellen ist.

Abfallen der Bekleidung
---> max. Stützweiten

Als obere Beplankung bzw. Schalung können nach DIN 4102 T4 verwendet werden:

- Sperrholz (Furnierplatten),
- Spanplatten und
- gespundete Bretter aus NH

Über dieser oberen Beplankung/Schalung fordert DIN 4102 T4 einen schwimmenden Estrich oder einen

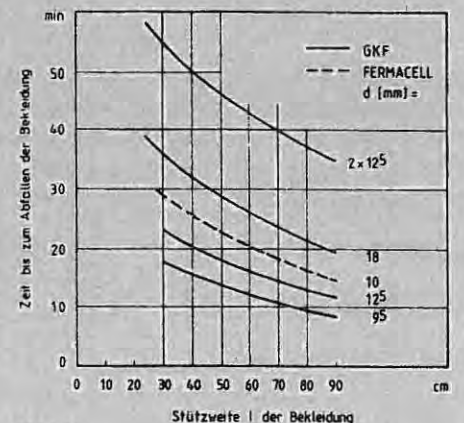


Bild 11:
Anhaltswerte für das Abfallen von Deckenbekleidungen, vgl. [1]

schwimmenden Fußboden. Ein auf einer MF-Dämmschicht verlegter schwimmender Fußboden (aus HWST-Platten, Brettern, Parkett oder Gips-Karton-Platten) muß dabei zwei Aufgaben erfüllen:

- zum einen schützt er die darunterliegende Decke im Falle einer Brandbeanspruchung von oben, so daß bei der Einstufung von Decken i.d.R. der Fall 'Brand von unten' maßgebend wird;
- zum andern bildet der schwimmende Fußboden einen Schutz gegen Durchbrechen oder Durchstanzen durch die Decke.

DIN 4102 T4 gibt eine Reihe von Standard-Deckenaufbauten zur Erreichung von F30 und F60 an. Hierbei wird unterschieden zwischen Decken mit brandschutztechnisch notwendiger Dämmschicht und Decken mit brandschutztechnisch nicht notwendiger Dämmschicht. Eine Dämmschicht wird immer dann notwendig, wenn die Beplankungsdicken alleine nicht ausreichen, um die gewünschte FWD zu erreichen.

Dämmschicht

---> geringere Beplankungsdicken

Anders herum gesehen gilt, daß wenn eine Dämmschicht eingebaut wird (z.B. aus schallschutztechnischen Gründen), daß dann geringere Beplankungsdicken ausreichend sind.

Eine brandschutztechnisch notwendige Dämmschicht muß aus MF-Dämmstoffen bestehen.

In Tabelle 16 sind einige F30-Deckenaufbauten mit brandschutztechnisch nicht notwendiger Dämmschicht angegeben (Auszug aus Norm-Tabelle 57).

Im Gegensatz zu den Wänden ist es bei Decken in Holztafelbauart nicht so einfach möglich, die FWD ohne Normprüfung rechnerisch abzuschätzen. Bei Abweichungen von den klassifizierten Deckenaufbauten verbleibt daher zum Nachweis des Brandverhaltens oftmals nur der Weg über Gutachten oder Normprüfungen.

Dies gilt insbesondere auch dann, wenn die Lage der Dämmschicht verändert wird. Bei den klassifizierten Deckenaufbauten wird nämlich vorausgesetzt, daß die Dämmschicht den unteren Bereich der Holzrippen abdeckt. Wird die Dämmschicht nach oben verschoben, so vergrößert sich der Abbrand an der Unterseite der Holzrippen und die FWD wird herabgesetzt. Eine Verschiebung der Dämmschicht nach oben ist nur dann möglich, wenn gleich-

zeitig die Rippen verstärkt oder durch Holzleisten seitlich abgedeckt werden.

Holzbalkendecken

Holzbalkendecken unterscheiden sich von den Decken in Holztafelbauart im wesentlichen in zwei Punkten:

- bei Holzbalkendecken hat die untere Bekleidung keine tragende oder aussteifende Funktion (z.B. untergehängte Decke), und
- die Holzbalken weisen einen größeren Abstand untereinander auf und haben daher meist größere Querschnitte.

Holzbalkendecken: größere Abstände und größere Querschnitte

Bedingt durch den größeren Balkenabstand wird nicht selten eine untergehängte Konterlattung erforderlich, um die in DIN 4102 T4 angegebenen max. Spannweiten der Bekleidungen einhalten zu können. Dabei hat die Art der Befestigung/Abhängung der Bekleidung einen großen Einfluß auf die erzielbare FWD. So eignet sich z.B. eine direkte Befestigung an der Balkenunterseite meist nur für eine Einstufung in F30, während hochgehängte, seitlich befestigte Bekleidungen durchaus F60-

und sogar F90-Konstruktionen ermöglichen.

DIN 4102 T4 unterscheidet zwischen folgenden Holzbalkendecken:

- Decken mit freiliegenden Holzbalken,
- Decken mit verdeckten Holzbalken, und
- Decken mit teilweise freiliegenden Holzbalken.

Diese werden nachfolgend kurz behandelt.

Decken mit freiliegenden Holzbalken

Decken mit freiliegenden Holzbalken dürfen mit und ohne schwimmenden Fußboden hergestellt werden.

Bei Decken ohne schwimmenden Fußboden stellen jedoch die Fugen der oberen Schalung die kritischen Punkte dar. Hier ist der Fugenabdeckung besondere Sorgfalt zu widmen (z.B. Verwendung einer 2-lagigen Schalung). Die dadurch erforderlichen Schalungsdicken gehen z.T. weit über die Werte hinaus, die sich unter Zugrundelegung der Durchbrandzeiten nach Bild 4 ergeben würden.

Kein schwimmender Fußboden: auf Fugen achten

Tabelle 16:

Decken in Holztafelbauart mit brandschutztechnisch nicht notwendiger Dämmschicht (Auszug aus Norm-Tabelle 57).

Zeile	Bekleidung nach Abschnitt 5.3.4.2			Schalung nach Abschnitt 5.3.4.4 aus Holzwerkstoffplatten mit $\rho \geq 600 \text{ kg/m}^3$ Minstdicke	Schwimmender Estrich oder schwimmender Fußboden nach Abschnitt 5.2.5				Feuerwiderstandsklassenbenennung
	aus Holzwerkstoffplatten mit $\rho \geq 600 \text{ kg/m}^3$	aus Gipskarton-Feuerschutzplatten (GKF)	Zul. Spannweite ¹⁾		Dämmschicht mit $\rho \geq 30 \text{ kg/m}^3$	Mörtel, Gips oder Asphalt	Holzwerkstoffplatten, Bretter oder Parkett	Gipskartonplatten	
	d_1 mm	d_1 mm	l mm						
1	19 ¹⁾		625	16 ²⁾	15 ³⁾	20			F 30-B
2	19 ¹⁾		625	16 ²⁾	15 ³⁾		16		
3	19 ¹⁾		625	16 ²⁾	15 ³⁾			9,5	

¹⁾ Ersetzbar durch

- a) $\geq 16 \text{ mm}$ dicke Holzwerkstoffplatten (obere Lage) + 9,5 mm dicke GKB- oder GKF-Platten (raumseitige Lage) oder
- b) $\geq 12,5 \text{ mm}$ dicke Gipskarton-Feuerschutzplatten (GKF) mit einer Spannweite $l \leq 400 \text{ mm}$ oder
- c) $\geq 15 \text{ mm}$ dicke Gipskarton-Feuerschutzplatten (GKF) mit einer Spannweite $l \leq 500 \text{ mm}$ oder
- d) $\geq 50 \text{ mm}$ dicke Holzwole-Leichtbauplatten mit einer Spannweite $l \leq 500 \text{ mm}$ oder
- e) $\geq 21 \text{ mm}$ dicke Bretter (gespundet).

²⁾ Ersetzbar durch Bretter (gespundet) mit $d \geq 21 \text{ mm}$.

³⁾ Ersetzbar durch $\geq 9,5 \text{ mm}$ dicke Gipskartonplatten.

⁴⁾ Siehe Abschnitte 5.2.3.7 und 5.2.3.8.

In Tabelle 17 sind zwei klassifizierte F30 - Konstruktionen mit schwimmendem Fußboden angegeben.

Die in dieser Tabelle geforderten Schalungsdicken stellen sicher, daß die raumabschließende Funktion der Decke während mind. 30 min aufrecht erhalten wird. Diese Zeit kann auch auf der Grundlage von Bild 4 (Durchbrandzeiten von Beplankungen/Bekleidungen) abgeschätzt werden.

Raumabschluß ---> Schalungsdicke

Die Breite der Holzbalken ist im Gegensatz zu den Decken in Holztafelbauart nicht vorgegeben. Diese ist in Abhängigkeit von der gegebenen Spannungsausnutzung der Balken z.B. nach Bild 8 zu bestimmen (Biegeträger unter 3-seitiger Brandeinwirkung).

Tragfähigkeit ---> Biegeträger unter 3-seitiger Brandbeanspruchung

Decken mit verdeckten Holzbalken

Diese Decken sind vergleichbar mit Decken in Holztafelbauart, so daß die dort bereits gemachten Ausführungen prinzipiell auch für Decken mit verdeckten Holzbalken gelten.

Decken mit verdeckten Holzbalken spielen bei Altbausanierungen eine wichtige Rolle, insbesondere wegen der Möglichkeit, Einschubböden mit Lehmschlag o.ä. zu verwenden. Detaillierte Angaben hierzu finden sich im HBH.

Die FWD von Decken mit verdeckten Holzbalken kann ebenfalls rechnerisch

- über die Durchbrandzeit der Bekleidung/Schalung und
- über die FWD der Balken (Biegeträger unter 3-seitiger Brandbeanspruchung)

abgeschätzt werden. Dabei darf der FWD der Balken in erster Näherung die Durchbrandzeit der unteren Bekleidung hinzugerechnet werden (solange werden die Holzbalken ja vor dem Feuer geschützt).

Erhöhung der FWD durch untere Bekleidung

Decken mit teilweise freiliegenden Holzbalken

In Tabelle 18 sind einige F30-Deckenkonstruktionen mit teilweise freiliegenden Holzbalken angegeben. Bei diesen Deckenaufbauten ist aus brandschutztechnischer Sicht keine Dämmschicht erforderlich. Wird dennoch eine Dämmschicht eingebaut, so dürfen Bekleidungen und Schalungen mit geringerer Dicke verwendet werden.

Tabelle 17:
Holzbalkendecken F30-B mit freiliegenden Holzbalken und schwimmendem Fußboden (Auszug aus Norm-Tabelle 62)

Zeile	Schalung nach Abschnitt 5.2.3.2 Mindestdicke bei Verwendung von		Mineralfaser-Dämmschicht mit $\rho \geq 30 \text{ kg/m}^3$ Mindestdicke	Fußboden ²⁾ Mindestdicke bei Verwendung von		Feuerwiderstandsklassen-Benennung
	Holzwerkstoffplatten mit $\rho \geq 600 \text{ kg/m}^3$	Brettern oder Bohlen		Holzwerkstoffplatten mit $\rho \geq 600 \text{ kg/m}^3$	Brettern, gespundet	
	d_1 mm	$d_1^{1)}$ mm	d_2 mm	d_3 mm	d_3 mm	
1	25	28	15	16	21	F 30-B
2	19 + 16 ³⁾	22 + 16 ³⁾	15	16	21	

¹⁾ Dicke nach Bild 47 mit $d_D \geq d_1$.
²⁾ Anstelle der hier angegebenen Fußböden dürfen auch schwimmende Estriche oder schwimmende Fußböden mit den in Tabelle 56 angegebenen Mindestdicken verwendet werden.
³⁾ Die erste Zahl gilt für die tragende Schalung; die zweite Zahl gilt für eine zusätzliche, raumseitige Bretterschalung mit einer Dicke nach Bild 47 von $d_D \geq d_1$.

Aus dieser Tabelle ist ersichtlich, daß keine Angaben über die Größe des freiliegenden Bereiches gemacht werden. Die Bemessung der Holzbalken ist da-

her auf der sicheren Seite liegend für eine 3-seitige Brandbeanspruchung zu führen (z.B. nach Bild 8).

Tabelle 18:
Holzbalkendecken mit teilweise freiliegenden Holzbalken mit brandschutztechnisch nicht notwendiger Dämmschicht (Auszug 2US Norm-Tabelle 64)

Zeile	Holzrippen nach Abschnitt 5.2.2 Mindestbreite	Untere Beplankung oder Bekleidung nach Abschnitt 5.2.3				Obere Beplankung oder Schalung nach Abschnitt 5.2.3 aus Holzwerkstoffplatten mit $\rho \geq 600 \text{ kg/m}^3$ Mindestdicke	Schwimmender Estrich oder schwimmender Fußboden nach Abschnitt 5.2.5 aus				Feuerwiderstandsklassen-Benennung
		Holzwerkstoffplatten mit $\rho \geq 600 \text{ kg/m}^3$	Gipskarton-Feuerschutzplatten (GKF)		Zul. Spannweite ¹⁾		Dämmschicht mit $\rho \geq 30 \text{ kg/m}^3$	Mörtel, Gips oder Asphalt	Holzwerkstoffplatten, Brettern oder Parkett	Gipskartonplatten	
			Mindestdicke	d_1 mm							
1	40	19 ¹⁾			625	16 ²⁾	15 ⁴⁾	20			F 30-B
2		19 ¹⁾			625	16 ²⁾	15 ³⁾		16		
3		19 ¹⁾			625	16 ²⁾	15 ⁴⁾			9,5	

¹⁾ Ersetzbar durch
a) $\geq 16 \text{ mm}$ dicke Holzwerkstoffplatten (untere Lage) + 9,5 mm dicke GKB- oder GKF-Platten (raumseitige Lage) oder
b) $\geq 12,5 \text{ mm}$ dicke Gipskarton-Feuerschutzplatten (GKF) mit einer Spannweite $l \leq 400 \text{ mm}$ oder
c) $\geq 15 \text{ mm}$ dicke Gipskarton-Feuerschutzplatten (GKF) mit einer Spannweite $l \leq 500 \text{ mm}$ oder
d) $\geq 50 \text{ mm}$ dicke Holzwole-Leichtbauplatten mit einer Spannweite $l \leq 500 \text{ mm}$ oder
e) $\geq 25 \text{ mm}$ dicke Holzwole-Leichtbauplatten mit einer Spannweite $l \leq 500 \text{ mm}$ mit $\geq 20 \text{ mm}$ dickem Putz nach DIN 18 550 Teil 2 oder
f) $\geq 9,5 \text{ mm}$ dicke Gipskarton-Putzträgerplatten (GKP) mit einer Spannweite $l \leq 500 \text{ mm}$ mit $\geq 20 \text{ mm}$ dickem Putz der Mörtelgruppe P IVa bzw. P IVb nach DIN 18 550 Teil 2 oder
g) Bretterschalung nach Abschnitt 5.2.3.1, Aufzählungen f) bis i), mit einer Dicke nach Bild 47 von $d_D \geq 19 \text{ mm}$
²⁾ Ersetzbar durch Bretterschalung (gespundet) mit $d \geq 21 \text{ mm}$.
³⁾ Siehe Abschnitte 5.2.3.7 und 5.2.3.8.



Normengerechter Brandschutz im Holzbau

Teil 3

Prof. Dr.-Ing. François Colling, Mering

Dächer

Sieht man von der äußeren Brandbeanspruchung z.B. durch Flugfeuer ab, so sind Dächer den gleichen Brandbeanspruchungen ausgesetzt wie Decken. Aus diesem Grunde ist auch nicht verwunderlich, daß sich einige in DIN 4102 T4 angegebenen Dachaufbauten nur dadurch von den ähnlichen Deckenaufbauten unterscheiden, daß anstelle des Fußbodens eine Bedachung vorhanden ist.

Wie bei den Decken wird auch bei den Dächern unterschieden zwischen:

- Dächern mit freiliegenden Sparren,
- Dächern mit verdeckten Sparren und
- Dächern mit teilweise freiliegenden Sparren.

Dächer mit freiliegenden Sparren

In Tabelle 19 sind einige wichtige Dachquerschnitte mit freiliegenden Sparren angegeben.

Mit dieser Ausführungsart ist es möglich, eine sichtbare Schalung zu verwenden. Außerdem sind Spannweiten der Schalung bis 1,25 m möglich.

Die Bemessung der Sparren erfolgt wiederum in Abhängigkeit von der Spannungsausnutzung unter Zugrundelegung einer 3-seitigen Brandbeanspruchung (z.B. nach Bild 8).

Dächer mit verdeckten Sparren

Dachaufbauten mit unterer Bekleidung und oberer Schalung können in Anlehnung an Tabelle 16 (Decken) hergestellt werden.

Dächer ohne obere Schalung, d.h. nur mit unterer Plattenbekleidung, können auf der Grundlage von Tabelle 20 hergestellt werden.

Aus umseitiger Tabelle 20 ist zu entnehmen, daß an die Sparren keine Anforderungen gestellt werden (die Durchbrandzeit der Bekleidung ist größer als 30 min). Dies bedeutet, daß bei diesen Konstruktionen auch Sonderträger ohne FWD eingesetzt werden können (z.B. DSB, Wellsteg o.ä.).

Dächer mit teilweise freiliegenden Sparren

Dächer mit teilweise freiliegenden Sparren können in Anlehnung an Tabelle 18 (Decken) hergestellt werden.

Tabelle 19: Dächer F30-B mit freiliegenden Sparren (Norm-Tabelle 71)

Zeile	Schalung nach Abschnitt 5.2.3.2			Mineralfaser-Dämmschicht nach Abschnitt 5.4.3.4	
	aus Holzwerkstoffplatten $\rho \geq 600 \text{ kg/m}^3$	aus Brettern oder Bohlen mit Nut-Feder-Ausbildung	Zulässige Spannweite	Mindest-	
	d_1) mm	d_1) mm	l mm	dicke d_2 mm	rohichte ρ kg/m ³
1	28		1250	80	30
2		28	1250	80	30
3	25 + 16		1250	80	30
4	40		1250		
5		50	1250		
6	30 + 16		1250		

¹⁾ Bei 2lagiger Anordnung (siehe Zeilen 3 und 6) ist die Bretterschalung raumseitig anzuordnen; bei profilierten Brettern oder Bohlen ist die Dicke nach Bild 47 $d_2 \geq d_1$ einzuhalten.

Verbindungen

Verbindungen und Anschlüsse stellen beim Nachweis des Brandverhaltens von Konstruktionen ein zentrales Thema dar, da - wie bereits angesprochen - ein Bauteil bzw. eine Konstruktion nur dann einer bestimmten Feuerwiderstandsklasse angehört, wenn alle maßgebenden Teile, d.h. auch die Verbindungen die gewünschte FWD besitzen. Auf der Grundlage der alten Norm DIN 4102 T4 war eine wirtschaftliche Bemessung von Verbindungen kaum möglich, da der Umfang der klassifizierten Verbindungen zu gering war, und Abweichungen nur unter großem Aufwand möglich waren.

Die neue Norm DIN 4102 T4 ermöglicht es nun erstmals, auch Anschlüsse mit ungeschützten mechanischen Verbindungen rechnerisch zu erfassen, so daß eine größere Freiheit bei der Gestaltung und Ausführung von Verbindungen besteht.

DIN 4102 T4:

Berechnung ungeschützter Verbindungen möglich.

Zeile	Konstruktionsmerkmale ^{*)} , Ausführungsmöglichkeiten 1 bis 3	Bepunktung bzw. Bekleidung nach Abschnitt 5.2.3					Dämmschicht aus Mineralfaser- Platten oder -Matten nach Ab- schnitt 5.2.4		Dach-Träger, -Binder oder ähnliches sowie Bedachung				
		aus Holz- werkstoff- platten mit $\rho \geq 600 \text{ kg/m}^3$	aus Gips- karton- Feuer- schutz- platten (GFK)	aus Gips- karton- Putz- träger- platten (GKP)	aus Putz- der Mörtel- gruppe P IVa oder P IVb Mindest- dicke	Zulässige Spann- weite	Mindest- dicke	roh- dichte					
		d_1 mm	d_2 mm	d_1 mm	d_2 mm	l mm	D mm	ρ kg/m ³	b mm	d_3 mm			
1		16 + 12,5 ¹⁾					625	Baustoffklasse nach DIN 4102 Teil 1 Mindestens B2, im übrigen aus brandschutztech- nischen Gründen keine Anforderungen	Zur Erzielung von F30-B keine Anfor- derungen, siehe Ab- schnitt 5.4.1.4				
2		13 + 15 ¹⁾					625						
3		0	2 x 12,5			500							
4				9,5 ²⁾	15 ³⁾	400	40					100	
5		0	15			400	40					50	
6		0	15			400	60					30	
7		0	15			400	80					30	
8		13 + 12,5 ¹⁾					625					40	100
9		13 + 12,5 ¹⁾					625					60	50
10		13 + 12,5 ¹⁾					625					80	30

¹⁾ Die Gipskartonplatten sind auf den Holzwerkstoffplatten ($l \leq 625 \text{ mm}$) mit einer zulässigen Spannweite von 400 mm zu befestigen.

²⁾ Ersetzbar durch $\geq 50 \text{ mm}$ dicke Holzwohle-Leichtbauplatten nach DIN 1101 mit einer Spannweite $l \leq 1000 \text{ mm}$.

³⁾ Ersetzbar durch $\geq 10 \text{ mm}$ dicken Vermiculite- oder Perliteputz nach Abschnitt 3.1.6.5.

⁴⁾ Die Bekleidung kann 1- oder 2lagig bei den Ausführungsmöglichkeiten 1 bis 3 angebracht werden; zwischen der Bekleidung und den Dach-Trägern dürfen auch Grund- und Traglattungen vorhanden sein, vgl. Abschnitt 5.4.3.2.

Tabelle 20: Dächer F30-B mit unterseitiger Plattenbekleidung (Norm-Tabelle 66)

Die in DIN 4102 T4 gemachten Angaben gelten jedoch nur für symmetrisch ausgeführte Verbindungen mit eindeutigem Kraftfluß. Sie gelten nicht für einschnittige Verbindungen. Auch gelten sie nur für auf Abscheren beanspruchte Verbindungsmittel.

Angangspunkt der Regelungen ist die Annahme bzw. die Erfahrung, daß alle mechanischen Verbindungen nach DIN 1052 eine FWD von 15 min besitzen, auch ohne zusätzliche brandschutztechnischen Maßnahmen (Ausnahme: Verbindungen mit außenliegenden Stahlblechen).

Die in DIN 4102 T4 gemachten Regelungen können unterteilt werden in

- Regelungen, die die Randabstände der Verbindungsmittel und die Holzabmessungen betreffen. Diese Regelungen sollen sicherstellen, daß die Verbindungen nicht vorzeitig auseinanderfallen.
- Regelungen, die die Tragfähigkeit der Verbindungen betreffen. Hier geht es um die Bemessung und Ausführung von geschützten und ungeschützten Verbindungen.

Randabstände, Holzabmessungen

Damit eine Verbindung durch den Abbrand an Rändern und Oberflächen der Holzbauteile nicht vorzeitig auseinanderfällt, wurde ein Vorhaltemaß C_f (sog. „Heiligenschein“) definiert, um den die Randabstände der Verbindungsmittel

erhöht werden müssen. Diese Regelung gilt unabhängig vom Belastungsgrad der Verbindung oder der Art des Randes (\perp oder \parallel Faser, belastet oder unbelastet). Sie ist auch dann zu befolgen, wenn die Verbindungsmittel und Stahlbleche geschützt werden.

F30:

- Randabstände + 10 mm
- Seitenholz + 10 mm ($\geq 50 \text{ mm}$)

Für den *Randabstand* von Verbindungsmitteln gilt somit:

$$e_{r,f} \geq e_r + c_f$$

mit

$e_{r,f}$ = Randabstand im Brandfall
(f = Feuer),

e_r = Randabstand nach DIN 1052 T2

c_f = Vorhaltemaß
= 10 mm bei F30
= 30 mm bei F60

Sind die Mindest-Randabstände nach DIN 1052 ohnehin sehr groß, so dürfen kleinere c_f -Werte verwendet werden. So darf z. B. bei Stabdübeln mit $\varnothing \geq 20 \text{ mm}$ $c_f = 0$ für F30 und $c_f = 20 \text{ mm}$ für F60 gesetzt werden.

Die Seitenholzdicken müssen folgende Mindestmaße einhalten:

$\min a_{s,f} = 50 \text{ mm}$ bei F 30

$\min a_{s,f} = 100 \text{ mm}$ bei F 60

Werden in DIN 1052 T2 Mindest-Seitenholzdicken gefordert, (z.B. bei Dübeln besonderer Bauart) so sind diese um das Vorhaltemaß c_f zu erhöhen,

wobei die o. a. Mindestmaße in jedem Fall einzuhalten sind:

$$a_{s,f} = a_s + c_f \geq 2 \min a_{s,f}$$

mit

$a_{s,f}$ = Seitenholzdicke im Brandfall

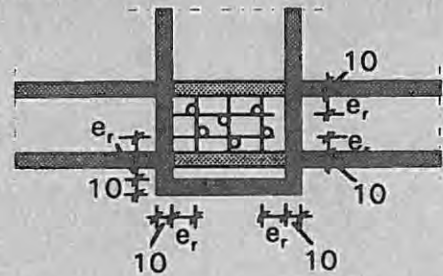
a_s = Seitenholzdicke nach DIN 1052

c_f = Vorhaltemaß

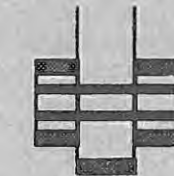
= 10 mm bei F30

= 30 mm bei F60

Diese Regelungen sind in Bild 12 für den Fall einer F30-Verbindung dargestellt.



$$c_f = 10 \text{ mm}$$



$$a_s \geq 50 \text{ mm}$$

$$\geq \min a_{s,DIN 1052} + 10$$

Bild 12: Mindest-Randabstände von Verbindungsmitteln und Seitenholzdicken einer F30-Verbindung

Tragfähigkeit von Verbindungen

Bei der brandschutztechnischen Bemessung von Verbindungen können folgende prinzipiell unterschiedliche Wege verfolgt werden:

- Vermeidung einer Lastabminderung durch konstruktive Maßnahmen (Abdeckungen ---> geschützte Verbindungen).
- Vermeidung zusätzlicher konstruktiver Maßnahmen durch Berücksichtigung der Lastabminderung im Brandfall (Bemessung ungeschützter Verbindungen).

Beide Wege werden nachfolgend kurz beschrieben.

Geschützte Verbindungen

Frei dem Feuer ausgesetzte Stahlteile leiten zum einen Wärme ins Bauteilinnere und werden zum andern selbst weich, so daß je nach geometrischen Verhältnissen die Tragfähigkeit herabgesetzt wird. Werden diese Stahlteile abgedeckt, so können die lastabmindernden Einflüsse vermieden werden.

F30:

Kein Nachweis erforderlich, wenn alle Stahlteile mit $c_f = 10 \text{ mm}$ abgedeckt sind.

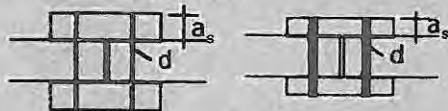
Nach DIN 4102 T4 braucht daher für Verbindungen kein brandschutztechnischer Nachweis geführt werden, wenn alle Verbindungsmittel und innenliegende Stahlteile durch eingeleimte Holz-scheiben, Pfropfen oder Deckklaschen mit einer Dicke von mindestens c_f geschützt sind (vgl. Bild 13a und b).

Bei dünnen innenliegenden Stahlblechen ($t \leq 3 \text{ mm}$) darf auf eine Abdeckung verzichtet werden, wenn der Überstand Δ_s der Holzteile mind. 20 mm (F 30) bzw. 60 mm (F 60) beträgt (vgl. Bild 13 c).

Ungeschützte Verbindungen

Die Tragfähigkeit ungeschützter Verbindungen wird im wesentlichen von folgenden Parametern beeinflusst:

- vom Verhältnis d/a_s (= \varnothing Verbindungsmittel / Seitenholzdicke):
 - Bei kleinen d/a_s -Werten (d.h. bei großer Schlankheit der Verbindungsmittel) wird das Verbindungsmittel vorzeitig das Versagen einleiten: durch große Verformungen, Fließen oder Herausziehen.



- Bei großen d/a_s -Werten hingegen wird die Lochleibung des Holzes maßgebend, was aus brandschutztechnischen Gründen anzustreben ist (größere FWD).

Aus diesem Grund werden in DIN 4102 T4 bei Stabdübeln und Nägeln gewisse Mindestanforderungen an das Verhältnis d/a_s gestellt.

- von der Länge des Verbindungsmittels:
 - Bei kleineren Längen findet eine stärkere Wärmeleitung ins Innere der Holzquerschnitte statt, was zu einer Reduzierung der Lochleibungsfestigkeit führt.
 - Außerdem erwärmt sich das Verbindungsmittel stark, was ein Plastifizieren (Fließen) bewirken kann.

Aus diesem Grund werden in DIN 4102 T4 Mindestanforderungen an die Länge von stiftförmigen Verbindungen gestellt.

- von der Dicke der Seiten- und Mittelholzer:
 - Größere Holzdicken begrenzen die Temperaturentwicklung im Bereich der Scherfugen (dämmende Wirkung).

Aus diesem Grund wird in DIN 4102 T4 auch eine Mindest-Seitenholzdicke von 50 mm gefordert.

Ähnlich der Annahme, daß Verbindungen ohne brandschutztechnische Maßnahmen eine FWD von 15 min aufweisen, kann bei ungeschützten Verbindungen davon ausgegangen werden,

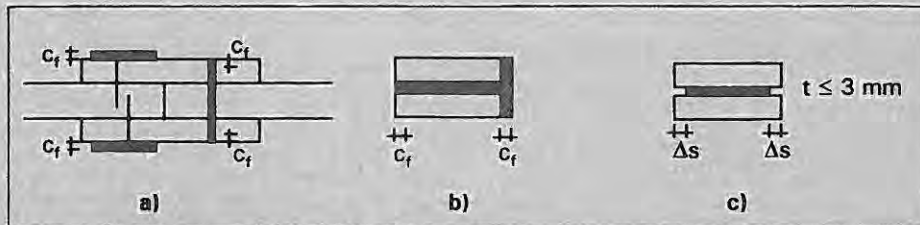


Bild 13: Geschützte Verbindungen

dungen davon ausgegangen werden, daß sie automatisch F30 erreichen, solange ihre statische Ausnutzung nicht mehr als 25% beträgt.

vorh. $N \leq 0,25$ zul $N_{DIN 1052}$
 → F30 ohne weiteren Nachweis

Voraussetzung hierfür ist allerdings, daß die Anforderungen bzgl. der Holzabmessungen und Randabstände eingehalten sind.

Ein Ausnutzungsgrad der Verbindungen von lediglich 25% erscheint auf den ersten Blick wenig wirtschaftlich. Die nachfolgenden Ausführungen werden jedoch zeigen, daß bei vielen Verbindungen mit geringfügigen Zusatzkriterien hinsichtlich der Länge der Verbindungsmittel und dem d/a_s -Wert deutlich höhere Ausnutzungsgrade möglich sind.

Dübel besonderer Bauart

Bedingt durch die dem Feuer ausgesetzten Muttern und U-Scheiben der Bolzen wird die Wärme in den Bereich der Dübel geleitet, die je nach Materialbeschaffenheit einen geringeren Schmelzpunkt haben als Stahl. Daher muß davon ausgegangen werden, daß F30 mit Dübeln besonderer Bauart nur dann erreicht werden kann, wenn diese nur zu 25% ausgelastet werden. Nur wenn die vorhandene Seitenholzdicke a_s größer ist als die brandschutztechnisch mindestens geforderte Dicke $a_{s,f}$, so darf eine höhere Ausnutzung der Verbindung angesetzt werden (maximal jedoch 50%):

vorh $N \leq 0,25$ zul $N_{DIN 1052} \cdot a_s / \min a_{s,f}$
 $\leq 0,5$ zul $N_{DIN 1052}$

Werden Dübel besonderer Bauart jedoch zusätzlich durch mind. 4 Sondernägeln je Dübel gesichert (Einschlagtiefe $s \geq 8 d_n$), so darf unter Einhaltung bestimmter Kriterien auch im Brandfall mit der vollen zulässigen Belastung nach DIN 1052 gerechnet werden.

Die günstige Wirkung von Sondernägeln liegt darin begründet, daß infolge der vorhandenen Profilierung



ein erhöhter Widerstand gegen Herausziehen besteht und dazu noch die Profilierung im „kalten“ Mittelholz wirksam ist.

Dübel bes. Bauart: F30
 • max. 50 % von zul $N_{DIN 1052}$
 • Zusätzliche Sondernägeln: 100 % möglich

Stabdübel

Bei der brandschutztechnischen Bemessung von Stabdübeln geht die Länge der Stabdübel und das Verhältnis von Stabdübel- \varnothing zur Seitenholzdicke ein. Die Berechnung ist recht aufwendig und das Ergebnis nicht immer intuitiv vorhersehbar. Daher wurden für einige Beispiele die Tragfähigkeit von Stabdübeln nach DIN 1052 T2 und nach DIN 4102 T4 berechnet. Hierbei wurden die Stabdübel- \varnothing so gewählt, daß das statisch optimale Verhältnis Holzdicke/Durchmesser von $a/d = 6$ in etwa erreicht wird (d.h. $d/a \approx 1/6$). Außerdem wurde vorausgesetzt, daß kein Überstand vorhanden ist, wobei ein Fasenüberstand von 5 mm nicht als Überstand zählt. Die Ergebnisse von Holz-Holz-Verbindungen sind in Tabelle 21, die von Stahlblech-Holz-Verbindungen in Tabelle 22 angegeben.

Der Verhältniswert zur $N_{DIN 4102} /$ zur $N_{DIN 1052}$ gibt an, bis zu welchem Grad die Verbindung ausgelastet werden darf, um die Anforderung F30 automatisch zu erfüllen. Der Nachweis, der für die brandschutztechnische Bemessung maßgebend wird, ist jeweils grau hinterlegt.

Stabdübel: F30 meist mit Seitenholzdicke $\geq 60 \text{ mm}$ und
 vorh $N \leq 0,8$ zul $N_{DIN 1052}$

Aus umseitigen Tabellen ist zu erkennen, daß bei Stabdübelverbindungen mit üblichen Abmessungen die Brandschutzbemessung weitaus weniger restriktiv ist, als vermutet. Durch die gegebenen Abmessungen werden die brandschutztechnischen Einflußfaktoren so positiv beeinflusst, daß der Brandschutznachweis oftmals bereits automatisch erfüllt ist, wenn der Auslastungsgrad der Verbindung unter 80% liegt.

Mittelholz	Seitenholz	Stabdübel	DIN 1052		DIN 4102	zul N _{DIN 4102} zul N _{DIN 1052}
a _m mm	a _s mm	d mm	zul N _m kN	zul N _s kN	zul N _s kN	
60	50	8	3,26	4,22	2,94	0,78
	60		3,26	4,22	2,94	0,89
80	50	12	7,34	6,60	4,29	0,65
	60		7,34	7,92	5,84	0,81
	80		7,34	9,50	8,30	1,13
120	80	16	13,06	14,08	12,32	0,94
	100		20,40	22,00	20,90	1,02
	120		20,40	26,40	26,40	1,29
160	100	20	20,40	22,00	20,90	1,02
	120		22,38	31,68	31,68	1,08
	140	22,38	36,96	38,28	1,30	
	160	22,38	38,02	41,96	1,43	

maßgebender Nachweis

Tabelle 21: Zulässige Belastung ungeschützter Stabdübel ohne Überstand Holz/Holz-Verbindungen, F30

Stahlblech	Seitenholz	Stabdübel	DIN 1052	DIN 4102	zul N _{DIN 4102} zul N _{DIN 1052}
t mm	a _s mm	d mm	zul N _s kN	zul N _s kN	
5	60	12	9,90	7,48	0,75
	80		11,88	11,43	0,97
7	60	16	13,20	9,53	0,75
	80		17,60	16,23	0,88
	120		21,22	26,40	1,25
10	80	20	22,00	18,25	0,88
	120		33,33	33,00	1,00
	80	24	26,40	22,91	0,88
	120		39,57	39,60	1,00
140	45,26	47,85	1,04		

maßgebender Nachweis

Tabelle 22: Zulässige Belastung ungeschützter Stabdübel ohne Überstand Stahlblech-Holz-Verbindung (innenliegendes Blech), F30

Paßbolzen

Nach DIN 1052 T2 sind Paßbolzen genauso zu bemessen, wie Stabdübel.

DIN 4102 T4 hingegen unterscheidet grundsätzlich zwischen diesen beiden Verbindungsmitteln.

Der Grund liegt darin, daß Paßbolzen mit Muttern und U-Scheiben versehen sind, die sich brandschutztechnisch nachteilig auswirken. Daher darf die zulässige Belastung von Paßbolzen im Brandfall nur zu 25% der zul. Belastung der Stabdübel im Brandfall angesetzt werden.

Paßbolzen: F30

zul N_{Pb, DIN 4102} = 0,25 zul N_{Std, DIN 4102}

Bolzen

Bei Bolzen gelten die zu Paßbolzen gemachten Erläuterungen sinngemäß. Hier darf die zulässige Belastung im Brandfall nur zu 25 % der zulässigen Belastung nach DIN 1052 angesetzt werden.

Werden Bolzen jedoch mit zusätzlichen Sondernägeln geschützt/verstärkt, so braucht unter Einhaltung bestimmter Kriterien keine Lastabminderung angesetzt werden (vgl. auch Dü bes. Bauart).

Bolzen: F30

• zul N_{DIN 1052} = 0,25 zul N_{b, DIN 1052}

• zusätzliche Sondernägel:
100 % möglich

Nägel

Bei Stahlblech-Holz-Nagelverbindungen muß die Nagellänge mindestens 90 mm betragen, dann darf mit den vollen zulässigen Werten nach DIN 1052 gerechnet werden.

Stahlblech-Holz: F30

l_n ≥ 90 mm

→ zul N = zul N_{DIN 1052}

Bei Holz-Holz-Verbindungen muß die Einschlagtiefe s in jedem Fall mind. 8 d_n betragen. Die zulässige Belastung

eines Nagels im Brandfall ergibt sich dann aus der zul. Belastung nach DIN 1052, die jedoch noch abzumindern ist, wenn die Schlankheit des Nagels zu groß wird. In Tabelle 23 sind für einige Nageltypen und Seitenholzdicken die zugehörigen Abminderungsbeiwerte n angegeben.

Holz-Holz: F30

l_n ≥ 120 mm und

vorh N ≤ 0,8 zul N_{DIN 1052}

d _n mm	a _s mm	l _n mm	d _n /a _s	η
3,4	50	90	0,068	0,42
	60		0,057	0,35
4,2	50	120	0,084	0,98
	60		0,070	0,82
	80		0,053	0,62
5,5	50	160	0,110	1,80
	60		0,092	1,50
	80		0,069	1,12
	100		0,055	0,90
7	50	210	0,140	2,60
	60		0,117	2,17
	80		0,088	1,63
	100		0,070	1,30
	120		0,058	1,08
140	0,050	0,93		

Tabelle 23:

Abminderungsbeiwert η für Nägel (F30) Holz-Holz-Verbindungen, F30

Aus dieser Tabelle ist zu erkennen, daß bei einem Auslastungsgrad der Nägel von ≤ 80% (η ≤ 0,8) der Brandschutznachweis bereits ab einer Nagellänge von 120 mm und einem Verhältnis d_n/a_s ≥ 1/16 = 0,063 meist automatisch erbracht ist.

Gar keine Abminderung der zulässigen Nagelbelastung nach DIN 1052 ist erforderlich, wenn die in Tabelle 24 angegebenen Mindest-Nagelgrößen verwendet werden.

Tabelle 24: Seitenholzdicken und zugehörige Mindest-Nagelgrößen, für die keine Abminderung erforderlich ist (Holz-Holz-Verbindungen), F30 (aus DIN 4102 T4)

a _s in mm	d _n x l _n
60	46x130
80	55x140
100	60x180
120	70x210
160	88x260

Literatur

- [1] Kordina, K; Meyer-Ottens, C. 1994: Holz Brandschutz Handbuch. Deutsche Gesellschaft für Holzforchung e.V., München
- [2] Informationsdienst Holz: holzbau handbuch: Feuerhemmende Holzbauteile (F30-B), R3 T04 F02
- [3] Informationsdienst Holz: Bauen mit Holz in Bayern: Brandschutz
- [4] Scheer, C; Knauf, T. 1994: Brandschutz typisierter Stabdübelverbindungen, mikado 12/94 und 1/95
- [5] Informationsdienst Holz: BRABEM - Rechenprogramm zur Brandschutzbemessung unbedeckter Holzbauteile