



## **IDM Südtirol/Alto Adige BRANDSCHUTZ IM HOLZBAU**

Materialverhalten von Holz im Brandfall und Möglichkeiten des Brandschutzes von tragenden Bauteilen und Verbindungen aufgezeigt an ausgeführten Beispielen

Inhalt:

1. Verhalten von Holz im Brandfall
2. Rechnerischer Nachweis des Feuerwiderstandes
3. Verbindungsmittel im Brandfall
4. Brandversuche Holz-Stahlverbindungen
5. Überlegungen hinsichtlich Projektierung
6. Flamm- und Brandschutzanstriche



Holz ist ein organisches Material und brennbar

Entzündungstemperatur  $\approx 200-250^{\circ} \text{C}$

Entwicklung von hoher Energie  $\approx 4.400 \text{kcal/kg}$

Trotzdem weisen Holzstrukturen einen hohen Feuerwiderstand im Brandfall auf!

**Better with wood**

**RUBNER**



**ERWÜNSCHT!**



**NICHT ERWÜNSCHT!**

## Versagen einer Stahlunterkonstruktion einer Halle mit BSH-Trägern



## Termischer Abbau des Holzes bei Brandbeanspruchung

Temperatur	Thermischer Vorgang
100° C	Wasserverlust
120° C	Beginn des Verfalls (Plastifizierung des Lignins)
170° C	Beginn der Pyrolysephase (irreversibler Prozess)
	Oberfläche verfärbt sich braun
200-220° C	Entflammung (Flash over)

## Better with wood

Woraus resultiert das gute Brandverhalten von Holz:

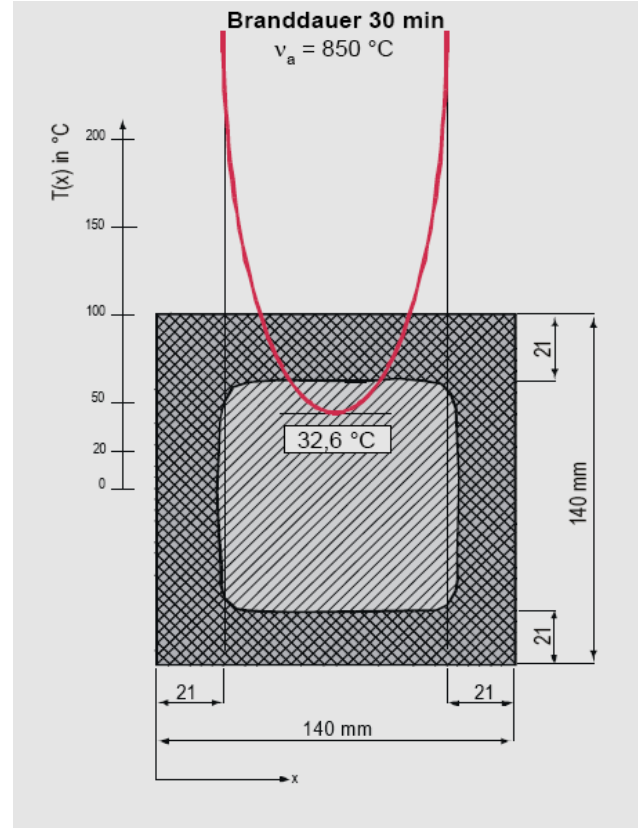


Tabelle 3: eindimensionale Abbrandrate  $\beta_0$  und ideale Abbrandrate  $\beta_n$  (Risse, Eckausrundung)  
[ÖNORM EN 1995-1-2]

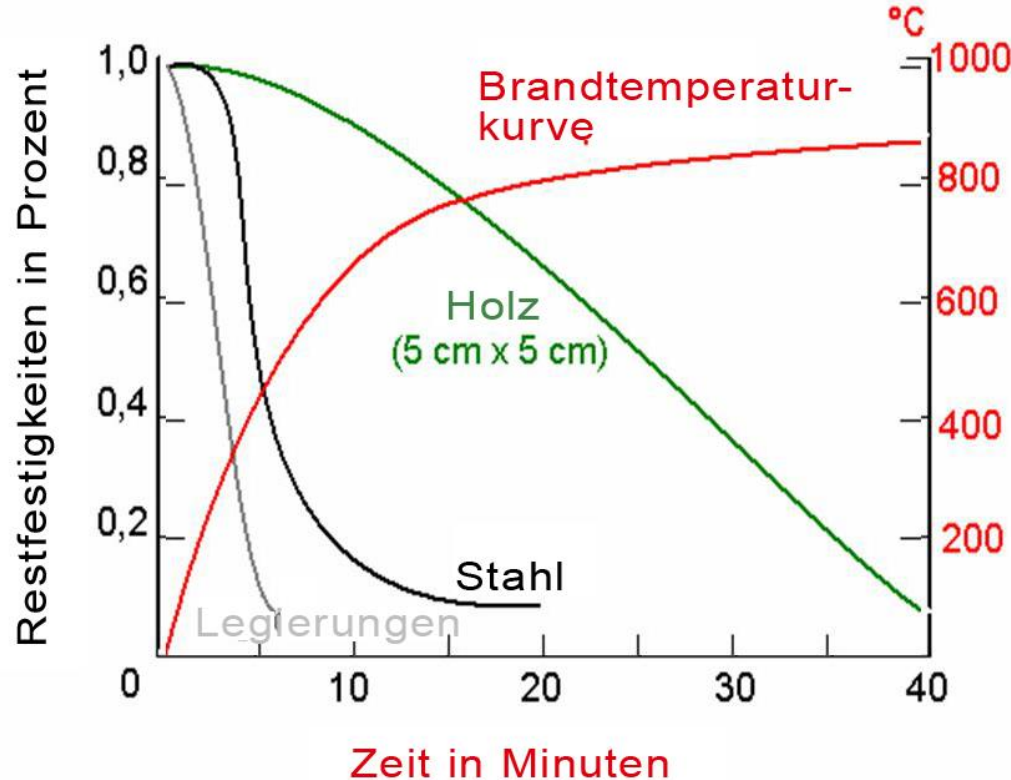
Material	$\beta_0$ mm/min	$\beta_n$ mm/min
Konstruktionsvollholz (NH & Bu)	0,65	0,8
Brettschichtholz (NH & Bu)	0,65	0,7
Holzbekleidung; Holzwerkstoff außer Sperrholz	0,9 <sup>1</sup>	---
Sperrholz	1,0	---

Tabelle 4: Bemessungswerte der Abbrandraten  $\beta_0$  für Brettsperrholzelemente in Abhängigkeit der Flächenverklebung der einzelnen Lagen

Lage	Bauteil	PUR-Verklebstoff der Flächenverleimung	$\beta_0$ [mm/min]
Decklage	Wand Decke bzw. Dach	---	0,65
weitere Lagen	Decke bzw. Dach	ja	1,3
weitere Lagen	Decke bzw. Dach	nein	0,8
weitere Lagen	Wand	ja	0,9
weitere Lagen	Wand	nein	0,7



Festigkeit verschiedener Baumaterialien im Brandfall



# Brandschutzklassen: Die Brandschutzklasse gibt das Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen an

## Zuordnung der bauaufsichtlichen Benennungen von Baustoffen

(ausgenommen Bodenbeläge) zu den nationalen Klassifizierungen nach DIN 4102-1 und europäischen Klassifizierungen nach DIN EN 13501-1

Nationale Klasse nach DIN 4102-1	Bauaufsichtliche Anforderung	Europäische Klasse nach DIN EN 13501-1	Zusatzanforderungen	
			kein Rauch	kein brennendes Abfall-/ Abtropfen
A 1	nicht-brennbar	A 1	X	X
A 2	brennbar	A 2 - s1, d0	X	X
B 1 *)	schwer entflammbar	B - s1, d0 oder C - s1, d0	X	X
		A 2 - s2, d0 oder A 2 - s3, d0		X
		B - s2, d0 oder B - s3, d0		X
		C - s2, d0 oder C - s3, d0		X
		A 2 - s1, d1 oder A 2 - s1, d2	X	
		B - s1, d1 oder B - s1, d2	X	
		C - s1, d1 oder C s1, d2	X	
		A 2 - s3, d2 / B - s3, d2 / C - s3, d2		
B 2 *)	normal entflammbar	D - s1, d0 oder D - s2, d0		X
		D - s3, d0 oder E		X
		D - s1, d1 oder D - s2, d1		
		D - s3, d1 oder D - s1, d2		
		D - s2, d2 oder D - s3, d2		
		E - d2		
B 3 **)	leicht entflammbar **)	F **)		




Classe italiana	Definizione
0	materiali incombustibili
1	materiali combustibili non infiammabili
2	materiali combustibili difficilmente infiammabili
3	materiali combustibili infiammabili
4	materiali combustibili facilmente infiammabili
5	materiali combustibili estremamente infiammabili

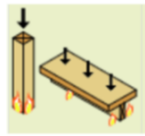
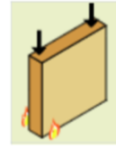
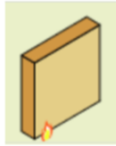
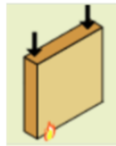
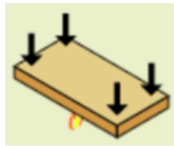
## Europäische Klassifizierung nach EN 13501-1

- **A** : kein Beitrag zum Brand (A1, A2)
  - **B** : sehr begrenzter Beitrag zum Brand
  - **C** : begrenzter Beitrag zum Brand
  - **D** : hinnehmbarer Beitrag zum Brand
  - **E** : hinnehmbares Brandverhalten
  - **F** : keine Leistung festgestellt
- **s1**: geringe Rauchentwicklung
  - **s2**: mittlere Rauchentwicklung
  - **s3**: hohe Rauchentwicklung bzw. Rauchentwicklung nicht geprüft
  - **d0**: kein brennendes Abtropfen/Abfallen innerhalb von 600 Sekunden
  - **d1**: kein brennendes Abtropfen/Abfallen mit einer Nachbrennzeit länger als 10 Sekunden innerhalb von 600 Sekunden
  - **d2**: keine Leistung festgestellt

# Brandwiderstandsklassen

Tabelle 1: Bezeichnungen für den Feuerwiderstand nach ÖNORM EN 13501-2  
Abbildungen aus [Östman et al 2010]

Kurzzeichen	Anforderung	Abbildung
R	Tragfähigkeit	
E	Raumabschluss	
I	Wärmedämmung	

	R	EI	REI
Bezeichnung	tragend, nicht abschließend	abschließend	tragend und abschließend
Brandeinwirkung	gleichzeitig von mehreren Seiten	von einer Seite	von einer Seite
Stützen, Träger			
Flächige Bauteile			 

Zuordnung der Anforderungen an den Feuerwiderstand an Bauteile [Lignatec 18/2005]

## Feuerwiderstandsnachweis EN 1995-1-2:2004

$$E_{d,fi} < R_{d,t,fi}$$

Einwirkungen (aus Gründen der leichteren Verständlichkeit nur ständige Last und Schnee berücksichtigt)

$$E_{d,fi} = G_k + \psi_{fi} Q_{k,1}$$

$\psi_{fi}$  Kombinationsfaktor für häufige Werte bei Brandbeanspruchung

$\psi_{fi} = 0$  (für Schneelasten für eine Meereshöhe  $\leq 1000\text{m}$ )

$\psi_{fi} = 0.20$  (für Schneelasten für eine Meereshöhe  $> 1000\text{m}$ )

## Berechnung des effektiven Querschnittes:

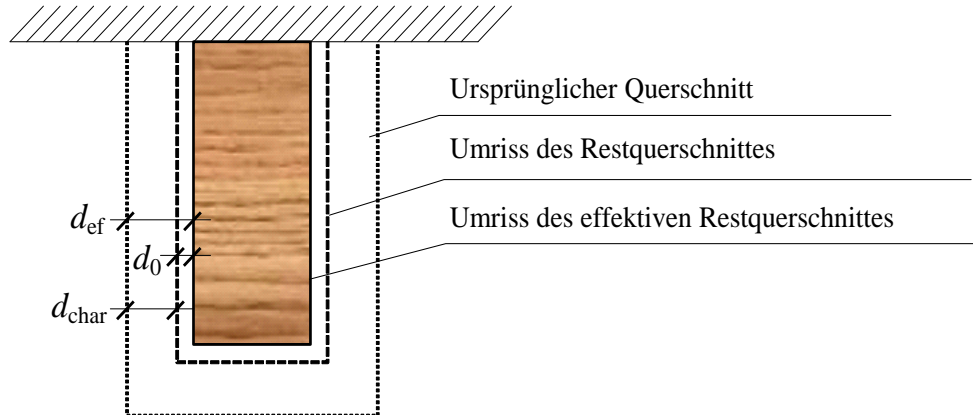
$$d_{\text{ef}} = d_{\text{char},n} + k_0 d_0$$

$$d_{\text{char},n} = \beta_n * t$$

$\beta_n = 0.7$  mm/min für Brettschichtholz      $k_0 = t/20$  für Brandbelastung < 20min

$\beta_n = 0.8$  mm/min für Vollholz              $k_0 = 1$  für Brandbelastung  $\geq 20$ min

$d_0 = 7$ mm



### c) Widerstandsseite:

$$R_{d,fi} = k_{\text{mod},fi} \cdot \frac{f_k \cdot k_{fi}}{\gamma_{M,fi}}$$

$f_k$  charakteristischer Widerstand („Kaltbemessung“)

$k_{\text{mod},fi} = 1.0$

$\gamma_{m,fi} = 1.0$

$k_{fi} = 1,25$  für Vollholz

$k_{fi} = 1,15$  für Brettschichtholz und Mehrschichtplatten

### d) Gegenüberstellung:

$$E_{d,fi} < R_{d,t,fi}$$

## Brandwiderstand von Verbindungsmitteln EN 1995-1-2:2004

- Mechanische Verbindungsmittel sind ein wichtiger Teil einer Konstruktion
- Verbindungsmittel aus Stahl sind im Brandfall häufig das schwächste Glied in der Kette:
- sie verlieren im ungeschützten Bereich bereits nach kurzer Zeit ihre Tragfähigkeit
- sie transportieren Hitze auch in das Holzinne
- sie weisen bei Erhitzung große Verformungen auf, die mit dem Rest der Struktur nicht vereinbar sind (Windverbände, Zugglieder)



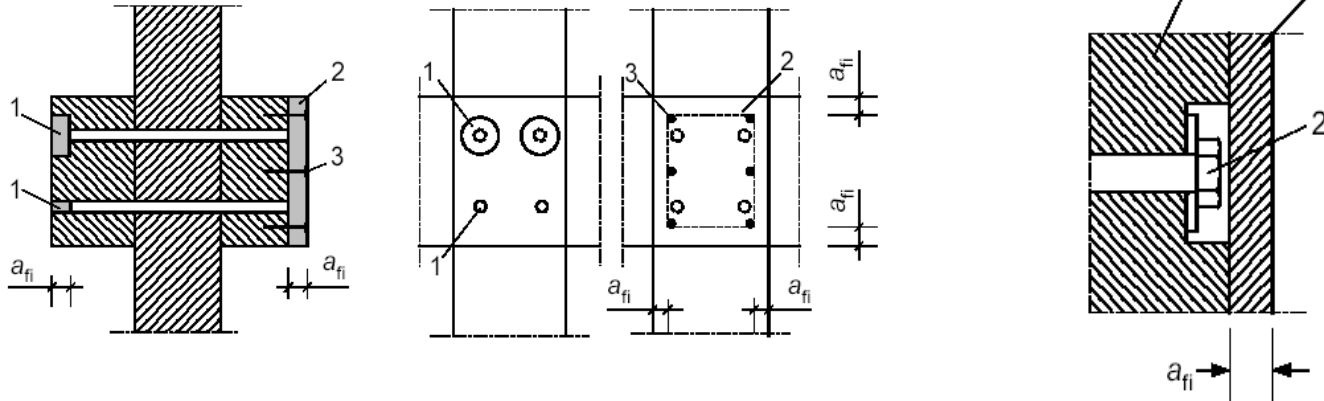
## Für Feuerwiderstandsanforderungen > R30

Vergrößern der Randabstände

Abdecken mit Holzstöpsel

Abdecken mit Platten aus Holz bzw. Gipskarton...

Achtung auf Befestigung!



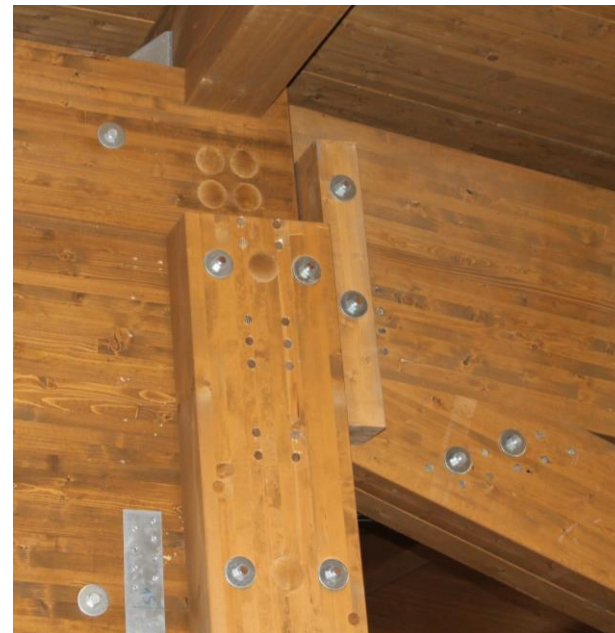
**Better with wood**

**RUBNER**



**Better with wood**

**RUBNER**

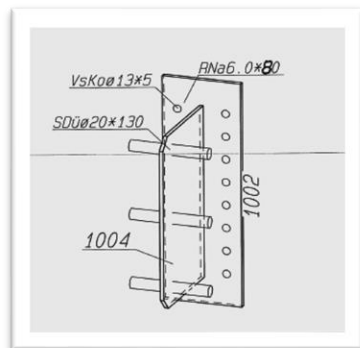
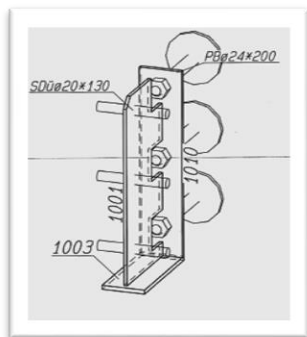


Die Anforderung an den Schutz der Verbindungsmittel nach EN 1995 1-2:2004 liegen sehr stark auf der sicheren Seite.

Italienische Gesetzgebung erlaubt neben analytischen Nachweisen (Berechnung), tabellarische Nachweise auch jene über durchgeführte Proben:

- Durchführung von autorisierten Prüfinstituten
- Versuche nach genormter Temperaturkurve
- Ausstellung eines Prüfberichtes mit Angabe evt. möglicher Modifikationen der Parameter  
(Prüfbericht in der jeweiligen Landessprache)

## Better with wood



# RUBNER









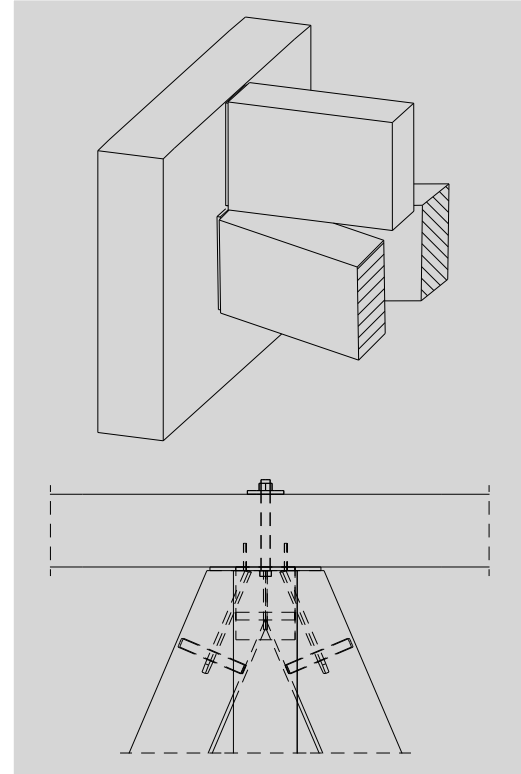
Better with wood



**RUBNER**



 IBS-INSTITUT FÜR <b>BRANDSCHUTZTECHNIK UND SICHERHEITSFORSCHUNG</b> GESELLSCHAFT M. B. H. <small>AKKREDITIERTE PROF., INSPEKTIONS- UND ZERTIFIZIERUNGSTELLE</small>		 	
<small>ZENTRALE: A 4017 LINZ NETZOLDSTRASSE 41-48, POETSCH 37, TELEFON: 03707617 850, FAX: 03707617 80 ZWEIÖSTELLEN: A 1305 WIEN FLUGHAUFEN, OFFICE PARK 1, TOP 80, TELEFON: 01223813321 / A 5025 SALZBURG, GRÖDNERPLATZ 101, TELEFON: 068024022 A 9100 VOLKSRAMUNT, GRIFENSTRASSE 6, TELEFON: 042222222, A 8020 HÖRBRUCK, GRAMENBERG 16, TELEFON: 091234969-9 www.ibs-waermer.at, office@ib-waermer.at / DVR: 0689955, FN 891184 REGISTRIERTECHT LINZ, UID-NR. ATU 2238103</small>			
<h1>PRÜFBERICHT</h1>			
		<b>Prüfbericht Nr.: 12081303</b> <b>Datum: 16. Dezember 2013</b> <b>Sachbearbeiter: Josef Stockinger / hooe</b>	
<b>AUFTRAGGEBER:</b>	<b>RUBNER Holzbau AG</b> <b>Alfred Ammon Straße 12, I-39042 Brixen</b>		
<b>PRÜFGEGENSTAND:</b>	<b>Niedriger Nebenträger (140 x 240 mm)</b> Probekörper 1: Tragende Stahl-Holzverbindungen mit Passbolzen (20 mm) und Stabdübel (16 mm), einer Grundplatte sowie ohne Schattenfuge, Type: "Type 5" Probekörper 2: Tragende Stahl-Holzverbindungen mit Nagelplatte und Stabdübel (16 mm), keiner Grundplatte sowie mit Schattenfuge, Type: "Type 7" Probekörper 3: Tragende Stahl-Holzverbindungen mit Passbolzen (20 mm) und Stabdübel (16 mm), einer Grundplatte sowie mit Schattenfuge, Type: "Type 8" <b>Hoher Nebenträger (140 x 400 mm)</b> Probekörper 4: Tragende Stahl-Holzverbindungen mit Nagelplatte und Stabdübel (20mm), keiner Grundplatte sowie mit Schattenfuge, Type: "Type 3" Probekörper 5: Tragende Stahl-Holzverbindungen mit Passbolzen (20 mm) und Stabdübel (16 mm), einer Grundplatte sowie ohne Schattenfuge, Type: "Type 6" Probekörper 6: Tragende Stahl-Holzverbindungen mit Passbolzen (24 mm) und Stabdübel (20 mm), einer Grundplatte sowie ohne Schattenfuge, Type: "Type 1"  DINORM EN 1363, Teil 1 DINORM EN 1363, Teil 3		
<b>PRÜFGRUNDLAGEN:</b>	22. August 2013		
<b>BRANDPRÜFUNG:</b>	Dreiseitig		
<b>BEFLAMMTE SEITE:</b>	Probekörper 1 bis Probekörper 3: ca. 2,75 kN Probekörper 4 bis Probekörper 6: ca. 6,5 kN ab 62 Minuten wurde bei allen Probekörper die Last um 20% gesteigert		
<b>BELASTUNG:</b>	63 Minuten 25 Sekunden		
<b>PRÜFUNGSDAUER:</b>	Josef STOCKINGER		
<b>AUSFÜHRENDER:</b>	15 Textseiten und 52 Beilagen		
<b>Dieser Prüfbericht enthält:</b>	Beilagen: A: Fotodokumentation (18 Bilder, 9 Seiten) B: Versuchsprotokoll (26 Seiten) C: Konstruktionszeichnungen (7 Seiten)		
<small>Die ausgedruckte Vervielfältigung des vorliegenden Prüfberichtes ist nur mit schriftlicher Genehmigung des IBS zulässig</small>			
  			





Better with wood

RUBNER



Stahlstützen und Stahlverbände in den Außenbereich verlegt

R60



Better with wood

RUBNER

Stützen und Vertikalverbände in Holz

R60





Better with wood



**RUBNER**

Holz-Holz Verbindungen

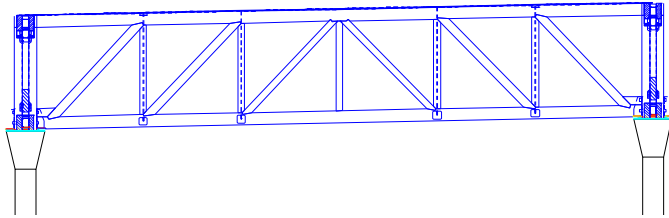


## Better with wood

Fachwerkbinder mit doppelten Gurten:

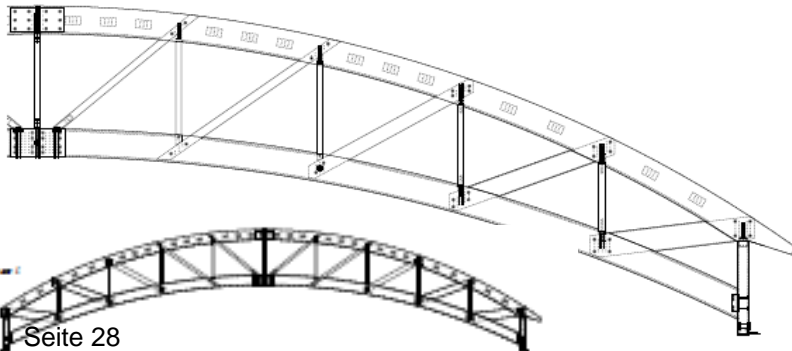
Druckdiagonale doppelt mit Versatz angeschlossen

Vertikale Zugsteher einteilig und zwischen den Gurten liegend



Zugdiagonale einteilig und zwischen den Gurten liegend

Vertikalsteher doppelt mit Versatz an die Gurte angeschlossen



# RUBNER



**Better with wood**

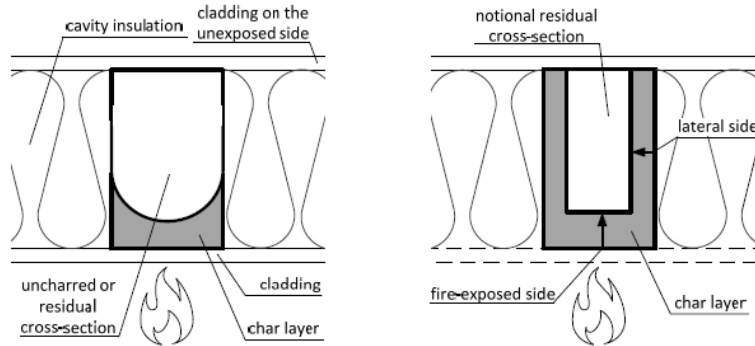
**RUBNER**

## Vorgefertigte Dachelemente





## Schutz der Tragenden Rippen vor seitlichem Abbrand



Durch Versuche erreichte Brandwiderstände:

REI 30

REI 45

REI 60

REI 90 (mit speziellem Schutz der Mineralfaserdämmung vor Herausfallen)



Institut für Brandschutztechnik  
und Sicherheitsforschung

Rubner Holzbau GmbH  
Rennersdorf 62  
3200 Obergrafendorf

IBS - Institut für Brandschutztechnik und  
Sicherheitsforschung Gesellschaft m.b.H.  
Akreditierte Prüf-, Inspektions- und  
Zertifizierungsstelle  
Petrolsdorfstraße 45 / 4020 Linz / Austria  
T +43 732 7617-250 / F +43 732 7617-119  
office@ibs-austria.at / www.ibs-austria.at  
DVR 0659959 / FN 89116d  
Landesgericht Linz / UID-Nr: ATU23289705

24 April 2018  
Josef STOCKINGER / AM  
+43 732 7617 - 651

**Prolongation of the validity of Classification Report No 14040718-A-en  
dated April 9<sup>th</sup>, 2014**

**Object of classification:**

Load-carrying, enclosing and insulating wooden roof- resp. wooden ceiling elements  
with insulation between the rafters

**Classification:**

R	---	---	R 30	---	R 60
RE	---	RE 20	RE 30	---	RE 60
REI	REI 15	REI 20	REI 30	REI 45	REI 60

**Basis:**

ÖNORM EN 1363-1:  
"Fire resistance tests – Part 1: General requirements"  
Edition: 01/01/2000 – withdrawn  
01/09/2012

ÖNORM EN 1365-2:  
"Fire resistance tests for loadbearing elements – Part 2: Floors and roofs"  
Edition: 01.07.2000 - withdrawn  
15/12/2014



00 Landesbank AG (Hypo Oberösterreich)  
IBAN AT64 5400 0000 0021 2164 / BIC OBLAAT2L  
Oberbank AG  
IBAN AT37 1500 0006 2100 6005 / BIC OBK1AT2L



Institut für Brandschutztechnik  
und Sicherheitsforschung

ÖNORM EN 13501-2:  
Fire classification of construction products and building elements - Part 2:  
Classification using data from fire resistance tests, excluding ventilation services  
Edition: January 2004 – withdrawn  
01/11/2016

**Period of Validity:**

The Classification Report No 14040718-A-en of 09.04.2014 in relation with this  
correspondence has a new validity until **9<sup>th</sup> April 2024 respectively till the end of  
the coexistence period of a harmonized technical specification.**

If fundamental test features should be changed, the validity is extinguished before  
the time-limit. The validity is extinguished also, if the applicant attends inadmissible  
technical alterations and the in the test report stated dimensions will be passed over  
or under. The differences can move in the tolerance area (look test report).

**IBS – INSTITUT FÜR BRANDSCHUTZTECHNIK UND  
SICHERHEITSFORSCHUNG GESELLSCHAFT MBH  
Akreditierte Prüf-, Inspektions- und Zertifizierungsstelle**

  
Ing. Josef STOCKINGER  
Official in charge

  
Dipl.-Ing. (FH) Markus EICHHORN-GRUBER, MBA  
Head of Testing Lab

## VERBESSERUNG DES FEUERWIDERSTANDES MIT BRAND-SCHUTZMITTELN:

(Rivestimento intumescente):

Diese Mittel dienen zur Erhöhung des Feuerwiderstandes „R“ von konstruktiv tragenden Elementen:

### a) Konstruktive Bauteile aus Holz:

Die Erhöhung des Feuerwiderstandes von Holzelementen sollte nur in Ausnahmefällen durch die Verwendung dieser Schaumschichtbildner angestrebt werden, etwa bei nachträglich verlangtem Feuerwiderstand oder bei der Anpassung von bereits bestehenden Konstruktionen an neue gesetzliche Anforderungen. Sinnvoller und auch kostengünstiger ist die Vergrößerung des Holzquerschnittes um den geforderten Brandwiderstand zu erreichen.

### b) Konstruktive Bauteile aus Stahl:

Wie bereits bekannt, haben freiliegende Stahlteile einen sehr geringen Brandwiderstand und verlieren nach kurzer Zeit ihre statische Tragfähigkeit. Neben der Abdeckung durch Holzteile oder Gipskartonplatten ist der Schutz mit einem Schaumschichtbildner in der Praxis häufig anzutreffen.

Diese bestehen meist aus Acrylaten auf Lösungsmittelbasis mit speziellen Substanzen, die bei Erhitzung eine isolierende Schaumschicht bilden.



- Die Aufbringung erfolgt durch Streichen, mit der Rolle (400-600g/m<sup>2</sup> je Anstrich) oder aber im Großteil der Fälle im Spritzverfahren (800-1000g/m<sup>2</sup> je Anstrich).
- Die aufzubringende Menge kann über ein Rechenverfahren ermittelt werden. Sie ist abhängig von der Massivität des Stahlteils (also vom Verhältnis Oberfläche/Volumen) und von der statischen Beanspruchung des Stahlelementes.
- Als Anhaltspunkt können für dickere Stahlplatten ca. 1000g/m<sup>2</sup> , für dünnere Platten und Windverbände ca. 1500-2000g/m<sup>2</sup> angenommen werden.
- Der Anstrich ist deckend und von weißer Farbe.
- Zwischen jedem Anstrich müssen 24 Stunden vergehen.
- Feuerverzinkte Stahlteile müssen mit einem Primer behandelt werden, da es ansonsten zu Abblätterungen des Anstriches kommen kann.
- Im Außenbereich, in Feuchträumen oder in aggressiver Atmosphäre ist der Feuerschutzanstrich mit einer Schutzschicht zu versehen.
- Diese Anstriche sind leicht beschädigbar: auf der Baustelle müssen daher nach Abschluss der Montagearbeiten meistens noch Ausbesserungsarbeiten durchgeführt werden.
- Eine Erneuerung des Anstriches nach 5 Jahren ist vom Gesetz nicht vorgesehen.

## **Holz brennt, aber....**

**Man kann**

- berechnen wie lange es standfest bleibt
- Aussagen treffen, ab wann es kritisch wird
- man kann es löschen

**Es ist berechenbar und zwar nicht nur für Experten.**

**Wer Vor- und Nachteile des Materials nüchtern abwägt, der weiß, dass dieser Baustoff alle zeitgemäßen Brandschutzanforderungen erfüllen kann.**

**In diesem Sinne HERZLICHEN DANK und GUT HOLZ!**

**oskar.rainer@rubner.com**