BBV ZFA

Berufsbildnerverein
Zentralschweiz Fachrichtung Architektur

ÜBERBETRIEBLICHE KURSE
GEMÄSS AUSBILDUNGSREGLEMENT UND SIA 1070

BAUPRAKTIKUM

Holzbaukurs

KOORDINATION REFERENT HUNZIKER ROLF

KURSBESTÄTIGUNG

DURCH TEILNEHMER AUSZUFÜLLEN

TEILNEHMER / IN: _____

KLASSE: _____

ORT / DATUM: _____

DURCH INSTRUKTOR AUSZUFÜLLEN

KURSINSTRUKTOR: _____

BEMERKUNGEN: _____

_____

_____

Angaben zum Kursleiter

Name:	Rolf Hunziker	
Ausbildung:	Lehre als Zimmermann 1993-1996 Zimmerpolier mit eidgenössischem Fachausweis 2001 Techniker TS Holzbau 2004 Kurs Berufsbildner 2010 CAS Brandschutz 2017 – 2018 Brandschutzfachmann VKF 2019	
Arbeitsstellen:	1998 – 2006	Renggli AG, Schötz
	- Zimmermann - Vorarbeiter Holzbau - Polier Holzbau - Techniker Holzbau	
	2006 – 2016	schaerholzbau ag, Altbüron
	- Techniker Holzbau - Lehrlingsverantwortlicher	
	seit 2016	Lauber Ingenieure AG, Luzern
	- Techniker Holzbau - Brandschutzfachmann	
Arbeitszeiten:	08.00 – 10.00	Theorie / Werken
	10.00 – 10.15	Pause
	10.15 – 12.00	Werken
	12.00 – 12.45	Mittagspause
	12.45 – 14.45	Theorie / Werken
	14.45 – 15.00	Pause
	15.00 – 16.30	Werken
	16.30 – 16.45	Aufräumen
Verhalten am Kurs:	Der Arbeitsplatz ist kein Spielplatz, bitte Ordnung halten Bitte sorgfältig mit dem Werkzeug umgehen Sicherheitshinweise beachten, keine Unfälle Rauchverbot gilt in allen Räumen Genügend trinken, Mineralwasser wird zur Verfügung gestellt	
Kursziel:	Mit Holz arbeiten (Holz erleben) Eigenschaften von Holz erfahren Mit Werkzeugen arbeiten Als Team ein Objekt erstellen Theorieunterricht mit Praxisbezug Bauteilaufbauten und bauphysikalische Aspekte besprechen Brandschutz und Holzbau thematisieren	

Inhaltsverzeichnis

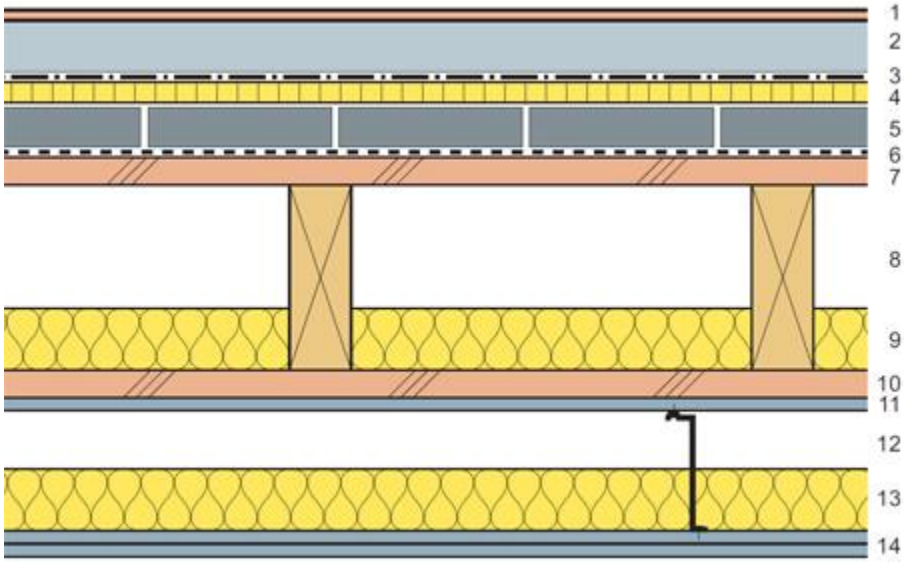
Einleitung 4
Bodenkonstruktionen 6
Elementbau, Wandaufbauten und Holzfassaden 11
Dachkonstruktionen 16
Baustoff Holz 20
Wärme 22
Feuchte 23
Brandschutz im Holzbau 25
Lignum Dok. 4.1 Decken, Wände und Bekleidungen mit Feuerwiderstand 32

Einleitung

Holzbaukonstruktionen «traditionell»

Holzbaukonstruktionen «modern»

Bodenkonstruktionen



Je nach Funktion und Nutzung eines Raumes muss eine Bodenkonstruktion verschiedene Aufgaben erfüllen. Es können auch mehrere Funktionen gleichzeitig sein

Funktionen: Statische Anforderungen erfüllen (statisch tragend, aussteifend)

Schallschutzanforderungen erfüllen

Brandschutzanforderungen erfüllen

Wärmeschutz erfüllen

Ästhetische Ansprüche erfüllen (sichtbare Oberflächen)

Kaschieren von haustechnischen Installationen

Es gibt im Holzbau verschiedene Tragkonstruktionen

Bezeichnungen: Balkenlagen, Rippendecken, Hohlkasten

Doppel Nut + Kamm

Brettstapeldecken

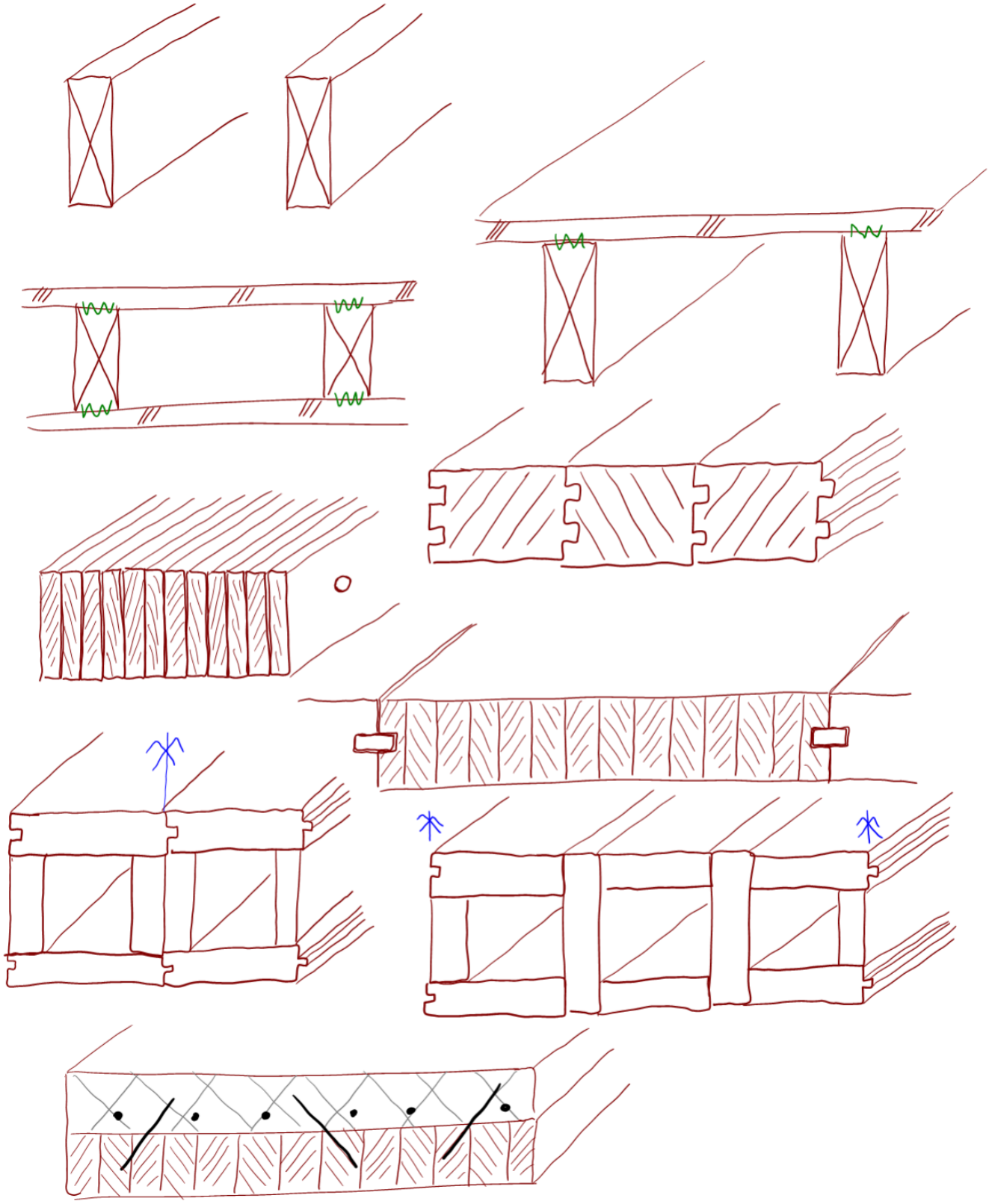
Brettschichtholz

Lignatur- oder Eggo-Kastenelemente (Herstellernamen)

HBV Holz-Beton-Verbund

etc.

Skizzen von verschiedenen Deckenkonstruktionen in Holz:

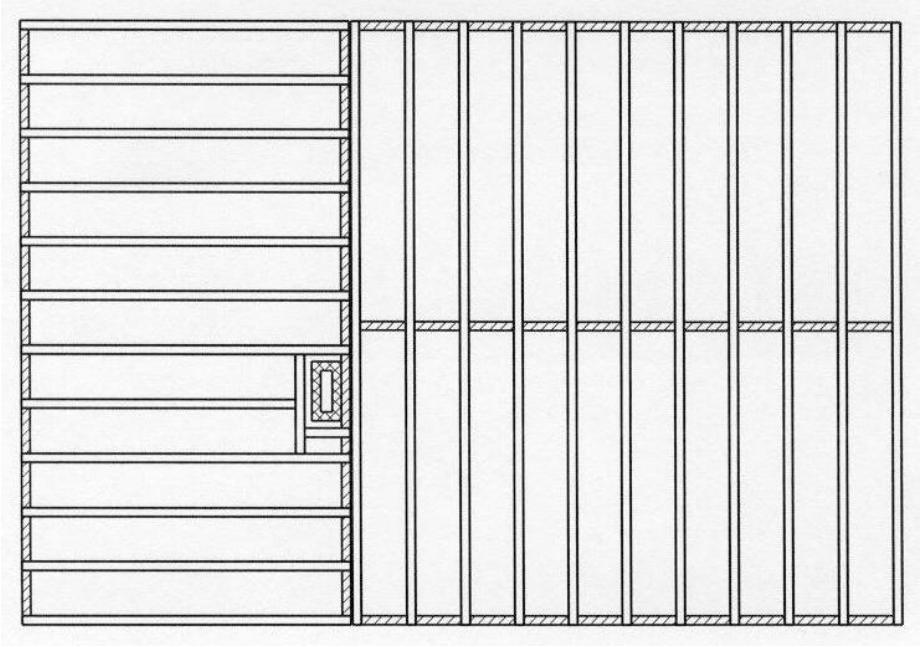


Bei der Planung von Geschossdecken in Holz sind verschiedene Aspekte zu beachten?

Zum Beispiel:

- Spannweite / Spannrichtung
- Eigengewicht & Auflast (ständige Lasten)
- Nutzlast (veränderliche Lasten)
- allenfalls erforderliche Dämmstärke (Anforderung U-Wert)
- Brandschutzanforderung (in der Regel REIxx)
- Schallschutzanforderungen (Trittschall, Luftschall, Körperschall, Aussenlärm)
- Haustechnische Installationen (Lüftung, Abwasserleitungen, etc.)
- Vorgaben an max. mögliche Deckenhöhen
- Optische Vorgaben, gewünschte Oberflächen
- Aussteifungsfunktion (Scheibenwirkung für Erdbebenaussteifung)
- Max. Grösse für Vorfertigung
- Transportmöglichkeiten (Tunnelhöhen, Strassenradius, etc.)
- Max. Gewicht für Montage (Transportmöglichkeit, Kranlast für Montage, Helikoptermontage.)

Übung Einteilung Balkenlage



Folgende Masse sind bei der Planung zu berücksichtigen.

- Balkensprungmass im «Normalfall» 600 – 700 mm
- Balkenhöhe mind. 1/20 der Spannweite
- Balkenbreite mind. ½ der Balkenhöhe
- Abstand zu Kamin (VKF-Zulassung) [mind. 100 mm]
- Wandabstand 20 – 40 mm
- Balkenauflager mind. 100 mm

Schall

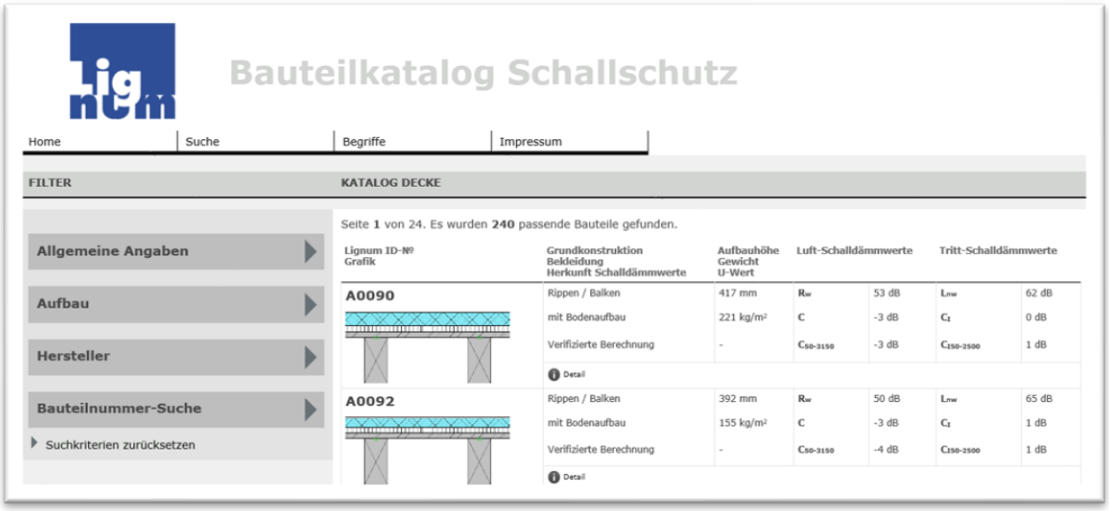
Bei Bodenaufbauten von Wohnbauten ist dem Schallschutz besondere Beachtung zu schenken. Es gibt Vorschriften, welche die Anforderungen an den Schallschutz regeln:

Das ist die Norm **SIA 181**, Schallschutz im Hochbau.

Wir unterscheiden 2 Schallarten:

Trittschall

Luftschall



Beim Trittschall gilt:

<u>Je tiefer, desto besser</u>

Der Trittschalldämmwert (L_{nw}) kann mit schwimmenden Bodenaufbauten und schweren Materialien verbessert werden.

Beim Luftschall gilt:

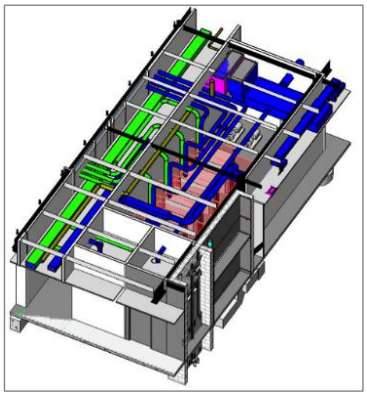
<u>Je höher, desto besser</u>

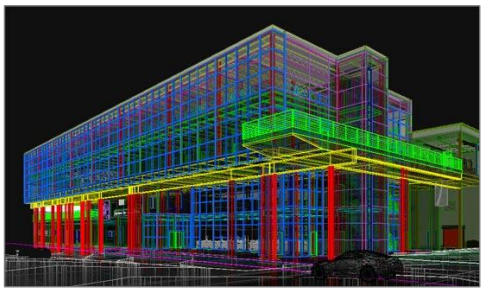
Der Luftschalldämmwert (Rw) kann vor allem mit luftdichten und isolierten An- und Abschlüssen verbessert werden.

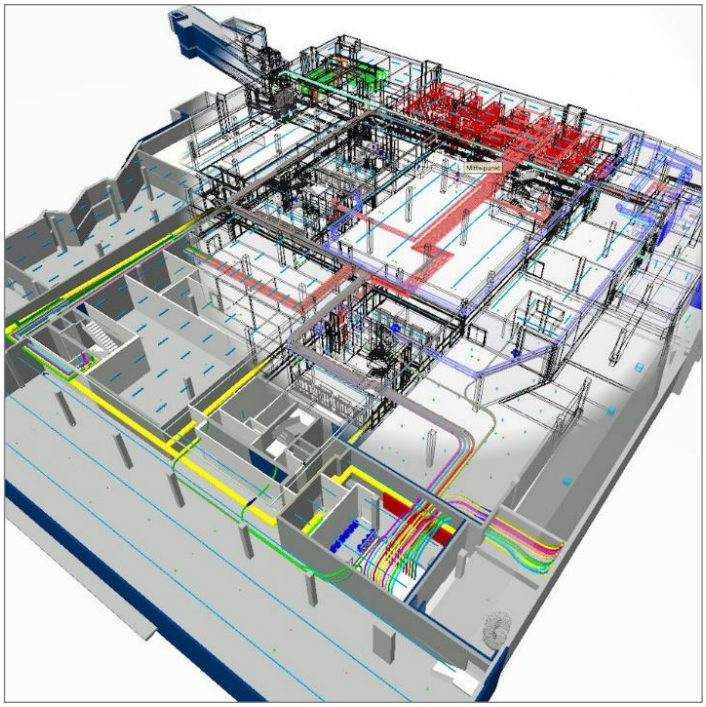
Elementbau, Wandaufbauten und Holzfassaden

Mit der Entwicklung neuer Fertigungstechnologien und Bearbeitungsmöglichkeiten hat sich der Holz - Elementbau in den letzten ca. 20 Jahren stark entwickelt und verbreitet. Heute hat sich der Elementbau durchgesetzt. Es werden immer grössere Gebäude in Holzbau erstellt. Die heutigen Bausysteme und Baustoffe erlauben eine individuelle Gestaltung durch den Architekten. Ein modern eingerichteter Holzbaubetrieb ist heute in der Lage, die CAD-Daten vom Planer zu übernehmen und im Büro ein 3D Model zu erstellen. Anhand vom 3D Model werden Materialien bestellt und die Produktionsanlagen direkt angesteuert.

Ein grosses Thema ist heute BIM, Building Information Modeling:







In der Holzbaubranche ist die Planung im 3D verbreitet. Der Holzbau ist gut aufgestellt für die Herausforderungen, welche die zukünftigen Entwicklungen z.B. BIM mit sich bringen werden.

Viele Unternehmen im Holzbau planen mit einem 3D-Programm (z.B. Cadwork, Sema, …). Es gibt verschieden Vorgehensweisen.

Eine Möglichkeit ist: zuerst im 2D planen, Korrex erstellen (Datenaustausch zur Kontrolle), anschliessend 3D-Planung

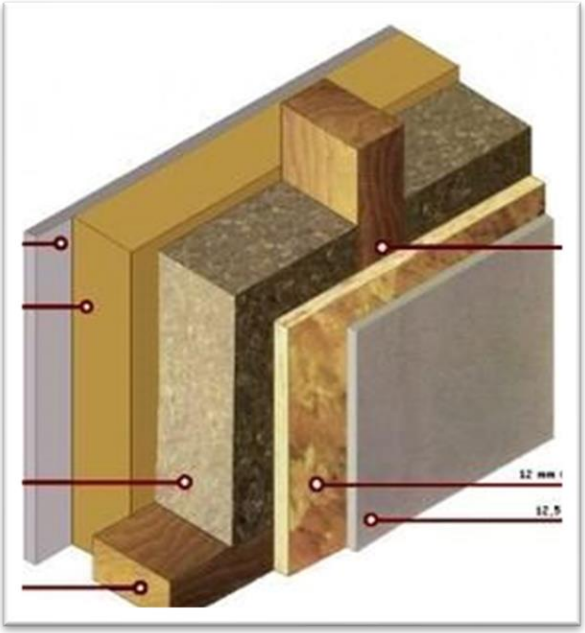
Eine weitere Möglichkeit ist: direkt im 3D planen, Planausgabe zur Kontrolle direkt aus dem 3D, 2D-Pläne und Produktionspläne als automatisierte Ausgabe aus dem 3D, Maschinenansteuerungen und Bestellungen direkt aus dem 3D.

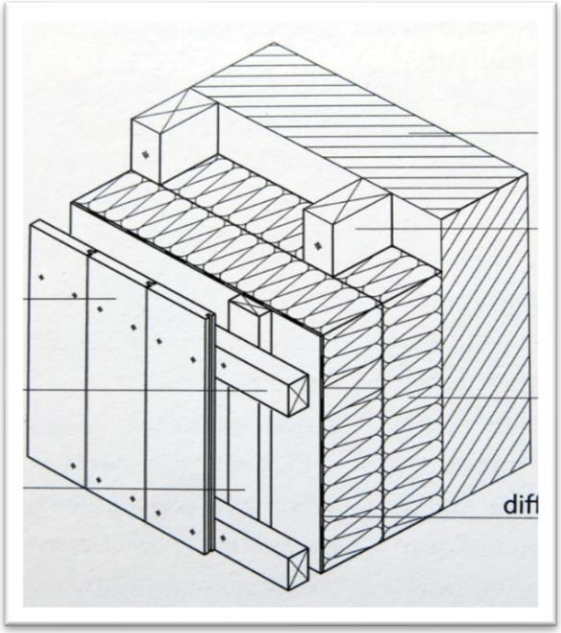
Inzwischen werden verschiedene Projekte als «BIM-Projekte» geplant.

Was sind die Vorteile vom Holz-Elementbau gegenüber anderen Bauweisen:

- die Herstellung erfolgt in der Werkstatt (trocken und warm)
- die Herstellung mit CNC-gesteuerten Maschinen ist präziser
- der Vorfertigungsgrad ist sehr hoch
- die Vorfertigung führt zu einer verkürzten Bauzeit auf der Baustelle
- mögliche Kostenoptimierungen durch Maschineneinsatz und effizienter Fertigung
- Ausführungs- und Qualtitätskontrolle ist besser möglich

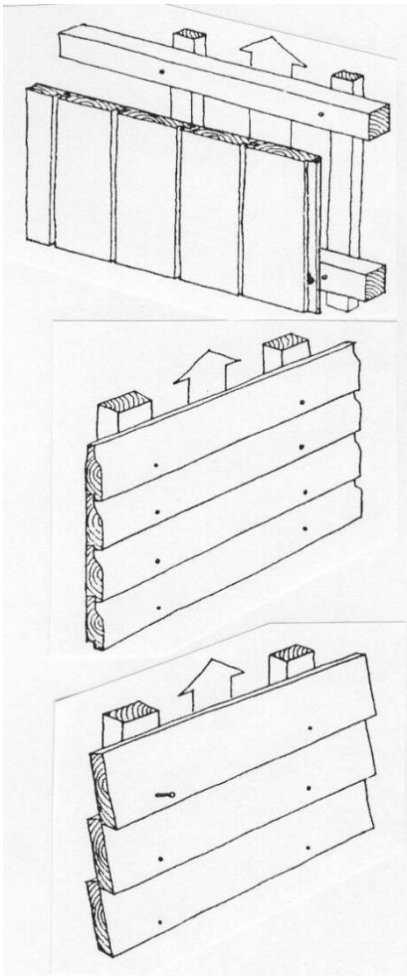
Ein Holzhaus hat eine Holzfassade, diese Aussage ist nicht unbedingt richtig. Es gibt auch Holzhäuser mit verputzter Aussenfassade, wo man gar nicht so einfach erkennen kann, dass es sich um ein Holzhaus handelt. Hier dargestellt sind zwei mögliche Wandaufbauten.

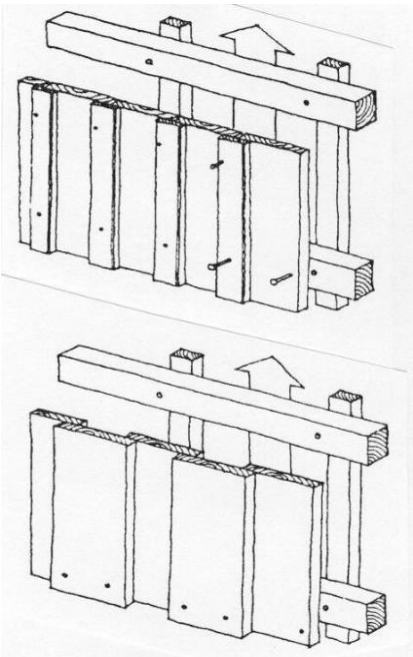




Holzbauten können verputzte Fassaden haben. Als Putzträgerplatte kommen verschiedene Produkte zur Anwendung. Beispielsweise Weichfaserplatten, die direkt auf Ständerkonstruktionen montiert werden (pavatex.ch, Produkt: Diffutherm).

Gerade bei mehrgeschossigen Bauten (VKF-Definition: Gebäude mittlerer Höhe, 11 – 30 m) gibt es bezüglich Brandschutz besondere Vorschriften zur Ausführung von Holzfassaden (brennbare äusserste Schicht).





Überlegungen zu Fassadenschalungen in Holz

- Fassadenschalung vertikal oder horizontal?
- Fassadenschalung Oberfläche, roh oder gehobelt?
- Fassadenschalung Holzart?
- Befestigung der Fassadenschalung?
- Fassadenschalung behandelt oder unbehandelt?
- Behandlung farbig, farblos, vorvergrauung?
- Behandlung lasur oder deckend?
- Vordach ja oder nein?
- Mit Kunden gebaute Objekte besichtigen (Veränderungen der Fassaden)
- Schön oder Unschön ist «Geschmacksache»

- Holzfassaden bei Hochhäusern?

  - Ist das in der Schweiz möglich?

  - Gibt es dazu Vorschriften? Was für welche? Wo finden wir dazu Angaben?

<u>VKF; Brandschutzrichtlinie 14-15 Verwendung von Baustoffen</u>

<u>Seite 8, Tabelle 3.2.8, Hochhäuser</u>

<u>Vorgaben an Baustoffe: RF1</u>

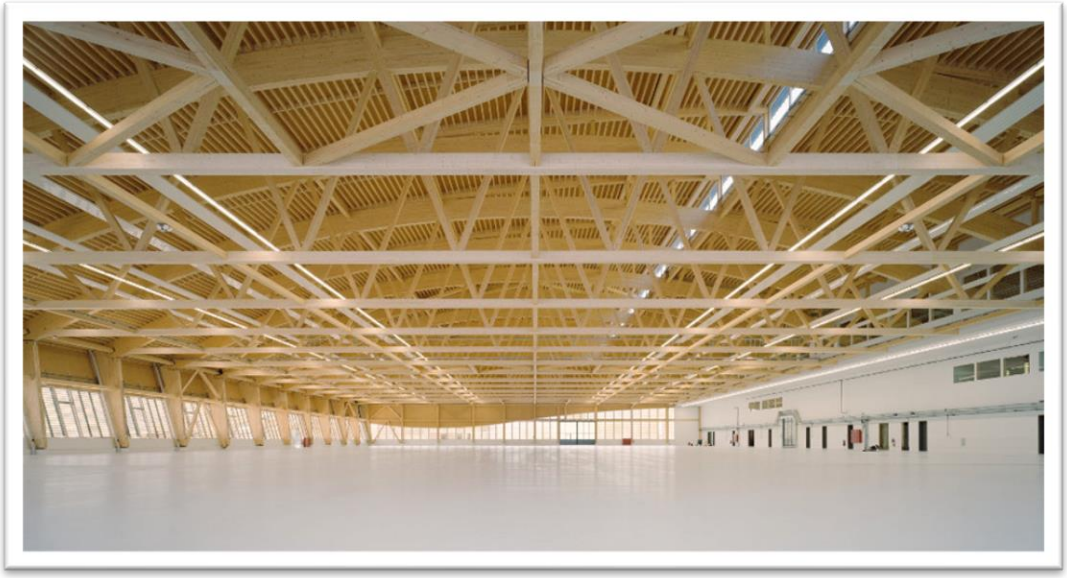
<u>RF1 = kein Brandbeitrag; ALSO keine brennbaren Materialen an der Fassade zulässig</u>

Dachkonstruktionen

Satteldach mit Gehrschild (Stirn- und Ortbretter)

Walmdach (ringsum Stirnbretter)

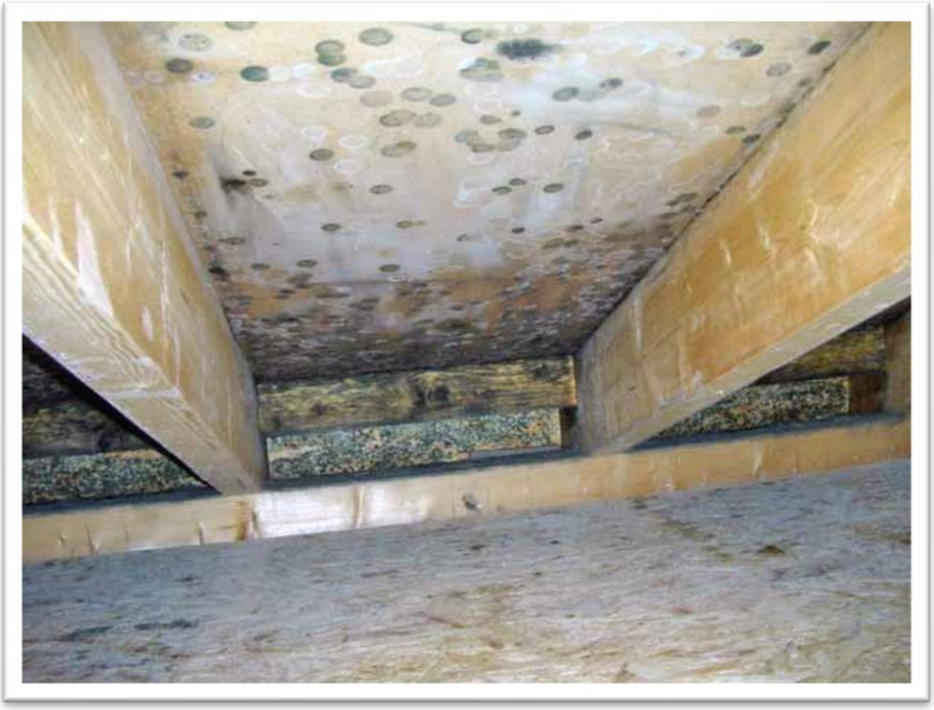
Hallendachtragwerk mit Fachwerkbindern (Montagehalle Pilatus, Stans)



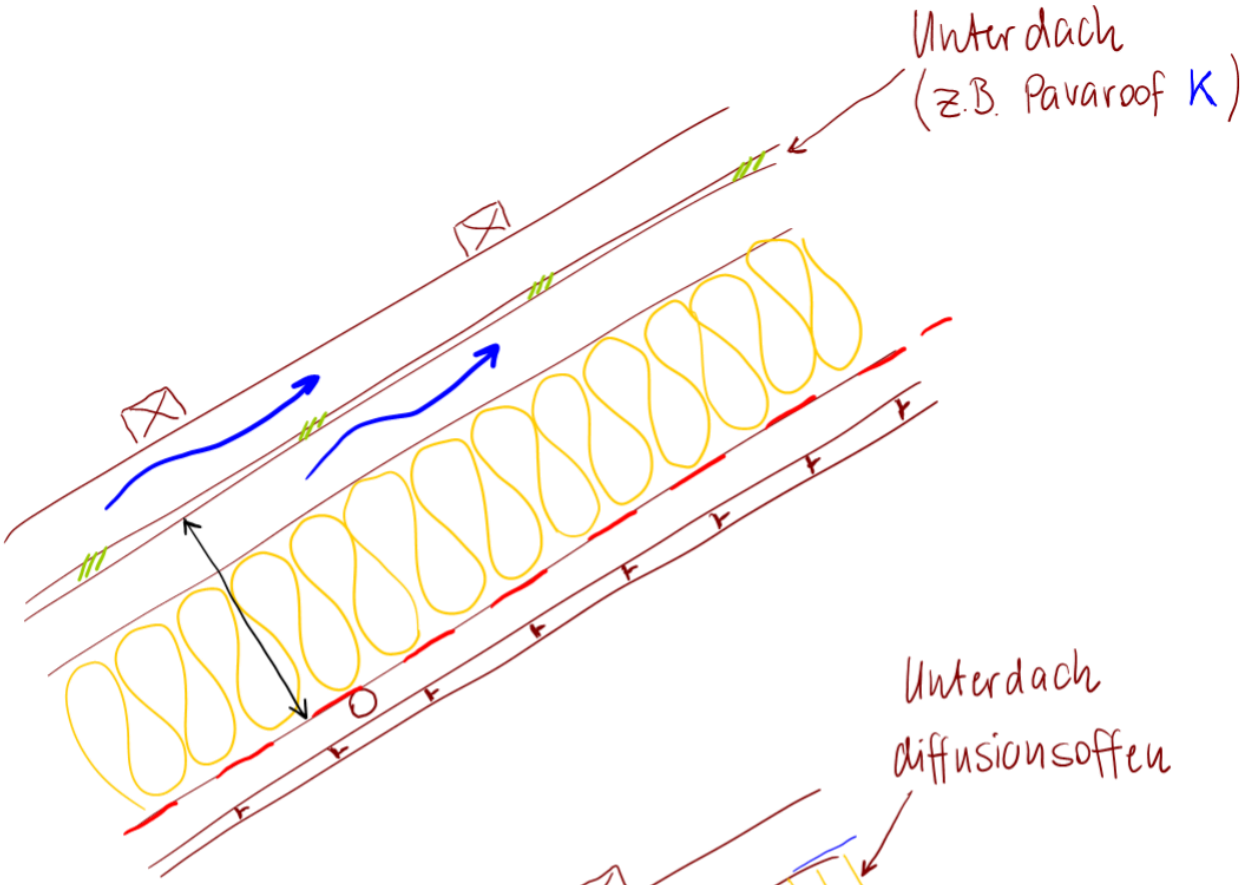
Warmdach und Kaltdach

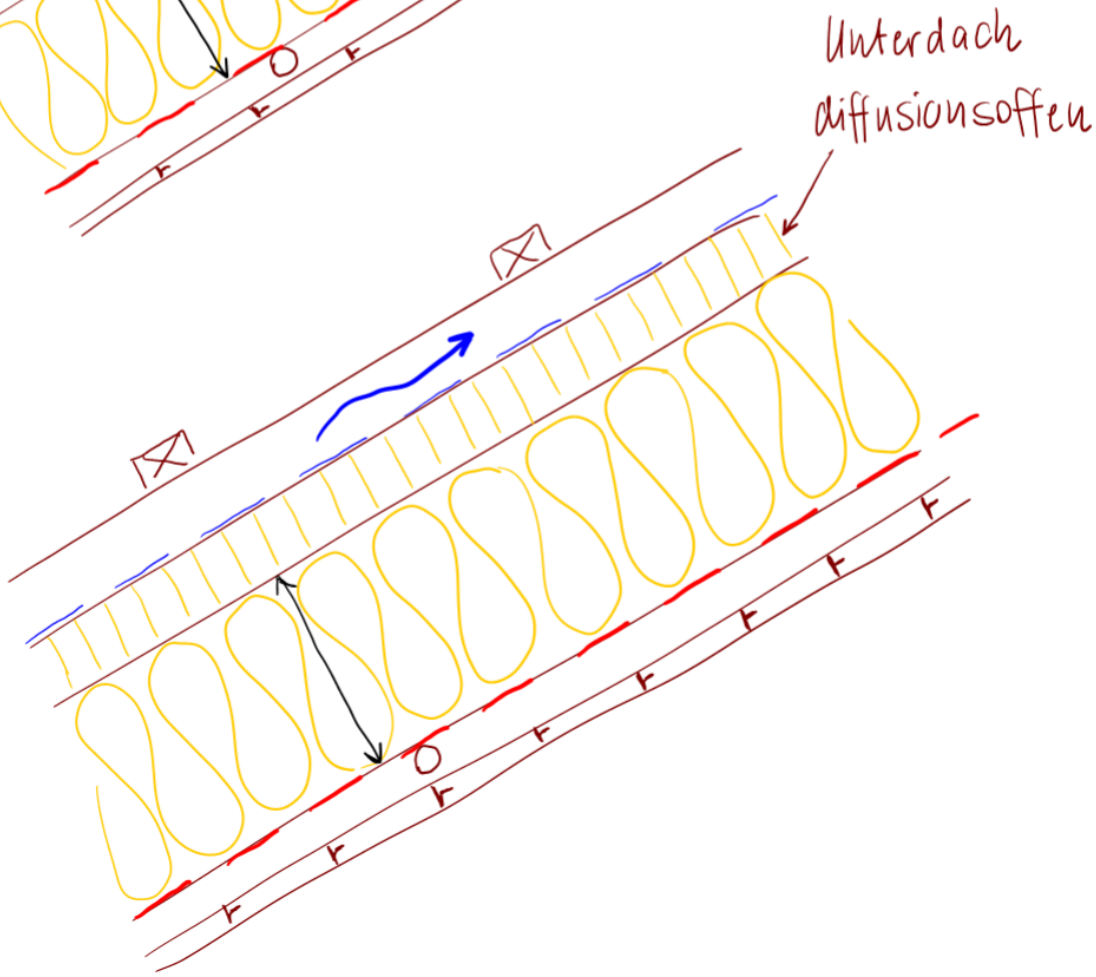
Die Entwicklung von diffusionsoffenen Unterdächern hat dazu geführt, dass heute im Neubau keine Kaltdächer mehr gebaut werden.

Beim Sanieren von alten Dachstühlen oder beim Ausbau von Estrichen zu Wohnungen muss genau abgeklärt werden, was für ein Unterdach vorhanden ist. Es kann zu Bauschäden führen, wenn das Unterdach nicht diffusionsoffen ist, und der ganze Sparrenhohlraum gedämmt wird.

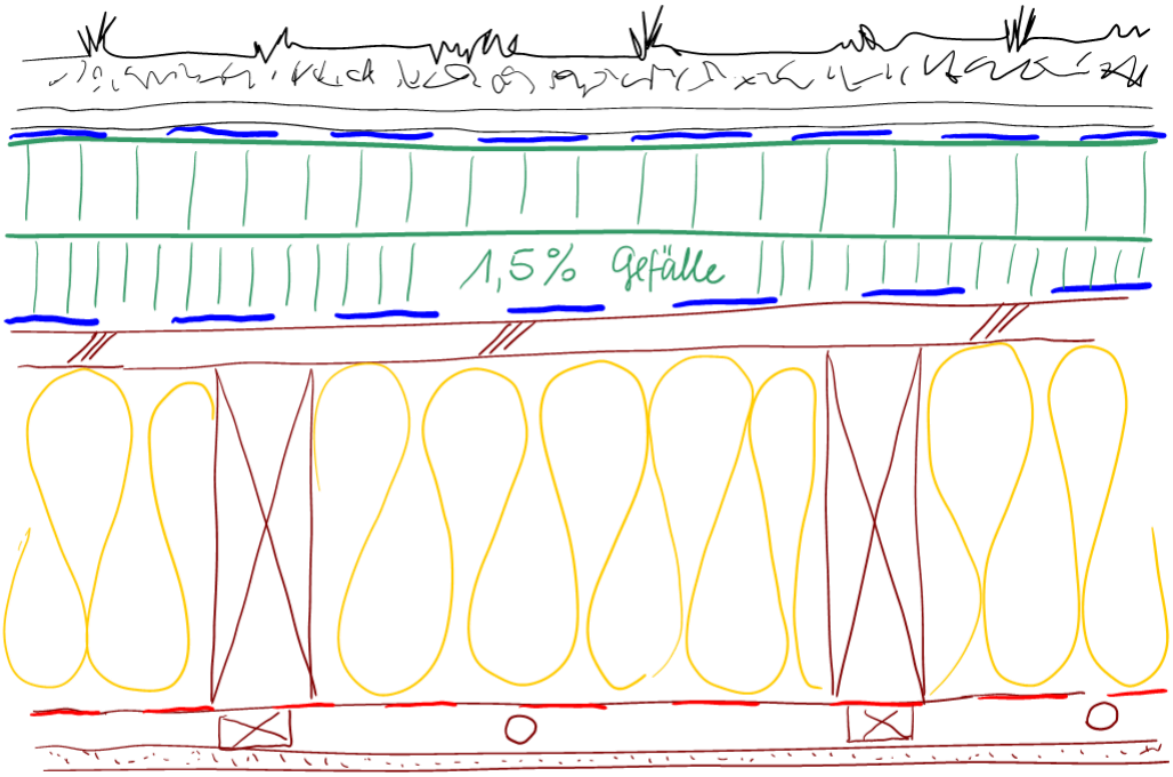


Skizzen zu Warmdach und Kaltdach:



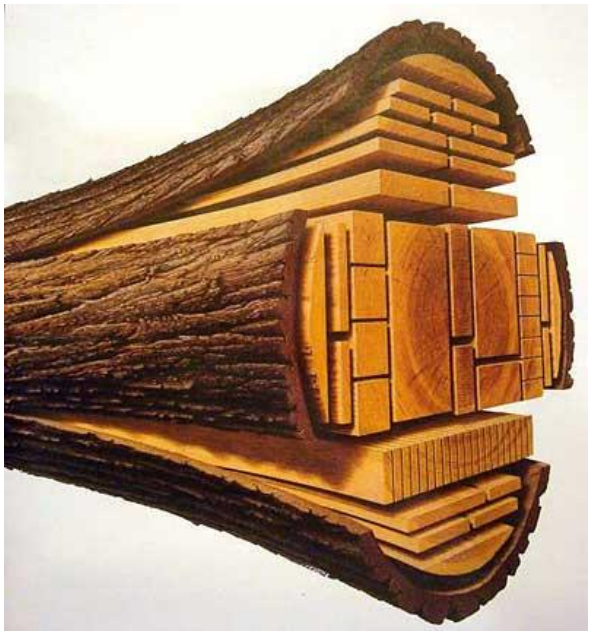


Skizze zum Flachdachaufbau:



— — Dachpappe ist komplett dicht

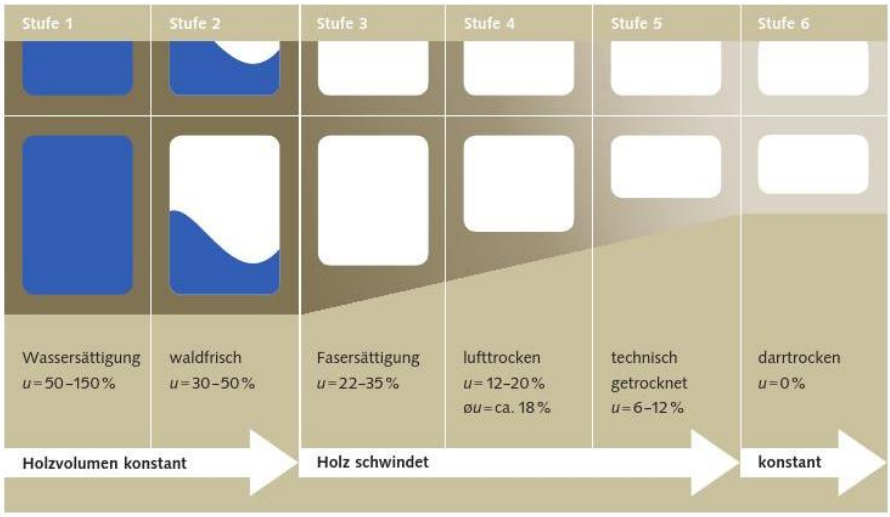
Baustoff Holz



Verwendungszweck	Verarbeitungsholzfeuchte
Bauholz im Freien	16 bis 25%
Bauholz für überdachte, offene Bauwerke	16 bis 18%
Gartenmöbel, Gartengeräte	16 bis 18 %
Sportgeräte, Werkzeuge und Gegenstände, die überwiegend im Freien verwendet werden	12 bis 16%
Fenster, Außentüren	12 bis 15%
Möbel, Innentüren, Parkett, Täfelungen a. in Räumen mit Ofenheizung b. in zentralbeheizten Räumen	10 bis 12 % 7 bis 10%
Holz für Heizungsbekleidungen	6 bis 7%
Furniere, Sperrplattten, Schichtholz	6 bis 8%

Ein Baumstamm wird im Sägewerk eingeschnitten. Das Bild zeigt einen möglichen Einschnitt. Je nach Jahrringverlauf werden Bretter und Balken unterschiedlich bezeichnet. Die verschiedenen Produkte verwendet man für unterschiedliche Anwendungen.
Die unterschiedliche Qualität der Produkte wiederspiegelt sich auch im Preis. Der Preis von Bauholz wird in Fr./m^3, derjenige von Fassadenschalungen in Fr./m^2 angegeben.
Bei Feuchteänderung ab Fasersättigung schwindet rsp. quellt das Holz (zwischen Wassersättigung und Fasersättigung passiert nichts.
Holz schwindet und quellt unterschiedlich in Richtung tangential, radial und längs.

Figur 5
Feuchtigkeitsbereiche: Holz ist hygroskopisch und kann somit aus der unmittelbaren Umgebung Feuchtigkeit aufnehmen oder Wasser abgeben.



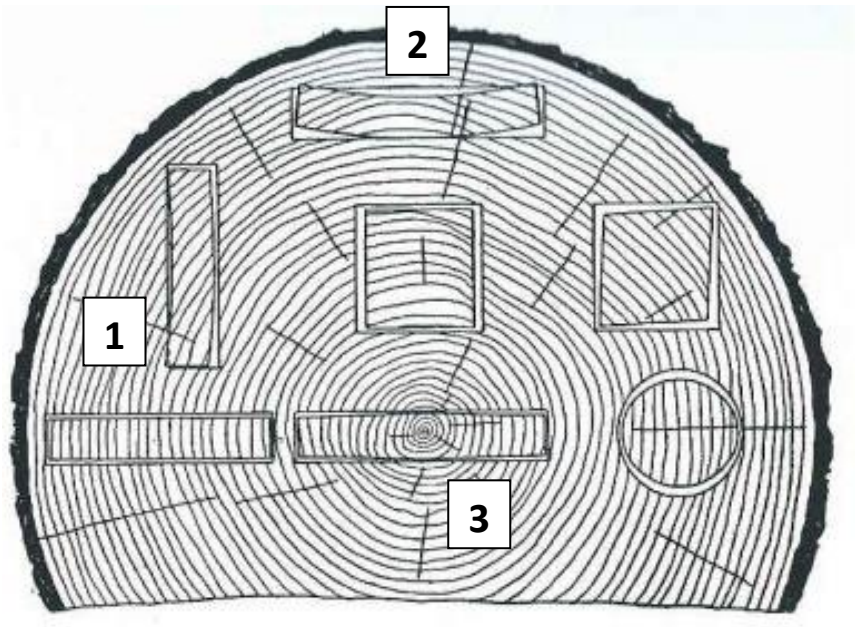
u = Holzfeuchte in %

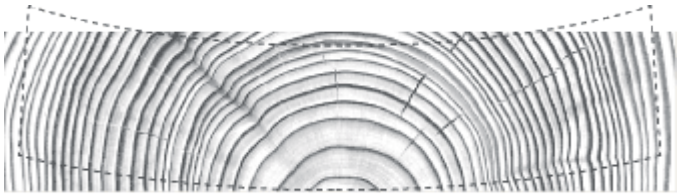
Maximales Schwindmaß in %			
Holzart	tangential	radial	longitudinal
Fichte	0,33	0,16	0,01
Kiefer	0,29	0,17	0,01
Eiche	0,35	0,20	0,01
Buche	0,45	0,22	0,013

Definitionen von Holzfeuchte und Wassergehalt

$$\textbf{Holzfeuchte} \text{ in \%} = \frac{\text{im Holz enthaltene Wassermasse}}{\text{Trockenmasse des Holzes}} \cdot 100$$

$$\textbf{Wassergehalt} \text{ in \%} = \frac{\text{im Holz enthaltene Wassermasse}}{\text{Gesamtmasse des (feuchten) Holzes}} \cdot 100$$





Bezeichnungen und Eigenschaften:

1. Rift- und Halbriftbrett

Wenig Verdrehung, regelmässige Maserung, Flügeläste, hohe Qualität, teuer

2. Seitenbrett

Verdrehung, unregelmässige Maserung (Täfer), runde Äste, «Nebenprodukt / Abfallprodukt», günstig

3. Markbrett

Rissbildung ist sicher, Mark will man im Brett eigentlich nicht haben, Ausdruck «Markfrei»

Wärme

Bei der Wirkung der Wärme unterscheiden wir verschiedene Wärmeübertragungsarten:

Wärmestrahlung:

Elektromagnetische Wellen, Übertragung ohne Materie, rauhe dunkle Oberflächen nehmen mehr Wärme auf

Beispiel: Sonnenstrahlen

Wärmemitführung

Erfolgt im flüssigen oder gasförmigen Medium

Beispiel: Bodenheizung

Wärmeleitung

Ist an Materie gebunden, Übertragung von Teil zu Teil, ruhende trockene Luft hindert die Wärmeleitung

Beispiele: Hammer (Holz-Eisen), nasser Topflappen, Tauchen 25°C, Sauna (trocken-dampf)

Wärmeschutz / Wärmedämmung

Der Bereich Wärmedämmung hat sich in den letzten Jahren stark verändert. Durch das Streben nach der bestmöglichen Wärmedämmung im Winter muss man dem sommerlichen Wärmeschutz immer mehr Beachtung schenken.

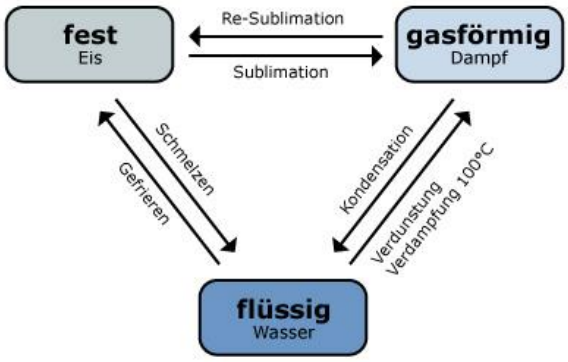
Je stärker die Wärmedämmung, desto genauer und exakter müssen die Details, welche zu einem Wärmeverlust führen können, gelöst werden.

www.energie-zentralschweiz.ch
www.minergie.ch

Feuchte

In der Bauphysik haben wir es mit Wasser in verschiedenen Aggregatszuständen zu tun. (Es gibt drei Aggregatszustände von Wasser) In der Konstruktion von Bauteilen muss beachtet werden, dass die Menge an Feuchtigkeit in der Konstruktion nicht zu Schäden führen kann.

Aggregatszustände:



Luft kann je nach Temperatur verschieden grosse Mengen Feuchtigkeit aufnehmen.

Beispiel:	-10 ° C	2.14	Gramm / m³
	0 ° C	4.85	Gramm / m³
	20 ° C	17.31	Gramm / m³

Dampfdurchlässigkeit von Baustoffen

Wenn warme, mit Feuchtigkeit gesättigte Luft abgekühlt wird, entsteht Kondenswasser. Das Hauptziel bei der Konstruktion von Bauteilaufbauten, Bauteilzusammenschlüssen und Details besteht nun darin, das Eindringen von Feuchtigkeit in die Konstruktion zu verhindern.

Als Grundsatz gilt: Innen dichtere Materialien als aussen verwenden.

Luftdichtigkeit

Neben der Thematik der Dampfdurchlässigkeit muss immer auch die Luftdichtigkeit beachtet werden. Weil die Luftdichtigkeit der Gebäude immer besser wird, wirken sich Leckstellen immer schlimmer aus.

Mittels Blowerdoortest kann die Dichtigkeit der Gebäudehülle überprüft werden.

Holzdichte, Holzfeuchte

Die Darrdichte bezeichnet die durchschnittliche Rohdichte von trockenem Holz, das heißt bei 0 % Holzfeuchte. Die durchschnittliche Dichte deshalb, weil die Rohdichte zwischen den einzelnen Zuwachszonen (Jahrringen) und einzelnen Bereichen im Holz (z.B. Druckholz, Zugholz) schwankt. Sie schwankt außerdem nicht nur zwischen den Arten, sondern auch mit den Wuchsbedingungen sowie dem Anteil an Früh- und Spätholz.

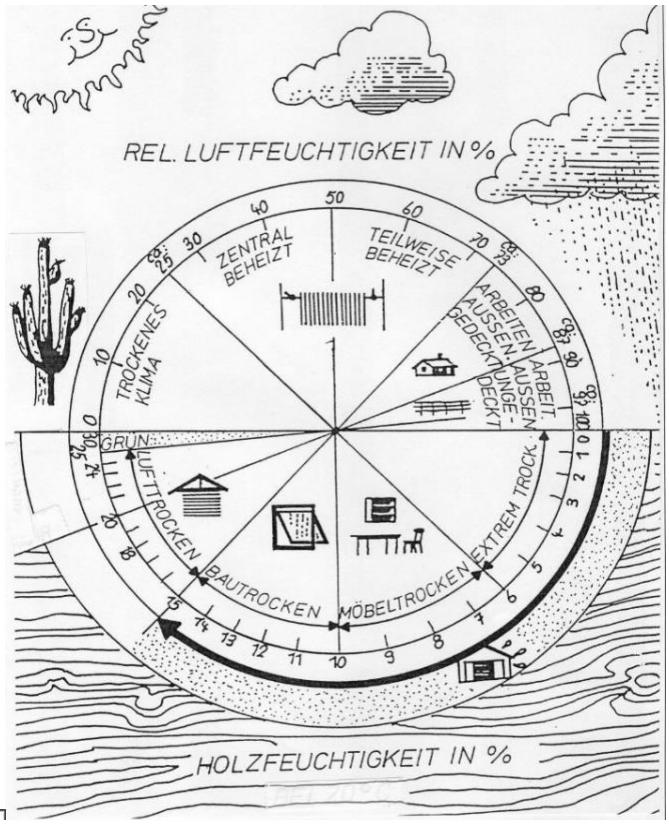
Auf Grund der Darrdichte wird unterschieden:

Hartholz: Die höchste Darrdichte hat Pockholz (Laubbaum) mit durchschnittlich 1200kg/m^3

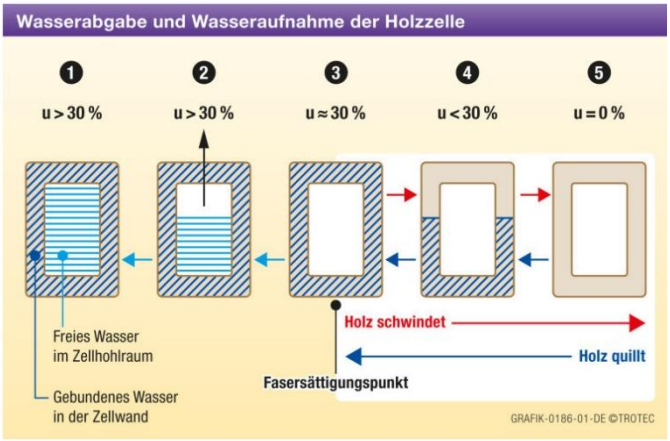
Weichholz: Die geringste Darrdichte hat Balsaholz (Laubbaum) mit durchschnittlichen Rohdichten von 0.12 bis 0.3 g/cm^3. (120 - 300 kg/m^3)

Hart- und Weichholz ist demnach nicht wie häufig angenommen mit Laub- und Nadelholz gleichzusetzen.

Achtung: Verwechslungsgefahr besteht auch zwischen den Begriffen Rohdichte und Reindichte. Die Reindichte gibt die Dichte
der reinen, hohlraumfreien Zellwand an. Die Reindichte liegt bei allen Holzarten relativ konstant bei ca. 1.5 g/cm^3.



% relative Luftfeuchte	Werte für Holzausgleichsfeuchte						
90 %	21,1	21,0	21,0	20,8	20,0	19,8	19
85 %	18,1	18,0	18,0	17,9	17,5	17,1	16
80 %	16,2	16,0	16,0	15,8	15,5	15,1	14
75 %	14,7	14,5	14,3	14,0	13,9	13,5	13
70 %	13,2	13,1	13,0	12,8	12,4	12,1	11
65 %	12,0	12,0	11,8	11,5	11,2	11,0	10
60 %	11,0	10,9	10,8	10,5	10,3	10,0	9
55 %	10,1	10,0	9,9	9,7	9,4	9,1	8
50 %	9,4	9,2	9,0	8,9	8,6	8,4	8
45 %	8,6	8,4	8,3	8,1	7,9	7,5	7
40 %	7,8	7,7	7,5	7,3	7,0	6,6	6
35 %	7,0	6,9	6,7	6,4	6,2	5,8	5
30 %	6,2	6,1	5,9	5,6	5,3	5,0	4
25 %	5,4	5,3	5,0	4,8	4,5	4,2	3
Temperatur in Celsius	10°	15°	20°	25°	30°	35°	4



Brandschutz im Holzbau

Dank dem guten Brandverhalten von Holz können die vorgeschriebenen Werte problemlos erreicht werden.

Lernziele / Themen:

- VKF, Brandschutzvorschriften 2015
- Gebäudekategorien
- Nutzungen
- Qualitätssicherung
- Fluchtwege
- Baustoffe RF1, RF2, RF3, RF4
- Holzbau und RF1
- R60
- EI30
- REI30
- REI60 -RF1
- Kapselung

Wichtige und hilfreiche homepages:

www.vkf.ch
www.praever.ch
www.heureka.ch

www.lignum.ch

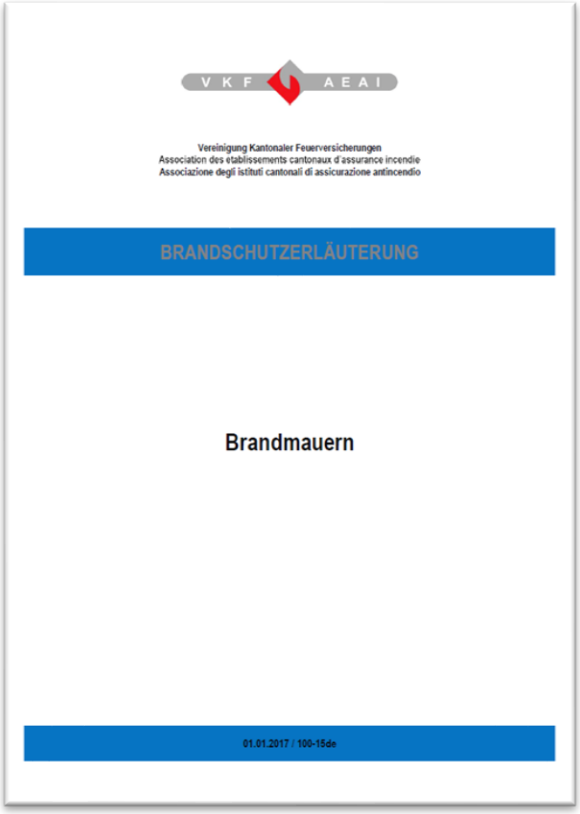
www.fermacell.ch
www.flumroc.ch
www.isover.ch
www.pavatex.ch
www.siga.ch

VKG
VKF
IRV
Pool
Präventionsstiftung
KGV
VKF > Home VKF
Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen
Brandschutz
Die Schweiz hat im Brandschutz einen der höchsten Sicherheitsstandards weltweit. Dieser ist massgeblich auf die Schweizerischen Brandschutzvorschriften zurückzuführen.
Naturgefahrenprävention
Die Schweiz ist besonders vielen Naturgefahren ausgesetzt. Angemessene Präventionsmassnahmen können Schäden verhindern.
Ausbildung und Veranstaltungen
Die VKF bildet Fachpersonen in den Bereichen Brandschutz und Gebäudeschutz Naturgefahren aus. Zudem führt sie regelmässig Veranstaltungen durch.
VKF
Home VKF
Über VKF
Services
Downloads
Kontakt
IRV
Home IRV
Über IRV
Services
Downloads
Kontakt
Pool
Home Pool
Über Pool
Services
Downloads
Kontakt
Präventionsstiftung
Home Präventionsstiftung
Über Präventionsstiftung
Projekte
Downloads
Kontakt
KGV
Home KGV
Über KGV
Sichern und Versichern
Services
Partner

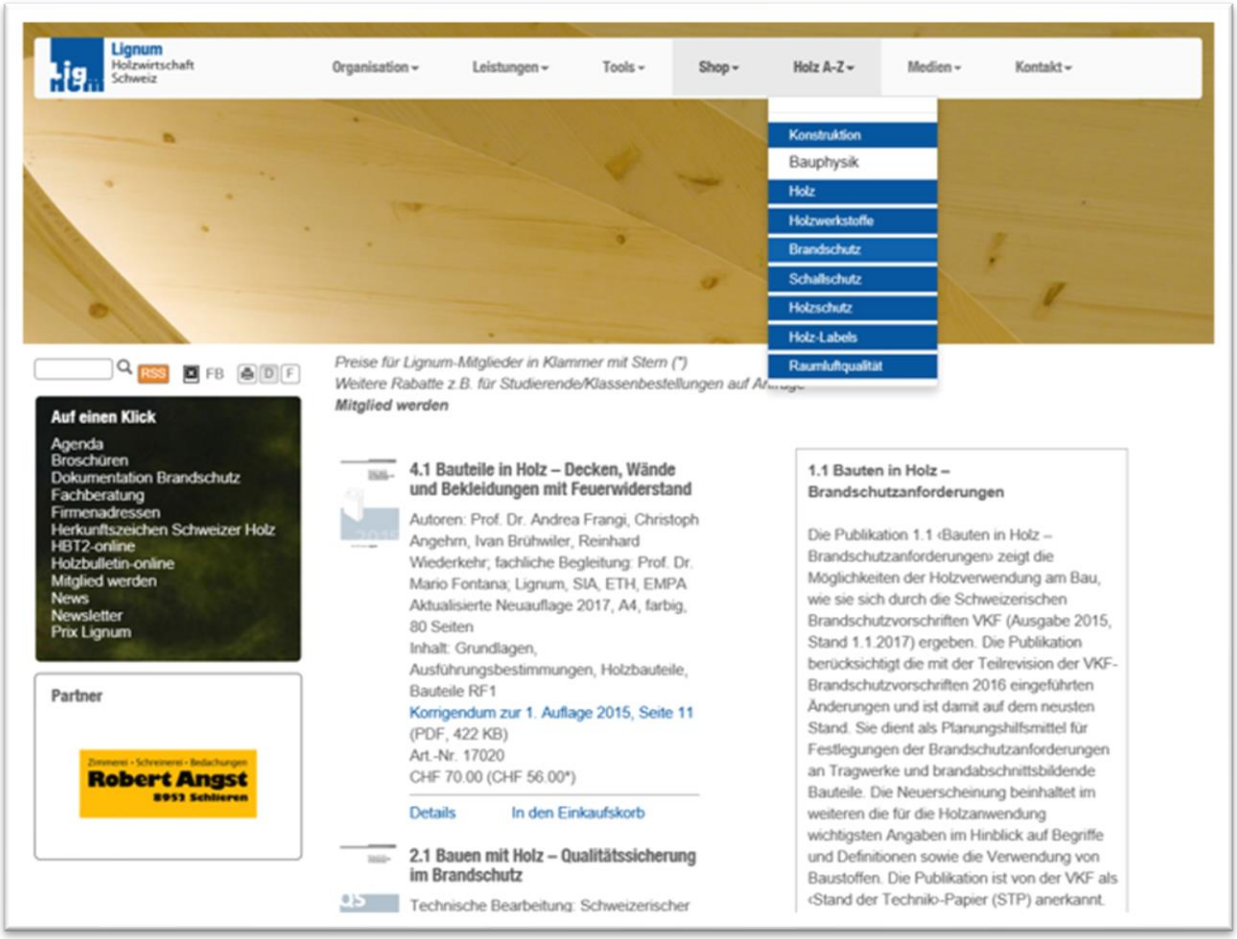
VKF AEAI
VEREINIGUNG KANTONALER FEUERVERSICHERUNGEN
Startseite Brandschutz Elementarschaden-Prävention Personenzertifizierung
DE FR IT
> Startseite > Brandschutz > Vorschriften 2015 (Gültig ab 1.1.2017)
Neuigkeiten
Vorschriften 2015 (Gültig ab 1.1.2017)
IOTH
Norm
Richtlinien
Verzeichnisse
Erlaeuterungen
Arbeitshilfen
Merkblätter
Musterweisungen
Reglemente
FAQ
STP
Weitere Publikationen
Vorschriften frühere Fassungen
Register/Suche(Produkte und Firmen)
Adressen
Formulare
Allgemeine Informationen
Information zum Register
Reglemente
Preisliste
Publikationen
Kaminfegertarif
Shop/Bestellungen
Kontakt
Brandschutzvorschriften 2015 (Gültig ab 01.01.2017)
IOTH
Norm
Richtlinien
Verzeichnisse
Erlaeuterungen
Arbeitshilfen
Merkblätter
Musterweisungen
Reglemente
FAQ
STP
Weitere Publikationen
© VKF-Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen | AEAI-Association des établissements cantonaux d'assurance incendie | Bundesgasse 20, 3001 Bern, Tel +41 31 3202222, Fax +41 31 3202299

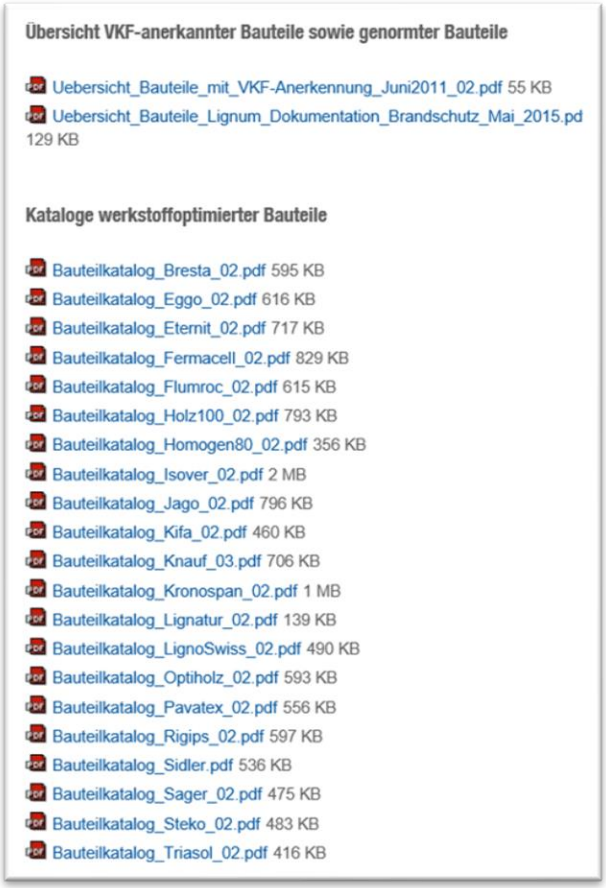
VKF AEAI
Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen
Association des etablissements cantonaux d'assurance incendie
Associazione degli istituti cantonali di assicurazione antincendio
BRANDSCHUTZNORM
01.01.2015 / 1-15de

VKF AEAI
Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen
Association des etablissements cantonaux d'assurance incendie
Associazione degli istituti cantonali di assicurazione antincendio
BRANDSCHUTZRICHTLINIE
Verwendung von Baustoffen
01.01.2017 / 14-15de


VKF AEAI
Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen
Association des etablissements cantonaux d'assurance incendie
Associazione degli istituti cantonali di assicurazione antincendio
BRANDSCHUTZERLÄUTERUNG
Brandmauern
01.01.2017 / 100-15de

VKF AEAI
Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen
Association des etablissements cantonaux d'assurance incendie
Associazione degli istituti cantonali di assicurazione antincendio
BRANDSCHUTZMERKBLATT
Brandschutzpläne
Flucht- und Rettungswegpläne
Feuerwehrpläne
01.01.2017 / 2003-15de





Übersicht VKF-anerkannter Bauteile sowie genormter Bauteile

- Uebersicht_Bauteile_mit_VKF-Anerkennung_Juni2011_02.pdf 55 KB
- Uebersicht_Bauteile_Lignum_Dokumentation_Brandschutz_Mai_2015.pd 129 KB

Kataloge werkstoffoptimierter Bauteile

- Bauteilkatalog_Bresta_02.pdf 595 KB
- Bauteilkatalog_Eggo_02.pdf 616 KB
- Bauteilkatalog_Eternit_02.pdf 717 KB
- Bauteilkatalog_Fermacell_02.pdf 829 KB
- Bauteilkatalog_Flumroc_02.pdf 615 KB
- Bauteilkatalog_Holz100_02.pdf 793 KB
- Bauteilkatalog_Homogen80_02.pdf 356 KB
- Bauteilkatalog_Isover_02.pdf 2 MB
- Bauteilkatalog_Jago_02.pdf 796 KB
- Bauteilkatalog_Kifa_02.pdf 460 KB
- Bauteilkatalog_Knauf_03.pdf 706 KB
- Bauteilkatalog_Kronospan_02.pdf 1 MB
- Bauteilkatalog_Lignatur_02.pdf 139 KB
- Bauteilkatalog_LignoSwiss_02.pdf 490 KB
- Bauteilkatalog_Optiholz_02.pdf 593 KB
- Bauteilkatalog_Pavatex_02.pdf 556 KB
- Bauteilkatalog_Rigips_02.pdf 597 KB
- Bauteilkatalog_Sidler.pdf 536 KB
- Bauteilkatalog_Sager_02.pdf 475 KB
- Bauteilkatalog_Steko_02.pdf 483 KB
- Bauteilkatalog_Triasol_02.pdf 416 KB

Lignum-Dokumentation Brandschutz

3.1 Feuerwiderstandsbemessung
Bauteile und Verbindungen

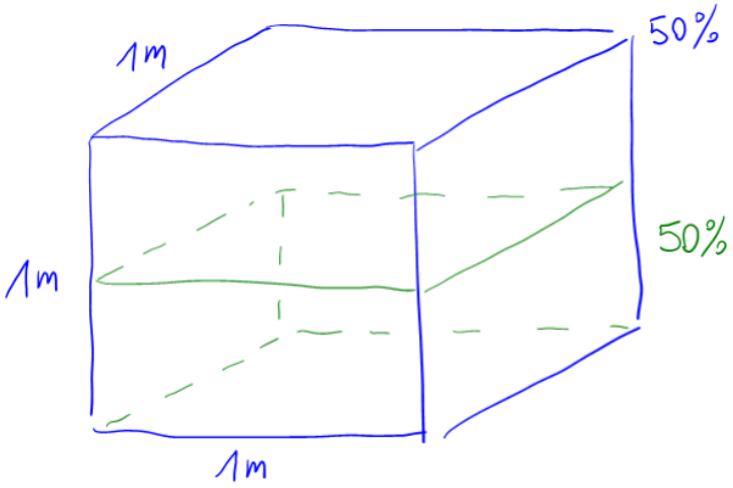
4.1 Bauteile in Holz
Decken, Wände und Bekleidungen mit Feuerwiderstand

Anhang:
Werkstoffoptimierte Bauteile Fermacell

fermacell

Lignum

Produktbezeichnung/ Produktnorm	Technische Bedingungen	Brandver-haltensgruppe
Laubhölzer	Ahorn, Buche, Erle, Esche, Kirsche, Nussbaum usw.	RF3
	Eiche, Robinie (falsche Akazie) Afrormosia, Afzelia (Doussie), Bilinga, Iroko, Laman, Makore, dunkelrotes Meranti, Sapelli, Sipo, Teak, Wenge	RF2
Nadelhölzer	Fichte, Tanne, Lärche, Föhre, Douglasie, Arve, Red Cedar, usw.	RF3
Holzfaserplatte	MDF	RF3
	Harte, mittelharte und poröse Faserplatten Rohdichte ≥ 230 kg/m³	RF3
Massivholzplatte	Einschicht- und Mehrschicht-Massivholzplatten, Brettsperrholzplatten	RF3
OSB	Platten aus langen, schlanken, ausgerichteten Spänen (OSB)	RF3
Spanplatte	Spanplatten	RF3
Sperrholz	Sperrholzplatten	RF3
Zementgebundene Spanplatte	Rohdichte ≥ 1200 kg/m³ Dicke ≥ 10 mm Zementgehalt ≥ 75 Masseprozent	RF1
Gipsplatte/SN EN 520 Papier/SN EN ISO 536	Dichte ≥ 800 kg/m³ Plattendicke ≥ 6,5 mm Papiergewicht ≤ 220 g/m² (≤ 5% organischer Zusatz)	RF1
Parkett und Holzfussböden	Parkett versiegelt oder geölt aus Ahorn, Buche, Eiche, Esche	RF2
	Holzfussböden mit Baustoffen (Holzarten) RF2	RF2
	Holzfussböden mit Baustoffen (Holzarten) RF3	RF3



$1\,m^3 \geq 1200\,kg/m^3$

$0{,}5\,m^3 \times 2400\,kg/m^3 = 1200\,kg$ Anteil Zement

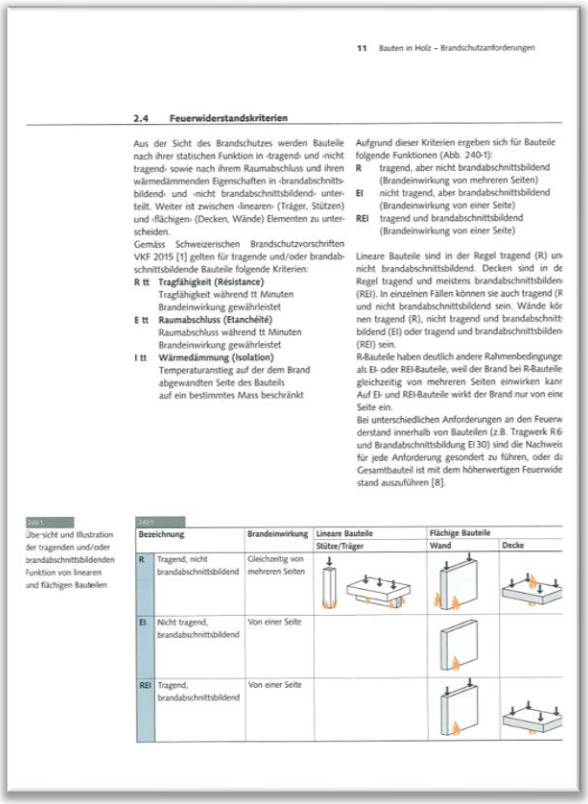
$0{,}5\,m^3 \times 500\,kg/m^3 = 250\,kg$ Anteil Holz (Späne)

100% Masse $1\,m^3 \mathrel{\hat{=}} 1450\,kg \geq 1200\,kg/m^3$

erforderlich mindestens

75% von 1450 kg = 1090 kg ⇒ vorhanden 1200 kg

i.O. ✓



11 Bauten in Holz – Brandschutzanforderungen

2.4 Feuerwiderstandskriterien

Aus der Sicht des Brandschutzes werden Bauteile nach ihrer statischen Funktion in -tragend- und -nicht tragend- sowie nach ihrem Raumabschluss und ihren wärmedämmenden Eigenschaften in -brandabschnitts-bildend- und -nicht brandabschnittsbildend- unterteilt. Weiter ist zwischen -linearen- (Träger, Stützen) und -flächigen- (Decken, Wände) Elementen zu unterscheiden.

Gemäss Schweizerischen Brandschutzvorschriften VKF 2015 [1] gelten für tragende und/oder brandabschnittsbildende Bauteile folgende Kriterien:

R tt **Tragfähigkeit (Résistance)**
Tragfähigkeit während tt Minuten Brandeinwirkung gewährleistet

E tt **Raumabschluss (Etanchéité)**
Raumabschluss während tt Minuten Brandeinwirkung gewährleistet

I tt **Wärmedämmung (Isolation)**
Temperaturanstieg auf der dem Brand abgewandten Seite des Bauteils auf ein bestimmtes Mass beschränkt

Aufgrund dieser Kriterien ergeben sich für Bauteile folgende Funktionen (Abb. 240-1):

R tragend, aber nicht brandabschnittsbildend (Brandeinwirkung von mehreren Seiten)

EI nicht tragend, aber brandabschnittsbildend (Brandeinwirkung von einer Seite)

REI tragend und brandabschnittsbildend (Brandeinwirkung von einer Seite)

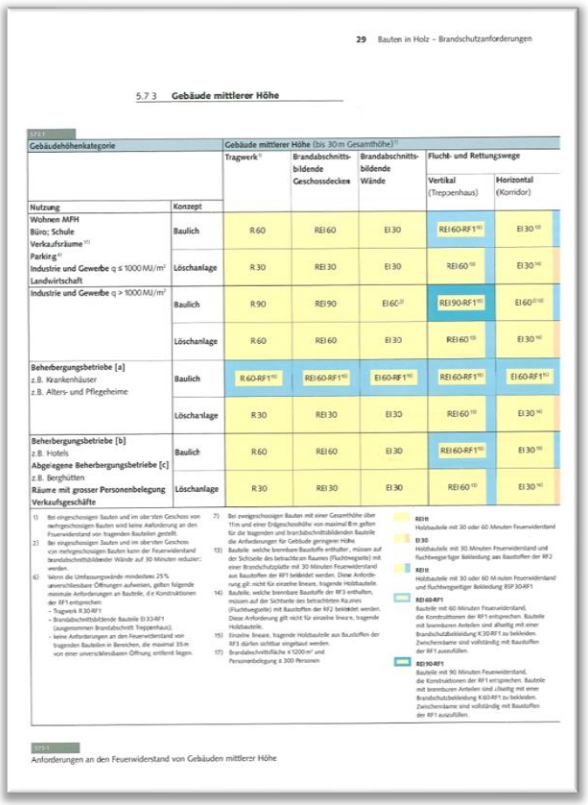
Lineare Bauteile sind in der Regel tragend (R) und nicht brandabschnittsbildend. Decken sind in der Regel tragend und meistens brandabschnittsbildend (REI). In einzelnen Fällen können sie auch tragend (R) und nicht brandabschnittsbildend sein. Wände können tragend (R), nicht tragend und brandabschnittsbildend (EI) oder tragend und brandabschnittsbildend (REI) sein.

R-Bauteile haben deutlich andere Rahmenbedingungen als EI- oder REI-Bauteile, weil der Brand bei R-Bauteile gleichzeitig von mehreren Seiten einwirken kann. Auf EI- und REI-Bauteile wirkt der Brand nur von einer Seite ein.

Bei unterschiedlichen Anforderungen an den Feuerwiderstand innerhalb von Bauteilen (z.B. Tragwerk R60 und Brandabschnittsbildung EI 30) sind die Nachweise für jede Anforderung gesondert zu führen, oder das Gesamtbauteil ist mit dem höherwertigen Feuerwiderstand auszuführen [8].

240-1
Über-sicht und Illustration der tragenden und/oder brandabschnittsbildenden Funktion von linearen und flächigen Bauteilen

	Bezeichnung	Brandeinwirkung	Lineare Bauteile	Flächige Bauteile	
			Stütze/Träger	Wand	Decke
R	Tragend, nicht brandabschnittsbildend	Gleichzeitig von mehreren Seiten			
EI	Nicht tragend, brandabschnittsbildend	Von einer Seite			
REI	Tragend, brandabschnittsbildend	Von einer Seite			



29 Bauten in Holz – Brandschutzanforderungen

5.7.3 Gebäude mittlerer Höhe

5.7.1

Gebäudehöhenkategorie		Gebäude mittlerer Höhe (bis 30 m Gesamthöhe)[7]				
		Tragwerk[1]	Brandabschnitts-bildende Geschossdecken	Brandabschnitts-bildende Wände	Flucht- und Rettungswege	
					Vertikal (Treppenhaus)	Horizontal (Korridor)
Nutzung	Konzept					
Wohnen MFH Büro; Schule Verkaufsräume[17] Parking[12] Industrie und Gewerbe q ≤ 1000 MJ/m² Landwirtschaft	Baulich	R 60	REI 60	EI 30	REI 60-RF1[10]	EI 30[10]
	Löschanlage	R 30	REI 30	EI 30	REI 60[10]	EI 30[14]
Industrie und Gewerbe q > 1000 MJ/m²	Baulich	R 90	REI 90	EI 60[2]	REI 90-RF1[10]	EI 60[2][10]
	Löschanlage	R 60	REI 60	EI 30	REI 60[10]	EI 30[14]
Beherbergungsbetriebe [a] z.B. Krankenhäuser z.B. Alters- und Pflegeheime	Baulich	R 60-RF1[10]	REI 60-RF1[10]	EI 60-RF1[10]	REI 60-RF1[10]	EI 60-RF1[10]
	Löschanlage	R 30	REI 30	EI 30	REI 60[10]	EI 30[14]
Beherbergungsbetriebe [b] z.B. Hotels Abgelegene Beherbergungsbetriebe [c] z.B. Berghütten Räume mit grosser Personenbelegung Verkaufsgeschäfte	Baulich	R 60	REI 60	EI 30	REI 60-RF1[10]	EI 30[14]
	Löschanlage	R 30	REI 30	EI 30	REI 60[10]	EI 30[14]

1) Bei eingeschossigen Bauten und im obersten Geschoss von mehrgeschossigen Bauten wird keine Anforderung an den Feuerwiderstand von tragenden Bauteilen gestellt.
2) Bei eingeschossigen Bauten und im obersten Geschoss von mehrgeschossigen Bauten kann der Feuerwiderstand brandabschnittsbildender Wände auf 30 Minuten reduziert werden.
6) Wenn die Umfassungswände mindestens 25 % unverschliessbare Öffnungen aufweisen, gelten folgende minimale Anforderungen an Bauteile, d.e Konstruktionen der RF1 entsprechen:
- Tragwerk R 30-RF1
- Brandabschnittsbildende Bauteile EI 30-RF1 (ausgenommen Brandabschnitt Treppenhaus).
- keine Anforderungen an den Feuerwiderstand von tragenden Bauteilen in Bereichen, die maximal 35 m von einer unverschliessbaren Öffnung entfernt liegen.
7) Bei zweigeschossigen Bauten mit einer Gesamthöhe über 11m und einer Erdgeschosshöhe von maximal 8 m gelten für die tragenden und brandabschnittsbildenden Bauteile die Anforderungen für Gebäude geringerer Höhe.
12) Bauteile welche brennbare Baustoffe enthalten, müssen auf der Seite des betrachteten Raumes (Fluchtwegseite) mit einer Brandschutzplatte mit 30 Minuten Feuerwiderstand aus Baustoffen der RF1 bekleidet werden. Diese Anforderung gilt nicht für einzelne lineare, tragende Holzbauteile.
14) Bauteile, welche brennbare Baustoffe der RF3 enthalten, müssen auf der Sichtseite des betrachteten Raumes (Fluchtwegseite) mit Baustoffen der RF2 bekleidet werden. Diese Anforderung gilt nicht für einzelne lineare, tragende Holzbauteile.
15) Einzelne lineare, tragende Holzbauteile aus Baustoffen der RF3 dürfen sichtbar eingebaut werden.
17) Brandabschnittsfläche ≤ 1200 m² und Personenbelegung ≤ 300 Personen

REI 30
Holzbauteile mit 30 oder 60 Minuten Feuerwiderstand

EI 30
Holzbauteile mit 30 Minuten Feuerwiderstand und fluchtwegseitiger Bekleidung aus Baustoffen der RF2

REI 30
Holzbauteile mit 30 oder 60 Minuten Feuerwiderstand und fluchtwegseitiger Bekleidung RSF 30-RF1

REI 60-RF1
Bauteile mit 60 Minuten Feuerwiderstand, die Konstruktionen der RF1 entsprechen. Bauteile mit brennbaren Anteilen sind allseitig mit einer Brandschutzbekleidung K 30-RF1 zu bekleiden. Zwischenräume sind vollständig mit Baustoffen der RF1 auszufüllen.

REI 90-RF1
Bauteile mit 90 Minuten Feuerwiderstand, die Konstruktionen der RF1 entsprechen. Bauteile mit brennbaren Anteilen sind allseitig mit einer Brandschutzbekleidung K 60-RF1 zu bekleiden. Zwischenräume sind vollständig mit Baustoffen der RF1 auszufüllen.

5.7.1
Anforderungen an den Feuerwiderstand von Gebäuden mittlerer Höhe

4.4.2.2 Beidseitig beplankte Ständerkonstruktionen mit brandschutztechnisch wirksamer Dämmung

442.2

Voraussetzungen
- Ständerabstand (Achsmass) maximal 700 mm
- Wandhöhe maximal 3 m (massgebend für die Tragfähigkeit der Ständer)
- Die tragenden Wände sind auf eine vertikale, zentrisch eingeleitete Last von q_{Ed} = 20 kN/m² ausgelegt.
- Hohlräume innerhalb des brandschutztechnisch wirksamen Bauteilaufbaus sind mit brandschutztechnisch wirksamer Dämmung auszufüllen.
- Erforderliche Schichtdicken gemäss untenstehender Tabelle (Angaben in mm)

	R 30				EI 30		REI 30			
Variante	A1 [1]	A2 [1]	B1 [1]	B2 [1]	C1 [1]	C2 [1]	D1 [1]	D2 [1]	E1 [1]	E2 [1]
1 Beplankung 1										
Massivholzplatte	■	12	■	15	■	12	■	12	■	15
Span-, Faserplatte	■	12	■	12	■	12	■	12	■	12
OSB-Platte, Furnierwerkstoffe	■	12	■	15	■	12	■	12	■	15
Gipsplatte	■	9,5	■	12,5	■	9,5	■	9,5	■	12,5
Gipsfaser-, Gipsplatte Typ F	■	10	■	10	■	10	■	10	■	10
2 Beplankung 2										
Massivholzplatte	18	12	22	15	18	12	18	12	21	15
Span-, Faserplatte	15	12	17	12	15	12	15	12	16	12
OSB-Platte, Furnierwerkstoffe	18	12	22	15	18	12	18	12	21	15
Gipsplatte	12,5	9,5	15	12,5	12,5	9,5	12,5	9,5	12,5	12,5
Gipsfaser-, Gipsplatte Typ F	10	10	15	10	10	10	10	10	12,5	10
3 Ständer										
Vollholz, Brettschichtholz (b x h)	60 x 155 65 x 140 110 x 120 oder [3]		60 x 13C 65 x 120 100 x 100 oder [4]		40 x 80		40 x 120 60 x 100 180 x 80 oder [5]		45 x 100 100 x 80 180 x 70 oder [6]	
4 Hohlraumdämmung										
Mineralwolle [2]	110		90		80		80		70	

■ Nicht erforderlich
1) Rohdichte ≥ 26 kg/m³, Schmelzpunkt ≥ 1000 °C; Angabe Mindestdicke, ganzer Hohlraum ausgefüllt
2) Die Bauteile müssen in ihrem Aufbau nicht symmetrisch sein. Die Schichten 1 und 2 dürfen innerhalb der Varianten, z B. A1 und A2, kombiniert werden in dem Sinne, dass der Ständer auf der einen Seite einfach und auf der anderen Seite doppelt beplankt ist.
3) Bemessung für 12 Minuten zweiseitigen Abbrand (gegenüberliegende Seiten hinter den Beplankungen) gemäss Kap. 4.5.2.2. Knicken um beide Achsen
4) Bemessung für 5 Minuten zweiseitigen Abbrand (gegenüberliegende Seiten hinter den Beplankungen) gemäss Kap. 4.5.2.2. Knicken um beide Achsen
5) Bemessung für 12 Minuten einseitigen Abbrand gemäss Kap. 4.5.2.2. Ständer gegen Knicken in der Wandebene gesichert
6) Bemessung für 6 Minuten einseitigen Abbrand gemäss Kap. 4.5.2.2. Ständer gegen Knicken in der Wandebene gesichert

442.2
Beidseitig beplankte Ständerkonstruktionen, Feuerwiderstandsdauer 30 Minuten, mit brandschutztechnisch wirksamer Dämmung

4.3.2 Rippendecken

432.1

Voraussetzungen
- Rippenabstand (Achsmass) maximal 700 mm
- Maximale Nutzlast: gemäss Norm SIA 261, Einwirkungen auf Tragwerke [12], Gebäudenutzung Kat. B, q_k = 3 0 kN/m²
- Starrer Verbund zwischen Rippen und Tragschicht, nicht aber zwischen Rippen und unterer Beplankung
- Erforderliche Schichtdicken gemäss untenstehender Tabelle (Angaben in mm)

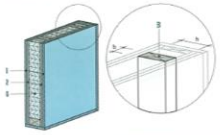
	REI 30										
Variante	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L
1 Auflage											
Massivholzschalung	■	■	■	■	■	■	■	20	20	20	20
Massivholzplatte	■	■	■	■	■	■	■	20	20	20	20
Span-, Faserplatte	■	■	■	■	■	■	■	20	20	20	20
OSB-Platte, Furnierwerkstoffe	■	■	■	■	■	■	■	26	26	26	26
Gipsplatte	■	■	■	■	■	■	■	15	15	15	15
Gipsfaser-, Gipsplatte Typ F	■	■	■	■	■	■	■	15	15	15	15
Estrich	■	■	■	■	■	■	■	20	20	20	20
2 Trittschalldämmung											
Mineralwolle [1]	■	■	■	5C	50	50	50	■	■	■	■
3 Tragschicht (statisch wirksam)											
Massivholzplatte	63...83 [4]	48	48	27	27...27 [4]	27	27	27	27...27 [4]	27	27
OSB-Platte, Furnierwerkstoffe [2]				21	22 [4]	21	21	21	22 [4]	21	21
4 Rippe											
Vollholz, Brettschichtholz (b x h)	180 x 360 200 x 320 240 x 280	60 x 120 oder [5]	60 x 120	60 x 120 oder [5]	80 x 220 100 x 140	60 x 120 oder [5]	60 x 120	60 x 120 oder [5]	80 x 220 100 x 140	60 x 120 oder [5]	60 x 120
5 Hohlraumdämmung											
Mineralwolle [3]	■	120	■	120	■	100	■	120	■	100	■
6 Untere Beplankung											
Massivholzplatte	■	■	26	■	21	12	26	■	21	12	26
Span-, Faserplatte	■	■	20	■	16	12	20	■	16	12	20
OSB-Platte, Furnierwerkstoffe	■	■	26	■	21	12	26	■	21	12	26
Gipsplatte	■	■	15	■	12,5	9,5	15	■	12,5	9,5	15
Gipsfaser-, Gipsplatte Typ F	■	■	15	■	12,5	10	15	■	12,5	10	15

■ Nicht erforderlich
1) Rohdichte ≥ 50 kg/m³, Schmelzpunkt ≥ 1000 °C
2) Furnierschichtholz mit mindestens 2 Querlagen
3) Rohdichte ≥ 26 kg/m³, Schmelzpunkt ≥ 1000 °C
4) Andere (auch grössere) Schichtdicken nur mit rechnerischem Nachweis, beispielsweise Berechnungsverfahren unter Kap. 2.2 c)
5) Bemessung für 30 Minuten einseitigen Abbrand gemäss Kap. 4.5.2.2
6) Nur für Tragschichten aus OSB
7) Bemessung für 16 Minuten einseitigen Abbrand gemäss Kap. 4.5.2.2

432.1
Rippendecken REI30

5.4.1 Ständerkonstruktionen RF1

451.1



Voraussetzungen
- Ständerabstand (Achsmass) maximal 700 mm
- Wandhöhe maximal 3 m (massgebend für die Tragfähigkeit der Ständer)
- Die tragenden Wände sind auf eine vertikale, zentrisch eingeleitete Last von q_{Ed} = 50 kN/m² ausgelegt.
- Hohlräume innerhalb des brandschutztechnisch wirksamen Bauteilaufbaus sind mit Baustoffen RF1 auszufüllen.
- Die Ausführungsbestimmungen gemäss Kap. 5.2 (Brandschutzbekleidung, Anschlüsse usw.) sind zu beachten.
- Erforderliche Schichtdicken gemäss untenstehender Tabelle (Angaben in mm)

	R 30-RF1 EI 30-RF1 REI 30-RF1	R 60-RF1 EI 60-RF1 REI 60-RF1	R 60-RF1			EI 60-RF1			REI 60-RF1		
Variante	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L
1 Brandschutzbekleidung	K 30-RF1	K 60-RF1	K 30-RF1	K 30-RF1	K 30-RF1	K 30-RF1	K 30-RF1	K 30-RF1	K 30-RF1	K 30-RF1	K 3C-RF1
2 Beplankung											
Massivholzplatte	■	■	■	18	18	■	18	18	■	18	18
Span-, Faserplatte	■	■	■	15	15	■	15	15	■	15	15
OSB-Platte, Furnierwerkstoffe	■	■	■	18	18	■	18	18	■	18	18
Gipsplatte	■	■	■	12,5	12,5	■	12,5	12,5	■	12,5	12,5
Gipsfaser-, Gipsplatte Typ F	■	■	■	12,5	12,5	■	12,5	12,5	■	12,5	12,5
3 Ständer											
Vollholz, Brettschichtholz (b x h)	[1]	[2]	80 x 190 90 x 180 210 x 160 oder [3]	155 x 160 220 x 140 oder [4]	120 x 160 80 x 180 oder [5]	40 x 120	105 x 140	40 x 90	50 x 160 80 x 140 135 x 120 oder [6]	130 x 160 135 x 140 oder [6]	40 x 160 60 x 140 100 x 120 oder [6]
4 Hohlraumdämmung											
Mineralwolle, SP < 1000 °C [7]	[4]	[4]		[4]			140			140	
Mineralwolle [8]	[4]	[4]	140	[4]	130	120	140	90	120	140	90

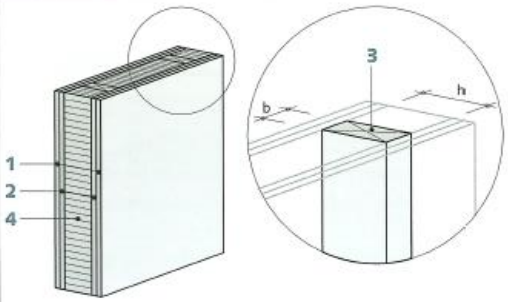
■ Nicht erforderlich
1) Rohdichte ≥ 15 kg/m³, Angabe Mindestdicke, ganzer Hohlraum ausgefüllt
2) Rohdichte ≥ 26 kg/m³, Schmelzpunkt ≥ 1000 °C, Angabe Mindestdicke, ganzer Hohlraum ausgefüllt
3) Bemessung für Normaltemperatur
4) Ganzer Hohlraum mit Baustoffen RF1 ausgefüllt
5) Bemessung für 30 Minuten zweiseitigen Abbrand (gegenüberliegende Seiten hinter den Beplankungen) gemäss Kap. 4.5.2.2. Knicken um beide Achsen
6) Bemessung für 22 Minuten vierseitigen Abbrand gemäss Kap. 4.5.2.2. Knicken um beide Achsen
7) Bemessung für 22 Minuten zweiseitigen Abbrand (gegenüberliegende Seiten hinter den Beplankungen) gemäss Kap. 4.5.2.2. Knicken um beide Achsen
8) Bemessung für 30 Minuten einseitigen Abbrand gemäss Kap. 4.5.2.2. Ständer gegen Knicken in der Wandebene gesichert
9) Bemessung für 22 Minuten einseitigen Abbrand gemäss Kap. 4.5.2.2. Knicken um beide Achsen
10) Bemessung für 22 Minuten einseitigen Abbrand gemäss Kap. 4.5.2.2. Ständer gegen Knicken in der Wandebene gesichert

451.1
Ständerkonstruktionen RF1, Feuerwiderstandsdauer 30 und 60 Minuten

Lignum Dok. 4.1
Decken, Wände und Bekleidungen mit Feuerwiderstand

4.4.2.2 **Beidseitig beplankte Ständer-konstruktionen mit brandschutz-technisch wirksamer Dämmung**

442-3



Voraussetzungen

- Ständerabstand (Achsmass) maximal 700 mm
- Wandhöhe maximal 3 m (massgebend für die Tragfähigkeit der Ständer)
- Die tragenden Wände sind auf eine vertikale, zentrisch eingeleitete Last von $q'_{d,fi}$ = 20 kN/m' ausgelegt.
- Hohlräume innerhalb des brandschutztechnisch wirksamen Bauteilaufbaus sind mit brandschutztechnisch wirksamer Dämmung auszufüllen.
- Erforderliche Schichtdicken gemäss untenstehender Tabelle (Angaben in mm)

	R 30				EI 30		REI 30			
Variante	A1 [2]	A2 [2]	B1 [2]	B2 [2]	C1 [2]	C2 [2]	D1 [2]	D2 [2]	E1 [2]	E2 [2]
1 Beplankung 1										
Massivholzplatte	■	12	■	15	■	12	■	12	■	15
Span-, Faserplatte	■	12	■	12	■	12	■	12	■	12
OSB-Platte, Furnierwerkstoffe	■	12	■	15	■	12	■	12	■	15
Gipsplatte	■	9,5	■	12,5	■	9,5	■	9,5	■	12,5
Gipsfaser-, Gipsplatte Typ F	■	10	■	10	■	10	■	10	■	10
2 Beplankung 2										
Massivholzplatte	18	12	22	15	18	12	18	12	21	15
Span-, Faserplatte	15	12	17	12	15	12	15	12	16	12
OSB-Platte, Furnierwerkstoffe	18	12	22	15	18	12	18	12	21	15
Gipsplatte	12,5	9,5	15	12,5	12,5	9,5	12,5	9,5	12,5	12,5
Gipsfaser-, Gipsplatte Typ F	10	10	15	10	10	10	10	10	12,5	10
3 Ständer										
Vollholz, Brettschichtholz (b x h)	60 x 155 65 x 140 110 x 120 oder [3]		60 x 130 65 x 120 100 x 100 oder [4]		40 x 80		40 x 120 60 x 100 180 x 80 oder [5]		45 x 100 100 x 80 180 x 70 oder [6]	
4 Hohlraumdämmung										
Mineralwolle [1]	110		90		80		80		70	

■ Nicht erforderlich
1) Rohdichte ≥ 26 kg/m³, Schmelzpunkt ≥ 1000 °C; Angabe Mindestdicke, ganzer Hohlraum ausgefüllt
2) Die Bauteile müssen in ihrem Aufbau nicht symmetrisch sein. Die Schichten 1 und 2 dürfen innerhalb der Varianten, z.B. A1 und A2, kombiniert werden in dem Sinne, dass der Ständer auf der einen Seite einfach und auf der anderen Seite doppelt beplankt ist.
3) Bemessung für 12 Minuten zweiseitigen Abbrand (gegenüberliegende Seiten hinter den Beplankungen) gemäss Kap. 4.5.2.2. Knicken um beide Achsen
4) Bemessung für 5 Minuten zweiseitigen Abbrand (gegenüberliegende Seiten hinter den Beplankungen) gemäss Kap. 4.5.2.2. Knicken um beide Achsen
5) Bemessung für 12 Minuten einseitigen Abbrand gemäss Kap. 4.5.2.2. Ständer gegen Knicken in der Wandebene gesichert
6) Bemessung für 6 Minuten einseitigen Abbrand gemäss Kap. 4.5.2.2. Ständer gegen Knicken in der Wandebene gesichert

442-3

Beidseitig beplankte Ständerkonstruktionen, Feuerwiderstandsdauer 30 Minuten, mit brandschutztechnisch wirksamer Dämmung