



Dauerhaftigkeit des Holzes

Die Holzarten unterscheiden sich sehr im Hinblick auf ihre **Widerstandsfähigkeit gegen Pilzbefall**. Generell sind Hölzer im trockenen Zustand wenig anfällig für Fäulnis. Dies zeigen eindrucksvoll Holzbauwerke, die Hunderte von Jahren nahezu unbeschadet überstanden haben. Steigt jedoch die Holzfeuchte, dann erhöht sich auch die Gefahr eines Schadens durch Holz zerstörende Pilze. Je nach Anfälligkeit werden Hölzer in **5 Dauerhaftigkeitsklassen** (Resistenzklassen) eingeteilt. Bei den Farbkernhölzern ist zu beachten, dass der Kern durch die eingelagerten Stoffe dauerhafter als der Splint ist. Besonders die Eiche ist durch ihre Gerbstoffe weitgehend vor Fäulnis geschützt.



Jahrhundertealte Gehöfte (Maihaugen-Museum, Norwegen)

Dauerhaftigkeitsklasse		Holzarten
1	sehr dauerhaft	Teak, Robinie
2	dauerhaft	Eiche, Eibe
3	mäßig dauerhaft	Lärche, Kiefer
4	wenig dauerhaft	Fichte, Tanne
5	nicht dauerhaft	Buche, Esche

Dauerhaftigkeit ausgewählter Holzarten



Die Heddal-Stabkirche in Norwegen, erbaut bereits um 1250 n. Chr. Bei Bedarf werden lediglich Dachschindeln ersetzt, um Feuchteschäden zu vermeiden

Verbaut man Holz unter Wasser, so ist es wiederum sehr dauerhaft. Venedig beispielsweise steht auf Holzstützen, die ganz im Meerwasser stehen.

Handelsformen des Holzes

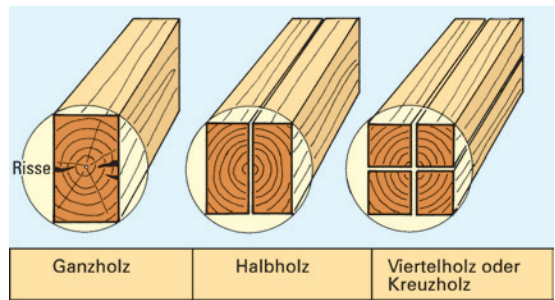
Beim Bauholz wird zwischen Baurundholz, Bau-schnittholz, Konstruktionsvollholz und Brettschicht-holz unterschieden. Das Baurundholz findet nur in Ausnahmefällen (z. B. für Absprießungen, Gerüste) Verwendung.

Nadelschnittholz ist nach DIN 4074 ein „Holzerzeugnis“ mit einer Dicke von mindestens 6 mm. Dabei wird zwischen

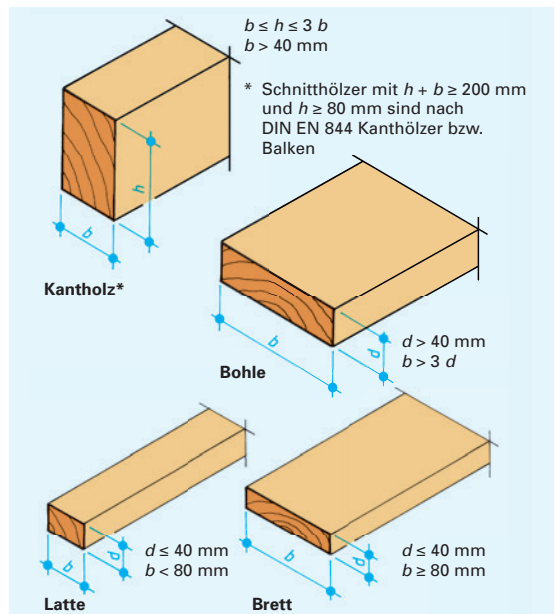
- Kantholz,
- Bohle,
- Brett und
- Latte unterschieden.

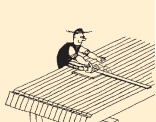
Konstruktionsvollholz (KVH) ist ein güteüberwachtes Schnittholz aus Nadelholz, das insbesondere für sichtbare Holzkonstruktionen aus Vollholz verwendet wird. An Konstruktionsvollholz werden gegenüber Nadelschnittholz erhöhte Güteanforderungen gestellt, wie z. B.

- Holzfeuchte von etwa 15%,
- herzfreier bzw. herzgetrennter Einschnitt,
- gehobelte und gefaste Oberfläche,
- Aussägen von Fehlstellen und Verleimung mittels Keilzinkstoß,
- Beschränkung der Rissbreiten und Baumkanten.



Bauschnittholz (Einschnittarten)





7.7 Holzschutz

Die ausführliche Behandlung des Holzschutzes erfolgt im Lernfeld 17 „Sanieren eines Fachwerkhauses“. In folgendem Abschnitt wird lediglich auf **bauliche Maßnahmen des vorbeugenden Holzschutzes** und auf den **Brandschutz** eingegangen.

Holz zählt wegen seiner guten Eigenschaften zu den ältesten Baustoffen und hat sich über Jahrhunderte bewährt. Trotzdem kann es bei falscher Behandlung und unsachgemäßer Verwendung beschädigt werden. Die Schäden werden am häufigsten durch pflanzliche und tierische Holzschädlinge sowie durch Feuer hervorgerufen. Weitere Beschädigungen des Holzes können auch durch chemische oder mechanische Beanspruchungen verursacht werden.

Aufgabe des Zimmerers ist es, die Anfälligkeit des Holzes für diese Beschädigungen durch geeignete Schutzmaßnahmen herabzusetzen.

Grundsätzlich unterscheidet man beim Holzschutz zwischen **vorbeugenden** und **bekämpfenden** Maßnahmen.

7.7.1 Bauliche Maßnahmen des vorbeugenden Holzschutzes

Zahlreiche Holzschäden können bereits durch bauliche Maßnahmen verhindert werden. Die wichtigsten Maßnahmen müssen der Veränderung des Feuchtigkeitsgehaltes von Holz gelten. Die richtige Wahl der Holzart, die geeigneten Konstruktionen und Querschnittsabmessungen sind ausschlaggebend für den Schutz vor vorzeitiger Zerstörung durch mechanische Beanspruchungen und durch Feuer.

Pflanzliche Holzschädlinge (Pilze) entwickeln sich besonders gut in feuchtem Holz. Es sollen deshalb nur ausreichend getrocknete Hölzer verarbeitet werden. Das Holz ist so einzubauen, dass eine Wiederbefeuchtung verhindert wird.

Folgende **fünf Grundsätze** gelten für den baulichen Holzschutz:

- ① **Regenwasser muss vom Holz ferngehalten oder schnell abgeleitet werden.**

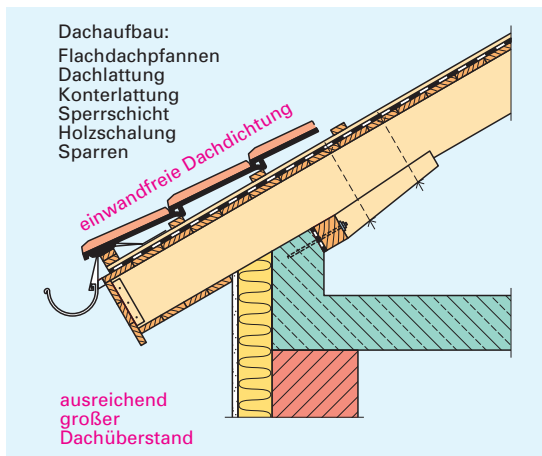
Beispiele:

- Einwandfreie Dachdichtung und Dachentwässerung
- Ausreichend große Dachüberstände
- Mindestens 30 cm Abstand zwischen Oberkante Erdboden und Unterkante des Holzes als Schutz vor Spritzwasser
- Abtropfmöglichkeiten für das Wasser.

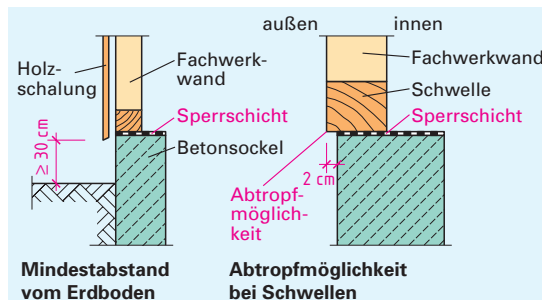
- ② **Eindringen von Feuchtigkeit aus benachbarten Stoffen oder Bauteilen muss verhindert werden.**

Beispiel:

- Sperrschichten aus Bitumenbahnen unter den Auflagern von Balken, Schwellen, Pfetten und Posten auf Mauerwerk.

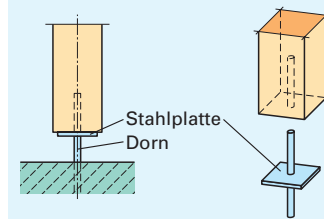


Dachdichtung – Dachentwässerung – Dachvorsprung

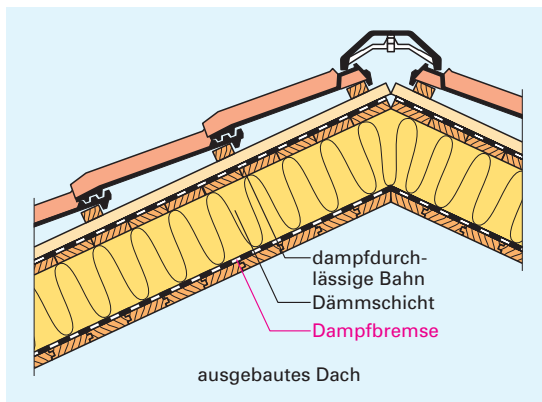


Mindestabstand vom Erdboden

Abtropfmöglichkeit bei Schwellen



Fernhalten von Feuchtigkeit



Schutz vor Schwitzwasserbildung (Tauwasserbildung)



8.1 Fachwerkbau

Fachwerkbauten prägen heute noch das unverwechselbare Gesicht historisch gewachsener Dorf- und Stadtmitten. Mehrgeschossige Wohnhäuser, meist auf steinernen Sockelgeschossen oder Kellern errichtet, Scheunen, Stallungen, gewerbliche Nutzbauten, z. B. Mühlen und Keltern, bis hin zu imposanten Rathäusern wurden in Fachwerkkonstruktionen erstellt. Über viele Jahrhunderte war es in weiten Gegenden Mittel- und Westeuropas selbstverständlich, die meisten Gebäude in dieser überlieferten „Standardbauweise“ zu errichten. Beim Fachwerkbau konnten Meister und Gesellen für alle sichtbar ihr Können beweisen; reich verzierte, stolze Bürgerhäuser zeugen noch heute von dieser **Blütezeit des traditionellen Holzbaus**.

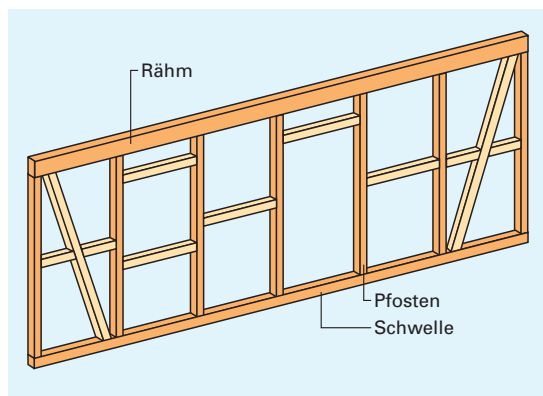
Fertigungstechnisch gesehen gehört die Fachwerkbauweise zum **Montagebau**, bei dem die in der Werkstatt, dem Zimmerplatz oder Abbundzentrum ausgearbeiteten Hölzer als relativ leichte und einfach zu transportierende „Fertigteile“ zur Baustelle gebracht werden. Zügig setzt man dort die geschoss-hohen Wände zusammen und richtet sie auf. Nach Einbau der Holzbalkendecke wiederholt sich der Bauablauf: Geschoss um Geschoss entsteht in kurzer Bauzeit das hölzerne Tragwerk eines Fachwerkhäuses.



Süddeutsches Fachwerkhaus

8.1.1 Tragende Hölzer der Fachwerkwand

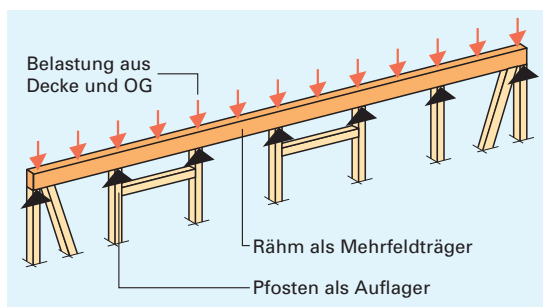
Als tragend gelten hier jene Hölzer, die durch lotrecht wirkende Lasten beansprucht werden. Dazu gehören das **Rähm**, auch Rähmpfette oder Wandpfette genannt, die **Pfosten** und die **Schwelle**. Bei den genannten Lasten handelt es sich hauptsächlich um die ständig wirkenden Eigenlasten der Konstruktion (Tragwerk, Ausfachungen, Putze, Beläge) und die veränderlichen Nutzlasten auf den Decken (Personen und Einrichtungen, nichttragende leichte Trennwände).



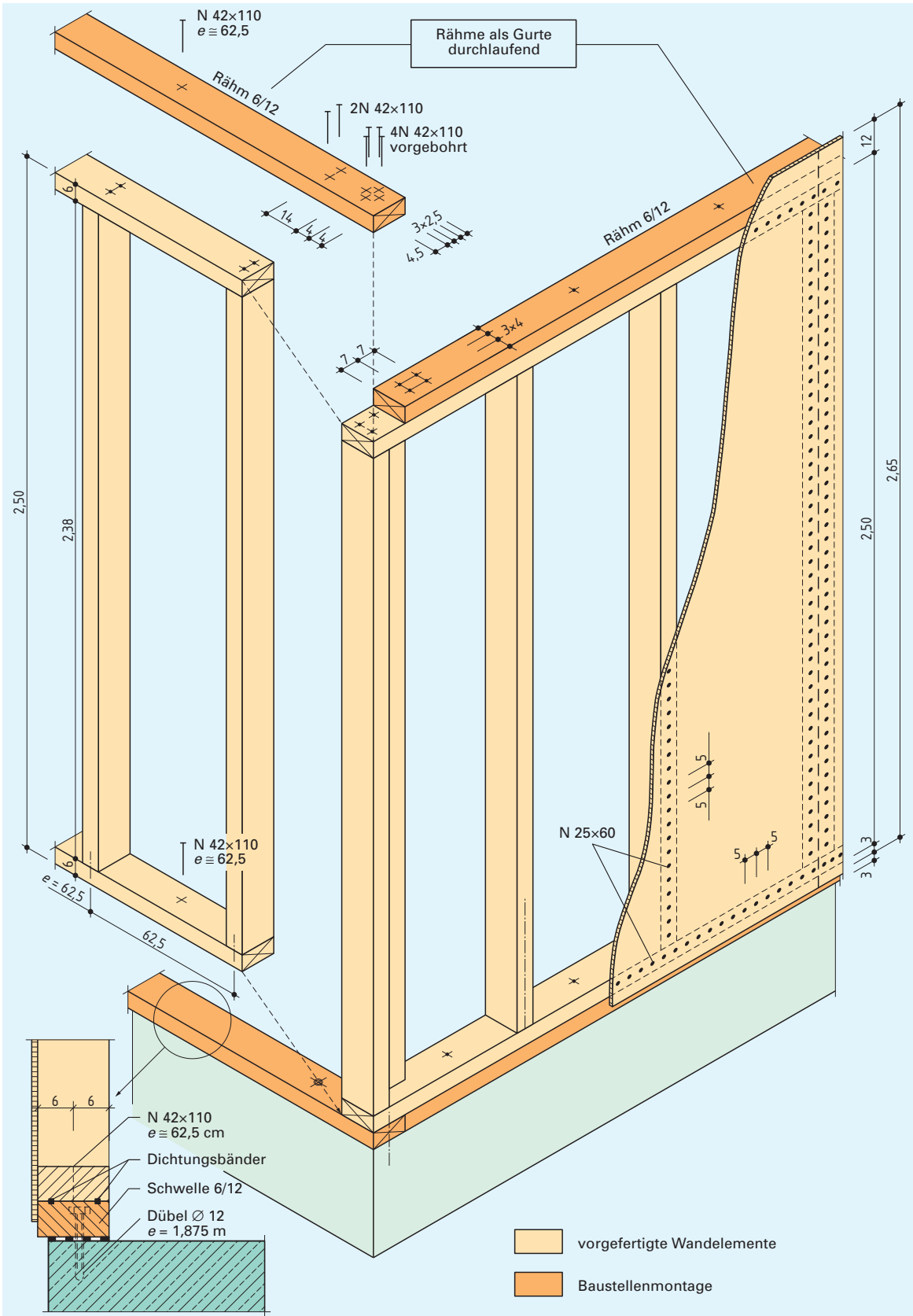
Tragende Hölzer

Das Rähm (Wandpfette)

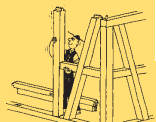
Das waagrecht verlaufende Rähm grenzt die Fachwerkwand nach oben ab. Es nimmt bei einer eingeschossigen Wand Decken- oder Dachlasten auf und leitet sie in die Pfosten weiter. Bei mehrgeschossigen Gebäuden kommen alle Belastungen dazu, die über die darüberliegenden Wände abgetragen werden. Das Rähm fungiert dabei als durchlaufender Mehrfeldträger, der vorwiegend **auf Biegung** beansprucht wird. Dafür eignen sich hochkant verlegte Balken mit ausreichend großem Biege-widerstand. Zapfenlöcher wirken sich allerdings als Schwächung des Querschnitts aus.



Das Rähm unter Biegebeanspruchung



Montage der Wandelemente

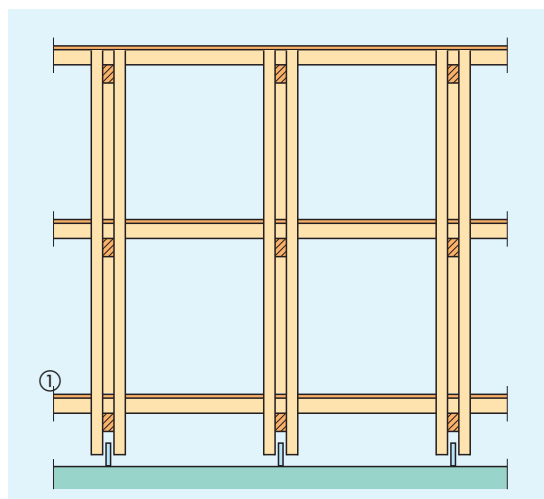


8.3.1 Konstruktionssysteme

Einteiliger Träger und Doppelstütze

①

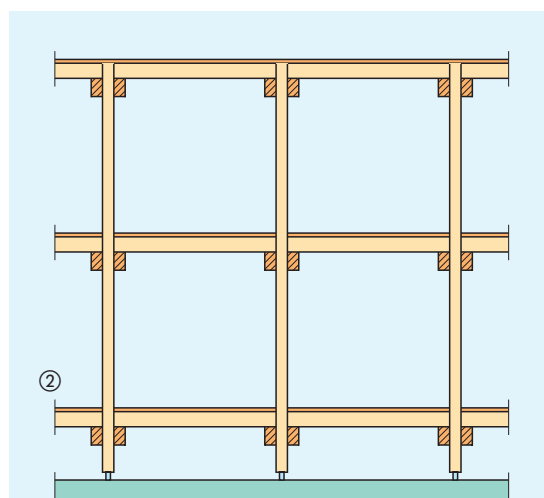
Dieses Konstruktionssystem zeichnet sich durch **einfache Verbindungen** aus. Die Träger werden in Geschosshöhe zwischen die durchlaufenden Doppelstützen gefügt und auf **Futterhölzern** gelagert, die beide Stützteile miteinander verbinden. Das vereinfacht die Montage und erlaubt eine direkte Einleitung der Auflagerkräfte. Stehen die Stützen in der Ebene der Außenwand, schließt ein langes Mittelholz den Raum zwischen den Doppelstützen. Hier ist eine luftdichte geklebte Verbindung anderen Lösungen (Verschraubungen, Nagelungen) vorzuziehen. Bei Verwendung von rechteckigen Kanthölzern wirkt die Stütze schlanker.



Doppelträger (Zange) und einteilige Stütze

②

Eine direkte Auflagerung der Zange ist nicht möglich. Der Anschluss der zweiteiligen Träger erfolgt seitlich an den einteiligen Stützen. Als Verbindungsmittel kommen hier hauptsächlich Stabdübel, Passbolzen oder Dübel besonderer Bauart in Frage. Die Konstruktionshöhe der Decke setzt sich auch hier aus der Höhe der Träger und der Dach- oder Deckenbalken zusammen. Geeignet sind quadratische Stützenquerschnitte und hochkantige, eher schmale Zangen.

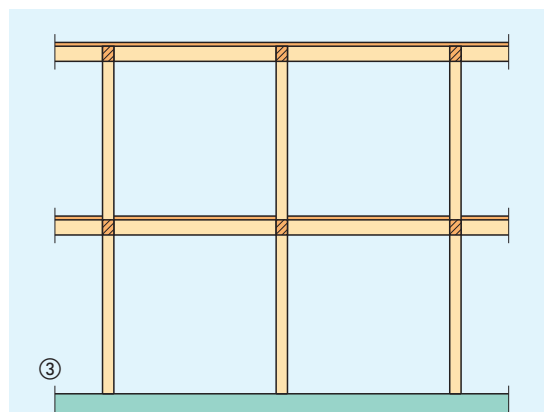


Einteiliger Träger und einteilige Stütze

③

Für Geschossbauten, bei denen auf eine **geringe Konstruktionshöhe der Decken** Wert gelegt wird, ist dieses System besonders geeignet. Träger und Stütze liegen jetzt in einer Ebene. Der Anschluss Träger/Stütze erfordert dadurch einen größeren Aufwand. Konsolartig ausgebildete Stahlteile oder T-Profile dienen als Auflager. Für solche Knoten wurden auch spezielle Verbindungen entwickelt, die den Montageaufwand erheblich reduzieren.

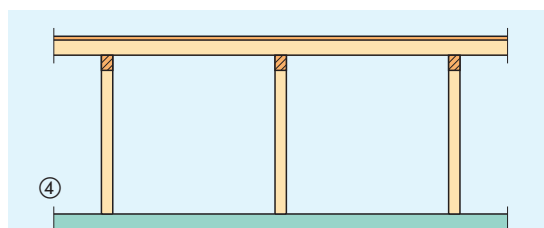
Die Balkenlage verläuft rechtwinklig zu den Trägern und wird mit bündiger Oberkante angeschlossen. Dafür kann man zugelassene Balkenschuhe oder Balkenverbinder verwenden.



Einteiliger Träger auf Stütze (eingeschossig)

④

Hier liegen die Hauptträger auf der eingeschossigen Stütze **direkt** auf. Rechtwinklig dazu verlaufen die Deckenbalken oder – bei kleinerem Trägerabstand möglich – Dielen oder Holzwerkstoffplatten. Träger und Balkenlage können durchlaufend ausgeführt sein, was sich günstig auf deren Tragverhalten auswirkt. Zur Lagesicherung oder Verstärkung des Trägersauflagers eignen sich seitliche oder mittige Laschenverbindungen aus Holz oder Stahl. Bei kleinen Auflagerkräften kann eine Zapfenverbindung ausreichen.



8.4.4 Werkstoffe

Die Rahmen von Fenstern können aus **Holz**, **Kunststoff** oder **Aluminium** sein. Rahmen aus einfachen Stahlprofilen werden selten verwendet, da sie die Anforderungen des Wärmeschutzes nicht erfüllen.

Holzfenster:

Die der Witterung ausgesetzten Rahmenprofile sind mit einer Oberflächenbehandlung zu versehen. Sowohl offenporige Lasuren als auch filmbildende, deckende Anstriche oder Holzschutzanstriche stehen zur Verfügung. Die Profilierung aller waagrecht verlaufenden Fensterteile wie Flügel- oder Blendrahmen, Riegel und Sprossen sind mit einer Neigung von mindestens 15° auszuführen, damit Regenwasser, auch bei nach innen gekippten Flügeln, abfließen kann. Heimische Holzarten wie Douglasie, Fichte, Kiefer, Lärche, Tanne und Eiche können für Holzfenster verwendet werden.

Aluminium-Fenster:

Sie werden aus mehrschaligen Alu-Strangpressprofilen hergestellt. In der Pflege sind die Fenster anspruchslos und haben eine sehr lange Lebensdauer. Vielfältige Möglichkeiten der Oberflächenbeschichtung lassen großen Gestaltungsspielraum zu. Durch Kunststoffstege oder Hartschaumkerne werden innere und äußere Schale thermisch voneinander getrennt.

Holz-Aluminium-Fenster:

In Holz-Aluminium-Fenstern ergänzen sich die guten Eigenschaften beider Werkstoffe. Holz wird als tragende, innere, wärmedämmende Konstruktion verwendet und mit einer wetterschützenden Außenschale aus Aluminium-Aufbauteilen kombiniert. Somit entfallen aufwendige Anstrich- und Pflegearbeiten für die Holzbauteile.

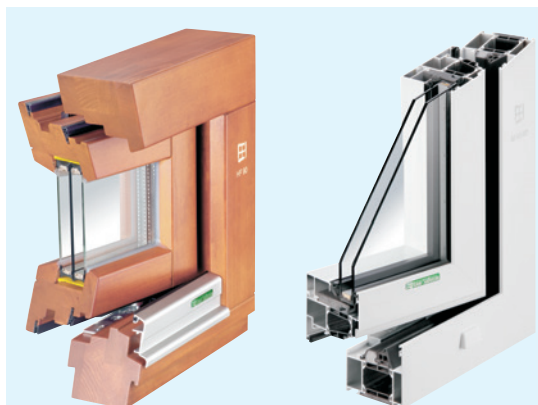
Um noch bessere Wärmedämmwerte zu erzielen, können die Aluminiumprofile zusätzlich ausgeschäumt werden.

Schließlich können aus rein optischen Gründen auch Holzflügelrahmen mit Blendrahmen aus Aluminium kombiniert werden und umgekehrt: Aluminiumflügelrahmen mit Blendrahmen aus Holz.

Kunststofffenster:

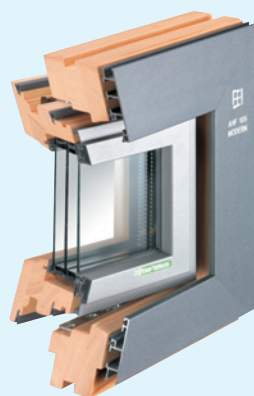
Aus schlagzähem PVC (Polyvinylchlorid) hergestellte Kunststofffenster haben mittlerweile einen sehr hohen Marktanteil erreicht. Ihre Oberfläche kann strukturell und farblich unterschiedlich beschaffen sein.

Um Eigenlasten und Windlasten aufnehmen zu können, müssen vor allem größere Fenster in der Regel mit Verstärkungen aus Stahl- oder Aluminiumprofilen ausgeführt werden. Die stehenden Luftschichten in den Hohlkammerprofilen wirken wärmedämmend. Zusätzlich können sie auch ausgeschäumt oder mit Schaumstoffkernen versehen werden.

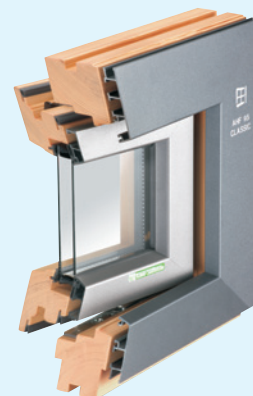


Holzfenster mit 3-Scheiben-Isolierverglasung und zusätzlichem Alu-Abdeckprofil am unteren Blendrahmen

Aluminium-Fenster mit 2-Scheiben-Isolierverglasung

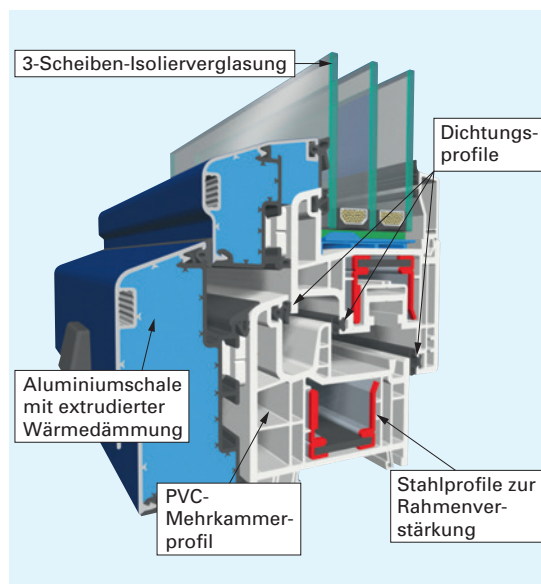


Blendrahmen und Flügelrahmen flächenbündig



Holz-Aluminium-Fenster

Bauarten von Fenstern



Hochwertiges Fenster für den Passivhausbau



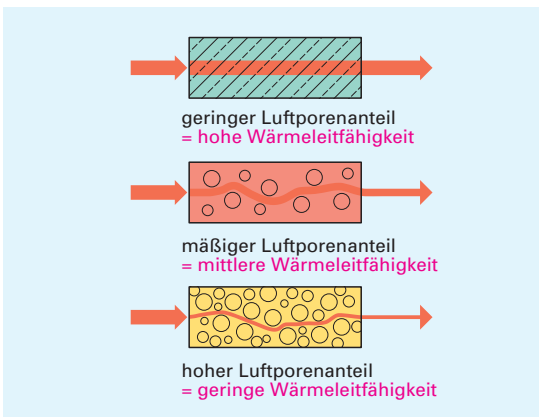
8.5.4 Rechnerische Nachweise

Wärmeleitung – Wärmedämmung

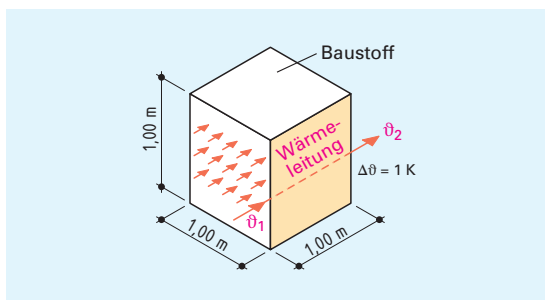
Die **Wärmeleitfähigkeit** λ eines Baustoffes gibt an, welche Wärmemenge durch die Fläche von 1 m^2 einer 1 m dicken Schicht eines Baustoffes bei einer Temperaturdifferenz zwischen den beiden Oberflächen von einem Kelvin in einer Sekunde hindurchgeleitet wird.

Die Einheit der Wärmeleitfähigkeit ist $\frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}$

Abhängig ist die Wärmeleitfähigkeit von der Größe und Verteilung der Luftporen im Baustoff sowie vom Anteil der in den Poren eingeschlossenen Luft am Gesamtrauminhalt.



Wärmeleitfähigkeit



Darstellung der Wärmeleitung

Die **Wärmedämmfähigkeit** eines Bauteils hängt von der Wärmeleitfähigkeit λ des Baustoffes und von der Dicke d der Bauteilschicht ab.

Der Maßstab für die Wärmedämmfähigkeit ist der **Wärmedurchlasswiderstand** R . Er nimmt mit der Dicke einer Bauteilschicht und mit abnehmender Wärmeleitfähigkeit des Baustoffes zu.

Die Einheit des Wärmedurchlasswiderstandes ist $\frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$

Je größer der Wärmedurchlasswiderstand eines Bauteiles ist, umso besser ist die Wärmedämmung.

$$\lambda = \text{Wärmeleitfähigkeit in } \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}$$

$$\vartheta = \text{Temperatur in K}$$

$$\Delta \vartheta = \text{Temperaturdifferenz in K}$$

$$R = \text{Wärmedurchlasswiderstand in } \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$

Bei einem einschichtigen Bauteil ist der Wärmedurchlasswiderstand der Quotient aus Bauteildicke in m und der dazugehörigen Wärmeleitfähigkeit.

$$\text{Wärmedurchlasswiderstand } R = \frac{\text{Bauteildicke } d}{\text{Wärmeleitfähigkeit } \lambda}$$

Bemessungswerte der Wärmeleitfähigkeit von Baustoffen (nach DIN 4108-4)

Baustoff	Rohdichte ρ in kg/m^3	Wärmeleitfähigkeit λ in $\text{W/(m} \cdot \text{K)}$
Putze		
– Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk	1800	1,00
– Gipsputzmörtel	1200	0,43
– Leichtputz	≤ 1000	0,38
Mörtel		
– Zementmörtel	2000	1,60
– Normalmauermörtel	1800	1,20
– Dünnbettmörtel	1600	1,00
Estriche		
– Zementestrich	2000	1,40
– Calciumsulfatestrich	2100	1,20
– Gussasphaltestrich	2300	0,90
Betonbauteile		
– Normalbeton	2000	1,35
– Leichtbeton	800	0,39
– Stahlbeton (mit 1% Stahl)	2300	2,30
Bauplatten		
– Gipswandbauplatten	1000	0,34
– Gipsplatten nach DIN 18180, DIN EN 520 (Gipskartonplatten)	700	0,21
Mauerwerk		
– Vollklinkermauerwerk	2000	0,96
	2400	1,40
– Vollziegel-, Hochlochziegelmauerwerk	1800	0,81
	2200	1,20
– Kalksandsteinmauerwerk	1200	0,56
	1600	0,79
– Porenbetonmauerwerk	600	0,19
	800	0,25
Wärmedämmstoffe		
– Mineralwolle (MW)		0,030 ... 0,052
– Expandierter Polystyrolschaum (ESP)		0,030 ... 0,052
– Extrudierter Polystyrolschaum (XPS)		0,022 ... 0,046
– Polyurethanhartschaum (PUR-E)		0,020 ... 0,041
– Holzfaserdämmstoff (WF)		0,032 ... 0,063
Holz- und Holzwerkstoffe		
– Konstruktionsholz (Fichte, Tanne, Kiefer)	500	0,13
	700	0,18
– Sperrholz	500	0,13
	700	0,17
– Spanplatte	600	0,14
	900	0,18
– OSB-Platte	650	0,13
– Holzfaserplatte (MDF)	400	0,10

9.5.3 Installationswände

Für den Bad- und Küchenbereich unseres Projekthauses sind Sanitärinstallationen erforderlich. Die Einbauteile, wie Waschbecken, wandhängende Urinale, Boiler, werden an **Tragständern** oder **Traversen** befestigt, die zwischen die Wandständer montiert werden und die Last direkt auf den Fußboden übertragen. Die Abmessungen sind auf die Systemmaße abgestimmt.

Um Fließgeräusche und Körperschallübertragungen von haustechnischen Anlagen zu unterbinden, müssen Rohrleitungen und Befestigungen mit Gummi- oder Filzstreifen von der Unterkonstruktion getrennt sein. Auch die Rohrdurchführungen müssen mithilfe von Abdichtungsmassen oder speziellen Rohrdurchführungssystemen von der Beplankung abgekoppelt werden.

Intallationen lassen sich entweder in einer frei stehenden **Vorsatzschale** oder in einer durchgehenden **Installationswand** unterbringen.

Bei der Vorwandinstallation wird die Metallständerkonstruktion entweder raumhoch oder halbhoch vor eine bereits bestehende Wand gesetzt. Die raumhohe Installationswand wird als Metall-Doppelständerwand ausgeführt. Die Ständerreihen werden in den Drittelpunkten durch Plattenstreifen stabilisiert. Eine doppelte Beplankung mit feuchtigkeitsunempfindlichen Trockenbauplatten (Gipsplatten Typ H und E), Gipsfaserplatten oder Spanplatten ist vorzusehen.

I.9.4.7

Installationswände erfordern besondere konstruktive Maßnahmen, wie doppelte Beplankung mit feuchtigkeitsunempfindlichen Plattenwerkstoffen, vollflächige Abdichtungsmaßnahmen im Spritzwasserbereich, spezielle Traversen oder Tragständer für wandhängende Lasten.

Zusammenfassung

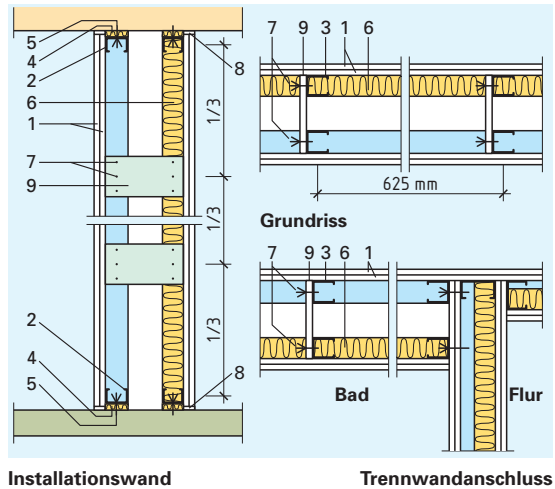
Mit gleitenden Randanschlüssen werden mögliche Deckendurchbiegungen berücksichtigt. Ständerprofile werden so verkürzt in die UW-Profile eingestellt, dass Deckendurchbiegungen ohne Zwängung möglich sind.

Die Schall-Längsdämmung von leichten Trennwänden wird durch die Art und Ausführung des Bodenanschlusses beeinflusst.

Um die Schall-Längsdämmung im Wandanschlussbereich zu verbessern, sollte die Beplankung der flankierenden, durchgehenden Wand durch eine Fuge oder ganz getrennt sein.

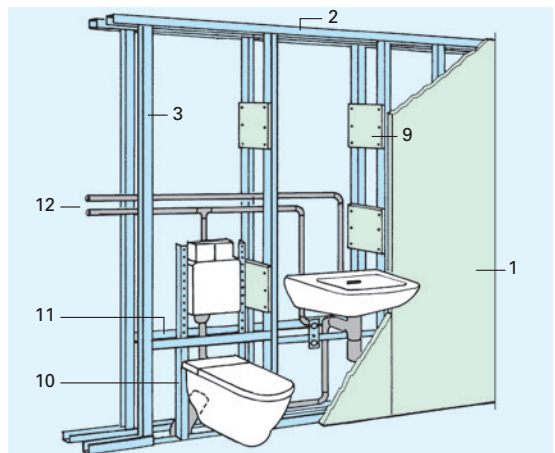
Der Einbau von Türzargen erfolgt in Verbindung mit UW-Profilen, die mit einem Holzeinschub zu versehen sind.

In Installationswänden lassen sich alle gängigen Rohrdurchmesser einbauen und Sanitärbauteile anhängen.



Installationswand

Trennwandanschluss

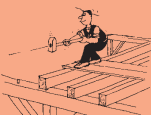


- | | |
|-----------------|-------------------------|
| 1: Gipsplatten | 7: Schnellbauschrauben |
| 2: UW-Profil | 8: elastische Verfugung |
| 3: CW-Profil | 9: Gipsplattenstreifen |
| 4: Dämmstreifen | 10: Tragständer |
| 5: Verdübelung | 11: Traversen |
| 6: Dämmstoff | 12: Rohrleitungen |

Doppelständerwerk aus Metallprofilen

Aufgaben

1. In welchen Fällen sind gleitende Deckenanschlüsse erforderlich?
2. In unserem Projekthaus sind die leichten Trennwände mit Türöffnungen zu versehen. Worauf ist bei der Montage zu achten?
3. Die leichte Trennwand zwischen Kinder- und Elternschlafzimmer wird auf den schwimmenden Estrich gestellt. Skizzieren Sie hierfür den Fußbodenanschluss in der Ausführung als Metall-Einfachständerwand.
4. Skizzieren Sie im Querschnitt die Ausbildung einer Wandecke, wenn eine Metall-Einfachständerwand, einfach beplankt, vorgesehen ist.
5. Skizzieren Sie im Querschnitt einen Wandabzweig, der hohen Schallschutzanforderungen entsprechen soll. Vorgesehen ist eine Metall-Einfachständerwand, zweilagig beplankt.



Balkenaufleger bei der Holzrahmenbauweise

Im Holzrahmenbau sind zwei unterschiedliche Deckenaufleger üblich:

- auf die Außenwände aufgelegtes Deckengebälk (Plattformbauweise) und
- zwischen den Außenwänden eingehängtes Deckengebälk (Quasi-Balloon-Bauweise).

Bei der **Plattformbauweise** werden die Decken auf den Außenwänden aufgelagert. Das Gebäude entsteht geschossweise, wobei „Plattformen“ entstehen, auf denen die weitere Montage des Gebäudes erfolgt.

Bei der **Quasi-Balloon-Bauweise** sind die Außenwände in der Geschosshöhe durchlaufend, der Wandstoß liegt oberhalb der Decke. Die Balkenköpfe sind durch einen Randbalken miteinander verbunden, und das Deckengebälk wird zwischen den Außenwänden eingehängt. Die Decke bildet dadurch mit den Außenwänden eine Hülle (Balloon), was sich vorteilhaft auf die Luftdichtheit auswirkt.

Bei den Balkenauflagern im Holzrahmenbau wird das Deckengebälk entweder auf den Außenwänden aufgelegt oder zwischen die Außenwände eingehängt.

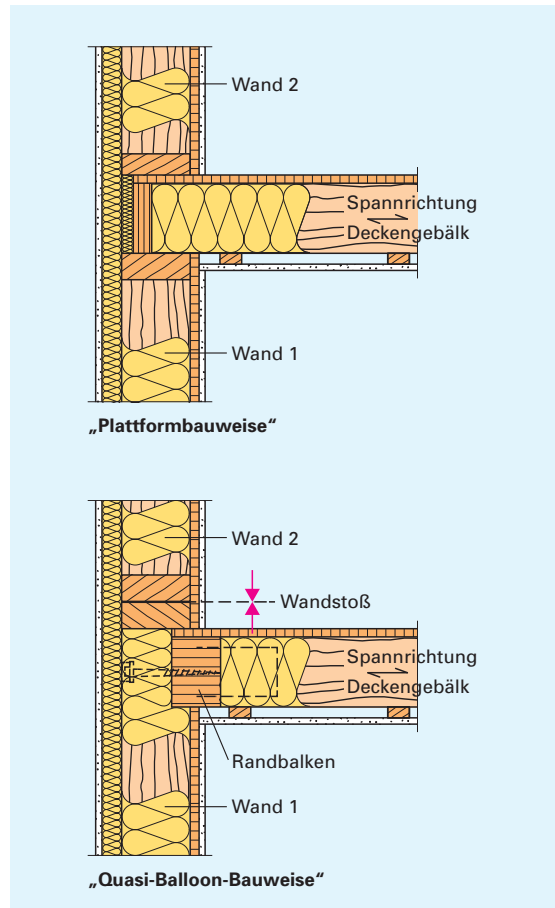
10.1.4 Verankerung

Holzbalkendecken haben in Gebäuden neben der raumtrennenden Funktion auch eine aussteifende Funktion.

Bestehen die Außenwände aus Mauerwerk, ist der Verbindung (Verankerung) der Deckenbalken mit dem Mauerwerk besondere Aufmerksamkeit zu widmen. **Kopf- und Giebelanker** (auch Schlaudern genannt) sind nur noch bei Umbauarbeiten an älteren Gebäuden anzutreffen. Im heutigen Mauerwerksbau werden **Stahlbetonringanker** (Ringbalken) vorgesehen, welche die gemauerten Außenwände wie ein „Ring“ zusammenhalten. Mit diesen Stahlbetonbalken werden die Betonbalken verschraubt. An den Balkenköpfen kann dies entweder durch einbetonierte Ankerschienen und Stahlblechwinkel oder direkt mit Schwerlastdübeln erfolgen.

10.1.5 Abstände und Querschnitte der Balken

Die Querschnitte und Abstände der Balken sind voneinander abhängig. Mit zunehmendem Balkenabstand ist der Querschnitt zu vergrößern. Außerdem spielt die Spannweite der Balken eine wesentliche Rolle. Schmale, hohe Querschnitte sind für das Tragverhalten am günstigsten (geringe Durchbiegung). Der Abstand zwischen den Balken (Bundmaß) liegt in der Regel zwischen 60 und 90 cm.



Balkenaufleger bei der Holzrahmenbauweise

Balken- querschnitt in cm	Spannweite der Balken in m bei einem Balkenabstand (Bundmaß) von			
	60 cm	70 cm	80 cm	90 cm
10/20*	3,95	3,75	3,59	3,45
10/22*	4,35	4,13	3,95	3,80
12/24*	5,03	4,78	4,57	4,40
12/26	5,45	5,18	4,95	4,76
14/20	4,41	4,19	4,01	3,85
16/20*	4,61	4,38	4,19	4,03
16/22	5,07	4,82	4,61	4,43
16/24	5,54	5,26	5,04	4,84
18/24	5,76	5,47	5,23	5,03

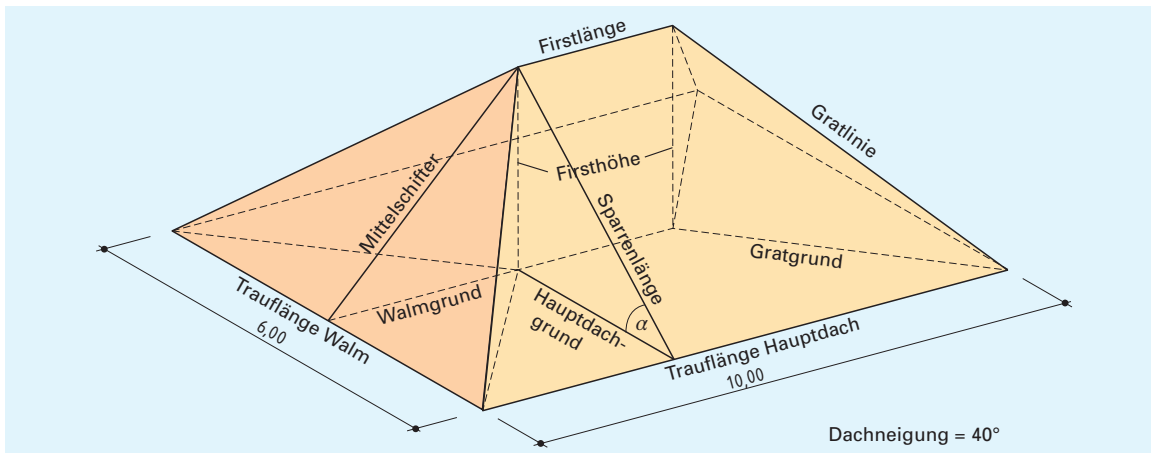
* Balken werden in diesen Querschnitten auf Vorrat eingeschnitten

Günstige Balkenquerschnitte und zulässige Spannweiten bei einer Belastung von 4,0 kN/m² Nadelholz Sortierklasse S 10. (Diese Tabelle ersetzt nicht den Tragfähigkeitsnachweis durch einen Tragswerksplaner.)



12.2 Berechnungen am gleich geneigten Walmdach

12.2.1 Berechnung wahrer Größen



Walmdach mit gleich geneigten Dachflächen

Bezeichnungen:

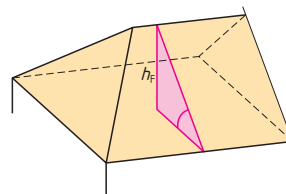
- Traufhöhe Hauptdach (Hauslänge): l_{HD}
- Traufhöhe Walm (Hausbreite): l_W
- Firstlänge: l_f
- Firsthöhe (hier bezogen auf die Traufhöhe): h_f
- Grundmaß Hauptdach: g_{HD}
- Grundmaß Walm: g_W

- Grundmaß Gratsparren (Gratgrund): g_G
- Länge der Gratlinie: l_G
- Sparrenlänge Hauptdach: l_S
- Sparrenlänge Walm (Mittelschifter): l_{SW}
- Dachneigungswinkel: α
- Dachfläche: A

Beispiel:

Für das dargestellte Walmdach mit gleich geneigten Dachflächen sind folgende Größen zu berechnen:

- a) Firsthöhe,
- b) Länge des Hauptdachsparrens (bei gleich geneigten Walmdächern ist dies zugleich die Länge des Mittelschifters),
- c) Länge des Gratgrundmaßes,
- d) Länge der Gratlinie,
- e) Dachfläche.



Lösung:

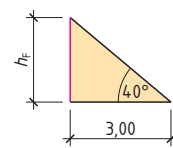
a) Firsthöhe

Berechnung über Winkelfunktionen: $\tan \alpha = \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Ankathete}}$

Gegeben: $\tan 40^\circ = 0,8391$

Ankathete: $l_W : 2 = 6,00 \text{ m} : 2 = 3,00 \text{ m}$

Gesucht: Gegenkathete = Firsthöhe h_f



Firsthöhe

Lösung:

Gegenkathete = Ankathete $\cdot \tan \alpha$

Firsthöhe = (Traufhöhe Walm : 2) $\cdot \tan 40^\circ$

$h_f = 3,00 \text{ m} \cdot 0,8391 = 2,517 \text{ m}$

Firsthöhe $h_f = 2,517 \text{ m}$



15.2.2 Träger besonderer Bauarten

Träger mit Rechteckquerschnitt

Mit allgemein bauaufsichtlich zugelassenen Holzwerkstoffen wie

- **Furnierschichtholz** (FSH, z. B. Kerto),
- **Furnierstreifenholz** (PSL, z. B. Parallam)

können Hallenbinder mit schlanken Querschnitten, Rundungen und großer Tragfähigkeit hergestellt werden.

Kerto®-Hallenbinder werden entsprechend den statisch erforderlichen Abmessungen aus großformatigen FSH-Platten gesägt. Die einzelnen Trägerteile können bis zu 75 mm dick und 25 m lang sein. Die hochkantig eingebauten Rechteckquerschnitte weisen demzufolge – vergleichbar mit dem vertikal laminierten Brettschichtholz – lotrechte Furnierlagen und Klebefugen auf. Durch Verklebung sind zusammengesetzte Querschnitte möglich.

Statt einzelne Bretter- oder Furnierschichten zu verkleben, können Kanthölzer durch mechanische Verbindungsmittel zu größeren Binderquerschnitten zusammengefügt werden. Dieses Prinzip ist vom „verdübelten“ Balken her bekannt, bei dem man die schubfeste Verbindung der einzelnen Holzlagen mit Dübeln und Bolzen erreicht. Dessen Herstellung ist jedoch aufwendig und lohnintensiv.

Beim **Nagelplatten-Balkenbinder** geschieht dies wirtschaftlicher durch außenseitig an den Kantholz-fugen eingepresste Nagelplatten. Diese Verbindung ist nachgiebiger als die „starre“ Verklebung der Brett-lamellen bei BSH, sodass geringere Festigkeiten und Biegesteifigkeiten in Kauf zu nehmen sind. Für viele gewerblich oder landwirtschaftlich genutzte Hallen mittlerer Spannweite bis 25 m kann diese Bauart in Frage kommen.

Vollwandbinder mit Rechteckquerschnitt werden meist aus Brettschichtholz, aber auch aus zugelassenen Holzwerkstoffen oder durch mechanisch verbundene Kanthölzer gefertigt.

Stegträger

Einige bauaufsichtlich zugelassene Sonderbauarten mit Stegen aus verleimten Brettlagen oder Furniersperrholz, z.B. Kämpf-, Wolff- oder Wellstegträger, spielen heute im Hallenbau keine Rolle mehr. Ihre Produktion ist ausgelaufen oder auf Schalungsträger bzw. Nebenträger kleiner Bauhöhe beschränkt.

Mit Stegen aus Holzwerkstoffen (OSB-, Sperrholz- oder Holzspanplatten) können **Träger mit I- oder kastenförmigen Querschnitten** gefertigt werden. Die Verbindung mit den Gurthölzern erfolgt durch Klebung und/oder mechanisch mit Nägeln, Klammern oder Schrauben. In regelmäßigem Abstand eingebaute Steifen sorgen für die notwendige Formstabilität und verhindern, dass die dünnwandigen Stege unter Schubkräften ausbeulen.



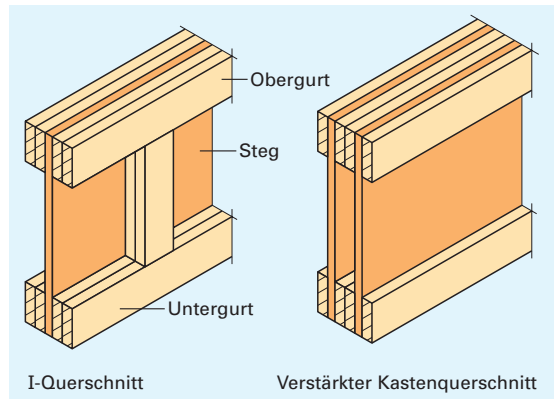
Kerto®-Hallenbinder



Kerto®: gebogene Binderkonstruktion



Nagelplatten-Balkenbinder



Stegträger

18.1 Niedrigenergiehaus – Passivhaus

Häuser in Holzbauweise (z. B. Rahmenbauweise, Tafelbauweise, Skelettbauweise) zeichnen sich durch die hervorragende Wärmedämmung ihrer Außenbauteile aus. Dies führt zu einem sehr geringen Heizenergieverbrauch.

Immer mehr Menschen entschließen sich, nicht nur wegen des schönen Aussehens, sondern auch wegen des geringen Heizenergiebedarfs für ein Wohnhaus in Holzbauweise.

Noch immer werden über 25% der gesamten Primärenergie in der Bundesrepublik Deutschland buchstäblich „verheizt“. Dem muss durch energiesparende Bauweisen entgegengewirkt werden. Bei Häusern in Holzbauweise steht das Energiesparen im Vordergrund. Ein **Niedrigenergiehaus** zeichnet sich durch einen sehr geringen Heizwärmebedarf ($< 50 \text{ kWh/m}^2\text{a}$) aus. Ziel ist das **Passivhaus** (oder Null-Heizenergiehaus), in dem eine hohe Behaglichkeit im Winter und im Sommer ohne spezielles Heizsystem oder Klimaanlage erreicht werden kann.

Häuser in Holzbauweise zeichnen sich durch eine sehr gute Wärmedämmung aus.

18.1.1 Heizenergieverbrauch

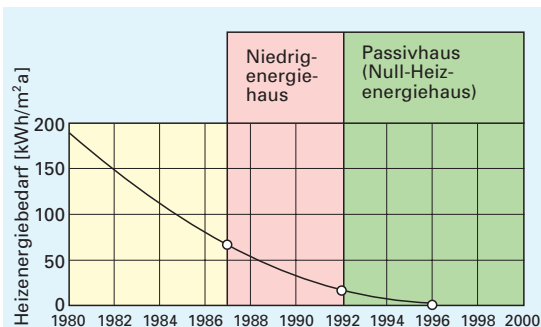
Zur Zeit ist bei älteren Häusern zur Raumheizung durchschnittlich 220 kWh Heizenergie pro m^2 beheizter Fläche im Jahr notwendig, was einem Heizölverbrauch von etwa 22 Liter pro m^2 beheizter Nutzfläche im Jahr entspricht. Dies wiederum verursacht einen CO_2 -Ausstoß ($\text{CO}_2 = \text{Kohlendioxid}$) von etwa 60 kg pro m^2 beheizter Fläche im Jahr.

Die CO_2 -Emission ist die Hauptursache für Treibhauseffekt, Waldsterben und weltweite Klimaveränderung!

Selbst ein Neubau, der den Anforderungen des Gebäudeenergiegesetzes entspricht, verursacht noch eine CO_2 -Emission von etwa 8 kg pro m^2 beheizter Fläche im Jahr. Deshalb muss es ein erstrebenswertes Ziel sein, Häuser zu bauen und zu erhalten, die noch weniger Heizenergie benötigen und dadurch unsere Umwelt noch weniger durch CO_2 belasten.

Neben der CO_2 -Reduktion gibt es noch weitere Gründe, Heizenergie zu sparen, z. B.

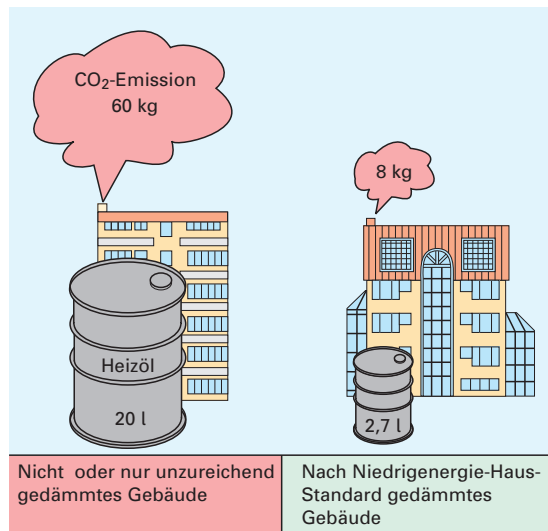
- Schonung des Vorkommens fossiler Energien, wie z. B. Kohle und Erdöl (Ressourcen-Schonung),
- Senkung der Betriebskosten durch Verringerung der Heizkosten,
- ständige Zunahme des Wohnflächenbedarfs pro Person.



Entwicklung des Heizenergiebedarfs

Gründe zum Energiesparen:

- CO_2 -Reduktion
- Ressourcen-Schonung
- Senkung der Betriebskosten
- Wohnflächenzunahme



Heizenergieverbrauch und CO_2 -Emission pro m^2 Nutzfläche und Jahr

Die Einsparung von Heizenergie verringert die CO_2 -Emission und leistet somit einen wesentlichen Beitrag zum Umweltschutz.



18.2 Energiebilanz

Eine Bilanz ist eine Gegenüberstellung. Der Begriff kommt aus dem Kaufmännischen und stellt das Vermögen den Schulden gegenüber.

Ähnlich ist eine Energiebilanz zu verstehen. Hier wird der Jahres-Heizenergiebedarf, die über Sonneneinstrahlung durch Fenster gewonnene Energie, die gewonnene regenerative Energie und die Wärmegewinne durch Bewohner, Beleuchtung und Geräte den Transmissionswärmeverlusten, Lüftungswärmeverlusten, Verlusten der Anlagentechnik und dem Wärmebedarf der Warmwasserbereitung gegenübergestellt.

Bei einem Niedrigenergiehaus liegt der Jahres-Heizenergiebedarf Q pro m^2 beheizter Fläche im Jahr bei 10...30 kWh. Die Einheit der Jahres-Heizenergie ist demnach $kWh/(m^2 \cdot a)$.

In einer Formel ausgedrückt heißt dies:

$$Q = Q_H + Q_W + Q_T - Q_R$$

Q = Jahres-Heizenergiebedarf

Q_H = Transmissionswärme (= Wärmetransport durch die Außenbauteile), Wärmeverluste durch Lüftung abzüglich der Wärmegewinne durch Bewohner, Beleuchtung und elektrische Geräte und abzüglich der Wärmegewinne durch Sonnenstrahlung auf Fenster.

Q_H ist somit als der reine Heizwärmebedarf zu verstehen.

Q_W = Energiebedarf für die Warmwasserbereitung

Q_T = Energieverluste der Heizungsanlage (z. B. durch die Erwärmung des Heizraumes), gegebenenfalls auch Verluste der Lüftungs- oder Klimaanlage.

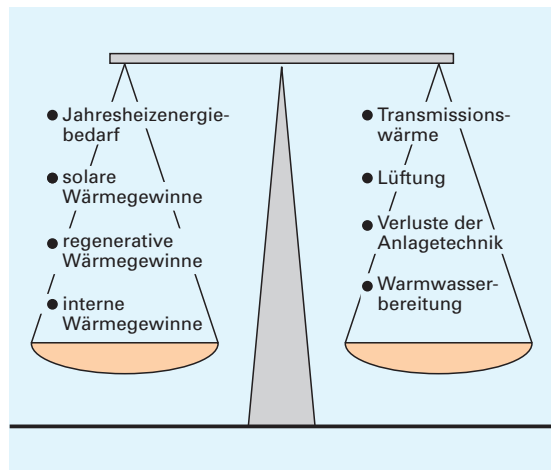
Q_R = Regenerative Energie (z.B. eigene Stromversorgung durch eine Fotovoltaikanlage, durch Wind- oder Wasserkraft).

Der höchste Energieanteil in der Energiebilanz bei herkömmlicher Bauweise ist die Transmissionswärme, also jene Energie, die durch die Außenbauteile an die Außenluft abwandert.

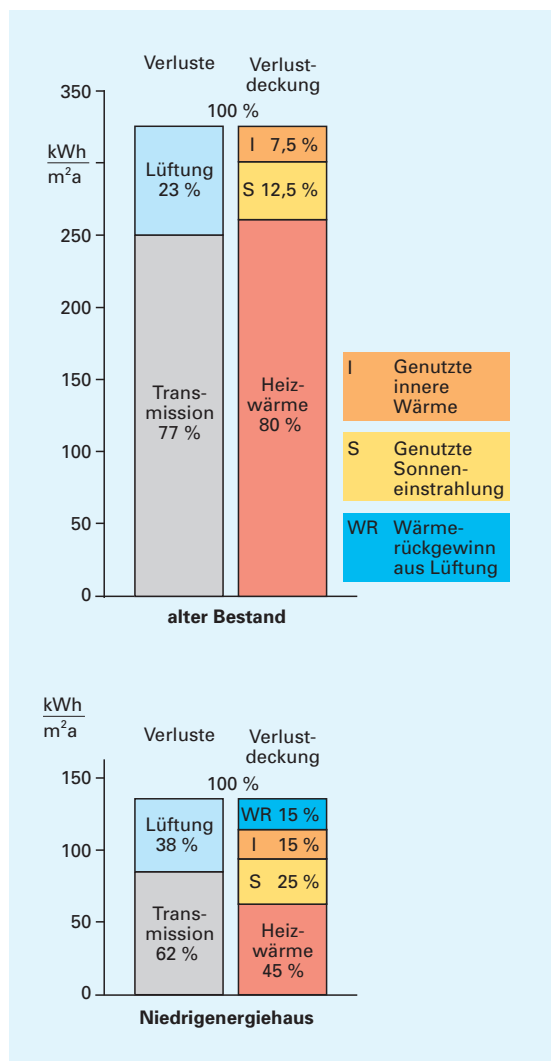
Den größten Einfluss auf die Energieeinsparung besitzen somit die wärmedämmenden Maßnahmen an den Außenbauteilen, also an der Gebäudehülle (Außenwände, Dach, Kellerdecke).

Je kleiner der Wärmedurchgangskoeffizient U des Außenbauteils ist, desto geringer sind die Wärmeverluste.

Bei der Energiebilanz eines Gebäudes wird die benötigte Energie den gewonnenen Energien gegenübergestellt.



Energiebilanz



Jahres-Wärmebilanzen
Vergleich alter Bestand – Niedrigenergiehaus

Holzhäuser besitzen in der Regel eine Fassade aus Holz; sie können aber auch aus gestalterischen Gründen eine geputzte oder vorgemauerte Fassade erhalten.

Die Fassade schützt die tragende Wandkonstruktion vor Witterungseinflüssen.

Im Folgenden wird auf die Pflege von Holzfassaden eingegangen.

Entscheidend für die Lebensdauer einer Außenwandbekleidung ist neben der richtigen Holzwahl die fachgerechte Ausführung. Dabei steht der Schutz vor Holz zerstörenden Pilzen im Vordergrund. Ist die Holzverkleidung so aufgebaut, dass auch ihre Rückseite luftumspielt (hinterlüftet) ist, kann auf Holzschutzmittel verzichtet werden. Holz zerstörende Pilze benötigen dauerhaft eine Holzfeuchte von über 20%.

Holzfassaden: Beanspruchungen und deren Auswirkungen

Beanspruchung	Auswirkung
Schlagregen	Durchfeuchtung
Sonneneinstrahlung (UV-Strahlung)	Erhitzung, Ausbleichung
Temperaturschwankungen	Spannungen im Holz
Winddruck und Windsog	mechanische Belastung, Losreißen einzelner Bretter oder Schindeln

Beanspruchung durch Schlagregen

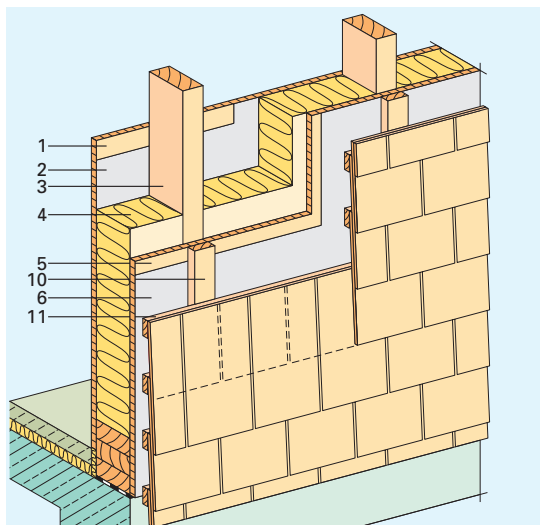
Die auf die Fassade auftreffende Niederschlagsmenge ist häufig von der Windstärke abhängig. Sie kann zur Durchfeuchtung der Holzfassade führen. Eine kurzfristige Durchfeuchtung hat in der Regel keine nachteilige Auswirkung, vorausgesetzt, die Holzfassade ist hinterlüftet. Ein spritzwassergeschützter Sockel verhindert die Dauerdurchfeuchtung in Bodennähe.

Beanspruchung durch Sonneneinstrahlung

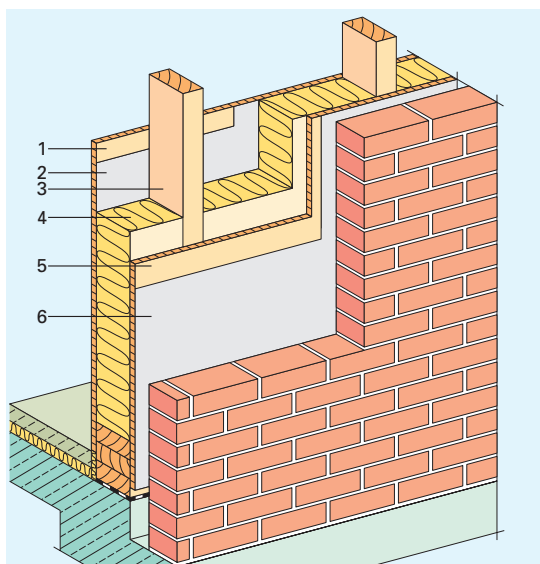
Durch Sonneneinstrahlung (UV-Strahlung) verändert das Holz seine ursprüngliche Farbe. Eine unbehandelte Holzfassade verfärbt sich im Laufe der Zeit silbergrau. Dies ist eine holztypische Verfärbung, wie wir sie von alten Gebäuden her kennen. Sollte diese Verfärbung nicht gefallen, muss das Holz mit einem Anstrich versehen werden.

Mit der Sonneneinstrahlung kann es zu einer Erhitzung der Fassade kommen, die beim Holz geringe Spannungen verursacht. Diese Spannungen können geringfügige Lockerungen bei Nagelverbindungen hervorrufen.

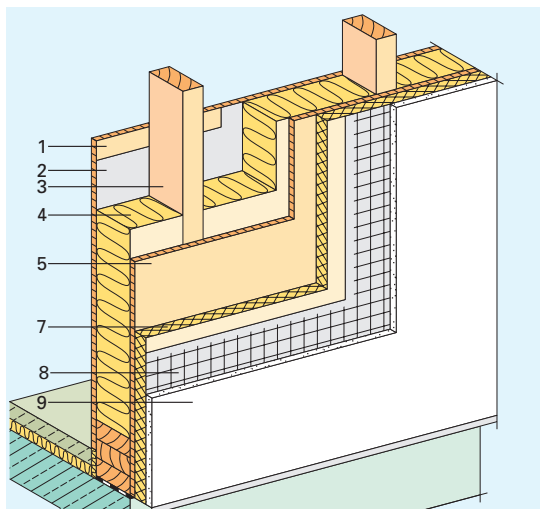
Legende: 1 Werkstoffplatte, 2 Dampfbremse, 3 Ständer, 4 Dämmung, 5 Werkstoffplatte, 6 Windsperre, 7 Putzträgerplatte, 8 Drahtgitter, 9 Putz, 10 Lattung, 11 Konterlattung



Fassade mit Schindeln



Vorgemauerte Fassade



Geputzte Fassade