

### **1. Allgemeines zum Holzrahmenbau**

Hochwertige Häuser aus Holz verbinden gesundes und modernes Wohnen und sind gleichzeitig umweltgerecht und nachhaltig.

Vor über 30 Jahren entstand der Holzfertigtbau aus handwerklicher Zimmerertradition.

Durch die Zusammenarbeit von Zimmerer/Bauingenieur, Planer und Fachleuten der Haustechnik werden individuelle Bauwünsche, sowie qualitativ hochwertige Wohngebäude realisiert.

Holzrahmenbau / Holztafelbau findet nicht nur im Neubau Verwendung, sondern wird in der Modernisierung von bestehenden Gebäuden wie bei An- und Umbauten und Aufstockungen verwendet.

### **2. Holzrahmenbau / Holztafelbau**

#### **2.1 Holzrahmenbau**

- Beim Holzrahmenbau sind die Elemente mit tragendem Rahmen und innenseitiger, aussteifender Beplankung gefertigt.
- Für die Rahmen wird Massivholz verwendet, vorzugsweise in Form von Konstruktionsvollholz(KVH).
- Die aussteifende Beplankung besteht zumeist aus Holz- oder Gipsfaserwerkstoffen.
- Standardisierte Holzquerschnitte und gängige Plattenmaße rationalisieren die Vorfertigung.
- Gute Tragfähigkeit in senkrechter und waagerechter Lastaufnahme
- Hoher, wetterunabhängiger Vorfertigungsgrad ab Werk
- Schnelle Aufbauzeit auf der Baustelle



### 2.2 Holztafelbau

- Beim Holztafelbau wird die gleiche Konstruktionsart wie beim Holzrahmenbau angewandt, es werden lediglich die Wände werkseitig komplett gefertigt, d.h.: mit Gefachdämmung und außenseitigen Dämmplatten.
- Holztafelbauelemente dürfen nur Betriebe Herstellen, die sich einer unabhängigen Güteüberwachung unterziehen. Eine vom DIBt anerkannte Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle erteilt die Erlaubnis das Übereinstimmungskennzeichen auf dem Bauprodukt zu führen. Diese Kennzeichnung ist bauaufsichtliche Pflicht. Hierzu ist eine jährliche Fremdüberwachung und eine permanente Eigenüberwachung notwendig.

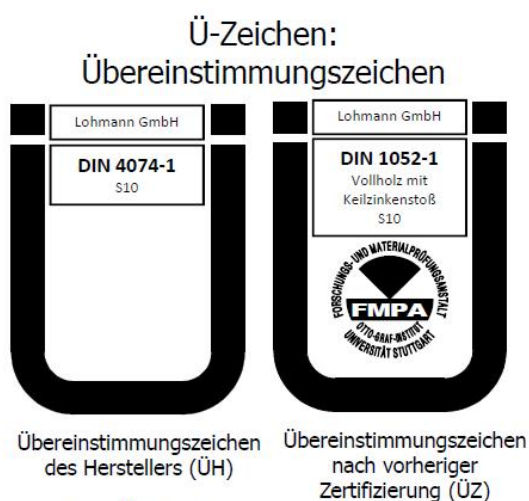
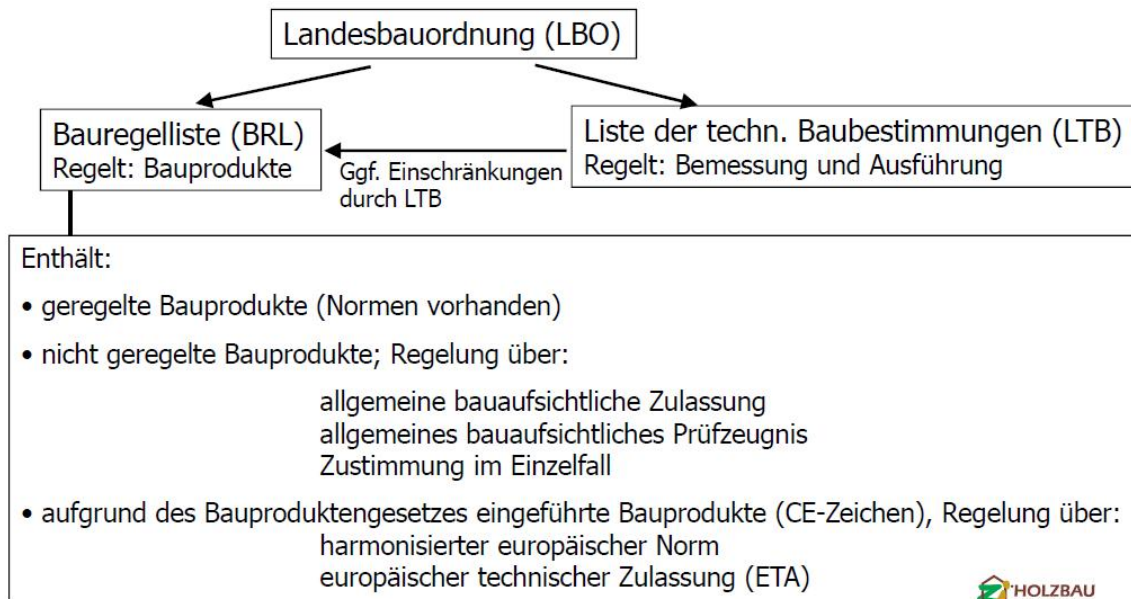


Quelle: GHAD Gütegemeinschaft für Holzbau-Ausbau-Dachbau e.V. ; Informationsdienst Holz



**3. Baustoffkunde**

**3.1 Kennzeichnungspflicht von Baustoffen**



Das Ü-Zeichen regelt die **Verwendbarkeit**

CE-Zeichen:  
 "Communauté Européenne,"  
 (Europäische Gemeinschaft)  
 Konformitätszeichen



Das CE-Zeichen regelt die **Handelbarkeit**; Verwendbarkeit wird wieder über BRL oder LTB geregelt



### 3.2 Konstruktionshölzer

KVH

Für die Rahmenkonstruktion sollte Vorzugsweise KVH (Konstruktionsvollholz) aus Fichte/Tanne, Kiefer, Douglasie oder Lärche verwendet werden.

- Anforderungen:
- technisch getrocknet  $15 \pm 3\%$
  - auf Maßhaltigkeit gehobelt  $\pm 1,5\text{mm}$
  - Festigkeitsklasse C24, Sortierklasse S10
  - Keilzinkung der Stöße bei größeren Längen

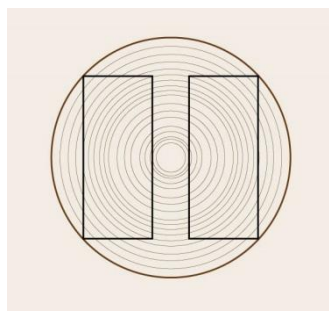
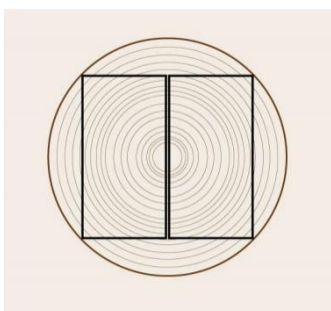
Keilzinkung vor dem verleimen

Keilzinkung nach Drucktest



Herztrennschnitt

Heraustrennen einer Herzbohle



Quelle: [www. KVH.de](http://www.KVH.de); KOMZET BAU BÜHL

Wichtig: KVH muss mit dem Übereinstimmungskennzeichen (Ü-Zeichen) und dem CE Zeichen versehen sein!

- ständige innerbetriebliche Überwachung der Fertigung → Eigenüberwachung
- ergänzende Überwachung durch unabhängige Institute (Material Prüfanstalten MPA) → Fremdüberwachung

### 3.2 Plattenwerkstoffe zur Längsaussteifung

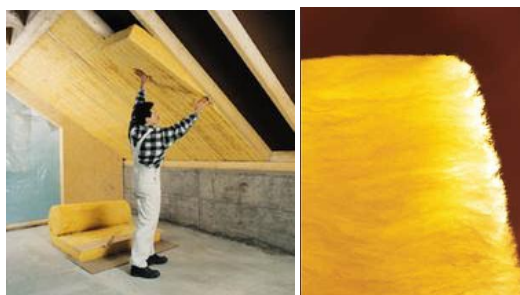
- OSB (Oriented Strand Board). Wichtig: Nur OSB/3 oder OSB/4 verwenden!
- Zementgebundene Faserplatten
- Gipsfaserplatten
- Massivholzplatten
- Dreischichtplatten
- Holzschalung diagonal

**Wichtig: Alle Materialien zur Aussteifung müssen entweder genormt oder bauaufsichtlich zugelassen sein!**

### 3.3 Dämmstoffe

#### Mineralfaserdämmstoffe, z.B.: Glas - oder Steinwolle

- Sie werden aus silikatischen Glas-, Gesteins- oder Schlackeschmelzen hergestellt
- Nicht Brennbar, Baustoffklasse A1, Schmelztemperatur bei über 1.000 C°
- Diffusionsoffen, Rohdichte 15-160kg/m<sup>3</sup>
- Sehr robuster, preiswerter und langlebiger Dämmstoff
- Dämmplatten-/rollen als Gefachdämmung zwischen den Sparren



Quelle: G+H ISOVER; URSA

#### Holzfaserdämmstoff (organisch)

- wird im Nass- oder Trockenverfahren durch das Verpressen von verholzten Fasern unter Zugabe von Bindemitteln hergestellt.
- Normal entflammbar, Baustoffklasse B2

## **Modul 09 HOLZRAHMENBAU**

### **2. Ausbildungsjahr Zimmerer**

- Diffusionsoffen, Rohdichte 40-250kg/m<sup>3</sup>
- Guter sommerlicher Wärmeschutz
- Guter Schallschutz
- Dämmplatten für Gefach- und Aussendämmung



Quelle: GUTEX; STEICO

### Zellulosefaserdämmstoffe (organisch)

- Sie werden überwiegend aus zerfasertem Altpapier hergestellt
- Durch chemische Zusätze (Borsalze) pilz- und schädlingsresistent, sowie Einstufung in Brennbarkeitsklasse
- Schwer oder normal Entflammbar, Baustoffklasse B1 o. B2
- Diffusionsoffen, Rohdichte 35-75kg/m<sup>3</sup>
- Hohe Speicherfähigkeit von Feuchte
- Einblasdämmung als Gefachdämmung zwischen den Sparren

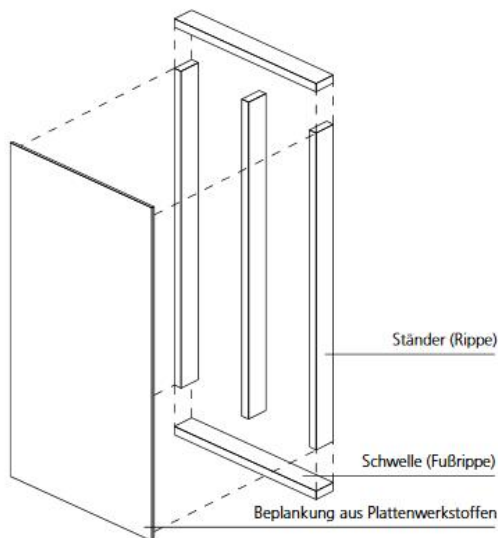


Quelle: ISOCELL

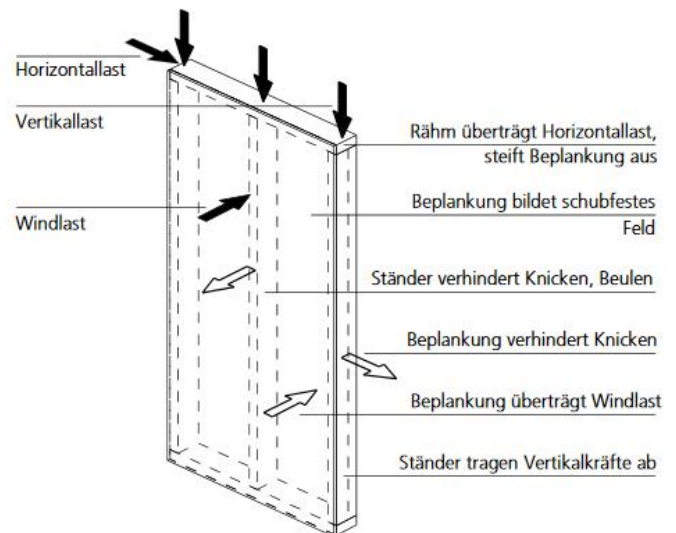
**4. Statik**

**4.1 Konstruktionsprinzip Wandtafeln**

Aufbau einer Holzrahmenbauwand



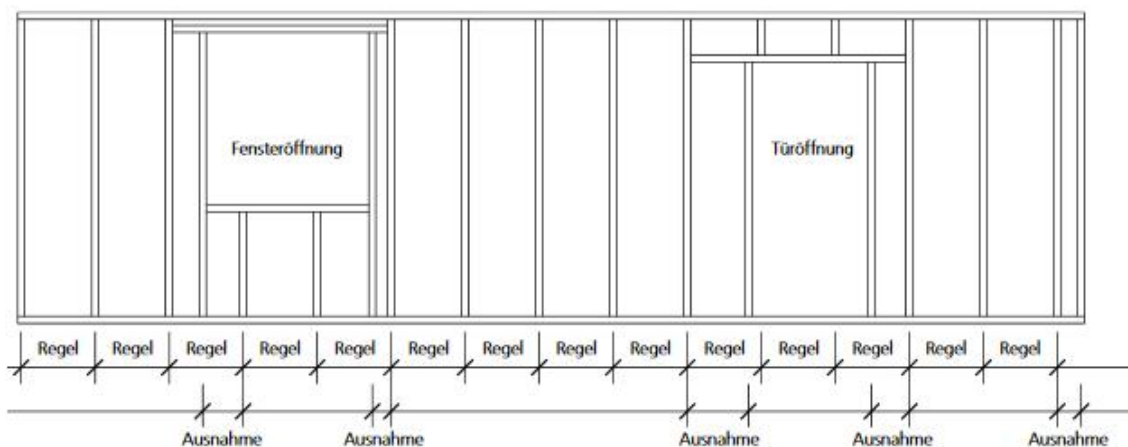
statische Beanspruchung einer Holzrahmenbauwand



Quelle: Informationsdienst Holz

Mindestquerschnitt der Hölzer beträgt 60 x 120mm, wobei die Tiefe der Hölzer von der statischen Beanspruchung und dem gewünschten Wärmedämmniveau abhängt. Das Rastermaß der Ständer ergibt sich aus den aussteifenden Plattenwerkstoffen. Diese beträgt meistens die Hälfte der Beplankungsbreite von 125cm, also 62,5cm. Die gängigsten Plattenmaße der Industrie sind 125 x 250cm, Sondermaße gibt es auf Wunsch.

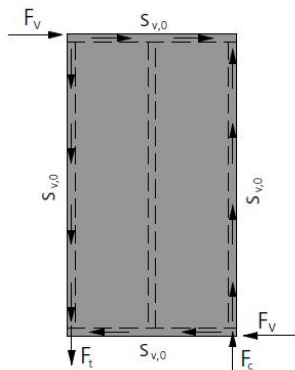
Rastereinteilung mit rasterunabhängigen Bauteilöffnungen



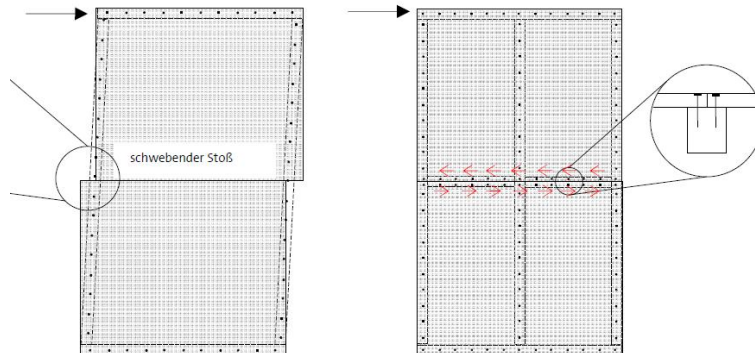
Quelle: Informationsdienst Holz



Schubfeldmodell



Horizontaler Beplankungsstoß bei einer Wandtafel



Quelle: Informationsdienst Holz

**4.2 Verankerung Wandtafeln**

Wandtafeln müssen mit der Bodenplatte oder Kellerdecke verbunden werden. Bei Konstruktionen mit Nivellierschwelle wird diese ca. alle drei Gefache mit Steckanker befestigt und die daraufstehenden Wandelemente mit der überstehenden Beplankung durch Klammern/Nägeln verbunden.

Nivellierschwelle wird auf Massivbauteil verbunden



Wandelement auf Nivellierschwelle



Quelle: Informationsdienst Holz, KOMZET BAU BÜHL

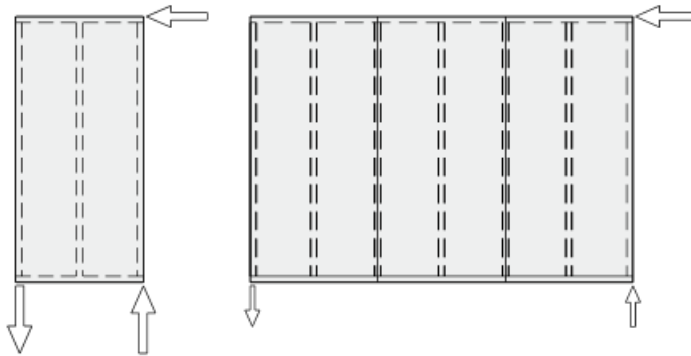
Am Ende der Wandtafel entstehen Zug – und Druckkräfte die in das Massivbauteil eingeleitet werden müssen. Dies geschieht durch sogenannte Zuganker, die an den Randrippen auf der Aussteifenden Beplankung angebracht werden.

**Modul 09 HOLZRAHMENBAU**  
**2. Ausbildungsjahr Zimmerer**

Die gleiche Horizontalkraft erzeugt bei einer kurzen Wandscheibe höhere Auszugskräfte als bei einem langen Wandelement. Dies geschieht aufgrund des ungünstigen Hebelverhältnisses.

Zusammenhang von Wandlänge zur Verankerungskraft

Zuganker



Quelle: Informationsdienst Holz, KOMZET BAU BÜHL

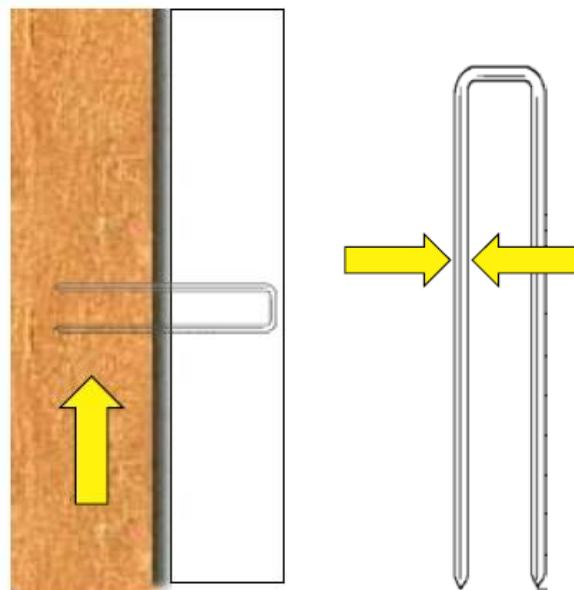
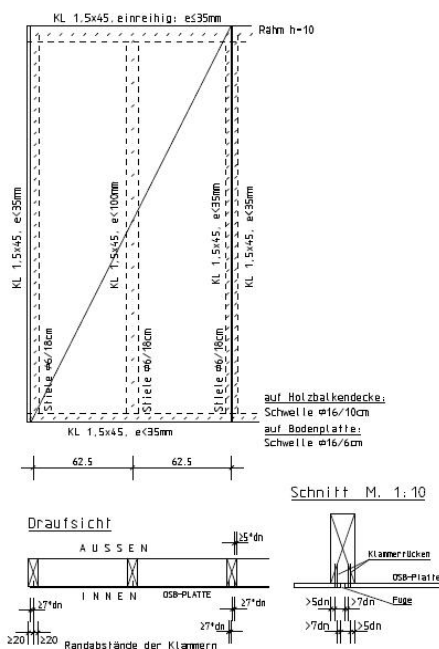
**4.3 Verbindungsmittel**

**Verbindung aussteifende Beplankung**

Klammerbild eines Statikplanes

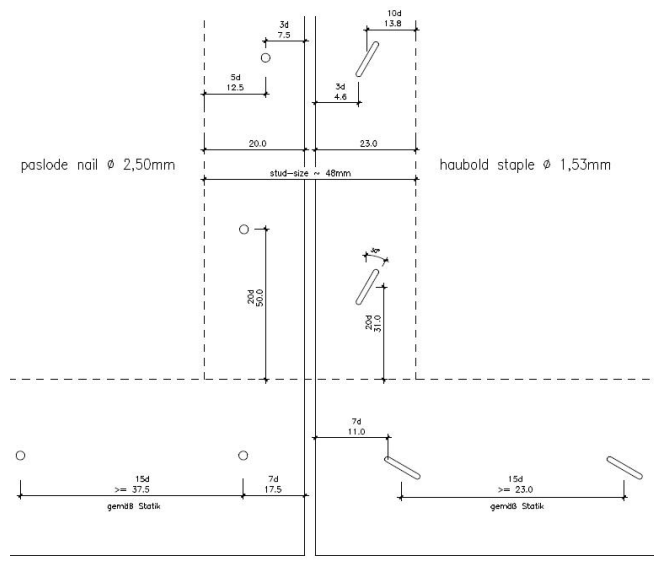
Mindesteindringtiefe Klammer 8 dn

Klammerstärke 1,5mm \* 8 = 12mm → 15mm



Quelle: KOMZET BAU BÜHL; ITW Haubold

Vergleich von Nagel- zu Klammerverbindung einer aussteifenden OSB Beplankung

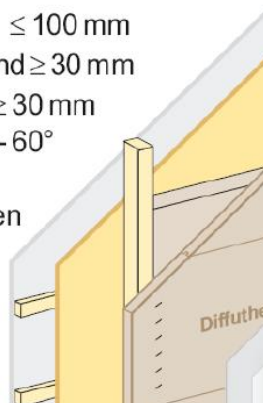


Quelle: AGEPAN

**Verbindung Holzfaserdämmstoffplatten**

- Klammeranzahl mind. 16 Stk./m<sup>2</sup>
- Klammerabstand vertikal ≤ 100 mm
- Klammerabstand vom Rand ≥ 30 mm
- Klammereindringtiefe ≥ 30 mm
- Klammerwinkel 30° - 60°

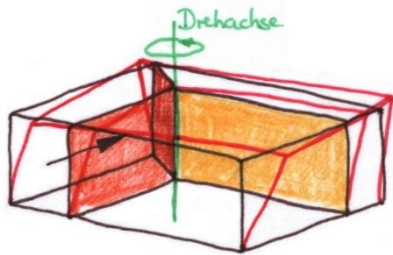
Die Verarbeitungsrichtlinien der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen und der Systemanbieter sind zu beachten.



Quelle: ITW Haubold

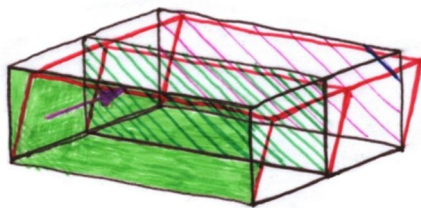
- Wichtig:**
- Klammern aus nichtrostendem Stahl/Edelstahl!
  - Klammern max. 2mm versenken!

**4.4 Anordnung von Wandtafeln**



Anforderung an das System ☹

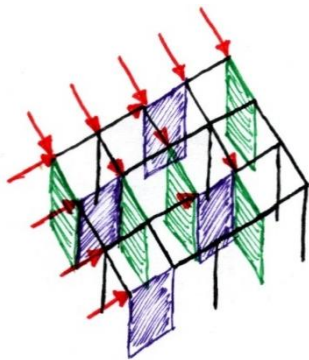
Drei Vertikalscheiben mit unterschiedlichen Richtungen  
verdrehen sich ineinander,  
wenn sie sich in einem Punkt schneiden.



Anforderung an das System ☹

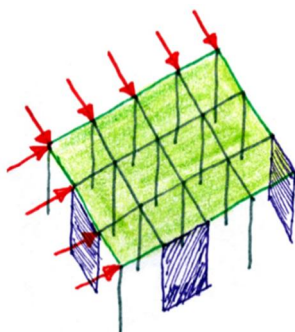
Mindestens drei Vertikalscheiben mit mindestens zwei  
unterschiedlichen Richtungen

Drei parallele Scheiben würden bei der geringsten horizontalen  
Belastung umkippen.



Gebäude ohne aussteifende Deckenscheiben ☹

- mindestens 4 Scheiben (mind. eine Vertikalscheibe je Systemachse)
- in mindestens 2 verschiedenen Richtungen angeordnet
- max. 2 Scheiben dürfen sich in einem Punkt schneiden



Gebäude mit aussteifende Deckenscheiben ☺

- mindestens 3 Scheiben
- in mindestens 2 verschiedenen Richtungen angeordnet
- stoßen nicht alle in einem Punkt zusammen

Quelle: AGEPAN



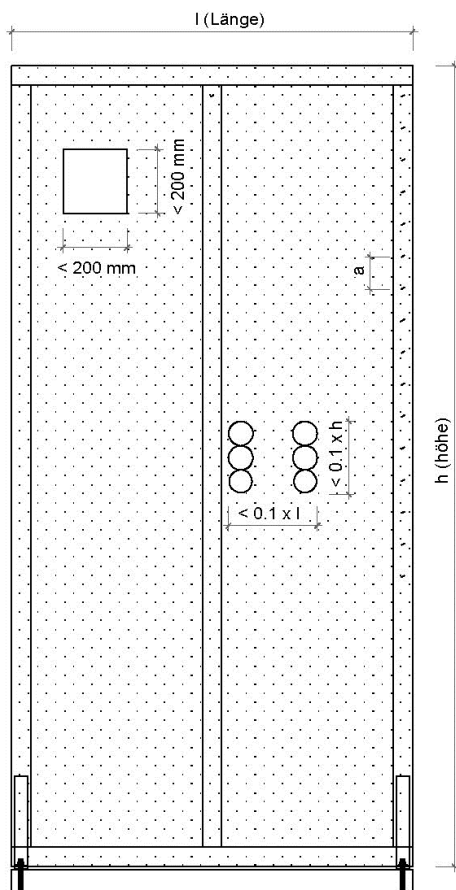
#### 4.5 Randbedingungen für Wandscheiben

##### Allgemein

- Sämtliche Einzelteile einer Wandtafel müssen miteinander verbunden sein.
- Die Fußschwelle ist kontinuierlich in horizontaler und vertikaler Richtung gelagert.
- Die Randrippen einer Wandscheibe sind zug- und druckfest mit der Unterkonstruktion zu verbinden.
- Eckbereiche von Wandscheiben sind schubsteif miteinander zu verbinden. Zum Beispiel durch Nägel und Schrauben.

##### Öffnungen ohne Nachweis

- Rechteckige Einzelöffnungen  $< 200 \text{ mm} \times < 200 \text{ mm}$
- Mehrere Öffnungen
- Summe der Höhe  $< 0,1 h$  (Höhe)
- Summe der Länge  $< 0,1 l$  (Länge)



Quelle: Informationsdienst Holz

## 5. Bauphysik

### 5.1 Diffusion ☺

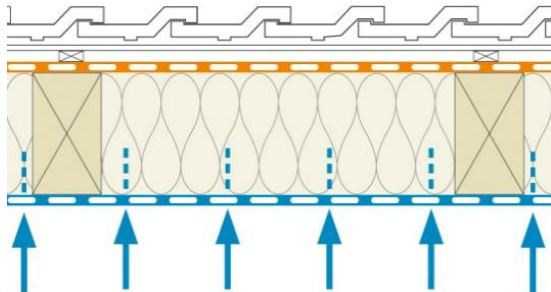


Abbildung 1: Diffusion, DER ZIMMERMANN

Diffusion ist der Feuchtetransport durch **Molekularbewegung**. Sie resultiert aus dem Dampfdruckunterschied der Bauteilumgebenden Luft. Im Winter liegt ein Dampfdruckgefälle von innen nach außen vor, im Sommer umgekehrt.

### 5.2 Konvektion ☹

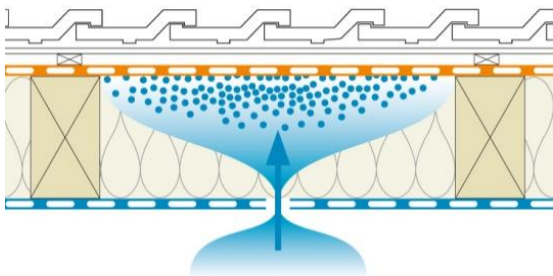


Abbildung 2: Konvektion, DER ZIMMERMANN

Konvektion ist der Feuchtetransport durch **Luftströmung (Teilchenwanderung)**. Sie resultiert aus Undichtigkeiten der Gebäudehülle, angetrieben durch vorherrschende Windverhältnisse oder durch Temperaturunterschiede zwischen innen und außen. Zur Verhinderung der Konvektion wird die Gebäudehülle innen Luftdicht und außen Winddicht hergestellt.

**Wichtig: Wird die Luftdichtheitsschicht schadhaft ausgeführt oder im Nachhinein beschädigt, so kann eine große Menge Feuchtigkeit in das Bauteil transportiert werden (Tauwasseranfall) und Bauschäden verursachen!**

### 5.3 Tauwasser

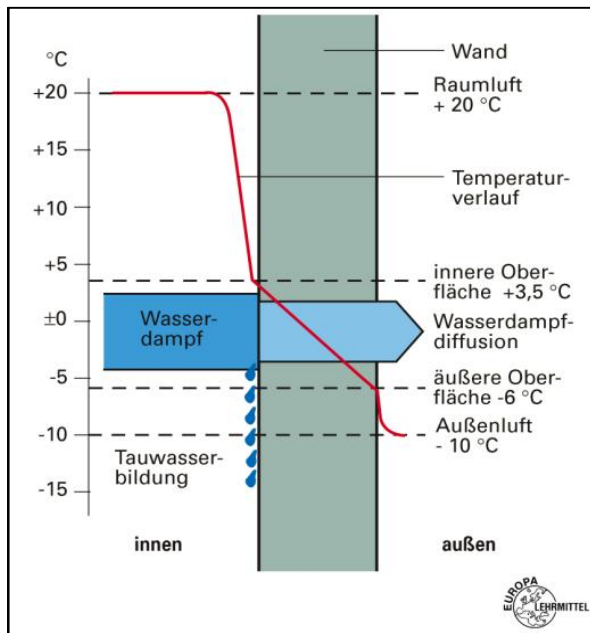
Tauwasser entsteht dort, wo warme feuchte Luft auf kalte Luft trifft und diese kalte Luft dadurch Ihre maximale Luftfeuchte erreicht. Brillenträger werden mit diesem Gesetz im Winter permanent konfrontiert. Geht man mit der kalten Brille in einen warmen, „feuchten“ Raum dann wird die Brille beschlagen. Warum passiert dies: die Luft um die Gläser ist kälter und kann weniger Wasserdampf aufnehmen. Das Wasser wird auf den Gläsern sichtbar.

In Häusern entsteht durch kochen, atmen, duschen, Pflanzen, ... Wasserdampf, welcher die relative Luftfeuchte erhöht. Daher ist es bei einer luftdichten Bauweise unabdingbar regelmäßig zu lüften.

Das in der Norm DIN 4108 vorgegebene Normklima beträgt 20° C und 50 % relative Luftfeuchte. Diese Randdaten werden herangezogen, um einen Tauwassernachweis für ein Bauteil zu rechnen. Dabei wird geprüft, wo und wie viel Tauwasser anfällt und ob diese in der Sommerperiode wieder abtrocknen kann. Einflussfaktoren hierfür sind die Dämmstoffdicke, Dampfbremswirkung der Luftdichtheitsschicht und Diffusionsoffenheit der äußeren Schicht.



Quelle: Informationsdienst Holz



Taufpunkttemperatur in °C														
Temperatur in °C	relative Luftfeuchte in %													
	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%
31°	11,4	13,8	15,8	17,7	19,3	20,9	22,3	23,6	24,9	26,2	27,2	28,2	29,2	30,1
30°	10,5	12,9	14,9	16,8	18,4	20,0	21,4	22,7	23,9	25,1	26,2	27,2	28,2	29,1
29°	9,7	12,0	14,0	15,9	17,5	19,0	20,4	21,7	23,0	24,1	25,2	26,2	27,2	28,1
28°	8,8	11,1	13,1	15,0	16,6	18,1	19,5	20,8	22,0	23,2	24,2	25,2	26,2	27,1
27°	8,0	10,2	12,2	14,1	15,7	17,2	18,6	19,9	21,1	22,2	23,3	24,3	25,2	26,1
26°	7,1	9,4	11,4	13,2	14,8	16,3	17,6	18,9	20,1	21,2	22,3	23,3	24,2	25,1
25°	6,2	8,5	10,5	12,2	13,9	15,3	16,7	18,0	19,1	20,3	21,3	22,3	23,2	24,1
24°	5,4	7,6	9,6	11,3	12,9	14,4	15,8	17,0	18,2	19,3	20,3	21,3	22,3	23,1
23°	4,5	6,7	8,7	10,4	12,0	13,5	14,8	16,1	17,2	18,3	19,4	20,3	21,3	22,2
22°	3,6	5,9	7,8	9,5	11,1	12,5	13,9	15,1	16,3	17,4	18,4	19,4	20,3	21,2
21°	2,8	5,0	6,9	8,6	10,2	11,6	12,9	14,2	15,3	16,4	17,4	18,4	19,3	20,2
20°	1,9	4,1	6,0	7,7	9,3	10,7	12,0	13,2	14,4	15,4	16,4	17,4	18,3	19,2
19°	1,0	3,2	5,1	6,8	8,3	9,8	11,1	12,3	13,4	14,5	15,5	16,4	17,3	18,2
18°	0,2	2,3	4,2	5,9	7,4	8,8	10,1	11,3	12,5	13,5	14,5	16,4	16,3	17,2
17°	-0,6	1,4	3,3	5,0	6,5	7,9	9,2	10,4	11,5	12,5	13,5	15,5	15,3	16,2
16°	-1,4	-0,5	2,4	4,1	5,6	7,0	8,2	9,4	10,5	11,6	12,6	14,5	14,4	15,2

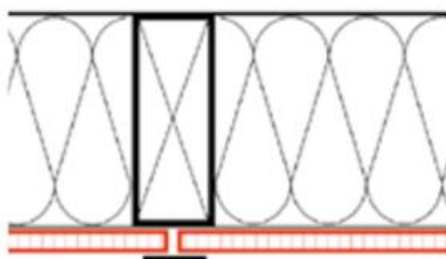
Quelle: Europa Lernmittel; Informationsdienst Holz



### 5.4 Luftdichtheit

Die Luftdichtheitsschicht ist eine Schicht, die meist auf der Raumseite der Wärmedämmung verlegt wird. Sie verhindert das Einströmen von feucht-warmer Raumluft in Hohlräume und damit die Tauwasserbildung an den kalten, außenliegenden Bauteiloberflächen (Vermeidung von Wärmeverlusten und Kondensat infolge Konvektion).

Klassische Luftdichtheitsschicht im Holztafel-/Holzrahmenbau ist eine OSB-Platte mit der Klassifizierung 3 oder 4, Plattenstöße sind mit luftdichtem Klebeband verklebt.



**Klebeband**

Quelle: Informationsdienst Holz

### 5.5 Diffusionswiderstand

Als Maß für den Diffusionswiderstand eines Bauteils dient die Diffusionsäquivalente Luftschichtdicke (sd-Wert).

Das in der Bauphysik gebräuchliche Maß gibt an, welchen Widerstand die Bauteilschicht der Wasserdampfdiffusion entgegensetzt (Einheit in Meter).

Dieser Wert berechnet sich aus der Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl  $\mu$  des Materials und der Schichtdicke  $d$  in Metern:

$$s_d(m) = \mu \cdot d (m)$$

**Für den diffusionsoffenen Holzrahmenbau gilt die Faustformel: Sd Wert des außenliegenden Plattenmaterials 10 x niedriger als die innenliegende Dampfbremse, d.h.: die Wand wird nach aussen hin 10 mal Diffusionsoffener.**

#### Dampfdiffusionsverhalten von SterlingOSB-Zero

Wasserdampfdiffusionswiderstand (feucht/trocken)		$\mu = 200/300$
Diffusionsäquivalente Luftschichtdicke	$d = 12 \text{ mm}$	$s_d = 2,4/3,6$
$s_d = \mu \cdot d [m]$ (feucht/trocken)	$d = 15 \text{ mm}$	$s_d = 3,0/4,5$
	$d = 18 \text{ mm}$	$s_d = 3,6/5,4$
	$d = 22 \text{ mm}$	$s_d = 4,4/6,6$
	$d = 25 \text{ mm}$	$s_d = 5,0/7,5$

Quelle: Sterling OSB

### 5.5 Luftdichtigkeitsmessung Blower Door Test

Durch eine Luftdichtigkeitsmessung werden u.a. Undichtigkeiten in der luftdichten Ebene lokalisiert.

Hierfür wird in zwei Meßzyklen jeweils ein Unter- und Überdruck mit einer Druckdifferenz zur Aussenluft von 50 Pa erzeugt und aufrechterhalten.

Aus den gesamten Ergebnissen des Über- **und** Unterdruckes des Gebäudes wird die mittlere Luftwechselrate (n50-Wert) errechnet. Dieser gibt an, wie oft die Luft in dem gemessenen Gebäude durch Leckagen bei einem Referenzdruck von 50 Pa in einer Stunde ausgetauscht wird. Ein n50-Wert =  $1,5 \text{ h}^{-1}$  bedeutet zum Beispiel, dass die Luft in dem Gebäude bei einer Druckdifferenz von 50 Pa in einer Stunde 1,5 mal durch Luftundichtigkeiten ausgetauscht wird.



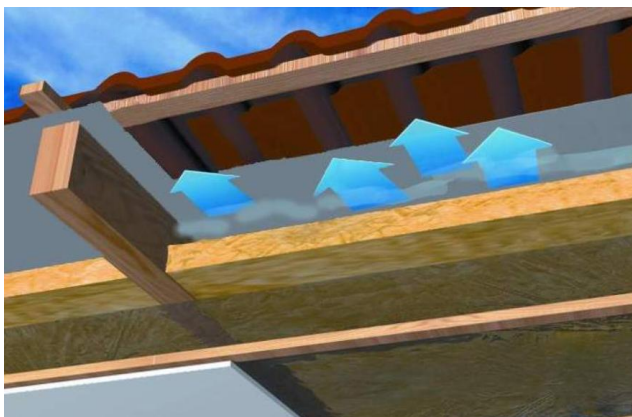
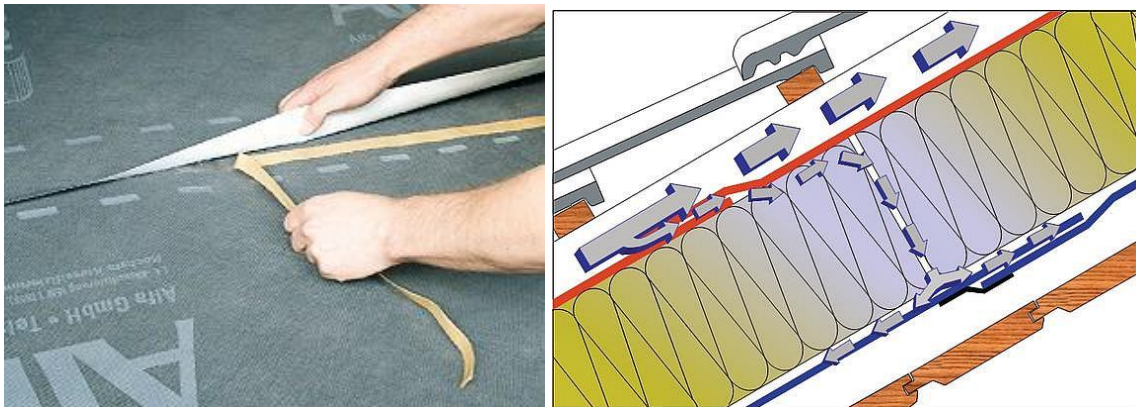
Quelle: KOMZET BAU BÜHL

### 5.6 Winddicht

WINDDICHTHEIT ist eine Schicht (Bauprodukt), meist auf der Außenseite der Wärmedämmung verlegt, die das Einströmen von Außenluft in die Konstruktion und den Wiederaustritt an anderer Stelle erschwert.

Als winddichte Schicht wird z.B. eine Unterdeck-/ Unterspannbahn mit verklebten Stößen verwendet. Auch außenseitige Holzfaserdämmplatten mit Nut- und Federverbindung können als winddichte Ebene verwendet werden.

Gegenüber der Luftdichtheit ist der Begriff Winddicht mangels Definition in der Norm nicht greifbar.



Quelle: bba online, Dachdecker-Regelwerk



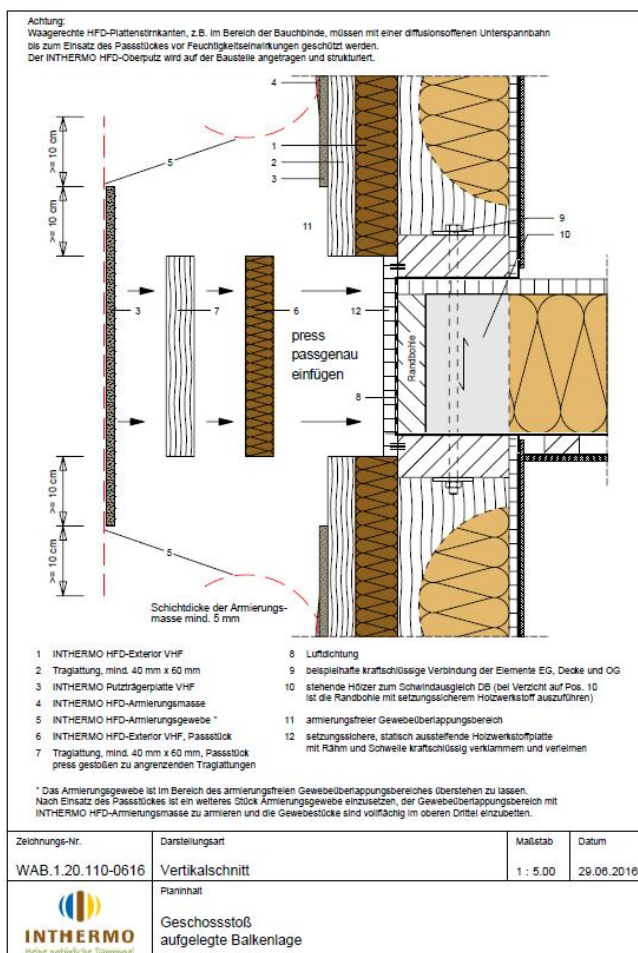
**6. Konstruktionen**

**6.1 Geschosshohe Konstruktion (Platform-Frame)**

Wände werden etagenhoch in einem bestimmten Raster oben und unten mit einem Rähm bzw. Schwelle abgeschlossen. Die Balkenlage wird auf diesen Wänden aufgelegt.



Detailzeichnung:



Quelle: Inthermo, KOMZET BAU BÜHL

**6.2. Geschossübergreifende Konstruktion (Ballon Frame-Konstruktion)**

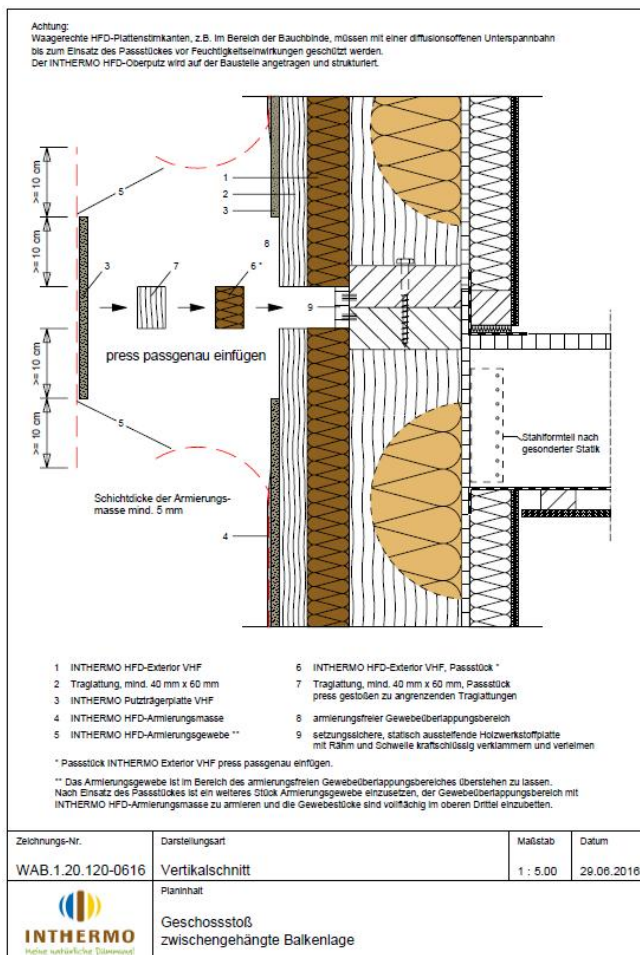
Die Wandpfosten gehen über mehrere Etagen.

Als Auflage für die Balkenlage wird ein Holz auf Deckenhöhe zwischen den Ständern eingelassen, die Balkenlage aufgelegt und seitlich an den Ständern befestigt.

- ➔ Bei beiden Konstruktionen wird das Raster der Pfosten bei der Balkenlage und der Sparrenlage übernommen.



Detailzeichnung:



Quelle: Inthermo, KOMZET BAU BÜHL

Erstellt: 14.09.2017

Von: Thomas Riebel