

**KLH®**

**MADE FOR BUILDING**  
BUILT FOR LIVING

**BAUPHYSIK**



## IMPRESSUM

Version: Bauphysik, 01/2012

Herausgeber und für den Inhalt verantwortlich: © KLH Massivholz GmbH

KLH® sowie das KLH®-Logo sind international registrierte Schutzrechte der KLH Massivholz GmbH. Die Tatsache, dass ein Zeichen in dieser Liste nicht enthalten ist und/oder in einem Text nicht als Marke (Warenzeichen) gekennzeichnet ist, kann nicht so ausgelegt werden, dass dieses Zeichen keine eingetragene Marke (Warenzeichen) ist und/oder dass dieses Zeichen ohne vorherige schriftliche Zustimmung der KLH Massivholz GmbH verwendet werden könnte.

Aus rein redaktionellen Gründen (im Sinne des einfachen Verständnisses und der besseren Lesbarkeit) wird bei Personenbezeichnungen sowie personenbezogenen Hauptwörtern die männliche Form verwendet. Die Begriffe gelten für beide Geschlechter gleichermaßen.

---



---

## INHALT

---

01	LUFTDICHTIGKEIT .....	03
02	WÄRMESCHUTZ .....	06
03	BESTÄNDIGKEIT .....	12
04	FEUCHTESCHUTZ .....	14
05	SCHALLSCHUTZ .....	18
06	BRANDSCHUTZ .....	23
07	LITERATURVERZEICHNIS .....	25

# BAU PHYSIK

Es wird nach Maßnahmen gesucht, um der globalen Erderwärmung entgegen zu wirken beziehungsweise diesen Vorgang zu verlangsamen. Wesentlich dabei ist die Erstellung von Energieausweisen, um Gebäude energetisch zu bewerten und damit auch über gesetzliche Grundlagen einen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten.

Die Ausstellung, Verwendung, Grundsätze und Grundlagen für einen Energieausweis regeln in Österreich diverse Landesgesetze und das Energieausweis-Vorlage-Gesetz (EAVG). Diese Rechtsnormen sollen die EG-Richtlinie 2002/91/EG (EPBD Energy Performance of Buildings Directive) über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden in nationales Recht umsetzen. Normlich geregelt ist der Energieausweis für Gebäude in der ÖNORM H 5055.

Grundsätze bestehen darin, im Winter die erforderliche Heizwärme im Gebäude zu halten und im Sommer zu verhindern, dass Wärme in die Gebäudehülle eindringen kann, zumal der Einsatz von Klimaanlage meist mit einem hohen Energieaufwand verbunden ist.

Der Energieausweis kann mit einem Zertifikat gleichgesetzt werden und gibt Auskunft darüber, inwieweit ein Gebäude die Anforderungen zum Klimaschutz erfüllt oder nicht. Mittels Wärmebildkameras ist es weiters möglich bauthermografische Bestandsaufnahmen zu machen und die Energieverluste zu visualisieren und messbar zu machen.

Durch den Einsatz von KLH®-Massivholzplatten können unter anderem wesentliche Vorteile wie Luftdichtigkeit in der Konstruktion, Vermeidung von Kältebrücken durch homogene Schichten, hohe speicherwirksame Masse für den sommerlichen Wärmeschutz und höhere Anwendungstoleranz durch vorhandene Feuchtespeichermasse genutzt werden. Der vermehrte Einsatz von KLH®-Massivholzplatten in der Passivhaustechnologie zeigt, dass die Massivholzbauweise generell einen sinnvollen Ansatz in Richtung Nachhaltigkeit und Senkung der CO<sub>2</sub> – Emissionen bildet.

## 01 LUFTDICHTIGKEIT

### 1.1 ALLGEMEINES

Die Luftdichtigkeit – besser als Konvektionsdichtigkeit bezeichnet, ist ein wesentlicher Parameter von modernen und nachhaltigen Konstruktionen.

„Die wärmeübertragende Umfassungsfläche einschließlich der Fugen muss dauerhaft luftundurchlässig entsprechend den anerkannten Regeln der Technik abgedichtet werden.“ [7.1].

Gemäß OIB – Richtlinie 6 „Energieeinsparung und Wärmeschutz“ muss die Gebäudehülle beim Neubau dauerhaft luft- und winddicht ausgeführt werden. Die Luftwechselrate „n50“, gemessen bei 50 Pascal Druck-

differenz zwischen innen und außen und ermittelt über Unter- und Überdruck und bei geschlossenen Öffnungen von Ab- und Zuluft, darf den Wert 3,0 pro Stunde nicht überschreiten. Wird eine mechanisch betriebene Lüftungsanlage mit oder ohne Wärmerückgewinnung eingebaut, darf die Luftwechselrate n50 den Wert 1,5 pro Stunde nicht überschreiten. Bei Einfamilienhäusern, Doppel- und Reihenhäusern ist der Wert für jedes Haus gefordert, bei Mehrfamilienhäusern ist er pro Wohneinheit einzuhalten. Passivhäuser fordern eine Luftwechselrate von  $n50 < 0,6 \text{ h}^{-1}$  [7.2].

### 1.2 „WINDDICHT“ IST NICHT GLEICH „LUFTDICHT“

In der Praxis wird vielfach nicht zwischen den beiden Begriffen unterschieden, obwohl es deutliche Unterscheidungsmerkmale gibt. Die Winddichtung eines Bauteils verhindert das Eindringen von Luftströmungen in die Dämmebene und so die Abweichung der Wärme nach außen. Die Winddichtung eines Gebäudes kann mit dem Obermaterial von Winterjacken verglichen werden: fehlt die winddichte Schicht, wird Wärme nach außen abgegeben und man beginnt zu frieren. Da Winddichtungen immer auf der Außenseite der Dämmebene liegen, sollte der Dampfdiffusionswiderstand der Winddichtung so gering wie möglich sein und in der bauphysikalischen Betrachtung mit berücksichtigt werden.

Die Luftdichtheit eines Bauteils oder des gesamten Gebäudes ist eine messbare Größe (Luftwechselrate).

Sie gibt an, welche Menge an Luft pro Stunde [ $\text{m}^3/\text{h}$ ] bei einer definierten Druckdifferenz zwischen innen und außen durch das Bauteil und/oder Gebäude strömt. Der daraus resultierende n50 – Wert, ermittelt aus Über- und Unterdruckvolumenstrom bei 50 Pascal, klassifiziert einen Bauteil bezüglich seiner Gesamtdichtheit. Dennoch

ist ein guter n50 – Wert allein noch kein Garant für eine mangelfreie Bauausführung. Erst eine genaue Untersuchung des Gebäudes durch einen Fachmann (beispielsweise mit Hilfe eines Blower-Door-Tests) zeigt, ob auch im Detail fachgerecht gearbeitet wurde und spätere Bauschäden ausgeschlossen werden können.

„Ein Gebäude soll gar nicht dicht sein, man muss ja noch atmen können“, diese Aussage kommt in Diskussionen zum Thema Dichtigkeit von Gebäuden immer wieder vor.

Ein erklärendes Zitat dazu: „Die Be- und Entlüftung von Wohnräumen kann durch Gebäudefugen niemals ausreichend gewährleistet werden. Selbst bei sehr undichten Gebäuden, in denen es bei mäßigem Wind bereits beträchtlich zieht, ist in windstillen, milden Wetterperioden der Luftaustausch unzureichend. Dafür hat die Luftströmung durch Fugen eine Reihe von Nachteilen: z.B. wird ein hoher Prozentsatz aller Bauschäden durch undichte Gebäudehüllen verursacht. Weitere Nachteile von Fugen sind mangelnder Schallschutz und überflüssig hohe Wärmeverluste.“ [7.3]

LUFTDICHTIGKEIT

1.3 LUFTDICHTIGKEIT DER KLH®-MASSIVHOLZPLATTE

Messungen an KLH®-Massivholzplatten haben gezeigt, dass 3-lagige KLH®-Massivholzplatten in NSI Qualität ausreichend luftdicht sind. Eine visuelle Kontrolle von Störstellen (z.B. Astlöcher) ist jedoch zu empfehlen. Platten mit 5 oder mehr Lagen sind von dieser Kontrollempfehlung ausgenommen.

Für die luftdichte Ausführung einer KLH®-Konstruktion gibt es grundsätzlich zwei Möglichkeiten: entweder die Dichtigkeit der Konstruktion wird durch den Einbau

einer strömungsdichten Schicht hergestellt (beispielsweise eine auf den weiteren Wandaufbau abgestimmte Dampfbremse, die gleichzeitig als Konvektionssperre dient, vgl. Abb.1; es wird das gesamte Gebäude mit einer Membran - meist ein textiles Gewirk - umhüllt und verklebt) oder aber die KLH®-Konstruktion als solche wird als Dichtebene im Gebäude eingesetzt. Dabei werden die Bauteilkanten sowie alle Fugen zwischen den Bauteilen oder zu angrenzenden Bauteilen mit z.B. vor-komprimierten Vorlegebändern abgedichtet (vgl. Abb.2).

Strömungsdichte Außenwände mit außen angeordneter Folie (Dampfdichtheit der Folie abgestimmt auf weiteren Wandaufbau)

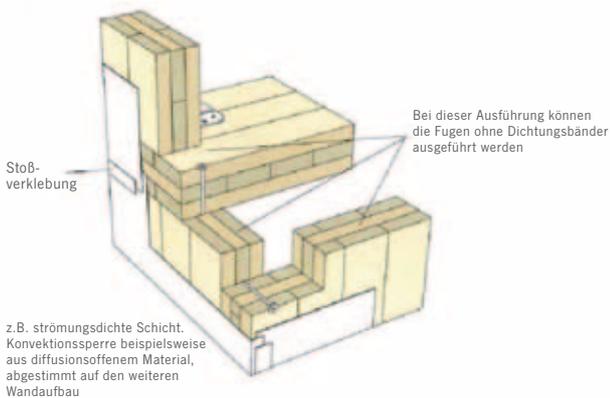


Abb. 1 - Strömungsdichter Anschluss durch Einhüllen und Verkleben mittels Konvektionssperre

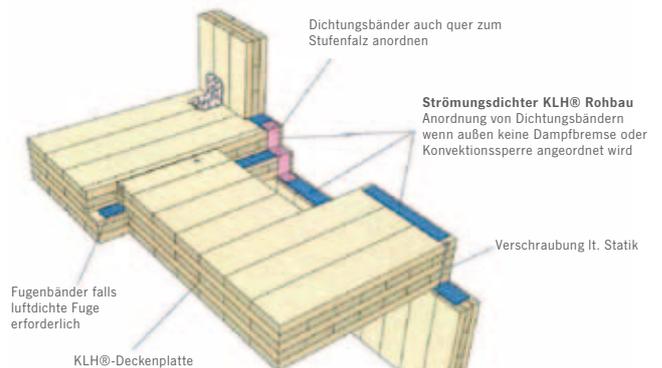


Abb. 2 - Strömungsdichter Anschluss von KLH®-Massivholzplatten mit Hilfe von Dichtbändern

LUFTDICHTIGKEIT

Die Dichtigkeit der KLH®-Konstruktion hängt weniger von der Platte ab, sondern vielmehr von den Anschlussfugen an andere Bauteile und Plattenstößen.

Bauteilanschlüsse, Stoßverbindungen, Durchdringungen etc. müssen entsprechend den anerkannten Regeln der Technik abgedichtet werden. Es wird empfohlen, die Dichtigkeit der Konstruktion mit Hilfe einer Blower-Door-Messung nach Möglichkeit noch vor der

Baufertigstellung zu überprüfen (eventuell auch bei der Verwendung von 3-lagigen KLH®-Massivholzplatten in Nichtsichtqualität). Werden im Zuge dieser Messung Undichtigkeiten gefunden, können diese meist ohne großen Aufwand behoben werden. Grundsätzlich sind Blower-Door-Tests nur bei zertifizierten Passivhäusern erforderlich. Alle Niedrigenergiehäuser mit KLH®-Elementen können bei fachgerechten Fugenanschlüssen durchaus beruhigt auch ohne Prüfungen gebaut werden.

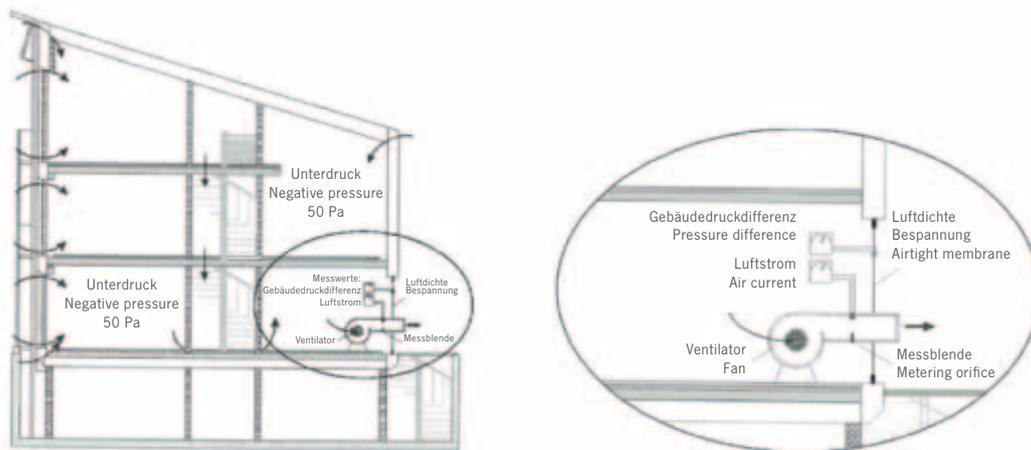


Abb. 3 - Schematische Darstellung einer Blower- Door- Messung [7.3]

Bei schlüssiger Planung und fachgerechter Ausführung der Luftdichtigkeitsebene lassen sich mit Fugenbändern auch dreidimensionale Anschlusspunkte lösen (vgl. Abb. 2,

Stufenfalz im Deckenbereich). Wichtig dabei ist die Anordnung des Dichtbandes in der Plattenmitte – dadurch wird die höchste Dichtigkeit in beide Richtungen erreicht.

## 02 WÄRMESCHUTZ

### 2.1 ALLGEMEINES

Bestimmend für den Wärmeschutz sind insbesondere 2 Kenngrößen [7.4]

- Wärmeleitfähigkeit
- Konvektionsdichtigkeit

Die Verwendung von KLH®-Massivholzplatten für Wand- und Deckenaufbauten hat den Vorteil, dass damit im Gegensatz zu anderen Leichtbauweisen in weitgehend homogenen Schichten gebaut werden kann. Dies führt zu gleichmäßigen Temperaturfeldern über die gesamte Fläche und wirkt sich auch vorteilhaft auf das hygrothermische Verhalten der Konstruktion aus (Sicherheitpotential durch vorhandene Feuchtespeichermasse der vorhandenen Massivholzwand, höhere Anwendungstoleranz) – die Konstruktion wird "gutmütiger".

Die Wärmeleitfähigkeit hängt im Wesentlichen von der Rohdichte und dem Feuchtegehalt der KLH®-Massivholzplatte ab. Die ÖNORM 12524 [7.5] gibt für „Nutzholz“ mit einer Rohdichte von  $500 \text{ kg/m}^3$  lediglich eine Bemessungswärmeleitfähigkeit von  $0,13 \text{ W/(m}^*\text{K)}$  an. Die ÖNORM B 3012 [7.6] gibt für Fichtenholz einen  $\lambda$ -Wert von  $0,11 \text{ W/(m}^*\text{K)}$  bei einer relativen Holzfeuchtigkeit von 12% an.

Laboruntersuchungen durch das französische Institut CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment) an 3- und 5-lagigen KLH®-Proben ergaben einen  $\lambda$ -Wert von  $0,10 \text{ W/(m}^*\text{K)}$ .

In den relevanten Wintermonaten sind im Falle einer massiven KLH®-Außenwand Feuchten von weniger als 12% zu erwarten. Aus diesem Grund wurde in den nachfolgenden Beispielen ein  $\lambda$ -Wert von  $0,11 \text{ W/(m}^*\text{K)}$  für KLH®-Bauteile angewandt.

Grundsätzlich gilt es anzumerken, dass das thermische Verhalten der KLH®-Massivholzplatte nur mit instationären Feuchte- und Wärmestromberechnungen wirklichkeitsnah beurteilt werden kann. Instationäre Rechenmodelle liegen beispielsweise den Programmen „Delfin“ oder „Wufi“ zugrunde.

Die hohe Rohdichte von Holz sorgt für eine lange Phasenverschiebung (= Zeitraum zwischen dem Auftreten der höchsten Temperatur auf der Außenoberfläche eines Bauteiles bis zum Erreichen der höchsten Temperatur auf dessen Innenfläche). Eine solche ist insbesondere für den sommerlichen Wärmeschutz maßgebend, da bei einer langen Phasenverschiebung auch bei hoher Außentemperatur das Innere des Gebäudes kühl bleibt. Bei niedriger Außentemperatur funktioniert dieses Wirkungsprinzip genau umgekehrt.

Der zur Berechnung des Heizenergiebedarfes herangezogene U-Wert gibt nur Auskunft darüber, wie viel Wärme permanent verloren geht, nicht aber, wie lange es dauert, bis diese Verluste auch tatsächlich auftreten. Der Heizenergiebedarf ist bei Gebäuden aus KLH®-Massivholzelementen gering – dafür verantwortlich sind einerseits die hohe Rohdichte der Elemente und die hohe spezifische Wärmekapazität und andererseits der geringe Temperatureindringkoeffizient und die geringe Wärmeleitfähigkeit.

WÄRMESCHUTZ

2.2 WINTERLICHER WÄRMESCHUTZ

Im Winter ist man bestrebt, im Gebäude jene Temperatur zu schaffen, bei der wir ein hohes Wohlbefinden erreichen.

Dafür gibt es drei unterschiedliche Möglichkeiten:

- Reduzierung der Transmissionsverluste (Wärmedurchgang durch die Bauteile, Wärme geht nach außen weg)
- Wärmeenergie von außen zuführen (Sonnenenergie durch Fensterfläche)
- Zufuhr von innerer Wärmeenergie (Heizungsenergie, Energieverbrauch im Haushalt)

Die bestimmende Größe ist die sogenannte Wärmeleitfähigkeit, besser bekannt als U- Wert.

Der U- Wert setzt sich zusammen aus den Eigenschaften des Bauteils und der Position im Gebäude (die Wärmeübergangswiderstände  $R_{si}$  und  $R_{se}$  sind variabel). Je kleiner der U- Wert, umso größer der Widerstand des Bauteils, Wärme von innen nach außen „nicht durch zu lassen“.

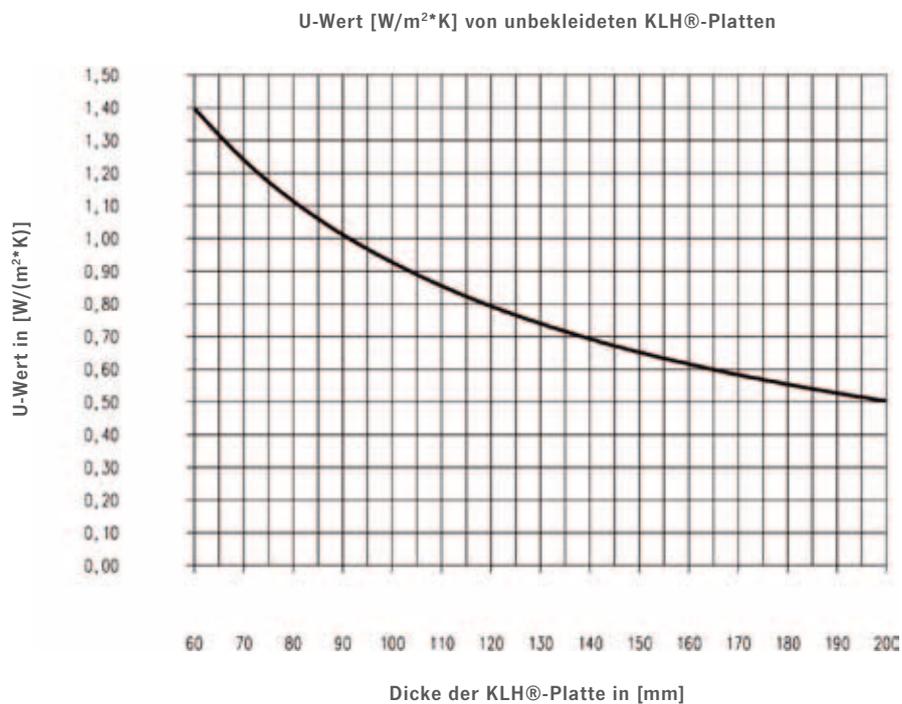


Abb. 4 - Wärmedurchgangskoeffizient in Abhängigkeit der Plattendicke (mit  $\lambda_{KLH®} = 0,11 \text{ W/(m*K)}$ )

## WÄRMESCHUTZ

### Beispiel für den U – Wert eines gedämmten KLH®-Elements

In Verbindung mit einer 140 mm starken Dämmung der Wärmeleitfähigkeitsgruppe 035 (WLG 035) errechnet sich der U – Wert eines 94 mm starken KLH®-Wandelements wie folgt:

Wärmedurchgangskoeffizient  $U = \frac{1}{R_{si} + \sum \frac{d_i}{\lambda_i} + R_{se}}$

Wärmeübergangswiderstände  $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$

$R_{se} = 0,04 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$

Wärmeleitfähigkeit KLH®  $\lambda_{\text{KLH}^\circ} = 0,11 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$

Wärmedurchgangskoeffizient  $U = \frac{1}{0,13 + \frac{0,094}{0,11} + \frac{0,14}{0,035} + 0,04} = 0,199 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Die nachfolgende Abbildung zeigt ein Diagramm, in dem die U – Werte von gedämmten KLH®-Wandelementen mit der Stärke 94 mm in Abhängigkeit von der Dämmstoffstärke (WLG 035) aufgetragen sind.

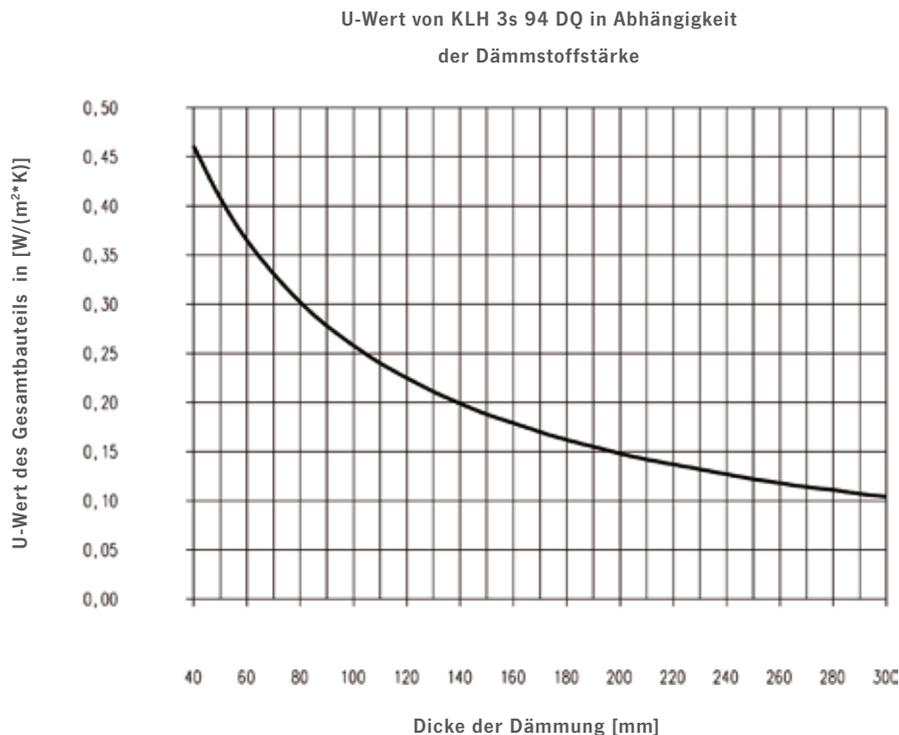
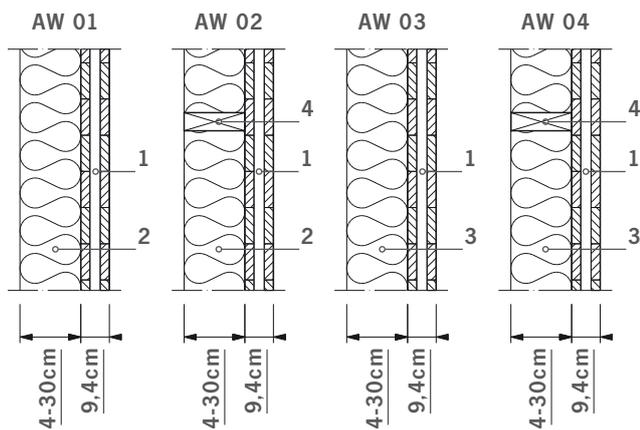


Abb. 5 - U-Wert von Wandaufbauten (KLH 3s 94 DQ) mit variablen Dämmstoffstärken

## WÄRMESCHUTZ

### U- Wert Vergleichsbeispiele



#### Legende zu Abb. 6

- 1 KLH 3s 94 DQ ( $\lambda_{\text{KLH}^\circ} = 0,11 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ )
- 2 Dämmung WLG 040 ( $\lambda = 0,040 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ )
- 3 Dämmung WLG 035 ( $\lambda = 0,035 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ )
- 4 Lattung etc. in Dämmungsebene,  $\lambda = 0,13 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$   
(Holzanteil 10%, Dämmung 90%)

Abb. 6 - Gedämmte KLH®- Außenwand (KLH 3s 94 DQ) in vier verschiedenen Varianten

Angesetzte Wärmeübergangswerte:  $R_{\text{si}} = 0,13 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$   
 $R_{\text{se}} = 0,04 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$

### WÄRMEDURCHGANGSKOEFFIZIENT

		AW 01	AW 02	AW 03	AW 04
		WLG 040	WLG 040	WLG 035	WLG 035
		Dämmung 100%	Dämmung 90%	Dämmung 100%	Dämmung 90%
		Holzanteil 0%	Holzanteil 10%	Holzanteil 0%	Holzanteil 10%
Dämmstärke [mm]	Gesamtstärke [cm]	U- Wert [ $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ]	$U_m$ - Wert [ $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ]	U- Wert [ $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ]	$U_m$ - Wert [ $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ]
40	13,4	0,494	0,531	0,461	0,505
60	15,4	0,396	0,434	0,356	0,408
80	17,4	0,331	0,367	0,302	0,343
100	19,4	0,284	0,318	0,258	0,296
120	21,4	0,248	0,281	0,225	0,261
140	23,4	0,221	0,252	0,199	0,233
160	25,4	0,199	0,228	0,179	0,211
180	27,4	0,181	0,209	0,162	0,192
200	29,4	0,166	0,192	0,148	0,177

Tabelle 2: Numerische Auswertung der Beispiele zu Abbildung 6

WÄRMESCHUTZ

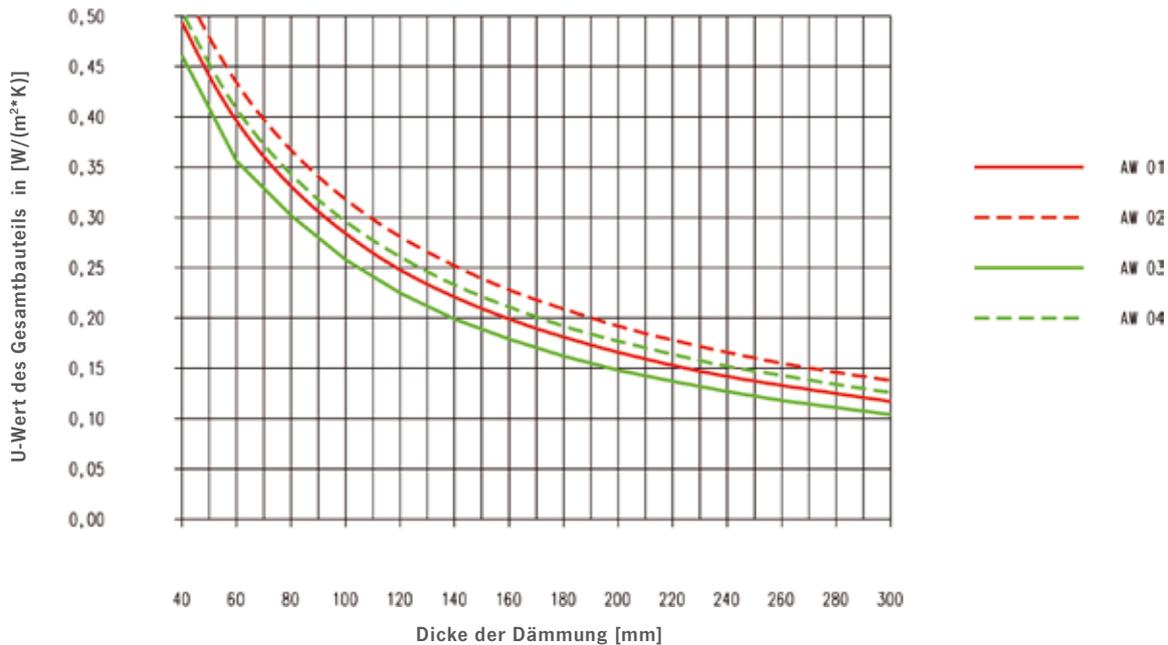


Abb. 7 - Grafische Auswertung von Tabelle 2

2.3 SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

Die moderne Architektur sieht meist einen hohen Anteil an verglasten Flächen vor. Während sich über diese Flächen im Winter solare Warmegewinne erwirtschaften lassen, verschärfen sie gleichzeitig die Ausgangssituation im Sommer. Bei Betrachtung des sommerlichen Wärmeschutzes soll in der Regel darauf geachtet werden, dass auch ohne den Einsatz von Klimaanlage die maximale mittlere Empfindungstemperatur im Raum nicht überschritten wird, und bei Bauten, die eine nutzungsbedingte Klimatisierung benötigen, die Kühllast auf möglichst niedrigem Niveau gehalten werden kann. Die sommerliche Überwärmung wird als vermieden betrachtet, wenn die empfundene Temperatur im betrachteten Raum während einer Hitzeperiode die definierten Grenztemperaturen nicht überschreitet [7.7].

Sommerlicher Wärmeschutz erfordert eine richtige Planung und die ganzheitliche Betrachtung der 3 Aspekte

- Lasten,
- Lüftung,
- Bauweise

Unter dem Begriff „Lasten“ versteht man, soweit es den Wohnbereich anbelangt, das Eindringen von Sonnenenergie über die Fensterflächen. Der wirksamste und günstigste Schutz gegen Überhitzung ist der außenliegende Sonnenschutz.

Der Anteil an Wärmetransmission über die opaken Bauteile ist dagegen vernachlässigbar gering.

Ziel jeder Planung sollte es sein, ein zum Außenklima entsprechend niedriges Innenklima zu schaffen, welches durch eine natürliche Lüftung (Fensterlüftung) erreicht wird. Ein Abkühlen durch technische Geräte unter hohem Energieaufwand entspricht nicht einer nachhaltigen Planung im Wohnbau.

WÄRMESCHUTZ

Die Abbildung 8 zeigt die Wirksamkeit der Fensterlüftung in Abhängigkeit von der Flügelposition. Eine kontrollierte Wohnraumlüftung kann hierzu keinen nennenswerten Beitrag leisten, da der Luftstrom zwar ausreicht, um ei-

nen hygienischen Luftwechsel zu gewährleisten, jedoch nicht, um ausreichend Wärmeenergie aus dem Gebäude zu transportieren.

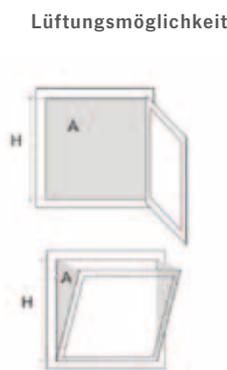


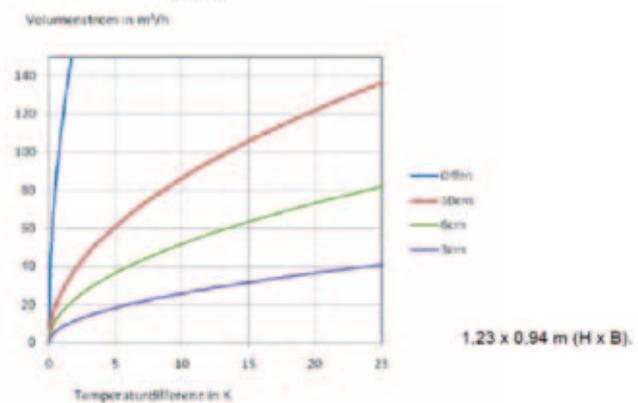
Abb. 8 - Verhältnis von Fensterflügelposition zu Luftwechselrate [7.8]

Die zunehmenden Dämmstoffstärken im Wohnbau als Konsequenz eines steigenden winterlichen Wärmeschutzes haben dazu geführt, dass die Phasenverschiebung des Außenbauteils groß genug ist – unabhängig davon, ob „schwere“ oder „leichte“ Bauteile verwendet werden. Vereinfacht gilt „was für den Winter gut ist, taugt auch im Sommer“.

Solare Wärmeenergie, die trotz Sonnenschutz ins Gebäude gelangt, soll soweit als möglich von den raumschließenden Oberflächen absorbiert werden, ohne dabei im Raum ein unbehagliches Klima zu erzeugen. Die KLH®-Massivholzwand kann ähnlich wie eine Ziegelwand zur Wärmespeicherung herangezogen werden.

$$\dot{V} = C_{ref} \cdot A \cdot \sqrt{H} \cdot \sqrt{\Delta T}$$

$$C_{ref} = 100 \frac{m^{0,5}}{h \cdot K^{0,5}}$$



Um die Massen im Gebäude zu aktivieren, sind folgende Bedingungen zu erfüllen:

- Speicherwirksame Baustoffe benötigen direkten Kontakt mit der Raumluft (keine Vorsatzschale)
- Gute Wärmedämmung an der Außenseite (in der Regel erfüllt)
- Abdeckung durch Einbauten, Teppiche, Schränke vermeiden (wirken ähnlich wie eine Vorsatzschale)
- Das an der Speicherung beteiligte Bauteil muss ausreichend dick sein

Hierbei muss bereits der Planer berücksichtigen, dass die im Inneren gespeicherte Tageswärme in der Nacht wieder abgeführt wird – das Wirkungsprinzip entspricht dem einer sich entladenden Batterie.

Da durch Nachtlüftung nur eine beschränkte Wärmemenge in Abhängigkeit von Luftwechselrate, Wind und Temperatur-spreizung ( $\Delta T$  von innen nach außen) abgeführt werden kann, führt eine Stahl-Beton-Konstruktion unweigerlich zur Überhitzung („Kachelofen – Effekt“) sofern nicht teure Energie zum Kühlen verwendet wird.

## BESTÄNDIGKEIT

KLH®-Massivholzkonstruktionen bilden somit die optimale Balance zwischen Wärmespeicherung am Tag und Energieabgabe in der Nacht. Die wirksamste Maßnahme gegen sommerliche Überhitzung ist ein transparenter Sonnenschutz, der bis zu 90% der Sonnenenergie abhält und trotzdem ausreichende Belichtung des Raumes zulässt. Die verbleibenden 10%, die in

den Raum gelangen, werden tagsüber in den KLH®-Massivholzplatten gespeichert. Durch die natürliche Nachtlüftung wird der Energiespeicher KLH®-Massivholzplatte automatisch in der kühleren Nacht entladen. Das Risiko einer schleichenden Überhitzung im Sommer kann auf diese Weise minimiert werden.

### 03 BESTÄNDIGKEIT

#### 3.1 VERWENDUNGSZWECK DER KLH®-MASSIVHOLZPLATTE

KLH®-Massivholzplatten sind als tragende oder nichttragende Bauelemente im konstruktiven Holzbau vorgesehen und können statischen, quasistatischen und kurzzeitig dynamischen Belastungen (beispielsweise Erdbebenlasten) ausgesetzt werden. Sie sind zur Verwendung in den Nutzungsklassen 1 und 2 gemäß EN 1995-1-1 [7.9] vorgesehen.

Bauteile, die einer direkten Bewitterung ausgesetzt sind, müssen mit einem wirksamen Witterungsschutz verkleidet werden.

Nutzungs- klasse	Umgebungs-klima		Holzfeuchte der meisten Nadelhölzer	Tragwerks- bzw. Gebäudetyp
	Temperatur	Relative Luftfeuchte <sup>a</sup>		
1	20°C	≤ 65%	≤ 12%	Innenräume von Wohn-, Schul- und Verwaltungsbauten
2	20°C	≤ 85%	≤ 20%	Innenräume von Nutzbauten wie Lager-, Reit- und Industriehallen sowie überdachte Konstruktionen im Freien, deren Bauteile nicht der freien Bewitterung ausgesetzt sind (30° Regeneinfallswinkel)
3	-	> 85%	> 20%	Bauwerke im Freien mit konstruktivem Holzschutz

<sup>a</sup> Die relative Luftfeuchte darf in der Nutzungsklasse 1 und 2 maximal für einige Wochen im Jahr die angegebenen Werte übersteigen.

Abb. 9 - Die Zuordnung von Tragwerken zu Nutzungsklassen gemäß EN 1995-1-1

Die Anforderungen beruhen auf der Annahme einer vorgesehenen Nutzungsdauer von KLH®-Massivholzplatten für die Dauer von 50 Jahren. Die Angaben zur Nutzungsdauer können nicht als eine vom Hersteller übernom-

mene Garantie ausgelegt werden – sie sind lediglich als Hilfsmittel zur Auswahl des richtigen Produktes angesichts der zur erwartenden, wirtschaftlich angemessenen Nutzungsdauer des Bauwerkes zu betrachten [7.10].

---

## BESTÄNDIGKEIT

---

### 3.2 BAULICHER HOLZSCHUTZ - CHEMISCHER HOLZSCHUTZ

Je nach Einbausituation kann Holz in unterschiedlichem Maße dem Angriff von holzzerstörenden Organismen ausgesetzt sein. Mit Hilfe der in den Normen definierten Gefährdungsklassen kann Art und Umfang der eventuell notwendigen chemischen Holzschutzmaßnahme beurteilt werden. Bei verbautem Holz in der Gefährdungsklasse 0 ist kein chemischer Holzschutz erforderlich.

Vor der Anwendung chemischer Holzschutzmaßnahmen gilt es zu prüfen, inwieweit das Holz durch vorbeugende bauliche Maßnahmen geschützt werden kann – beispielsweise dadurch, dass es ständig trocken gehalten wird (maximale Luftfeuchte bis 70%, maximale Holzfeuchte bis 20%).

Besonderes Augenmerk ist auf die Kontaktflächen von KLH®-Massivholzelementen mit kalten Oberflächen wie beispielsweise Fundamenten und Kellerdecken zu legen. Kritische Klimabereiche im Auflagerbereich und mögliche Bildung von Kondensat können Ursache für langfristige

Schäden an Holzkonstruktionen sein – es gilt diese daher zu vermeiden. Durch konstruktive Maßnahmen wie dem Einbau von resistenten Lärchenschwellen oder einer fachgerechten Sockelausbildung wird die Brettsper Holzplatte aus dem kritischen Bereich herausgehoben [7.7].

Für die Produktion von KLH®-Massivholzplatten werden ausschließlich naturbelassene und unbehandelte Hölzer verwendet. Die einzelnen Lagen werden vor der Verleimung technisch getrocknet. Bei Auslieferung weisen KLH®-Massivholzplatten eine Holzfeuchte von 12% ± 2% auf. Beim Einbau in den zugelassenen Nutzungsklassen 1 und 2 ist in der Regel kein chemischer Holzschutz erforderlich. Erfolgt eine Behandlung, sollte sie immer nach dem Zuschnitt der Platten erfolgen. Aufgrund der Vielzahl an Holzschutzprodukten und deren unterschiedliche Wirkungsmechanismen ist im Einzelfall zu prüfen, welches Holzschutzmittel wirklich für die entsprechende Anwendung geeignet ist, ob die Behandlung vor Ort oder im Werk sinnvoll und machbar erscheint.

### 3.3 SCHUTZ VOR TERMITENBEFALL

Termiten können auch trockenes Bauholz befallen und ernähren sich von allem, was Zellulose enthält – von Laub über Bauholz bis hin zu Papier.

Von der Art her unterscheidet man zwischen Erdtermiten und Trockenholztermiten. Während erstere den Erdkontakt benötigen um Kolonien zu gründen und zu erhalten, ist bei Trockenholztermiten das befallene Stück Holz Wohnstatt und Nahrungsmittelkette in einem.

Holz im Allgemeinen kann vorbeugend konstruktiv oder chemisch geschützt werden, wobei aus umwelttechni-

schon Gründen der konstruktiven Lösung der Vorzug zu geben ist – beispielsweise indem KLH®-Massivholzwände auf Stahlbetonsockeln versetzt werden, um den Bodenkontakt zu unterbrechen. Bereits eine Distanz von wenigen Zentimetern sorgt für einen ausreichenden und wirksamen Schutz.

Wird eine chemische Imprägnierung gewünscht und/oder ist eine solche vorgeschrieben, kann diese nach dem Zuschnitt der Platten auf allen Seiten- und Schmalflächen aufgebracht werden.

## 04 FEUCHTESCHUTZ

### 4.1 GRUNDLEGENDE ASPEKTE

Bei dem Baustoff Holz handelt es sich um ein Material, das Feuchtigkeit nicht nur durch Diffusion sondern auch durch Sorption und Kapillarleitung transportieren kann. Holz leistet diesbezüglich Unglaubliches, auch wenn von der breiten Öffentlichkeit diese Forschungsergebnisse der letzten 20 Jahre nicht immer berücksichtigt werden.

**Man unterscheidet 3 Mechanismen, die im Holz für den Feuchtetransport verantwortlich sind**

- Dampfdiffusion (Dampf/Druckdifferenz)
- Sorbat – Leitung (relative Luftfeuchte)
- Kapillar – Leitung (Oberflächenspannung)

Es handelt sich hier um instationäre Vorgänge, dennoch werden Tauwasser- Berechnungen auf Basis von „Glaser“ erstellt, obwohl dieses Verfahren nur die Diffusion bei mineralischen Baustoffen berücksichtigt und deshalb bei Holz viel zu kurz greift. [7.11].

Die KLH®-Massivholzplatte wirkt vergleichbar zu einer feuchtevariablen Dampfbremse. Im Winter, bei niedriger Luftfeuchte, reduziert der Baustoff Holz die Fähigkeit, Feuchte zu transportieren, und erhöht diese erst wieder, sobald sich die Raumluftfeuchte dem Sommerklima anpasst. Holz als natürlicher Baustoff verhält sich von Natur aus richtig – ein Leben lang. Wird das bewährte Konstruktionsprinzip „innen dichter als außen“ berücksichtigt, wird die Außenwand mit einer KLH®-Massivholzplatte bauphysikalisch sicherer gemacht.

Eine weitere Eigenschaft von Holz ist das mit der Feuchte in Zusammenhang stehende Quellen und Schwinden. Da Holz ein anisotroper Werkstoff mit hygroskopischen Eigenschaften ist, erfolgt das Quellen und Schwinden in unterschiedlichem Maße, abhängig von der Faser- richtung.

**In die 3 Hauptschnittrichtungen unterscheidet man bei Schnittholz**

- Longitudinal (~0,01% Formänderung pro % Feuchteänderung)
- Radial (0,16% Formänderung pro % Feuchteänderung)
- Tangential (0,33% Formänderung pro % Feuchteänderung)

Durch die kreuzweise Anordnung der Lagen und die hochwertige Verleimung bei der Herstellung von KLH®-Massivholzplatten werden diese Werte maßgeblich reduziert. In der Plattenebene liegt quasi nur noch ein geringfügiger Longitudinalschwund vor, in Stärkenrichtung ein gemittelter Wert zwischen radial und tangential.

- In Plattenebene ~0,01% Formänderung pro % Feuchteänderung
- Quer zur Plattenrichtung ~0,20% Formänderung pro % Feuchteänderung (siehe „Technische Kenndaten“)

FEUCHTESCHUTZ

4.2 FEUCHTRÄUME

Böden und Bodenbeläge aus Stein und Keramik sind grundsätzlich nicht wasserdicht. Die Schwachstelle stellt die Fuge dar. Obwohl die KLH®-Massivholzplatte wegen ihrer kreuzweisen Verleimung sehr formstabil ist, wäre es fatal, Fliesen und/oder vergleichbare Beläge direkt auf der Holzoberfläche zu verlegen. Um übermäßige Zug- und Biegebeanspruchung aufgrund der Formänderung zu vermeiden, sollte die KLH®-Massivholzplatte mit Gipswerkstoffplatten belegt werden. Diese quell- und

schwindarmen Platten sind ein „Bewegungsausgleich“ zwischen KLH® und Nuttschicht.

Abb. 10 zeigt die feuchtebedingte Längenänderung verschiedener Bauplatten, die üblicherweise zum Einsatz kommen. Man kann recht gut erkennen, wie unterschiedlich das Quell- und Schwindverhalten zwischen Gipsbauplatten und Platten mit Holzanteil ist.

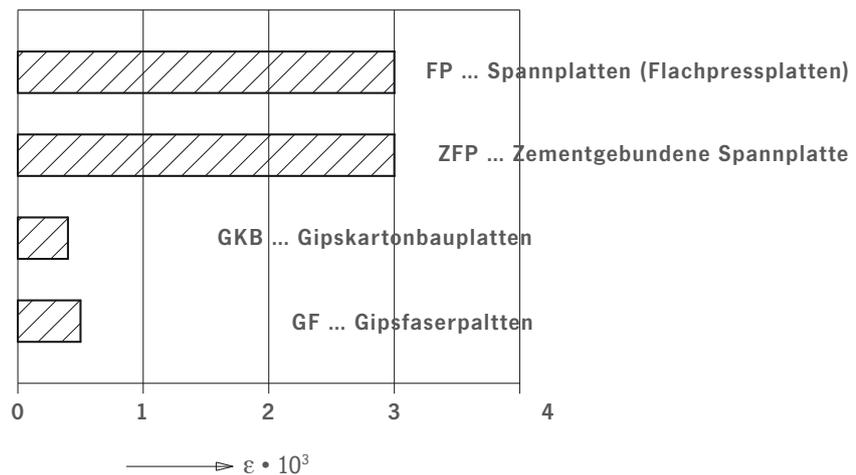


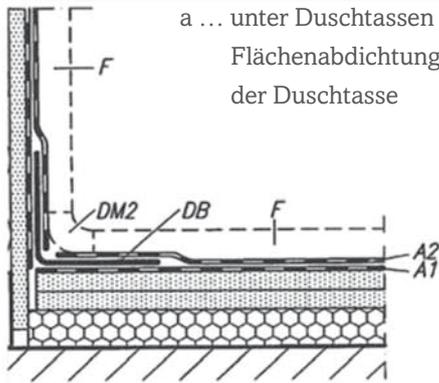
Abb. 10 - unterschiedliches Quell- und Schwindverhalten üblicher Plattenwerkstoffe ins Verhältnis gesetzt [7.12]

Im Eckbereich von Wand und Fußboden kommt es unweigerlich zu Bewegungen (Trittschalldämmung), die nur durch elastische und dauerhaft flexible Anschlüsse zu lösen sind. Auch wegen der Trittschallentkoppelung zu den Seitenwänden ist eine elastische Wartungsfuge notwendig. An unzugänglichen Stellen (Duschtasse, Badewanne) oder Bereichen mit starker Spritzwasserbelastung (Dusche) sollte die Abdichtung gemäß der nachfolgenden Abb. 11 ausgeführt werden (Abdichtung an Wand und Boden). Im restlichen Bereich des Bades ist eine Ausführung nach Abb. 12 ausreichend (Abdichtung nur am Boden mit seitlichem Hochzug). An der aufsteigenden Wand ist eine Beplankung mit GKB-Platte ausreichend (Feuchtraumplatten, vgl. Abb. 11 und 12).

Im Bodenbereich werden in der Regel Gipsfaserplatten zweilagig ausgeführt. Hier ist es empfehlenswert, sich an für den Bodenbereich zugelassenen Bauprodukten zu orientieren.

In Holzbauwerken wird weiters empfohlen, eine zusätzliche, einfache Abdichtungsebene unter dem Fußbodenaufbau direkt auf der KLH®-Deckenplatte aufzubringen. Die Abdichtungsebene sollte mit allseitigem seitlichem Wandhochzug ausgeführt werden und eine Entwässerungsmöglichkeit in den Installationsschacht haben. Im Falle eines Rohrbruchs kann damit der Wasserschaden frühzeitig erkannt und eine Beeinträchtigung des Gebäudes verhindert werden.

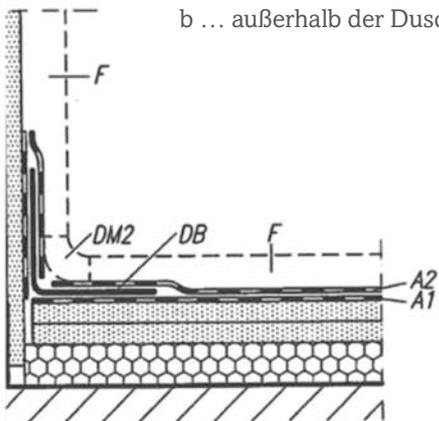
FEUCHTESCHUTZ



a ... unter Duschtassen mit durchlaufender Flächenabdichtung unter und hinter der Duschtasse

- A1/A2 ... 1. und 2. Abdichtung
- DB ..... Dichtband
- DM ..... Dichtmasse
- F ..... Fliesenbelag, sofern an der Wand vorhanden

Abb. 11 - Die Eckausbildung und Abdichtung im Spritzwasserbereich. Die Abdichtung „F“ muss hinter den Fliesen fortgeführt werden. [7.12]



b ... außerhalb der Duschtasse im übrigen Bad

Abb. 12 - Die Abdichtung im nicht mit Spritzwasser belasteten Bereich. Auf eine zusätzliche Abdichtung wandseitig kann verzichtet werden. [7.12]

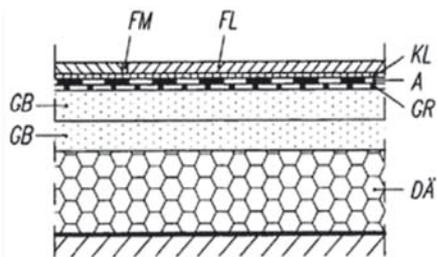


Abb. 13 - Fußbodenaufbau und Abdichtung in der Fläche [7.12]

- FL ... Fliese
- FM ... Fugenmörtel
- KL ... Kleber, hydraulisch erhärteter Dünnbettmörtel
- A ..... vollflächige Absperrung, modifizierte Kunststoffdispersion
- GR ... Grundierung, sofern vom Klebstoffhersteller gefordert
- GB ... Gipsbauplatten, Gipskarton oder Gipsfaser, Zulassung beachten
- DÄ ... Dämmschicht

FEUCHTESCHUTZ

Nachfolgend einige Beispiele zur Veranschaulichung des Spritzwasserbereichs nach „Merkblatt für Bäder und Feuchträume im Holzbau und Trockenbau“, Info- Dienst Holz. Auf den grau markierten Flächen ist mit einer Abdichtung nach Abb. 11 bis 13 zu arbeiten.

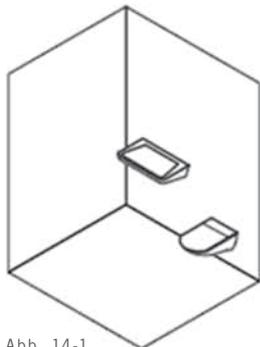


Abb. 14-1  
Gäste WC

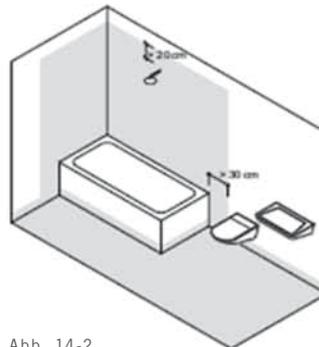


Abb. 14-2  
Häusliches Bad mit Badewanne als  
Dusche

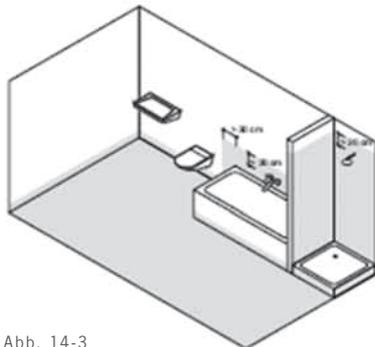


Abb. 14-3  
Häusliches Bad mit Wanne ohne Dusch-  
nutzung und Dusche

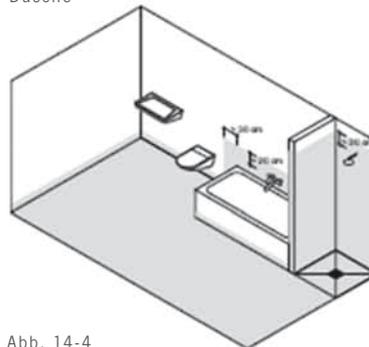


Abb. 14-4  
Häusliches Bad mit Wanne ohne Dusch-  
nutzung und planmäßig genutztem Boden-  
ablauf im Duschbereich

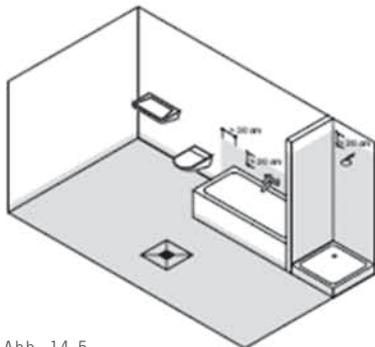


Abb. 14-5  
Häusliches Bad mit Wanne ohne Dusch-  
nutzung und nicht planmäßig genutztem  
Bodenablauf

keine oder geringe Beanspruchung  
durch Spritzwasser,  
Beanspruchungsklasse 0 

mäßige Beanspruchung durch  
Spritzwasser (Spritzwasserbereich),  
Beanspruchungsklasse A01, A02 

Abb. 14 - Spritzwassergefährdete Bereiche im Bad

---

## SCHALLSCHUTZ

---

### 4.3 SCHIMMELBILDUNG

Schimmelpilze und deren Sporen sind ein natürlicher Teil unserer Umwelt und daher auch in Innenräumen vorhanden. Sie gedeihen auf einer Vielzahl von Materialien und in einem breit gefächerten Temperaturbereich. Feuchtigkeit – insbesondere Materialfeuchte an der Oberfläche – spielt dabei eine entscheidende Rolle.

Meist ist die angesprochene Feuchtigkeit auf bauliche Mängel (beispielsweise Wärmebrücken oder offene Fugen in Bauteilen) und Schadensereignisse (Wasserrohrbruch, mangelhafte Anschlussfugen in Bädern) sowie auf unzureichende Lüftung und Hygienemängel zurückzuführen.

Schimmelpilze zerstören die Bausubstanz nicht – sie benötigen diese einerseits als für das Wachstum geeignetes Trägermaterial und andererseits deren Inhaltsstoffe als mögliche Nahrung. Da sie sich in einem wie bereits erwähnten breiten Temperaturbereich entwickeln können, ist nicht nur die innenseitige Oberflächentemperatur

entscheidend, sondern auch die vorherrschende relative Luftfeuchte. Die Wissenschaft hat dafür den Grenzwert auf 12,5 °C Oberflächentemperatur als Grenztemperatur für Schimmelwachstum festgelegt. Nimmt man die herkömmlichen Bedingungen von 20 °C Temperatur und 50% relativer Luftfeuchte im Innenraum, dann liegen bei den 12,5 °C-Isothermen 85% Luftfeuchte an. Diese 85% relative Luftfeuchte sind in der Regel gerade nicht ausreichend für das Wachstum von Schimmelpilzen – unabhängig vom Baustoff.

Der Baustoff Holz hat aufgrund seiner Hygroskopizität und seiner Inhaltsstoffe eine größere Feuchtetoleranz als mineralische Baustoffe. Durch schichtenweise Wandaufbauten und die Möglichkeit der Feuchtespeicherung von KLH®-Massivholzplatten ergeben sich ein wesentliches Sicherheitspotential und damit die erhöhte hygrometrische Anwendungstoleranz von Aufbauten mit KLH®-Massivholzplatten.

## 05 SCHALLSCHUTZ

### 5.1 AKTUELLE ENTWICKLUNG IM BEREICH DER NORMUNG

Im Zuge der Harmonisierung von Normen in der EU wurden die Mess- und Berechnungsverfahren der Schallkennwerte von Bauteilen und Gebäuden vereinheitlicht.

Die Absicht ist die Zerlegung des Gebäudes in seine einzelnen Bauteile (beispielsweise Wand, Decke, Fenster...) und

die exakte Bestimmung der Schalldämmeigenschaften dieser Bauteile im Labor. Daraus resultiert ein Prüfzeugnis, das nur noch ganzzahlige Werte enthält, die frei von Einflüssen der Schallnebenwege (Flankenübertragung) sind.

## SCHALLSCHUTZ

Waren früher in den Prüfzeugnissen  $R'$ - und  $L'$ - Werte angegeben, so findet man diese in neueren Prüfzeugnissen nicht mehr. Der kleine Unterschied zwischen „alt“ und „neu“ liegt im „Index- Strich“. Diese Unterscheidung gibt an, ob der Wert mit oder ohne Flankenübertragung ermittelt wurde. Abb. 16 zeigt schematisch die möglichen Ausbreitungswege des Luft- und Trittschalls.

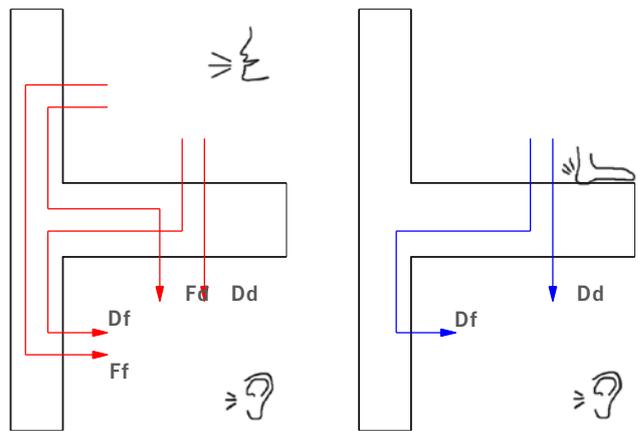


Abb. 16 - Luftschall- und Trittschallübertragungswege zwischen benachbarten Räumen [7.13]

In einem zweiten Schritt wird die Koppelungssituation zwischen trennendem Bauteil und den daran anschließenden Nebenbauteilen analysiert, und soweit wie möglich rechnerisch bewertet. Aus der getrennten Betrachtung von Bauteilen und Schallnebenwegen können nun auch – wenn notwendig – Verbesserungsmaßnahmen abgeleitet werden. Ist beispielsweise die Dämmung des Schalls über die Flanken zu gering, dann macht es keinen Sinn, das Trennbauteil selbst zu verbessern. Eine bewährte Möglichkeit zur Verbesserung der Flankensituation ist der Einbau von elastischen Zwischenschichten zwischen KLH® Wand- und Deckenbauteilen. Abb. 17 zeigt eine Kombination von Produkten verschiedener Hersteller. In Abhängigkeit von den gewählten Fußboden- und Wandaufbauten sind die Lager entweder unter oder über der Decke einzubauen um eine bestmögliche Dämpfung der Stoßstelle zu erreichen. Im Zuge der Planung ist bereits zu entscheiden, ob die Knotenpunkte mit oder ohne elastische Lager ausgebildet werden.



Abb. 17 - Lager von Getzner (rot unten) und Trelleborg (schwarz oben) als mögliche Verbesserung der Flanke [7.7]

---

## SCHALLSCHUTZ

---

Im dritten Schritt werden nun beide Einzelteile energetisch wieder addiert. Das Ergebnis ist dann der zu erwartende Schallschutz im Objekt. Der Trittschall auf der Baustelle  $L'_n$  ergibt sich dann z.B. aus der energetischen Addition von „ $D_d$ “ und „ $D_f$ “ (vgl. Abb. 16).

$$L'_n = 10 \log \left( 10^{(L_n/10)} + 10^{(L_{n,Df}/10)} \right) [\text{dB}]$$

$L'_n$  Trittschallpegel inklusive Nebenwege

$L_n$  Trittschallpegel des Bauteils im Labor gemessen

$L_{n,Df}$  Trittschallpegel über die Flanke

Davor wurden – insbesondere im deutschsprachigen Raum – die Schalldämmeigenschaften von Bauteilen

sehr oft an Versuchsbauten ermittelt. Dabei wurden die geplanten Wand- und Deckenaufbauten gemeinsam mit den bauüblichen Schallnebenwegen im Prüfstand aufgebaut und in weiterer Folge Schallmessungen durchgeführt. Dies führte zu „Mischergebnissen“ aus direkter Schallübertragung (Bauteil) und den im Prüfstand vorhandenen Nebenwegen. Die daraus resultierenden Ergebnisse waren für Planer insofern anwendbar, sofern die aktuelle Bausituation mit jener im Labor vergleichbar war. Die getrennte Betrachtung von Bauteil und Flanke kann daher als Hilfsmittel für Planer angesehen werden, um auch mit leichten Bauteilen geforderte Schallschutzwerte zu erreichen.

### 5.2 SCHALLSCHUTZ IN BEZUG AUF KLH®-MASSIVHOLZPLATTEN

Umweltlärm und stetig zunehmender Stress in der Arbeitswelt führen dazu, dass es immer wichtiger wird, die notwendige Ruhe und Entspannung in den eigenen vier Wänden zu finden. Die höchsten Ansprüche an den Schallschutz bestehen an Bauteile, die fremde Wohnräume voneinander trennen.

Um diesen hohen Anforderungen gerecht zu werden, wird in aller Regel laut Stand der Technik eine zweite Schale ausgeführt. Auch der klassische Massivbau muss, um die erforderlichen Werte zu erreichen, auf diese Art der Konstruktion zurückgreifen, da eine Erhöhung der Massen oft nicht mehr den nötigen Effekt aufweist. Eine zweischalige Trennwand mit KLH®-Massivholzplatten ausgeführt ist demnach genauso leistungsfähig wie zweischalige Lösungen aus dem klassischen Massivbau. Die Aufbauten sind von der Bauteildicke vergleichbar, bzgl. des Gewichtes ist der Massivholzbau allerdings um das Fünffache leichter (Gewichtsreduktion um Faktor 5).

Grundvoraussetzung ist eine sorgfältige Planung der Details, das Wissen um die Zusammenhänge des Schall-

schutzes und eine fachgerechte Umsetzung des Schallschutzkonzeptes auf der Baustelle. Eine weitere Möglichkeit zur Ausführung leistungsfähiger Bauteile besteht in der Kombination von KLH®-Massivholzplatten mit Elementen aus dem Trockenbau oder Leichtbau. Trotz der fehlenden Masse werden über innere Materialdämpfung und Weichheit der Komponenten (beispielsweise durch Vorsatzschalen) gleichwertige oder sogar bessere Werte erreicht als im mineralischen Massivbau.

Seit nunmehr weit über einem Jahrzehnt forscht und entwickelt die KLH Massivholz GmbH gemeinsam mit europaweit anerkannten Instituten, um den Schallschutz von KLH®-Konstruktionen kontinuierlich zu verbessern. Seit mehreren Jahren verfügt das Unternehmen über eigene Wand- und Deckenprüfstände und die erforderliche Ausrüstung, um ihren Kunden individuell und rasch entsprechende Problemlösungen anzubieten.

## SCHALLSCHUTZ

Grundsätzlich gliedert sich die Akustik in zwei wesentliche Teilbereiche

- die Raumakustik (Hörsamkeit im Raum)
- die Bauakustik (Schalldämmung zwischen einzelnen Räumen)

Der Schallschutz von Raum zu Raum spielt eine sehr wichtige Rolle. Kommt es zu einem Planungsfehler in der Raumakustik, wirkt sich dieser zwar unangenehm aus, das Problem kann aber in der Regel meist relativ kosten-

günstig behoben werden. Tritt der Planungsfehler jedoch auf dem Gebiet der Bauakustik auf (Übertragung von Luft- und Trittschall), sind Verbesserungsmaßnahmen meist mit sehr hohen Kosten verbunden.



Abb. 18 - Sanierungsmaßnahme an einer zweischaligen Porenbetonsteinwand mit einem doppelseitigen Sägeblatt an einem 5 Meter langen Schwert [7.14]



Die Schallübertragung erfolgt vertikal, horizontal aber auch diagonal. Der Schall, der sich durch einen Bauteil (festen Körper) hindurch bewegt wird als Körperschall bezeichnet und unterscheidet sich in seiner Komplexität erheblich vom Luftschall wie er in der Raumakustik vorkommt. Obwohl es sich letztendlich immer um die Übertragung von Körperschall handelt, wird beim Schallschutz in Gebäuden zwischen Luft- und Trittschall unterschieden. Der Unterschied hierbei liegt in der Bauteilanregung.



Abb. 19 - Kugellautsprecher, wie er bei der Bestimmung der Luftschalldämmung verwendet wird [7.14]

## SCHALLSCHUTZ

Sowohl die Luftschallübertragung als auch der Trittschallpegel im Empfangsraum werden maßgeblich beeinflusst durch

- Gewicht des Bauteiles je m<sup>2</sup>
- Innere Dämpfung des Bauteils
- Schalenabstand bei mehrschaligen Aufbauten
- Die dynamische Steifigkeit der Trennlage bei mehrschaligen Aufbauten (beispielsweise Trittschalldämmung zwischen Estrich und KLH®-Massivholzplatte)
- Biegeweichheit im Sinne der Bauakustik
- Minimierung der Schallübertragung durch Kontaktflächen und Befestigungsmittel



Abb. 20 - Norm- Trittschallhammerwerk, wie es bei der Bestimmung des Trittschallpegels verwendet wird [7.14]

Moderne Rechenprogramme und eine Vielzahl von Bauteilmessungen erleichtern die Bestimmung der bauakustischen Eigenschaften von Bauteilen. Zur Erfüllung der Schallschutzanforderungen an eine Konstruktion reicht es jedoch nicht aus, lediglich die Eigenschaften der trennenden Bauteile zu bestimmen sondern auch den Einfluss der Schallnebenwege zu betrachten. Je leistungsfähiger der trennende Hauptbauteil, umso stärker wird der

Einfluss der Schallnebenwege. Je nach Art der Anregung nimmt die Schallenergie verschiedene Wege – ähnlich wie beim elektrischen Strom sucht auch der Schall den Weg des geringsten Widerstandes. In diesem Zusammenhang ist es bereits bei der Planung wichtig, nicht nur den trennenden Bauteil zu verbessern sondern insbesondere die Flankenwege zu berücksichtigen.

Dem Planer stehen nachfolgende 3 Werkzeuge zur Verfügung

- Konstruktive Trennung von Bauteilen (durchlaufende Decken sind beispielsweise zu vermeiden)
- Teilweise Entkoppelung über weich federnde Zwischenlagen
- Abschirmung (Vorsatzschalungen erschweren das Ein- oder Austreten von Schallenergie)

Die dritte Maßnahme ist hierbei wohl die effektivste Maßnahme, da sie nicht nur hinsichtlich des Schallschutzes eine Verbesserung bringt, sondern gleichzeitig auch den Brandschutz erhöht und eine neutrale Oberfläche liefert.

## 06 BRANDSCHUTZ

### 6.1 BRENNBARKEIT DER KLH®-MASSIVHOLZPLATTE

Das Brandverhalten der KLH®-Massivholzplatte ist in der Europäischen Technischen Zulassung ETA-06/0138 mit D-s2, d0 definiert und entspricht somit der Brennbarkeit von Vollholz.

#### BRANDVERHALTEN

Klasse	Eigenschaft
A1	nicht brennbar
A2	quasi nicht brennbar
B, C, D	Brennbarkeit zunehmend
E	Mindestanforderung als Baustoff
F	als Baustoff nicht zugelassen

#### RAUCHENTWICKLUNG

Code	Eigenschaft
s 1	schwache Qualmbildung
s 2	mittlere Qualmbildung
s 3	starke Qualmbildung

#### BRENNENDES ABTROPFEN / ABFALLEN

Code	Eigenschaft
d 0	kein brennendes Abtropfen / Abfallen
d 1	kurzzeitiges brennendes Abtropfen / Abfallen
d 2	anhaltendes brennendes Abtropfen / Abfallen

Durch den Einsatz von Brandschutzanstrichen kann das Brandverhalten von KLH®-Massivholzplatten von D-s2, d0 beispielsweise auf C-s2, d0 oder sogar B-s1, d0 verbessert werden. Es ist dabei unbedingt zu beachten, ob es sich um eine Anwendung des Anstriches im Innen- oder im Außenbereich handelt, da Anstriche im Außenbereich eine zusätzliche UV- Beständigkeit benötigen.

### 6.2 BRANDWIDERSTAND – KRITERIEN „R“, „E“ UND „I“

#### Nachweis der Tragfähigkeit – Kriterium „R“

Der Nachweis der Tragfähigkeit ist für jeden Bauteil im Rahmen einer statischen Berechnung zu führen. In der Europäischen Technischen Zulassung ETA-06/0138 sind die Abbrandraten für KLH®-Massivholzplatten genau definiert. Auf dieser Basis wird der Nachweis der Tragfähigkeit im Brandfall gemäß Eurocode 5 geführt.

---

## BRANDSCHUTZ

---

Wird die Oberfläche von KLH®-Massivholzplatten durch Beplankungen mit z.B. Gipskarton – Feuerschutzplatten anfänglich vor Brandeinwirkung geschützt, dürfen die Versagenszeiten der Beplankungen bei der Bemessung berücksichtigt werden. Mit Hilfe von mehrschichtigen KLH®-Massivholzplatten können durchaus Bauteile mit hohem Brandwiderstand ausgeführt und die Nachweise für beispielsweise R90 oder R120 geführt werden.

5 – lagige KLH®-Massivholzplatten erreichen meist ohne jegliche Zusatzmaßnahme R60 oder bei entsprechenden Plattenstärken auch R90 – auf diese Art und Weise lassen sich auch sichtbare Konstruktionen mit hohem Brandwiderstand realisieren. Eine weitere Erhöhung erreicht man entweder durch eine Erhöhung der Plattenstärken und/oder Anzahl der Lagen und/oder durch entsprechende Beplankung.

Um die Wirtschaftlichkeit zu erhöhen oder aber auch die Schlankheit von Bauteilen zu erhalten, wird bei Wandbauteilen sehr oft mit einer 3-lagigen KLH®-Massivholzplatte (max. R30) und zusätzlicher Beplankung gearbeitet.

Zu beachten ist, dass bei tragenden Innenwänden meist mit einem beidseitigen Abbrand zu rechnen ist. Ein weiteres Augenmerk gilt den Pfeilern zwischen Fenster und Türen bei Außenwänden.

### **Nachweis des Raumabschlusses – Kriterium „E“**

Das Kriterium der Rauchdichtigkeit gilt als erfüllt, wenn nach dem Brandangriff ein entsprechend dicker und dichter Restquerschnitt mit zumindest einer unversehrten Klebefuge vorhanden ist.

### **Nachweis der Wärmedämmung – Kriterium „I“**

Das Kriterium Wärmedämmung spielt bei Konstruktionen aus KLH®-Massivholzplatten eine untergeordnete Rolle, da es bereits bei einer Restplattenstärke von wenigen cm als erfüllt gilt.

---

## LITERATURVERZEICHNIS

---

### 07 LITERATURVERZEICHNIS

- |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>[7.1] <a href="http://www.luftdicht.de/luftdicht_in_enev2009.htm">http://www.luftdicht.de/luftdicht_in_enev2009.htm</a></p> <p>[7.2] OIB- Richtlinie 6, April 2007, 7.2.1 f., Seite 7</p> <p>[7.3] IBO- österreichisches Institut für Baubiologie und-ökologie, Passivhaus Bauteilkatalog, Springer Wien New York, 2008]</p> <p>[7.4] 5. Grazer Holzbau-Fachtagung - 5. GraHFT'06 – Tagungsband Kapitel L:<br/>Forschung an der TU Graz – Bauphysikalische Aspekte für den Holz-Massivbau mit BSP<br/>DI Heinz Ferk, Leiter des Labors für Bauphysik im Bautechnikzentrum der TU Graz</p> <p>[7.5] ÖNORM EN 12524 Baustoffe und -produkte - Wärme- und feuchteschutztechnische Eigenschaften - Tabellierte Bemessungswerte, Ausgabedatum: 2000-09-01</p> <p>[7.6] ÖNORM B 3012, Holzarten - Kennwerte zu den Benennungen und Kurzzeichen der OENORM EN 13556, Ausgabedatum: 2003-12-01</p> <p>[7.7] BSPHandbuch – Kapitel F: Bauphysik – Hochbau – Leitdetails Holz-Massivbauweise in Brettsperrholz – Nachweise auf Basis des neuen europäischen Normenkonzepts Technische Universität Graz – holz.bau forschungs gmbh – Karlsruher Institut für Technologie – Technische Universität München – Eidgenössische Technische Hochschule Zürich</p> | <p>[7.8] Bednar T., Vortragsreihe Sommerlicher Wärmeschutz, MHC Linz, 2010</p> <p>[7.9] ÖNORM B 1995- 1- 1, 15.08.2010</p> <p>[7.10] ETA- 06/0138 der KLH Massivholz GmbH</p> <p>[7.11] Borsch- Laaks R., Holzbau die neue Quadriga 5/2003, "Jenseits von Glaser"</p> <p>[7.12] Informationsdienst Holz, Holzbau Handbuch, Reihe 3, Teil 2, Folge 1: "Naßbereich in Bädern"</p> <p>[7.13] Teibinger M., Dolezal F., Matzinger I., Deckenkonstruktionen für den Mehrgeschossigen Holzbau Schall- und Brandschutz, Detailkatalog, Band 20 der HFA- Schriftenreihe, 1. Auflage Mai 2009</p> <p>[7.14] H. Baumgartner, R. Kurz; Schadensfreies Bauen, Hrsg. G. Zimmermann, Fraunhofer IRB Verlag, 2003, Seite 126</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|











**KLH MASSIVHOLZ GMBH**

Gewerbestraße 4 | 8842 Teufenbach-Katsch | Austria

Tel +43 (0)3588 8835 0 | Fax +43 (0)3588 8835 20

[office@klh.at](mailto:office@klh.at) | [www.klh.at](http://www.klh.at)



Aus Liebe zur Natur



Gedruckt auf umweltfreundlichem Papier