CLT by Stora Enso

Bauphysik

THE RENEWABLE MATERIALS COMPANY

storaenso

Stora Enso Wood Products

Building Solutions

© Stora Enso 2020
Alle Rechte vorbehalten
Version 06.2021

Inhaltsverzeichnis

Wärmeschutz **4**
U-Wert einer CLT-Platte 6
U-Wert einer gedämmten CLT-Platte 8
U-value comparisons 10

Luftdichtheit **14**
Einleitung 16
Relevanz der Luftdichtheit und Winddichtheit 16
Vorteile von CLT hinsichtlich der Luftdichtheit 18
Technische Aspekte der Luftdichtheit 18
Ausführungen und Detailanschlüsse 18
Zusammenfassung 29
Literatur 29

Feuchte **30**
Einleitung 32
Gründe für den Feuchteschutz 33
Diffusion 33
Diffusionswiderstandszahl und s_d-Wert 33
Gutachten der Holzforschung Austria 34
Bedeutung der Feuchte und Diffusion für CLT 36
Quellen 36

Bauteilaufbauten **38**
Außenwände 40
Innenwände 98
Trennnwände 120
Deckenelement 154
Dächer 166

3

Feuchte

Feuchte

Einleitung **32**
Gründe für den Feuchteschutz **33**
Nutzbarkeit der Räume 33
Wärmeschutz der Bauwerke 33
Erhaltung der Bausubstanz 33
Diffusion **33**
Diffusionswiderstandszahl und s_d-Wert **33**
Diffusionswiderstandszahl 33
s_d-Wert 33
Gutachten der Holzforschung Austria **34**
Bedeutung der Feuchte und Diffusion für CLT **36**
Quellen **36**

Einleitung

Bauwerksteile und Gebäude werden nicht nur thermisch, sondern auch hygrisch belastet. Nach Fertigstellung der Gebäude ist oftmals in den Bauteilen noch eine erhebliche Baufeuchte enthalten.

Vorteilhaft erweist sich daher die Verwendung von CLT, da mit diesem Produkt weitestgehend trockene Aufbauten erzielt werden können.

Die Bauteile müssen ausreichend vor Feuchte jeglicher Art geschützt werden. Ein übermäßiger Feuchtegehalt **kann zur Verminderung der Festigkeit und Wärmedämmung führen**. Jedoch benötigt Holz eine Mindestfeuchte (vor allem Sichtplatten) um z. B. Trocknungsrisse zu reduzieren.

In Abbildung 1 ist dargestellt, vor welchen Feuchteeinwirkungen ein Bauwerk geschützt werden muss.

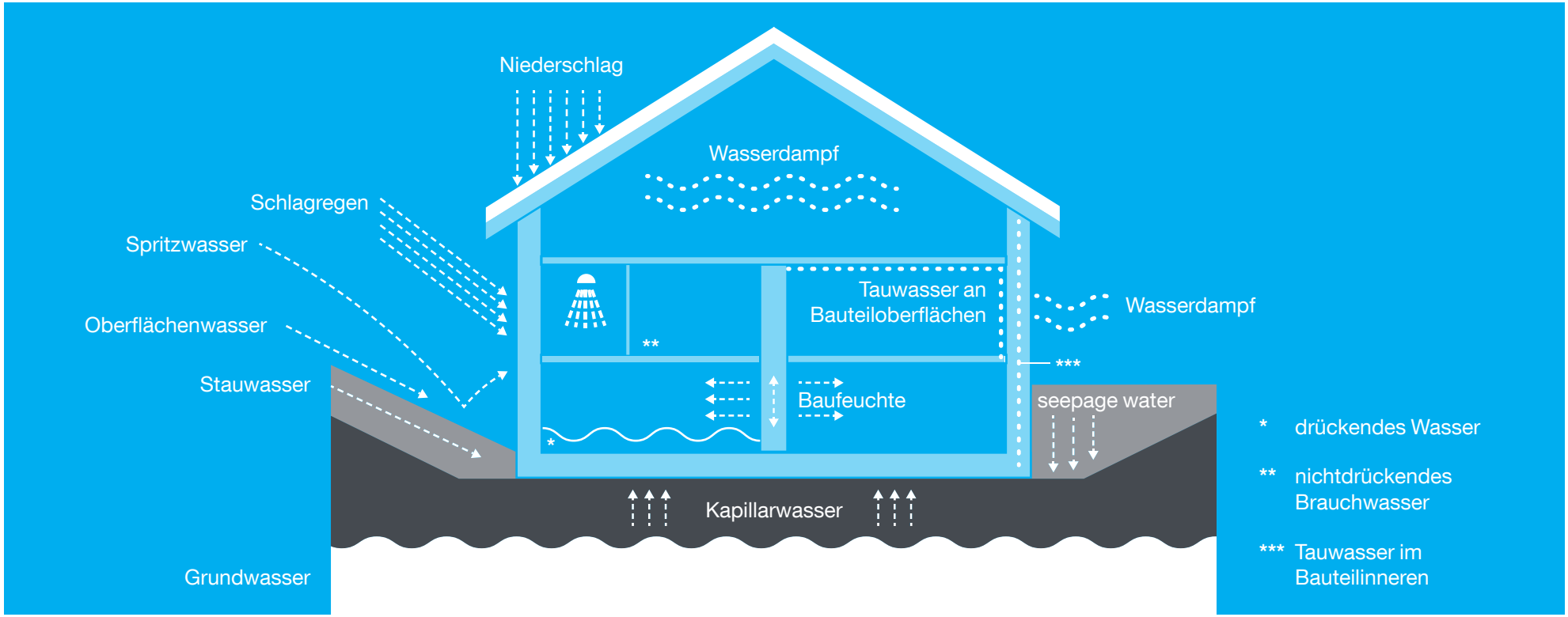


Abb. 1: Typische Feuchtebelastungen eines Gebäudes (Fischer et al., 2008)

Da bei CLT-Platten die Tragstruktur und die Dämmebene voneinander getrennt sind, kann die Konstruktion auch statisch und bauphysikalisch getrennt betrachtet werden. Das bedeutet: Bei Kondensatbildung in der Konstruktion kommt es somit zu keiner Beeinträchtigung der tragenden CLT-Elemente durch Wassertröpfchen, die sich in der Dämmung bilden, da die Dämmebene vom CLT abgetrennt ist. In Holzrahmenbau-Konstruktionen können jedoch tragende Rippen durch Tröpfchenbildung beeinträchtigt werden, da der gesamte Oberflächenbereich der Rippen in direktem Kontakt mit der Dämmschicht ist und dadurch die Gefahr von Durchfeuchtung besteht. CLT hat den weiteren Vorteil, dass neben der Tragstruktur auch eine bedeutend höhere speicherwirksame Masse gegenüber anderen Holz-Bausystemen gegeben ist. CLT-Platten an sich sind bereits ab einem 3-schichtigen Aufbau luftdicht.

Gründe für den Feuchteschutz

Für die Besitzer und Nutzer von Bauwerken ist ein Feuchteschutz aus folgenden Gründen notwendig oder sinnvoll:

1. Nutzbarkeit der Räume

Räume erfordern ein eng definiertes Raumklima, deshalb sind unkontrollierte Feuchteeinträge zu vermeiden. Feuchte Baustoffe können Quellen für Keime und Geruchsstoffe sein.

2. Wärmeschutz der Bauwerke

Durch erhöhte Feuchte im Bauwerk steigt der Energieaufwand zur Beheizung eines Gebäudes, da die Wärmeleitfähigkeit der Baustoffe zunimmt. Aber auch bei der Abführung von feuchter Raumluft und verdunsteten Wassermengen steigt der Energieverbrauch.

3. Erhaltung der Bausubstanz

Wesentlich für die Erhaltung der Bausubstanz ist die Eindämmung unkontrollierter Feuchteeinwirkung auf ein Bauwerk. Die meisten Bauschäden sind auf den Einfluss von Wasser zurückzuführen.

Diffusion

„Diffusion“ ist das Wandern einzelner sehr kleiner Teilchen (Atome, Ionen, kleine Moleküle), verursacht durch die thermische Eigenbeweglichkeit (Brown’sche Molekularbewegung) dieser kleinen Teilchen.

Entsprechend dem Wärmestrom strömt auch der Wasserdampf:

- entsprechend dem Temperaturgefälle von warm nach kalt
- oder entsprechend der relativen Feuchtigkeit von feucht zu trocken.

Dieser Diffusionsstrom findet in der Luft, aber auch in porösen Bauteilen mit Lufteinschlüssen statt. Je dichter ein Bauteil, desto höher ist der Diffusionswiderstand. Feuchte Stoffe sind diffusionsdurchlässiger.

Diffusionswiderstandszahl und s_d-Wert

1. Diffusionswiderstandszahl

Als Maß für die Dichtigkeit eines Baustoffgefüges gegen diffundierende Wassermoleküle wird die Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl μ benützt. μ ist eine dimensionslose Größe die angibt, um welchen Faktor sich der Diffusionswiderstand eines Baustoffes im Vergleich zum Bezugswert erhöht. Als Bezugswert wird Luft angesetzt, weil diese dem Wasserdampf in der Praxis den geringsten Widerstand entgegensetzt (μ = 1).

Als wasserdampfundurchlässig können nur Gläser und Metalle angesehen werden, alle anderen Baustoffe sind wasserdampfdurchlässig, auch wenn der Diffusionswiderstand sehr groß sein kann.

2. s_d-Wert

Um die Dichtigkeit einer Baustoffschicht, und nicht die eines Materials, gegen Wasserdampfdiffusion zu kennzeichnen, genügt die Angabe der Diffusionswiderstandszahl μ nicht. Sowohl die Art des Baustoffes als auch die Dicke einer

Schicht sind für das Ausmaß des Widerstandes gegen Wasserdampfdiffusion entscheidend.

Die einfachste Definition, welche den Widerstand einer Baustoffschicht kennzeichnet, ist deshalb das Produkt aus Schichtdicke und Diffusionswiderstandszahl. Daher wird in der Bauphysik der Begriff „äquivalente Luftschichtdicke s_d“ als Maß für den Diffusionswiderstand einer Baustoffschicht verwendet.

$$s_d = \mu * d$$

Der s_d-Wert gibt an, wie dick eine Luftschicht sein muss, um denselben Durchlasswiderstand wie das Bauteil zu haben.

CLT-Platten haben verschiedene Diffusionswiderstände. Diese sind abhängig von den Lamellenstärken und der Anzahl der Lagen und Klebstofffugen.

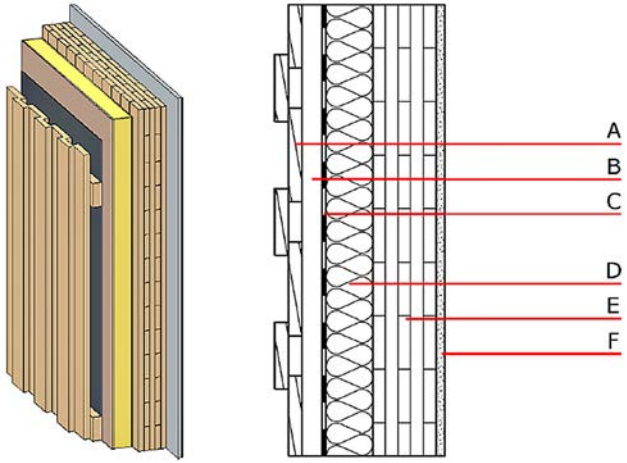
$$\sum s_d = \mu_1 * d_1 + \mu_2 * d_2 + \mu_3 * d_3 + \ldots + \mu_n * d_n$$

Gutachten der Holzforschung Austria

Aus der gutachtlichen Stellungnahme der Holzforschung Austria geht hervor, dass eine 3-schichtige CLT-Platte den gleichen s_d-Wert aufweist wie der eines Fichtenvollholzes gleicher Stärke (+ 26 mm für die Leimfuge bei CLT).

- Abhängigkeit der Materialfeuchte. Der μ-Wert der Leimfuge sinkt bei feuchterem Prüfklima deutlich ab. Es entstehen Porenräume in der Klebstoffschicht und kapillare Kontakte zwischen Hirn- und Längsholz. Hierdurch sind – im Vergleich mit trockenem Klima bei feuchtem Klima – beschleunigte Feuchtetransportvorgänge möglich. Dies ist jedoch vom Kleber und der relativen Luftfeuchtigkeit abhängig.
- Im Vergleich zur Mitte der Konstruktion sollte der s_d-Wert gegen die Oberfläche hin 5–10 m niedriger sein. Siehe unten stehendes Beispiel (Standardwandaufbau mit hinterlüfteter Fassade).

Beispiel: Standardwandaufbau mit hinterlüfteter Fassade



- Gipskartonplatte: s_d = 0,273 m
- CLT: s_d = 3,9 m
- Dämmung: s_d = 0,25 m
- diffusionsoffene Folie: $s_d \leq$ 0,3 m

Baustoffangaben zur Konstruktion – Schichtaufbau
(von außen nach innen, Maße in mm)

	Stärke	Material	Wärmeleitfähigkeit				Brandverhaltensklasse
			λ	λ (min.–max.)	ρ	C	EN
A	20,0		0,150	50	600	1,600	D
B	30,0		0,130	50	500	1,600	D
C							
D	50,0	Holzwolle-Dämmplatte	0,049	2–5	130	1,000	B
E	100,0	verleimtes Massivholz (z. B. 5-schichtiges CLT)	0,130	50	500	1,600	D
F	13,0		0,320	21	1,000	1,100	A2

Der Aufbau wird nach außen hin dichter (vom Brettsperrholz gerechnet), somit ist der Aufbau bauphysikalisch korrekt.

Bedeutung der Feuchte und Diffusion für CLT

CLT-Platten sind ab einem 3-schichtigen Aufbau „luftdicht“ aber nicht dampfdicht. Das heißt, CLT ist diffusionsoffen und die Leimfugen bilden die Dampfbremsen für die Dämmebene. CLT muss genauso wie jedes andere Bausystem vor ständiger Feuchte geschützt werden.

CLT reguliert die Raumluft. Bei erhöhter Raumfeuchte nimmt CLT die Feuchte auf und gibt sie wieder ab, wenn die Luftfeuchte sinkt.

Man kann auch sagen, dass CLT eine feuchtevariable Dampfbremse ist. Im Sommer, bei heißen Temperaturen und feuchter Luft, ist es diffusionsoffener als im Winter, bei Kälte und trockener Luft.

Quellen

Holzforschung Austria
Prüfbericht und gutachtliche Stellungnahme – Diffusionsmessung im Juli 2009

Fischer H., Freymuth H., Häupl P. et al. (2008)
Lehrbuch der Bauphysik; 6. vollständig überarbeitete Auflage;
Vieweg + Teubner Verlag (Wiesbaden)

Häupl P. (2008)
Bauphysik: Klima, Wärme, Feuchte, Schall. Ernst & Sohn Verlag (Berlin)

Riccabona Ch. und Bednar Th. (2008)
Baukonstruktionslehre 4; 7. vollständig überarbeitete Auflage; MANZ Verlag (Wien)