

Wärmeversorgung in hocheffizienten Gebäuden in Holzbauweise: Integration Anlagentechnik

Referent: Dipl.-Ing. Gerrit Horn

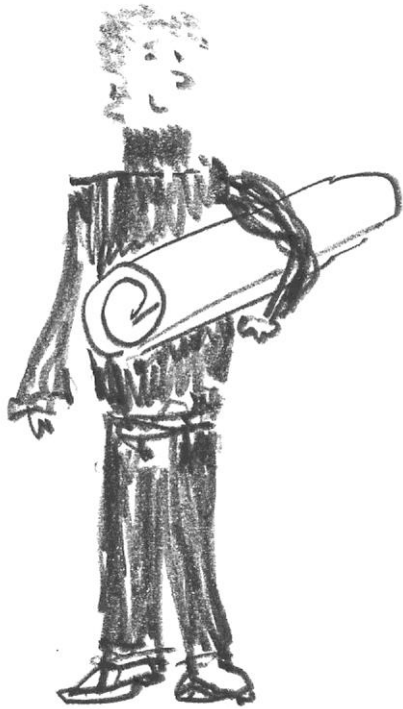
Architekt – Zimmermeister

Inhaber Architektur- und Ingenieurbüro
bau.werk – Energie bewusst gestalten, Kaiserslautern

Inhaber Holzbau Horn, Kaiserslautern

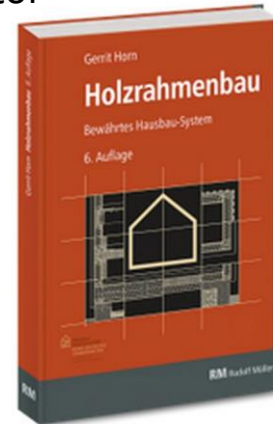
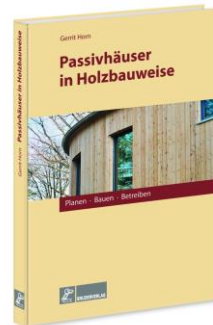
ö.b.u.v. Sachverständiger für das
Zimmererhandwerk (HWK der Pfalz)

Fachbuchautor



ENERGIE
BEWUSST
GESTALTEN

bau.
werk



holzbau horn

Inhalte

1. Was sind „hocheffiziente Gebäude aus Holz“?
2. Heizlast in hocheffizienten Gebäuden
3. Vorfertigung im Holzbau
4. Raummodule für Haustechnik, Bäder und WCs
5. Welche Masse wirkt in Holzgebäuden? – Wie verhalten sich Holzgebäude in den Jahreszeiten Winter und Sommer?

Holzbau ist ganz aktuell!

Timber construction is very up-to-date!

Holzbauquote

Timber construction quota

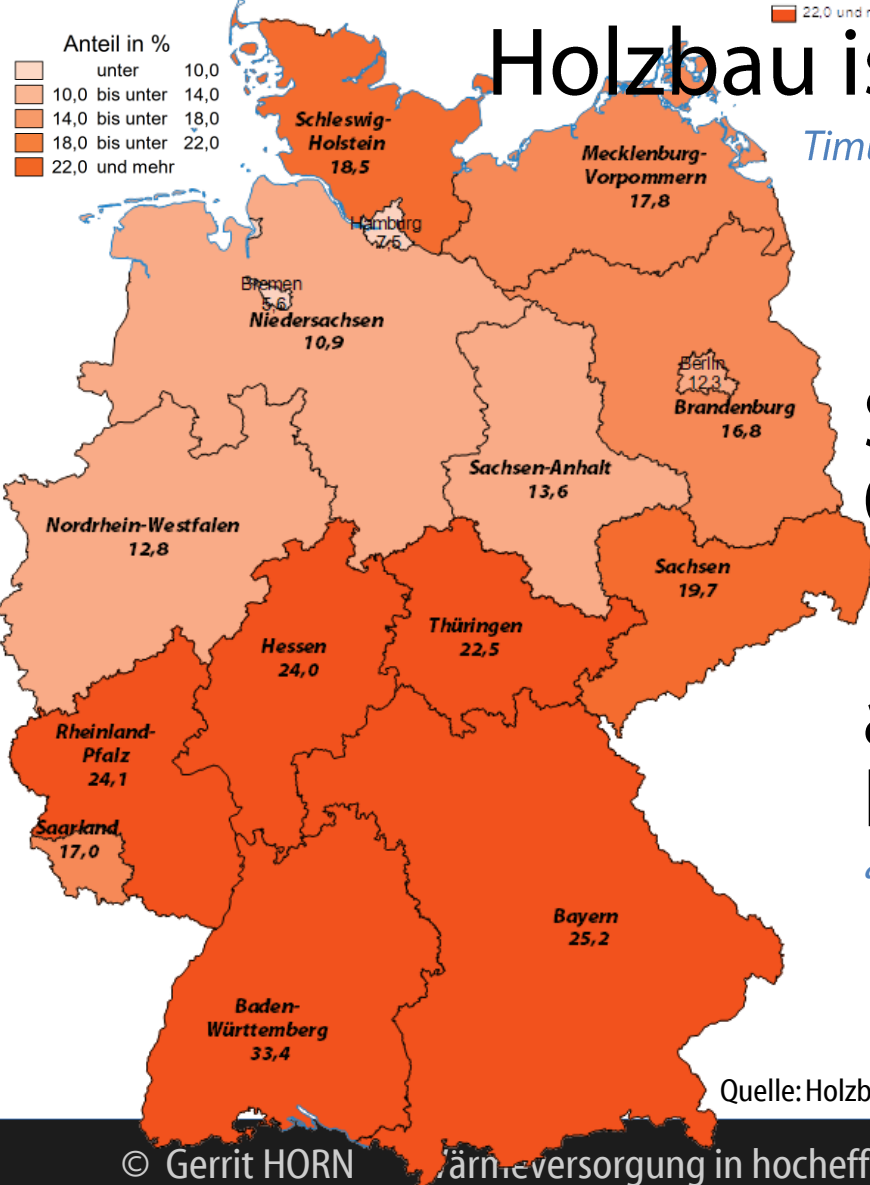
Süd – Nord- Gefälle!

South – North - Slope!

analog Bewaldung

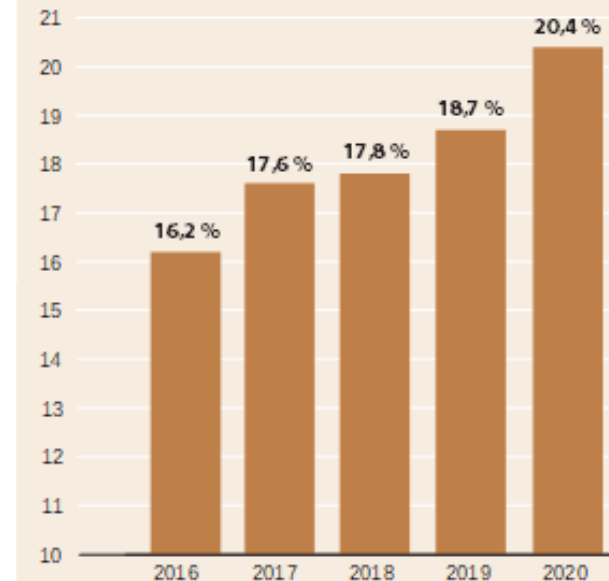
analogous to forestation

- Anteil in %
- unter 10,0
- 10,0 bis unter 14,0
- 14,0 bis unter 18,0
- 18,0 bis unter 22,0
- 22,0 und mehr



Quelle: Holzbau Deutschland

Abb. 2.5
Quoten dergenehmigten Wohngebäude
in Holzbaweise

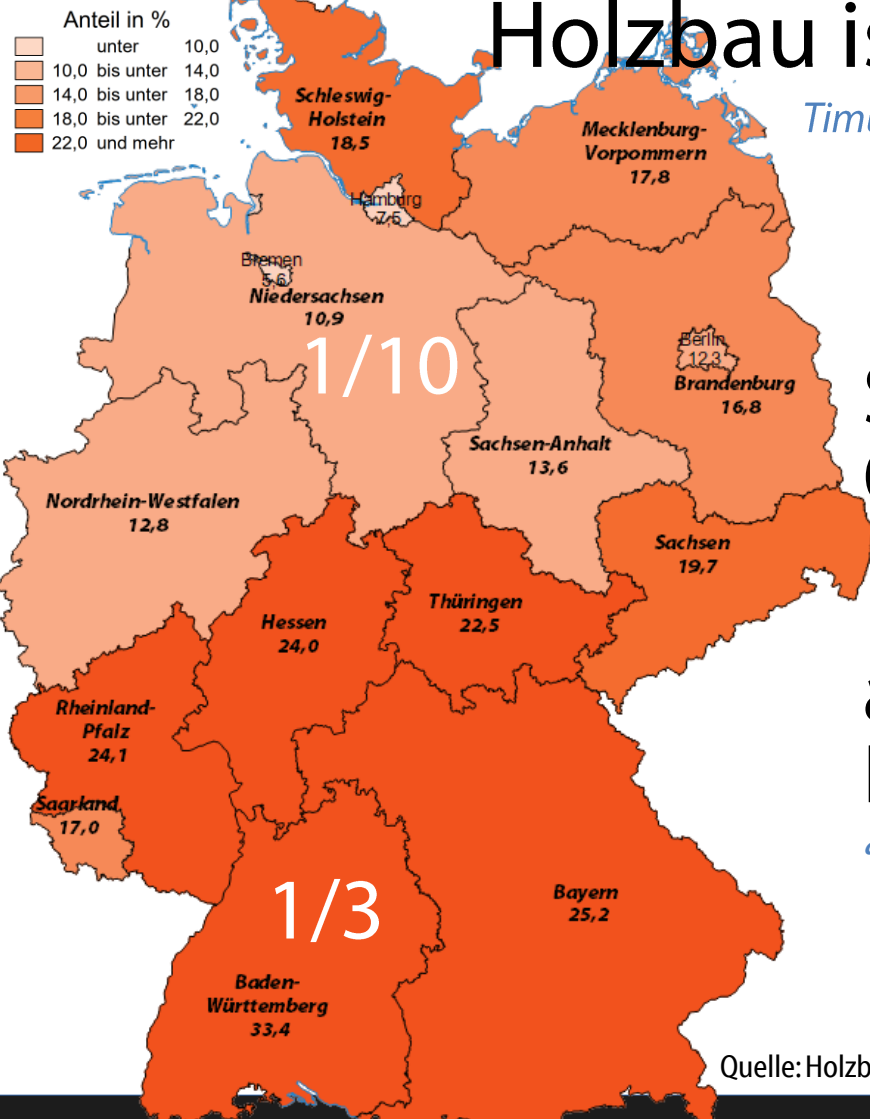


Jahr	2016	2017	2018	2019	2020
Holzbau	20.282	21.018	20.958	22.341	25.408
Gesamt	125.213	119.060	117.897	119.472	124.548

Quelle: Statistisches Bundesamt

Holzbau ist ganz aktuell!

Timber construction is very up-to-date!



Süd – Nord-Gefälle!

South – North - Slope!

analog Bewaldung

analogous to forestation

Quelle: Holzbau Deutschland



- Laubwälder 31%
- Nadelwälder 54%
- Mischwälder 13%

(Wald-Strauch-Übergangsstadien nicht dargestellt: 2%)

Quelle: Bundesamt für Naturschutz 2016 nach Umweltbundesamt 2015; Bundesamt für Kartographie und Geodäsie 2015 (CORINE Land Cover - CLC 2012)
Geobasisdaten: © GeoBasis-DE/BKG 2015
Stand der Daten: 2015

Was sind „hocheffiziente Gebäude aus Holz“?

- U-Werte opake Außenbauteile:
ca. $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ oder weniger!
- ⇒ Holzrahmenbau ⇒ schlanke Bauteile
- Fenster $U_w \leq 0,85 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
 - wärmebrückenfrei konstruiert:
alle $\Psi \leq 0,01 \text{ W}/(\text{mK})$
 - Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung
 - sehr gute Luftdichtheit: $n_{50} \leq 0,6 \text{ 1/h}$



Abb. 1.5: Holzhaus in Tafelbauweise, Konken.
Architektur: bau.werk - Energie bewusst gestalten, Kaiserslautern

Holzrahmenbau versus Holzmassivbau

Timber frame construction versus solid timber construction

Massivholzbau auf dem Vormarsch jedoch:

Solid timber construction on the rise however:

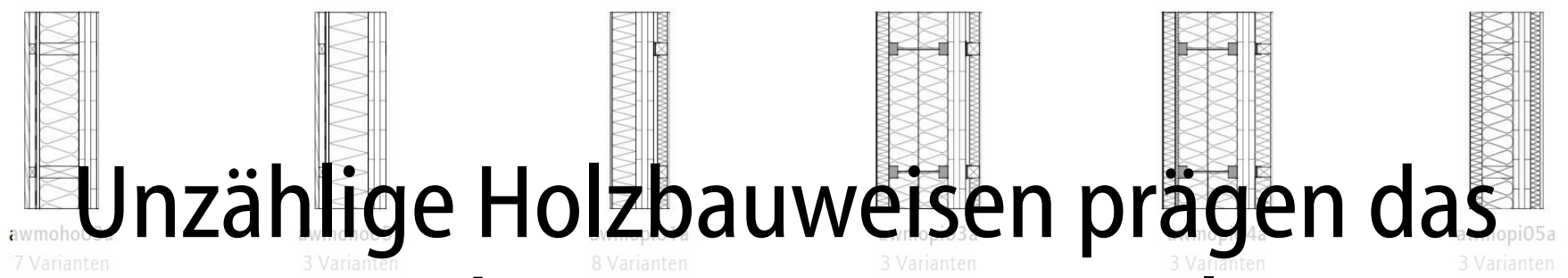
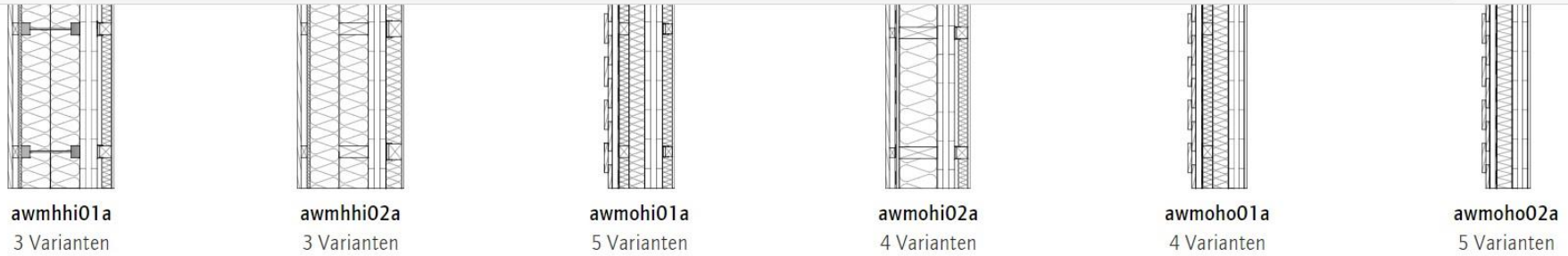
- großer Holzbedarf – Ressource Holz sollte sinnvoll eingesetzt werden
- auch wenn Holz nachwächst

*large demand for wood – wood as a resource should be used sensibly
- even if wood grows back*

- Holzrahmenbau ist bei gleicher Bauteilstärke energieeffizienter!

Timber frame construction is more energy-efficient with the same component thickness!



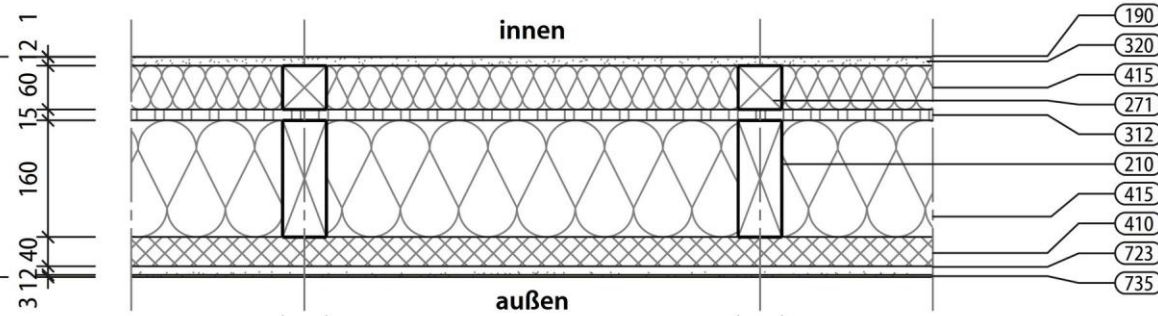


Unzählige Holzbauweisen prägen das moderne Bauen mit Holz

Countless timber construction methods characterize modern building with wood

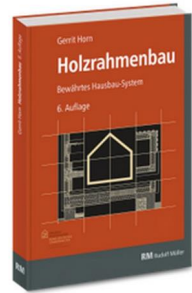
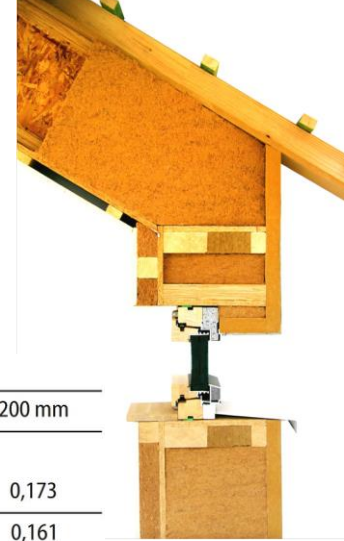


Bauteile → Querverweis zu [dataholz.eu](https://www.dataholz.eu)



Rahmenwerk Vollholz

Framework solid wood



Bauteil-Nr. 4.3.1.6
awropi110a
Außenwand
Rahmenwerk
nicht hinterlüftete Fassade
Putz
mit Installationsebene
einfach beplankt
040

- 190 0,5 mm Oberfläche innen
- 320 12,5 mm Gipsplatte
- 415 60 mm Holzweichfaserdämmung 0,040
- 271 60/60 mm Holzrahmen e=62,5 cm verikal (oder horizontal)
- 312 15 mm OSB-Platte, luftdicht verklebt
- 210 60/160 mm Konstruktionsvollholz e=62,5 cm
- 415 160 mm Holzweichfaserdämmung 0,040
- 410 40 mm Holzfaserdämmung 0,050
- 723 12 mm Mineralischer Außenputz mit Armierungsgewebe
- 735 3 mm Oberputz

Technische Werte

Bei Höhe des Rahmenwerks	120 mm	140 mm	160 mm	180 mm	200 mm
U-Wert in [W/(m² K)] nach DIN EN ISO 6946 bei 20 % Holzanteil und Gefachdämmung $\lambda_B = 0,040$ W/(m K)					
40 mm	0,228	0,211	0,197	0,184	0,173
60 mm	0,208	0,194	0,181	0,170	0,161
80 mm	0,191	0,179	0,168	0,159	0,150
100 mm	0,177	0,166	0,157	0,149	0,141
Spezifische Bauteilmasse in [kg/m²] abhängig von der Dicke der Holzfaserverputzträgerplatte (davon Putz: 27 kg/m²)					
40 mm	86,2	89,2	92,2	95,1	98,1
60 mm	92,0	95,0	98,0	100,9	103,9
80 mm	97,8	100,8	103,8	106,7	109,7
100 mm	103,6	106,6	109,6	112,5	115,5
Gesamtdicke des Bauteils in Abhängigkeit von der Dicke der Holzweichfaserplatte					
40 mm	263 mm	283 mm	303 mm	323 mm	343 mm
60 mm	283 mm	303 mm	323 mm	343 mm	363 mm
80 mm	303 mm	323 mm	343 mm	363 mm	383 mm
100 mm	323 mm	343 mm	363 mm	383 mm	403 mm

Wirksame Wärmespeicherkapazität: bei 3 cm: 14,05 kJ/(m² K) / bei 10 cm: 26,17 kJ/(m² K)

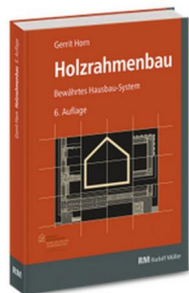
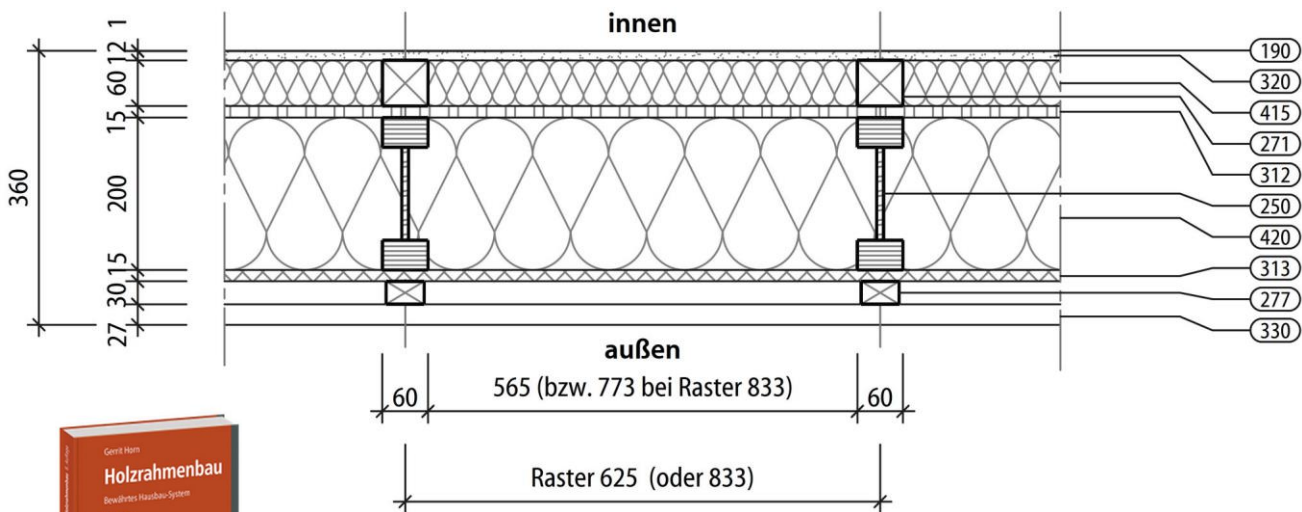
Feuchteschutz nach DIN EN ISO 13788: vollständige Verdunstung von Tauwasser; Oberfläche: Temperaturfaktor $f_{RSI} > 0,75$

Feuerwiderstandsklasse nach DIN 4102-4:2016-05: F 30-B (nach Tab. 10.7 Zeile 13 mit außen mind. 15 mm Putz)

Baustoffklasse der äußeren Decklage (DIN 4102-1) A1

Bewertetes Schalldämm-Maß $R_{w}(C;C_{tr})$ (DIN 4109-33:2016-07)

51 dB (-1;-6) (Tab. 7 Zeile 2 mit 60 mm Holzweichfaser- Putzträgerplatte, mind. 160 mm Rahmenwerk, Inst.-Ebene 45 mm)

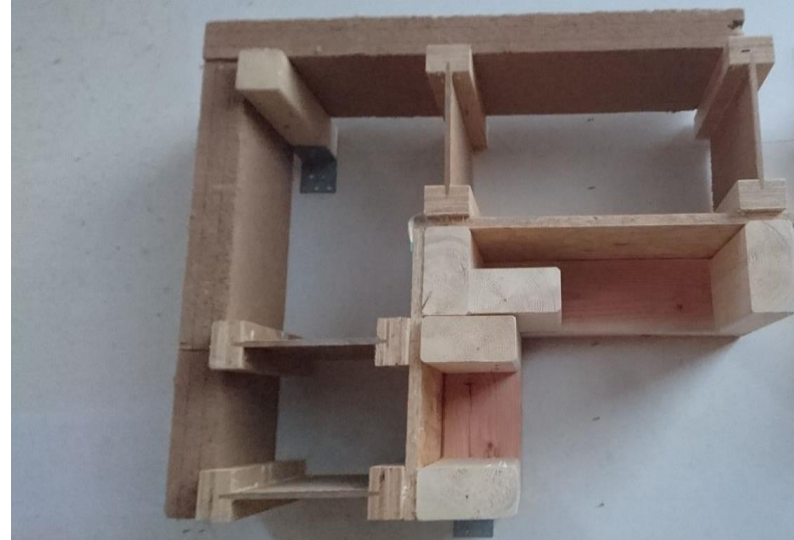


Stegträger *I-Beams*

Bauteil-Nr. 4.3.2.6
awjhh110a
Außenwand
Stegträger
hinterlüftete/belüftete Fassade
Holz / Holzwerkstoffe
mit Installationsebene
einfach beplankt
040

Technische Werte

Bei Höhe des Stegträgers	200 mm	220 mm	240 mm	280 mm	300 mm
U-Wert in [W/(m ² K)] nach DIN EN ISO 6946 bei 20 % Holzanteil und Gefachdämmung $\lambda_B = 0,040$ W/(m K)	0,171	0,158	0,147	0,130	0,122
Spezifische Bauteilmasse in [kg/m ²] (davon Fassade 20 kg/m ²)	79,2	80,6	82,1	85,1	86,6
Gesamtdicke des Bauteils	360 mm	380 mm	400 mm	440 mm	460 mm
Wirksame Wärmespeicherkapazität:	bei 3 cm: 14,05 kJ/(m ² K) / bei 10 cm: 26,81 kJ/(m ² K)				
Feuchteschutz nach DIN EN ISO 13788: keine Tauwasserbildung im Bauteilinneren; Oberfläche: Temperaturfaktor $f_{RSI} > 0,75$					
Feuerwiderstandsklasse nach DIN 4102-4:2016-05:	Konstruktion ist nicht in der Norm enthalten (Einzelnachweis erforderlich)				
Baustoffklasse der äußeren Decklage (DIN 4102-1)	B2				
Bewertetes Schalldämm-Maß $R_w(C;C_{tr})$ (DIN 4109-33:2016-07) - als Vergleichswert	Konstruktion ist nicht in der Norm enthalten (Einzelnachweis erforderlich)				



- (190) 0,5 mm Oberfläche innen
- (320) 12,5 mm Gipsplatte
- (415) 60 mm Holzweichfaserdämmung 0,040
- (271) 60/60 mm Holzrahmen $e = 62,5$ cm verikal (oder horizontal)
- (312) 15 mm OSB-Platte, luftdicht verklebt
- (250) 60/200 mm Holzstegträger $e = 62,5$ cm
- (420) 200 mm Zellulosedämmung 0,040
- (313) 15 o. 16 mm Hydrophobierte MDF-Platte (DWD, DHF ...)
- (277) 30/50 mm Traglatte $e = 62,5$ cm vertikal
- (330) ca. 27 mm Verschalungen, Fassadenbeplankung *)

Heizlast in hocheffizienten Gebäuden

sehr gut gedämmte Gebäudehülle aus Holz

⇒ sehr **niedrige Heizlast**: nur 10 bis 20 o. max. 25 W/m²

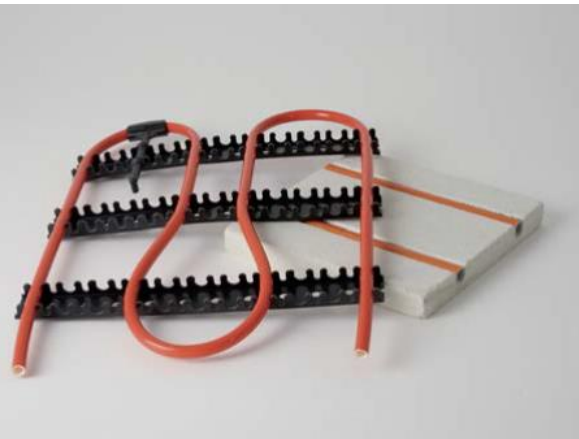
⇒ Fußbodenheizung nicht unbedingt sinnvoll/notwendig

⇒ Heizung über kleine **Wandheizflächen** möglich

Bei 35° Vorlauftemperatur leistet 1 qm Heizfläche ca. 200 bis 250 W.
Das reicht für 10 bis 20 qm beheizte Wohnfläche.

Wärmepumpen sind dafür gut geeignet.

Heizflächen
einfach
installiert
raumweise
geregelt.



Heizkreisverteiler



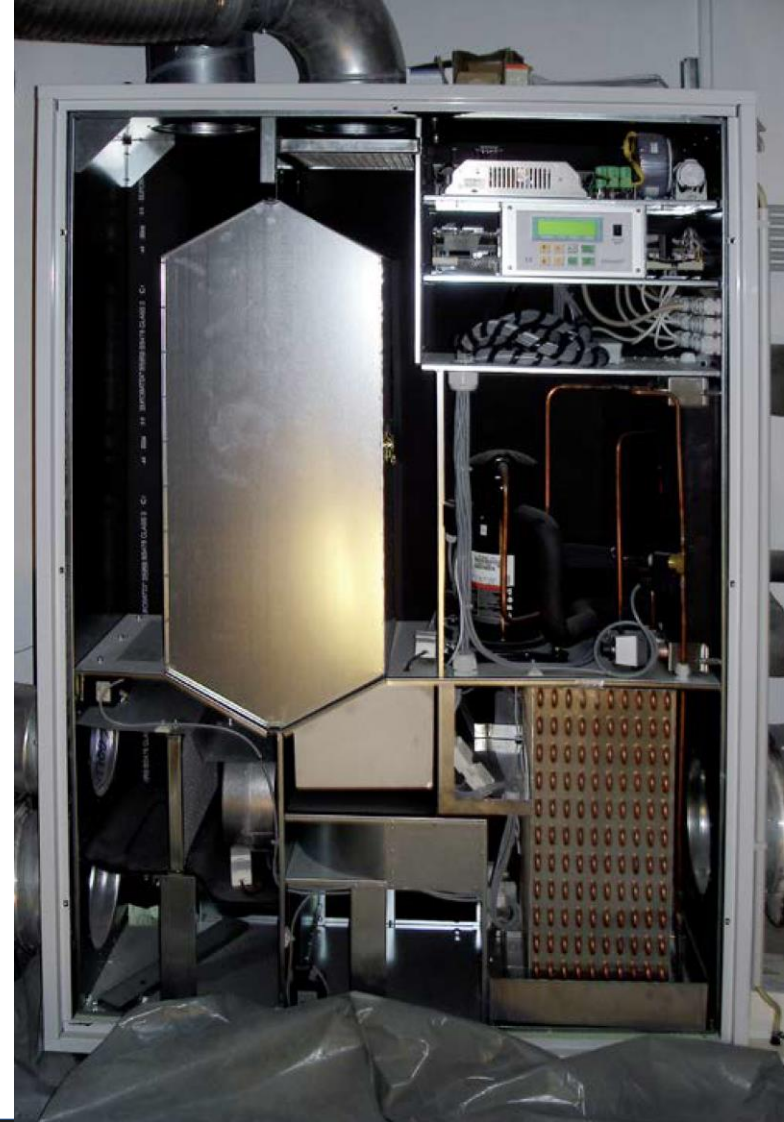
Leitungsinstallationen im Gebäude





**Heizwärme-
erzeugung:**
← bislang
Erdgas (nur mit
regenerativen Energien)

oder
Wärmepumpen-
kompaktgerät →
oder ..oder ..



Fassadenintegrierte Solarthermie



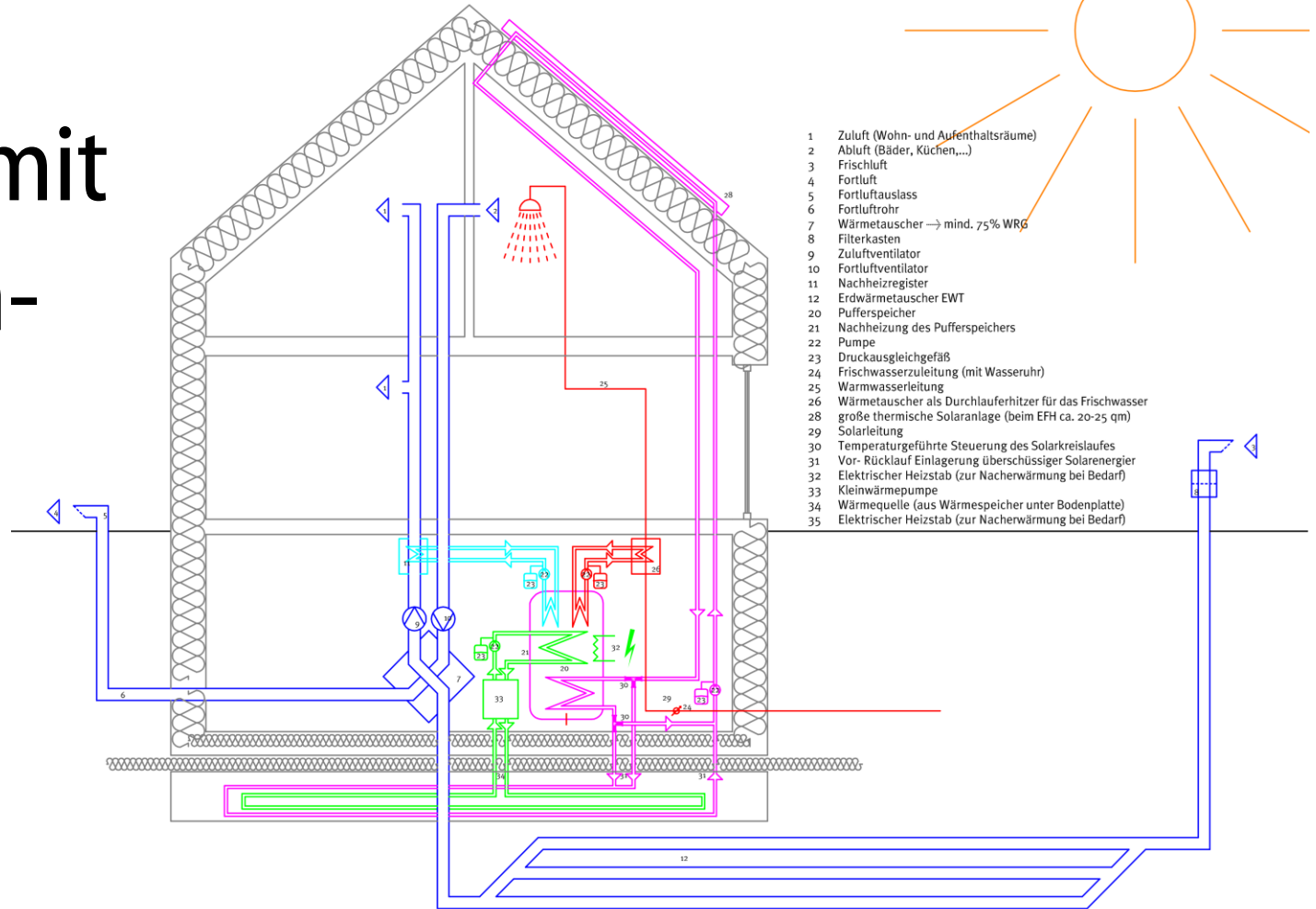
Fassadenintegrierte Solarthermie



Fassadenintegrierte Solarthermie



Systemskizze Haustechnik mit Bodenplatten- speicher



System 5: Wärmespeicherung Überschuss aus thermischer Solaranlage unter der Bodenplatte



Moderner Holzrahmenbau

Modern timber frame construction

- Vorfertigung *Prefabrication*
- Holztafelbau *Timber panel construction*
- kurze Bauzeiten: *Short construction times:*
 - 1 bis 2 Tage Produktion, *1 to 2 days production,*
 - 1 bis 2 Tage Montage, *1 to 2 days installation,*
 - 3 bis 6 Wochen Ausbau *3 to 6 weeks finishings*
- vielfältige
Variationsmöglichkeiten
Wide range of variations





Sanitär-
installationen:
← nachträglich
vor

oder
vorgefertigt in
→
der Wand



vorgefertigte Bäder als Raummodule im Holzrahmenbau

Zur Beschleunigung der Bauabläufe ist es sinnvoll, darüber nachzudenken, die Bäder und Toilettenräume, ggf. auch Haustechnikräume, komplett vorgefertigt auf die Baustelle zu liefern.



vorgefertigte Bad als Raummodule

Vorteile:

- wirtschaftliche Vorproduktion
- schnelle Montage vor Ort
- Haustechnik-Gewerk ist nur kurz auf der Baustelle beschäftigt → schnellerer Bauablauf



Welche Masse wirkt in Holzgebäuden? – Wie verhalten sich Holzgebäude in den Jahreszeiten Winter und Sommer?

Winter: Masse ist nicht entscheidend! Viel wichtiger: gute Dämmung!
⇒ gute Dämmung ist bei hocheffizienten Gebäuden vorhanden.

Sommer: eine hohe Gebäudemasse kann Kühle länger speichern.

Ist die Masse einmal aufgeheizt, kommt man in langen heißen Zeiten so schnell nicht wieder runter mit den Innentemperaturen.

Holzgebäude haben mit Estrichen und den Beplankungen innen (Gipsplatten, Holzwerkstoffplatten) innen an den Oberflächen eine ausreichend wirksame Masse für die Nachtspülung.

Der Sommerkomfort wird ...


... im Wesentlichen über ein **richtiges Nutzerverhalten** positiv beeinflusst

- unabhängig von der Bauweise - durch

- a) **konsequente Verschattung** (insbesondere Ost-West)
- b) **richtiges Lüften**: Nachtspülung bzw. morgendliches Stoßlüften.
- c) **begrenzte innere Wärmequellen**: Einsatz effizienter Elektrogeräte

Aktuell betätigt auf internationaler Passivhaustagung 2021 in Wuppertal durch Vortrag in Session 6 von Katharina Prinzig u. Prof. Fabian Ochs, Universität Innsbruck



A photograph of a winter landscape. The foreground is a snow-covered field. In the background, there are snow-covered trees and a building. On the right side of the image, there is a close-up of a wooden building with vertical wooden slats and a dark horizontal window or door frame. The sky is blue with some light clouds.

Viel Erfolg und Spaß beim Bauen von
Holzrahmenbau mit guter Haustechnikkonzeption ...

wünscht Gerrit Horn horn@bauwerk-energie.de - www.bauwerk-energie.de