

Ökobilanzvergleich Massivholzbauweise



ENTWURFSBEGLEITENDE ÖKOBILANZVERFAHREN

Wintersemester 2021/22

Nicolas Sebastian

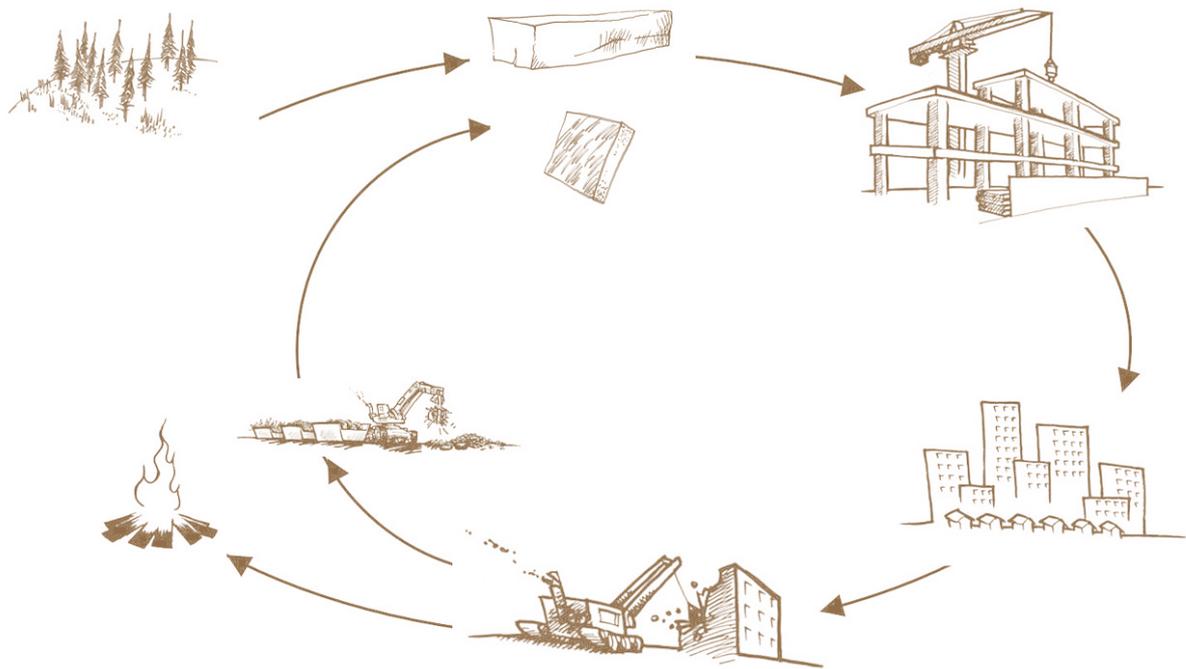
Dipl. Ing. Architekt Jochen Vollmer

FG Entwerfen und Gebäudetechnologie, TU Darmstadt

INHALTSVERZEICHNIS



VORWORT	3
DIE GRUNDLAGE	5
THOMA HOLZ 100	7
UNTERSUCHUNG 1 - PORENBETON HOLZ 100	9
UNTERSUCHUNG 2 - HOLZ 100 MASSIVHOLZBAUWEISE CLT	13
UNTERSUCHUNG 3 - HOLZ 100 HOLZRAHMENBAUWEISE	17
BAUTEILVERGLEICH	21
FAZIT	23
ANLAGEN	25





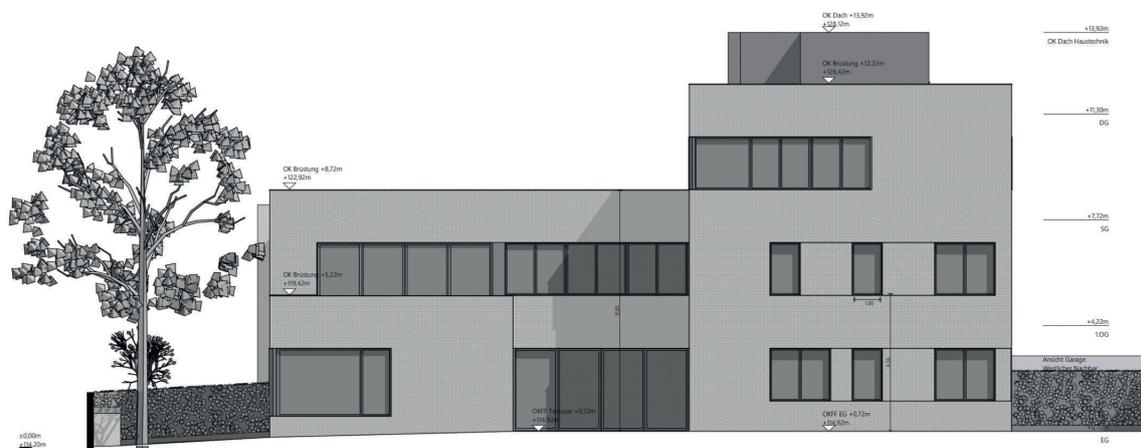
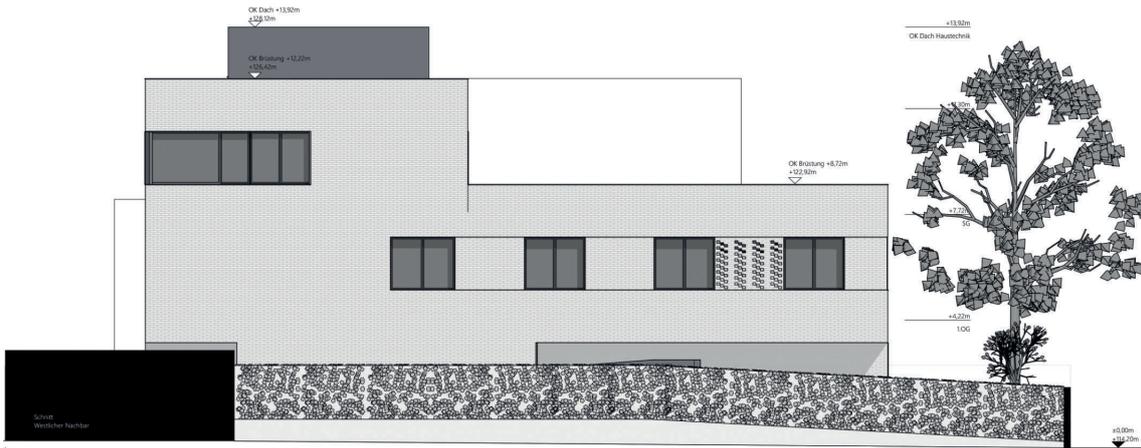
VORWORT

Nachhaltiges und ökologisches Handeln ist in den vergangenen Jahren zu einem immer größeren und wichtigeren Thema unserer Gesellschaft geworden. Auch im Bau- und Planungswesen kommt dieser Gedanke an. Nachhaltigkeit wird im Baugewerbe unter anderem durch eine Kreislaufwirtschaft erzielt. Ziel sollte es dabei sein, einen nahezu geschlossenen Rohstoffkreislauf zu schaffen und dabei die eingesetzte Energie so gering wie möglich zu halten. Ein niedriger Energieaufwand bedeutet zugleich eine niedrige Emissionsbelastung.

Holz, zum Beispiel, ist ein hervorragend nachhaltig nutzbarer Rohstoff (siehe Abbildung). Er ist ein nachwachsender Rohstoff, benötigt vergleichsweise wenig Energie in der Verarbeitung und hat eine hohe Lebensdauer. Das wichtigste Argument jedoch ist, dass Holz, wenn es richtig verbaut wurde, leicht zurückzubauen ist und wiederverwendet werden kann. Entweder wird es recyclet für neue Holzprodukte oder aber es dient als Energieträger.

Ein Mittel zur Feststellung der Nachhaltigkeit eines Bauvorhabens ist die Ökobilanzierung eines Entwurfs. Diese wird in der Regel erst im fortgeschrittenen Planungsstand erstellt, da erst zu diesem Zeitpunkt ausreichende Informationen zur ausführlichen Ökobilanzierung vorliegen.

Im Seminar „Entwurfsbegleitende Ökobilanzverfahren“ am Fachgebiet Entwerfen und Gebäudetechnologie des Fachbereichs Architektur der TU Darmstadt, wird ein Tool angewendet, welches bereits im Entwurfsstadium eine ökobilanzielle Einschätzung zulässt. Im Folgenden werden unterschiedliche Bauweisen für einen Wohnhausentwurf, mit Hilfe dieses Tools, untersucht.





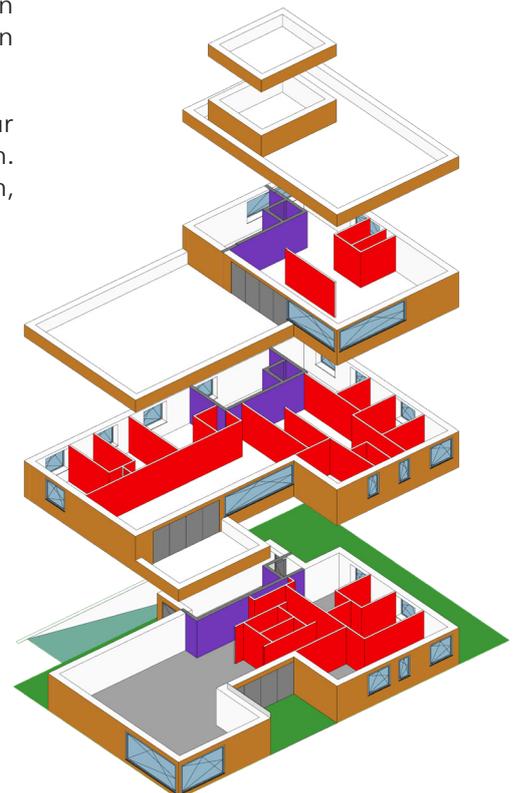
Visualisierung

DIE GRUNDLAGE

Als Grundlage für die getätigten Berechnungen und Analysen dient ein Entwurf eines drei geschossigen Wohnhauses in Offenbach welches von der Planungsgesellschaft Dietz-Joppien entwickelt wurde.

Das Gebäude verfügt über zwei Wohneinheiten und einer Einheit zur freiberuflichen Nutzung. Desweiteren ist eine Tiefgarage vorgesehen. Die vorliegende Entwurfsplanung sieht als Hauptbaustoff Porenbeton, Stahlbeton und Kalksandstein vor.

Bauteil	Fläche
Dach	300 m ²
Terrasse	100 m ²
Außenwände oberirdisch	780 m ²
Außenwände Keller	340 m ²
Fenster und Türen	200 m ²
Gründung	330 m ²
Innenwand tragend	140 m ²
Innenwand nicht tragend	450 m ²
Geschossdecken	530 m ²



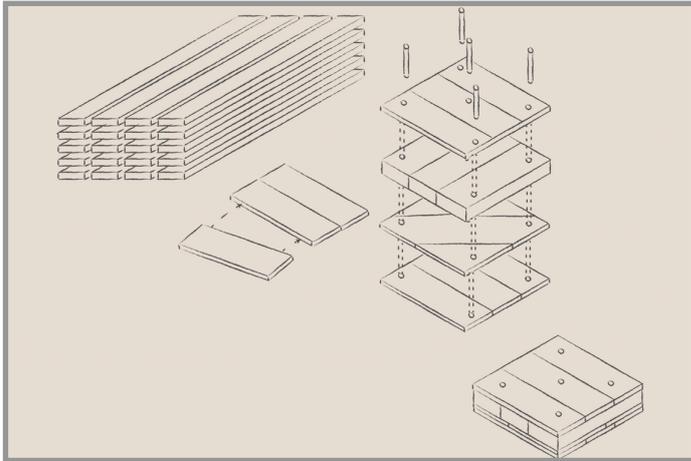


Abb. 1

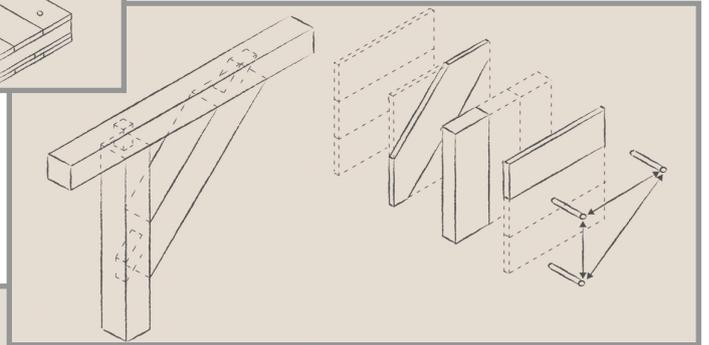


Abb. 2

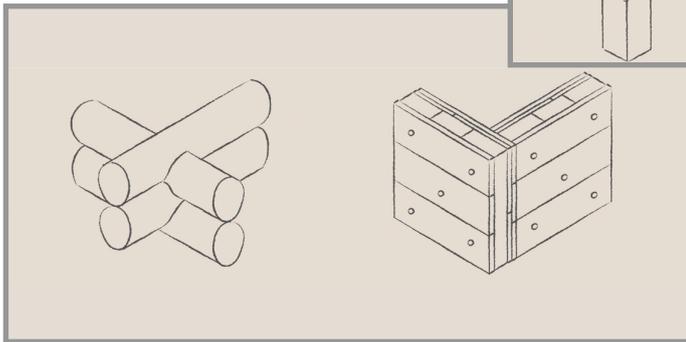


Abb. 3

Was ist HOLZ 100 eigentlich??

Was ist der Unterschied zu CLT??

Woher kommt Holz 100??

Wie nachhaltig ist Holz 100??



THOMA HOLZ 100

Wie eingangs bereits erwähnt ist Holz ein Rohstoff, der ideal in einem nahezu geschlossenem Kreislauf verwendet werden kann. Allerdings werden in häufigen Fällen Sekundärprodukte beigefügt, welche das Holz verunreinigen. Leim, Lack, Pestizide oder sonstige Holzschutzmittel verbinden sich mit dem Holz und sind nur noch mit hohem Energieaufwand von ihm zu trennen. Das macht das Bauen mit Holz uneffektiv in Bezug auf den Nachhaltigkeitsaspekt.

Aus diesem Grund hat Erwin Thoma ein Unternehmen ins Leben gerufen, welches darauf spezialisiert ist, in sich geschlossene Holzmassivbaukreisläufe zu schaffen. Damit ist gemeint, dass im Gegensatz zur konventionellen Holzmassivbaumethode, CLT (Cross-Laminated-Timber), diese Methode ohne Leim, Verschraubungen und Holzschutzmittel auskommt. Diese Massivholzelemente bestehen demnach also zu hundert Prozent aus Holz, daher auch der Name HOLZ100.

Der Hersteller bietet diverse Elemente, die für den Bau eines Holzhauses benötigt werden, unter anderem Wand- und Deckenelemente. Gefertigt werden diese Elemente aus horizontal, vertikal und diagonal aufeinander geschichteten Brettern die mittels Holzdübel miteinander Verbunden werden (siehe Abb. 1).

Das statische System der Elemente spiegelt die Funktionsweise eines Fachwerks, das geschlossene Kraftdreieck, wieder. Dieses ermöglicht den Abtrag aller anfallenden Lasten. Hierbei spielen die Anordnung der Bretter sowie der Holzdübel eine wichtige Rolle. (siehe Abb. 2)

Beim Gedanken an Holzmassivbau hat man sofort ein Bild von einem Blockhaus vor Augen. HOLZ100 bedient sich der Vorzüge eines aus hundert Prozent Holz gebauten Blockhaus und streicht die Nachteile, wie das große Setzungsverhalten und mangelnde Winddichtheit. (siehe Abb. 3)

Das verwendete Holz muss im Winter, bei abnehmendem Mond, geschlagenes Holz sein um einen idealen Schutz vor Insekten- und Pilzbefall zu bieten.

Besonderheit an einer Holzmassivbauweise, ist der gute Brand-, Wärme- und Schallschutz. Zudem hat das reine Holz gute Auswirkungen auf das Gebäudeklima.





UNTERSUCHUNG 1 - PORENBETON | HOLZ 100

Porenbeton gegen Holz 100

Die erste Untersuchung vergleicht die vom Planungsbüro vorgesehene Bauweise aus vorwiegend Porenbeton, Stahlbeton und Kalksandstein mit der Massivholzbauweise in HOLZ100 von Thoma.

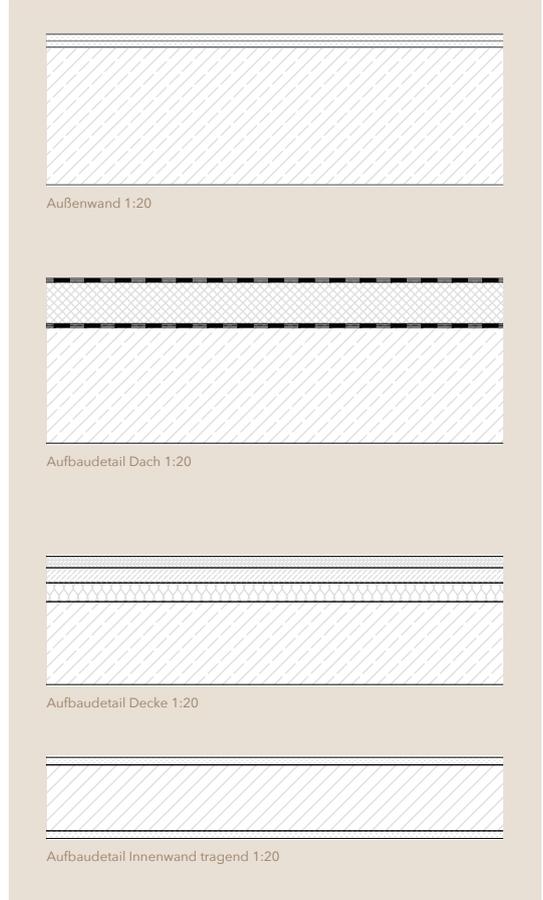
Die Bauteildetails zeigen, dass die Porenbetonwand und die Thoma Thermo Wand die gleiche Stärke aufweisen. Beide sind ca. 36,5 cm stark und kommen ohne eine zusätzliche Dämmschicht aus. Besonders auffällig ist der Bauteilstärkenunterschied bei den Innenwänden. Die Kalksandsteinwand ist ungefähr ein Drittel dicker als die HOLZ100 Wand.

Im unten aufgeführten Tabellenvergleich der Ökobilanz lassen sich verschiedene Werte ablesen und vergleichen. Die thermische Effizienz der beiden Bautypen ist vergleichbar. Der U-Wert des Holzbaus ist um 0,002 besser, demnach vernachlässigbar.

Besonders auffällig im Datenvergleich ist der Unterschied bei den Ergebnissen des globalen Erwärmungspotentials. Hierbei hat die Holzbaumethode dank CO2 Einspeicherung einen gewaltigen Vorteil.

Auch im Bezug auf die anderen Werte, wie zum Beispiel das Gewicht, sind die Vorteile des Holzbaus klar ersichtlich. Lediglich das Versauerungspotential weist beim Holzbau einen höheren Wert, aufgrund der Verarbeitung im Sägewerk, auf. Dieser Wert kann, dank des guten globalen Erwärmungspotentials, kompensiert werden.

Schematische Aufbaudetails



ERFASSUNG DES GEBÄUDES

MENGEN UND MASSES

KONSTRUKTIVARIANTE 1

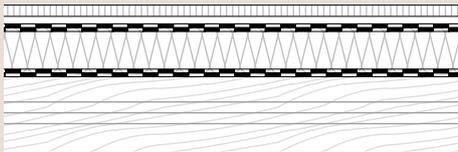
AW Porenbeton, DE Beton, DA Holzbalken

Nr	Bauteilbezeichnung (Teilfläche mit Klammern benennen, sodass sie wiedererkennbar zugeordnet ist)	Flächen		Regelaufbau/ Regelbauteil (Aus Dropdownmenü)			U-Wert		Gewicht		PENRT (A1-A3) (Nicht erneuerbare Primär-energie – total)		GWP (A1-A3) (Globales Erwärmungspotenzial – total)		AP (A1-A3) (Versauerungspotenzial, Acidification Potenzial)		
		[m²]	[%-Anteil]	[m²/KW]	[l/m³]	[t]	[%-Anteil an Σ Gewicht]	[GJ/m² Bauteilbezogen]	[GJ]	[%-Anteil an Σ PENRT]	[t CO2-äquiv./m²]	[t CO2-äquiv.]	[%-Anteil an Σ GWP]	[kg SO2-äquiv./m²]	[kg SO2-äquiv.]	[%-Anteil an Σ AP]	
1.	DACH	400	12,6%			0,538	215,3	12,6%	1,782	713,0	21,0%	0,1061	42,4	16,2%	0,19	75,3	19,7%
1.01	Flachdach	300	9,5%	DA – Flachdach – Sta	0,151	0,534	160,1	9,4%	1,764	529,3	15,6%	0,1133	34,0	13,0%	0,18	54,5	14,3%
1.02	Flachdach(Dachterrasse)	100	3,2%	DA – Dachterrasse –	0,151	0,552	55	3,2%	1,837	183,7	5,4%	0,0843	8,4	3,2%	0,21	20,8	5,4%
1.03			0,0%		0,000	0,000	0	0,0%	0,000	0,0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%	0,00	0,0	0,0%
2.	AUßENWAND	1120	35,3%			0,264	295,7	17,3%	0,807	903,9	26,6%	0,0616	69,0	26,3%	0,07	82,6	21,7%
2.01	Fassade	780	24,6%	AW – Porenbeton 36.5	0,219	0,120	93	5,5%	0,436	340,0	10,0%	0,0366	28,6	10,9%	0,05	38,3	10,0%
2.02	Kellerwand	340	10,7%	AW – Keller WU Betor	0,236	0,595	202	11,8%	1,659	563,9	16,6%	0,1188	40,4	15,4%	0,13	44,3	11,6%
2.03			0,0%		0,000	0,000	0	0,0%	0,000	0,0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%	0,00	0,0	0,0%
2.04			0,0%		0,000	0,000	0	0,0%	0,000	0,0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%	0,00	0,0	0,0%
2.05			0,0%		0,000	0,000	0	0,0%	0,000	0,0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%	0,00	0,0	0,0%
3.	ÖFFNUNGEN	200	6,3%			0,000	0,0	0,0%	0,711	142,2	4,2%	0,0063	1,3	0,5%	0,31	62,0	16,3%
3.01	Türen	60	1,9%	Holzfenster IV75, U=1	1,095	0,000	0	0,0%	0,711	42,7	1,3%	0,0063	0,4	0,1%	0,31	18,6	4,9%
3.02	Fenster	140	4,4%	Holzfenster IV75, U=1	1,095	0,000	0	0,0%	0,711	99,6	2,9%	0,0063	0,9	0,3%	0,31	43,4	11,4%
3.03			0,0%		0,000	0,000	0	0,0%	0,000	0,0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%	0,00	0,0	0,0%
3.04			0,0%		0,000	0,000	0	0,0%	0,000	0,0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%	0,00	0,0	0,0%
3.05			0,0%		0,000	0,000	0	0,0%	0,000	0,0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%	0,00	0,0	0,0%
4.	GRÜNDUNG	330	10,4%			2,438	804,5	47,0%	2,521	832,0	24,5%	0,2503	82,6	31,5%	0,20	66,0	17,3%
4.01	Gründung	330	10,4%	FU – Flachgründung	0,162	2,438	804	47,0%	2,521	832,0	24,5%	0,2503	82,6	31,5%	0,20	66,0	17,3%
4.02			0,0%		0,000	0,000	0	0,0%	0,000	0,0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%	0,00	0,0	0,0%
4.03			0,0%		0,000	0,000	0	0,0%	0,000	0,0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%	0,00	0,0	0,0%
5.	INNENWÄNDE	590	18,6%			0,102	60,4	3,5%	0,296	174,3	5,1%	0,0171	10,1	3,9%	0,03	16,7	4,4%
5.01	Tragende Innenwände	140	4,4%	IW-T – Kalksandstein 17.5cm –	0,304	0,304	43	2,5%	0,410	57,4	1,7%	0,0237	3,3	1,3%	0,01	1,7	0,5%
5.02	Nicht Tragende Innenwände	450	14,2%	IW-L – Trockenbau d=10.0cm –	0,040	0,040	18	1,0%	0,260	116,9	3,4%	0,0150	6,8	2,6%	0,03	14,9	3,9%
5.03			0,0%		0,000	0,000	0	0,0%	0,000	0,0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%	0,00	0,0	0,0%
6.	INNENDECKEN	530	16,7%			0,633	335,3	19,6%	1,199	635,7	18,7%	0,1067	56,5	21,6%	0,15	78,7	20,6%
6.01	Decke ü. EG und OG1	530	16,7%	DE – Sib 22 cm – Steinwolle – Z	0,633	0,633	335	19,6%	1,199	635,7	18,7%	0,1067	56,5	21,6%	0,15	78,7	20,6%
6.02			0,0%		0,000	0,000	0	0,0%	0,000	0,0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%	0,00	0,0	0,0%
6.03			0,0%		0,000	0,000	0	0,0%	0,000	0,0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%	0,00	0,0	0,0%
SUMMEN		3170	100%			0,285	1711	100%	3401,1	3401,1	100%	261,9	100%	381,2	100%		

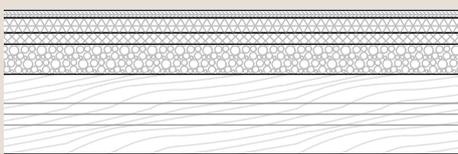
Schematische Aufbaudetails



Aufbaudetail Außenwand 1:20



Aufbaudetail Dach 1:20



Aufbaudetail Decke 1:20



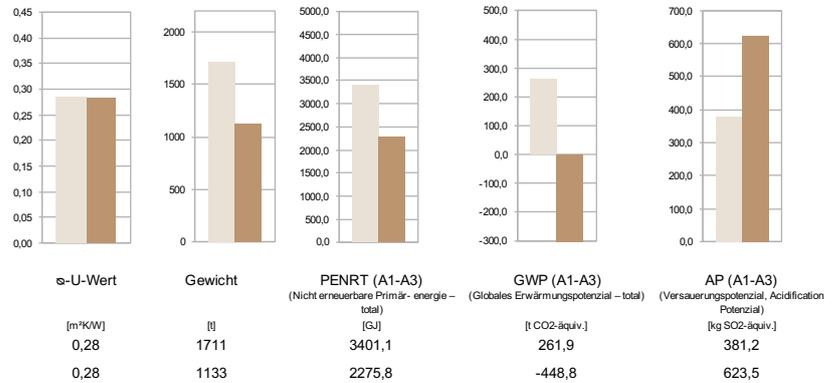
Aufbaudetail Innenwand tragend 1:20

Ergebnis

Die Differenz des CO₂-Äquivalentes beträgt 710,6 t. Das entspricht 5.303.246 km Fahrtstrecke mit einem Mittelklassewagen, welches einer Weglänge von 120,5 Äquatorumrundungen gleichkommt.

Die Differenz der in der Konstruktion gebundenen grauen Energie beträgt 1.125,3 Giga Joule. Dies entspricht 312.589 kWh. Bei einem Heizenergiebedarf von 30 kWh/m²a ließe sich das Gebäude mit dieser Energiemenge 17 Jahre beheizen.

- KONSTRUKTIVARIANTE 1
- KONSTRUKTIVARIANTE 2



KONSTRUKTIVARIANTE 2

Holzbau - PUR Holz 100

Bauteil/ Regelaufbau	U-Wert	Gewicht	PENRT (A1-A3)		GWP (A1-A3)		AP (A1-A3)					
			(Nicht erneuerbare Primär-energie – total)	(Globales Erwärmungspotenzial – total)	(Versauerungspotenzial, Acidification Potenzial)							
[]	[m ² KW]	[t/m ²]	[t]	[GJ]	[%-Anteil an Σ PENRT]	[t CO ₂ -äquiv./m ²]	[t CO ₂ -äquiv.]	[%-Anteil an Σ GWP]	[kg SO ₂ -äquiv./m ²]	[kg SO ₂ -äquiv.]	[%-Anteil an Σ AP]	
	0,129	51,5	4,5 %	0,954	381,5	16,8 %	-0,1635	-65,4	14,6 %	0,46	185,6	29,8 %
DA – Holz 100 21,2 - Holzfasel	0,203	39	3,4 %	0,954	286,1	12,6 %	-0,1635	-49,0	10,9 %	0,46	139,2	22,3 %
DA – Holz 100 21,2 - Holzfasel	0,203	13	1,1 %	0,954	95,4	4,2 %	-0,1635	-16,3	3,6 %	0,46	46,4	7,4 %
	0,000	0	0,0 %	0,000	0,0	0,0 %	0,0000	0,0	0,0 %	0,00	0,0	0,0 %
	0,149	167,3	14,8 %	0,503	563,9	24,8 %	-0,2582	-289,1	64,4 %	0,17	187,5	30,1 %
AW - Holz 100 Thermo 36,4 KW-Kellerwand Holz	0,211	128	11,3 %	0,442	345,0	15,2 %	-0,2899	-226,1	50,4 %	0,16	127,8	20,5 %
	0,182	40	3,5 %	0,644	218,9	9,6 %	-0,1853	-63,0	14,0 %	0,18	59,7	9,6 %
	0,000	0	0,0 %	0,000	0,0	0,0 %	0,0000	0,0	0,0 %	0,00	0,0	0,0 %
	0,000	0	0,0 %	0,000	0,0	0,0 %	0,0000	0,0	0,0 %	0,00	0,0	0,0 %
	0,000	0	0,0 %	0,000	0,0	0,0 %	0,0000	0,0	0,0 %	0,00	0,0	0,0 %
	0,000	0	0,0 %	0,000	0,0	0,0 %	0,0000	0,0	0,0 %	0,00	0,0	0,0 %
	0,000	0,0	0,0 %	0,711	142,2	6,3 %	0,0063	1,3	-0,3 %	0,31	62,0	9,9 %
Holzfenster IV75, U=1.10, g=0	1,095	0	0,0 %	0,711	42,7	1,9 %	0,0063	0,4	-0,1 %	0,31	18,6	3,0 %
Holzfenster IV75, U=1.10, g=0	1,095	0	0,0 %	0,711	99,6	4,4 %	0,0063	0,9	-0,2 %	0,31	-43,4	7,0 %
	0,000	0	0,0 %	0,000	0,0	0,0 %	0,0000	0,0	0,0 %	0,00	0,0	0,0 %
	0,000	0	0,0 %	0,000	0,0	0,0 %	0,0000	0,0	0,0 %	0,00	0,0	0,0 %
	0,000	0	0,0 %	0,000	0,0	0,0 %	0,0000	0,0	0,0 %	0,00	0,0	0,0 %
	2,438	804,5	71,0 %	2,521	832,0	36,6 %	0,2503	82,6	-18,4 %	0,20	66,0	10,6 %
FU – Flachgründung StB d=2t	0,162	804	71,0 %	2,521	832,0	36,6 %	0,2503	82,6	-18,4 %	0,20	66,0	10,6 %
	0,000	0	0,0 %	0,000	0,0	0,0 %	0,0000	0,0	0,0 %	0,00	0,0	0,0 %
	0,000	0	0,0 %	0,000	0,0	0,0 %	0,0000	0,0	0,0 %	0,00	0,0	0,0 %
	0,056	33,1	2,9 %	0,152	89,4	3,9 %	-0,0994	-58,6	13,1 %	0,06	33,1	5,3 %
IW-T - Holz 100	0,063	9	0,8 %	0,170	23,8	1,0 %	-0,1115	-15,6	3,5 %	0,06	8,8	1,4 %
IW-L - Holz 100	0,054	24	2,1 %	0,146	65,6	2,9 %	-0,0956	-43,0	9,6 %	0,05	24,3	3,9 %
	0,000	0	0,0 %	0,000	0,0	0,0 %	0,0000	0,0	0,0 %	0,00	0,0	0,0 %
	0,144	76,5	6,8 %	0,503	266,8	11,7 %	-0,2255	-119,5	26,6 %	0,17	89,3	14,3 %
DE – Holz 100 21,2 - Schüttung - Trittsch	0,144	76	6,8 %	0,503	266,8	11,7 %	-0,2255	-119,5	26,6 %	0,17	89,3	14,3 %
	0,000	0	0,0 %	0,000	0,0	0,0 %	0,0000	0,0	0,0 %	0,00	0,0	0,0 %
	0,000	0	0,0 %	0,000	0,0	0,0 %	0,0000	0,0	0,0 %	0,00	0,0	0,0 %
	0,000	0	0,0 %	0,000	0,0	0,0 %	0,0000	0,0	0,0 %	0,00	0,0	0,0 %
	0,283	1133	100 %	2275,8	2275,8	100 %	-448,8	-448,8	100 %	623,5	623,5	100 %





UNTERSUCHUNG 2 - HOLZ 100 | MASSIVHOLZBAUWEISE CLT

Holz 100 gegen Cross Laminated Timber (CLT)

Als zweite Untersuchung wird der Unterschied zwischen dem renomierten HOLZ100 Verfahren nach Thoma und dem konventionellen Holzmassivbau aus CLT-Elementen (Cross-Laminated-Timber) dargestellt.

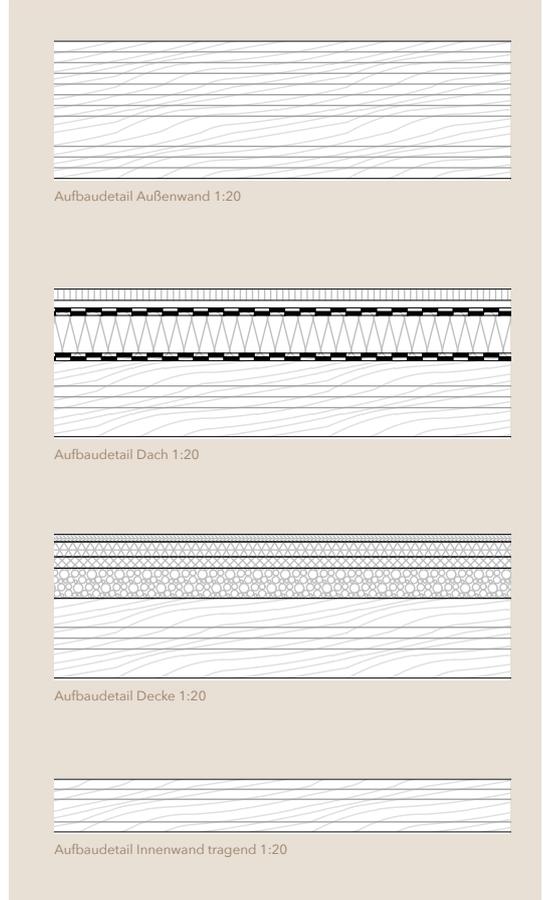
Bei der konventionellen Massivbauweise ist auffällig, dass sie offensichtlich nicht leicht ohne zusätzlichen Dämmstoff auskommt. Zudem wird im Gegensatz zur HOLZ100 Variante ein Verbindungsmittel wie Stahl und/oder Leim benötigt.

Die Innenwand setzt auf Holzrahmenbau und benötigt deshalb auch eine weiche Dämmung für den Zwischenraum. Auch hier kann die HOLZ100 Innenwand mit einer schmaleren Bauteilstärke und sehr guten Werten glänzen.

Auch in diesem Fall ist die U-Wert differenz vernachlässigbar.

Die weitestgehende Baustoffhomogenität des HOLZ100 Konzepts spiegelt sich auch im grafischen Wertevergleich wieder. Zwar ist das globale Erwärmungspotential der CLT-Bauweise im negativen Bereich und damit positiv zu werten, dennoch erreicht die HOLZ100 Methode einen deutlich besseren Wert, dank der überwiegenden Baustoffreinheit.

Schematische Aufbaudetails



ERFASSUNG DES GEBÄUDES

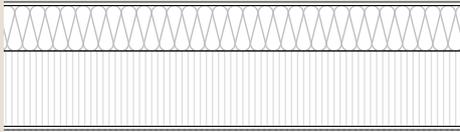
MENGEN UND MASSES

KONSTRUKTIONS-VARIANTE 1

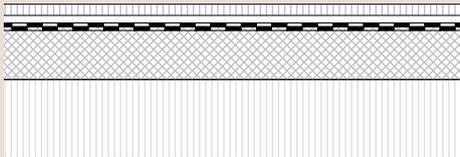
Holz 100 Massivholzbauweise

Nr	Bauteilbezeichnung (Teilfläche mit Klarnamen benennen, sodass sie wiedererkennbar zugeordnet ist)	Flächen		Regelaufbau/ U-Wert Gewicht			PENRT (A1-A3) (Nicht erneuerbare Primär-energie – total)		GWP (A1-A3) (Globales Erwärmungspotenzial – total)		AP (A1-A3) (Versauerungspotenzial, Acidification Potenzial)						
		[m²]	[%-Anteil]	[m²KW]	[l/m³]	[t]	[%-Anteil an Σ Gewicht]	[GJ/m²]	[GJ]	[%-Anteil an Σ PENRT]	[t CO2-äquiv./m²]	[t CO2-äquiv.]	[%-Anteil an Σ GWP]	[kg SO2-äquiv./m²]	[kg SO2-äquiv.]	[%-Anteil an Σ AP]	
1.	DACH	400	12,6%			0,129	51,5	4,5%	0,954	381,5	16,8%	-0,1635	-65,4	14,6%	0,46	185,6	29,8%
1.01	Flachdach	300	9,5%	DA – Holz 100	0,203	0,129	128	11,3%	0,442	345,0	15,2%	-0,1635	-49,0	10,9%	0,46	139,2	22,3%
1.02	Flachdach(Dachterrasse)	100	3,2%	DA – Holz 100	0,203	0,129	13	1,1%	0,954	95,4	4,2%	-0,1635	-16,3	3,6%	0,46	46,4	7,4%
1.03			0,0%		0,000	0,000	0	0,0%	0,000	0,0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%	0,00	0,0	0,0%
2.	AUßENWAND	1120	35,3%			0,149	167,3	14,8%	0,503	563,9	24,8%	-0,2582	-289,1	64,4%	0,17	187,5	30,1%
2.01	Fassade	780	24,6%	AW - Holz 100	0,211	0,164	128	11,3%	0,442	345,0	15,2%	-0,2899	-226,1	50,4%	0,16	127,8	20,5%
2.02	Kellerwand	340	10,7%	KW-Kellerwand	0,182	0,116	40	3,5%	0,644	218,9	9,6%	-0,1853	-63,0	14,0%	0,18	59,7	9,6%
2.03			0,0%		0,000	0,000	0	0,0%	0,000	0,0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%	0,00	0,0	0,0%
2.04			0,0%		0,000	0,000	0	0,0%	0,000	0,0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%	0,00	0,0	0,0%
2.05			0,0%		0,000	0,000	0	0,0%	0,000	0,0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%	0,00	0,0	0,0%
3.	ÖFFNUNGEN	200	6,3%			0,000	0,0	0,0%	0,711	142,2	6,3%	0,0063	1,3	-0,3%	0,31	62,0	9,9%
3.01	Türen	60	1,9%	Holzfenster IV,	1,095	0,000	0	0,0%	0,711	42,7	1,9%	0,0063	0,4	-0,1%	0,31	18,6	3,0%
3.02	Fenster	140	4,4%	Holzfenster IV,	1,095	0,000	0	0,0%	0,711	99,6	4,4%	0,0063	0,9	-0,2%	0,31	43,4	7,0%
3.03			0,0%		0,000	0,000	0	0,0%	0,000	0,0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%	0,00	0,0	0,0%
3.04			0,0%		0,000	0,000	0	0,0%	0,000	0,0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%	0,00	0,0	0,0%
3.05			0,0%		0,000	0,000	0	0,0%	0,000	0,0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%	0,00	0,0	0,0%
4.	GRÜNDUNG	330	10,4%			2,438	804,5	71,0%	2,521	832,0	36,6%	0,2503	82,6	-18,4%	0,20	66,0	10,6%
4.01	Gründung	330	10,4%	FU – Flachgrü	0,162	2,438	804	71,0%	2,521	832,0	36,6%	0,2503	82,6	-18,4%	0,20	66,0	10,6%
4.02			0,0%		0,000	0,000	0	0,0%	0,000	0,0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%	0,00	0,0	0,0%
4.03			0,0%		0,000	0,000	0	0,0%	0,000	0,0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%	0,00	0,0	0,0%
5.	INNENWÄNDE	590	18,6%			0,056	33,1	2,9%	0,152	89,4	3,9%	-0,0994	-58,6	13,1%	0,06	33,1	5,3%
5.01	Tragende Innenwände	140	4,4%	IW-T - Holz 100	0,063	0,000	9	0,8%	0,170	23,8	1,0%	-0,1115	-15,6	3,5%	0,06	8,8	1,4%
5.02	Nicht Tragende Innenwände	450	14,2%	IW-L - Holz 100	0,054	0,000	24	2,1%	0,146	65,6	2,9%	-0,0956	-43,0	9,6%	0,05	24,3	3,9%
5.03			0,0%		0,000	0,000	0	0,0%	0,000	0,0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%	0,00	0,0	0,0%
6.	INNENDECKEN	530	16,7%			0,144	76,5	6,8%	0,503	266,8	11,7%	-0,2255	-119,5	26,6%	0,17	89,3	14,3%
6.01	Decke ü. EG und OG1	530	16,7%	DE – Holz 100 21,2 - Scl	0,144	0,144	76	6,8%	0,503	266,8	11,7%	-0,2255	-119,5	26,6%	0,17	89,3	14,3%
6.02			0,0%		0,000	0,000	0	0,0%	0,000	0,0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%	0,00	0,0	0,0%
6.03			0,0%		0,000	0,000	0	0,0%	0,000	0,0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%	0,00	0,0	0,0%
SUMMEN		3170	100%	U-Wert =	0,283		1133	100%	2275,8	100%		-448,8	100%	623,5	100%		

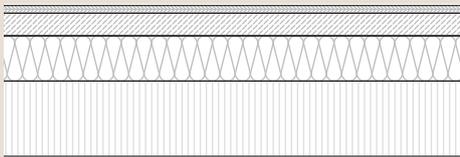
Schematische Aufbaudetails



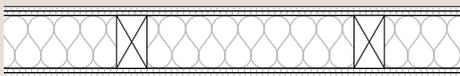
Aufbaudetail Außenwand 1:20



Aufbaudetail Dach 1:20



Aufbaudetail Decke 1:20



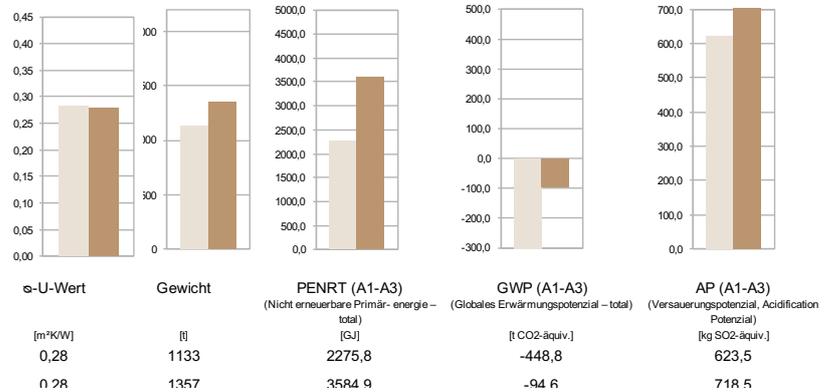
Aufbaudetail Innenwand tragend 1:20

Ergebnis

Die Differenz des CO₂-Äquivalentes beträgt 354,2 t. Das entspricht 2.642.999 km Fahrtstrecke mit einem Mittelklassewagen, welches einer Weglänge von 60,1 Äquatorumrundungen gleichkommt.

Die Differenz der, in der Konstruktion gebundenen, grauen Energie beträgt 1309,1 Giga Joule. Dies entspricht 363.636 kWh. Bei einem Heizenergiebedarf von 30 kWh/m²a ließe sich das Gebäude mit dieser Energiemenge 20 Jahre beheizen.

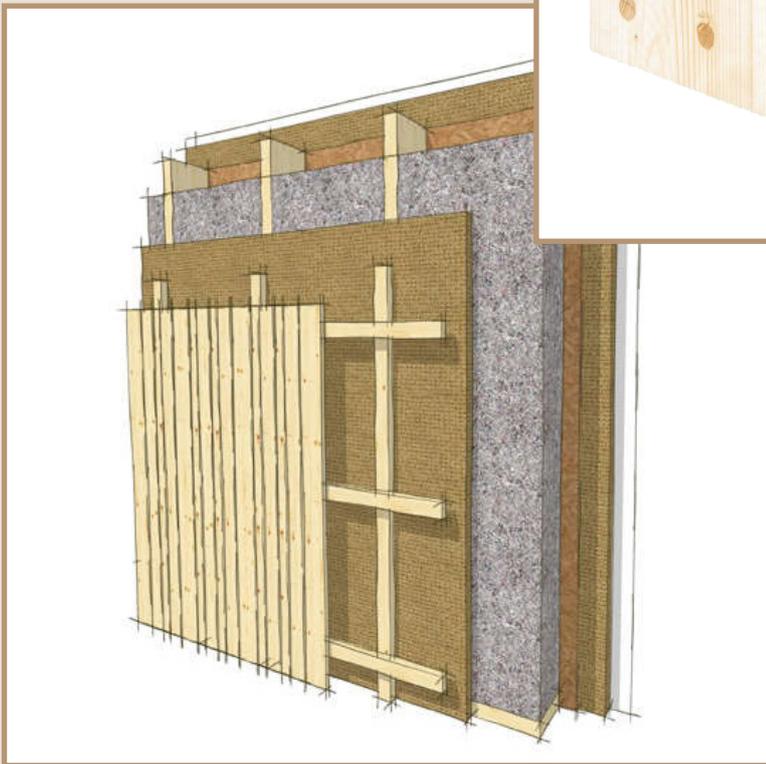
- KONSTRUKTIVARIANTE 1
- KONSTRUKTIVARIANTE 2



KONSTRUKTIVARIANTE 2

Massivholzbau - standard

Bauteil/ Regelaufbau	U-Wert	Gewicht	PENRT (A1-A3)		GWP (A1-A3)		AP (A1-A3)						
			(Nicht erneuerbare Primär-energie – total)	(Globales Erwärmungspotenzial – total)	(Versauerungspotenzial)								
[f]	[m ² KW]	[t/m ²]	[t]	[GJ/m ²]	[GJ]	[%-Anteil an Σ PENRT]	[t CO ₂ -äquiv./m ²]	[t CO ₂ -äquiv.]	[%-Anteil an Σ GWP]	[kg SO ₂ -äquiv./m ²]	[kg SO ₂ -äquiv.]	[%-Anteil an Σ AP]	
DA – Dachterrasse – Brettstapeldecke	0,120	0,139	42	3,1%	1,462	438,7	12,2%	-0,1437	-43,1	45,6%	0,34	102,4	14,3%
DA – Flachdach – Stahlbeton 22 cm	0,151	0,534	53	3,9%	1,764	176,4	4,9%	0,1133	11,3	-12,0%	0,18	18,2	2,5%
	0,000	0,000	0	0,0%	0,000	0,0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%	0,00	0,0	0,0%
AW – Holzmassivbau CLT – Holzfas	0,214	0,147	114	8,4%	1,068	833,2	23,2%	-0,1314	-102,5	108,3%	0,32	248,3	34,6%
AW – Keller WU Beton – XPS-Dämm	0,236	0,595	202	14,9%	1,659	563,9	15,7%	0,1188	40,4	-42,7%	0,13	44,3	6,2%
	0,000	0,000	0	0,0%	0,000	0,0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%	0,00	0,0	0,0%
	0,000	0,000	0	0,0%	0,000	0,0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%	0,00	0,0	0,0%
	0,000	0,000	0	0,0%	0,000	0,0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%	0,00	0,0	0,0%
Holzfenster IV75, U=1.10, g=0.33, R _e	1,095	0,000	0	0,0%	0,711	42,7	1,2%	0,0063	0,4	-0,4%	0,31	18,6	2,6%
Holzfenster IV75, U=1.10, g=0.33, R _e	1,095	0,000	0	0,0%	0,711	99,6	2,8%	0,0063	0,9	-0,9%	0,31	43,4	6,0%
	0,000	0,000	0	0,0%	0,000	0,0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%	0,00	0,0	0,0%
	0,000	0,000	0	0,0%	0,000	0,0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%	0,00	0,0	0,0%
	0,000	0,000	0	0,0%	0,000	0,0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%	0,00	0,0	0,0%
FU – Flachgründung StB d=25cm –)	2,438	0,162	804,5	59,3%	2,521	832,0	23,2%	0,2503	82,6	-87,3%	0,20	66,0	9,2%
	0,000	0,000	0	0,0%	0,000	0,0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%	0,00	0,0	0,0%
	0,000	0,000	0	0,0%	0,000	0,0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%	0,00	0,0	0,0%
IW-T – Holzrahmenbau – 14 cm Steinwolle – 1	0,050	0,064	29,7	2,2%	0,396	233,8	6,5%	-0,0261	-15,4	16,3%	0,10	61,5	8,6%
IW-L – Trockenbau d=10cm – Holzständerwar	0,046	0,000	21	1,5%	0,357	180,5	4,5%	-0,0258	-11,6	12,3%	0,08	37,9	5,3%
	0,000	0,000	0	0,0%	0,000	0,0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%	0,00	0,0	0,0%
DE – Brettstapel 20 cm – Holzfaser – Zemente	0,210	0,210	111,4	8,2%	0,688	364,6	10,2%	-0,1305	-69,2	73,1%	0,22	115,9	16,1%
	0,000	0,000	0	0,0%	0,000	0,0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%	0,00	0,0	0,0%
	0,000	0,000	0	0,0%	0,000	0,0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%	0,00	0,0	0,0%
Σ-U-Wert = 0,278			1357	100%		3584,9	100%		-94,6	100%		718,5	100%





UNTERSUCHUNG 3 - HOLZ 100 | HOLZRAHMENBAUWEISE

Holz 100 gegen Holzrahmenbauweise

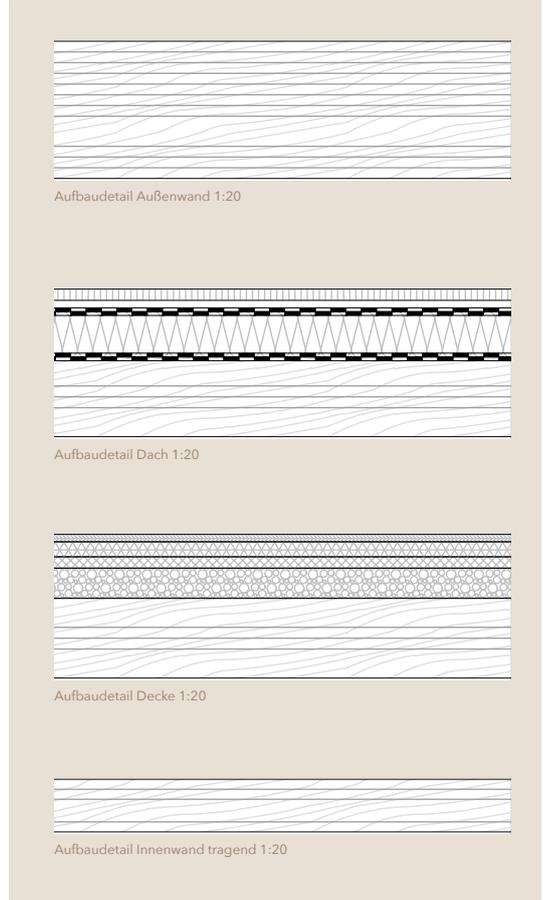
Die dritte Untersuchung befasst sich mit den beiden Aufbauvarianten HOLZ100 nach Thoma und dem klassischen Holzrahmenbau. Dieser soll als Kontrast zum Holzmassivbau dargestellt werden, da er häufig als bessere Alternative betrachtet wird.

Die Homogenität der HOLZ100 Bauteile bringen zahlreiche Vorteile mit sich, wie man in der Ökobilanzierung erkennen kann. Dank des hohen Vorfertigungsgrades der HOLZ100 Bauteile ist die Errichtung eines solchen Gebäudes sehr Zeiteffizient.

Der U-Wert ist in diesem Vergleich ebenfalls zu vernachlässigen. Die restlichen Werte nähern sich an. Somit ist der Holzrahmenbau prinzipiell Konkurrenzfähig.

Anzumerken bleibt allerdings am Holzrahmenbau, die Vielzahl benötigter Baustoffe, die Komplexität der Errichtung und die höhere Primärenergie.

Schematische Aufbaudetails



ERFASSUNG DES GEBÄUDES

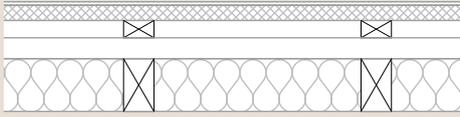
MENGEN UND MASSES

KONSTRUKTIVARIANTE 1

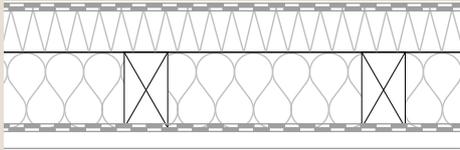
Holz 100 Massivholzbauweise inkl. Holz Keller

Nr	Bauteilbezeichnung (Teilfläche mit Klarnamen benennen, sodass sie wiedererkennbar zugeordnet ist)	Flächen		Regelaufbau/ Regelbauteil (Aus Dropdownmenü)	U-Wert	Gewicht	PENRT (A1-A3) (Nicht erneuerbare Primärenergie – total)		GWP (A1-A3) (Globales Erwärmungspotenzial – total)		AP (A1-A3) (Versauerungspotenzial, Acidification Potenzial)		[%-Anteil an Σ AP]				
		[m²]	[%-Anteil]				[GJ/m²]	[GJ]	[%-Anteil an Σ PENRT]	[t CO2-äquiv./m²]	[t CO2-äquiv.]	[%-Anteil an Σ GWP]		[kg SO2-äquiv./m²]	[kg SO2-äquiv.]		
1.	DACH	400	12,6%		0,230	92,0	7,8%	1,196	462,5	19,6%	-0,0943	-37,7	9,0%	0,39	157,4	26,4%	
1.01	Flachdach	300	9,5%	DA – Holz 100 21,2	0,203	0,129	38,6	3,3%	0,954	286,1	12,1%	-0,1635	-49,0	11,6%	0,46	139,2	23,4%
1.02	Flachdach(Dachterrasse)	100	3,2%	DA – Flachdach – ξ	0,151	0,534	53	4,5%	1,764	176,4	7,5%	0,1133	11,3	-2,7%	0,18	18,2	3,1%
1.03			0,0%		0,000	0,000	0	0,0%	0,000	0,0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%	0,00	0,0	0,0%
2.	AUßENWAND	1120	35,3%		0,149	167,3	14,3%	0,503	563,9	23,9%	-0,2582	-289,1	68,7%	0,17	187,5	31,5%	
2.01	Fassade	780	24,6%	AW – Holz 100 Thei	0,211	0,164	128	10,9%	0,442	345,0	14,6%	-0,2899	-228,1	53,7%	0,16	127,8	21,5%
2.02	Kellerwand	340	10,7%	KW-Kellerwand Hol	0,182	0,116	40	3,4%	0,644	218,9	9,3%	-0,1853	-63,0	15,0%	0,18	59,7	10,0%
2.03			0,0%		0,000	0,000	0	0,0%	0,000	0,0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%	0,00	0,0	0,0%
2.04			0,0%		0,000	0,000	0	0,0%	0,000	0,0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%	0,00	0,0	0,0%
2.05			0,0%		0,000	0,000	0	0,0%	0,000	0,0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%	0,00	0,0	0,0%
3.	ÖFFNUNGEN	200	6,3%		0,000	0,0	0,0%	0,711	142,2	6,0%	0,0063	1,3	-0,3%	0,31	62,0	10,4%	
3.01	Türen	60	1,9%	Holzfenster IV75, U	1,095	0,000	0	0,0%	0,711	42,7	1,8%	0,0063	0,4	-0,1%	0,31	18,6	3,1%
3.02	Fenster	140	4,4%	Holzfenster IV75, U	1,095	0,000	0	0,0%	0,711	99,6	4,2%	0,0063	0,9	-0,2%	0,31	43,4	7,3%
3.03			0,0%		0,000	0,000	0	0,0%	0,000	0,0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%	0,00	0,0	0,0%
3.04			0,0%		0,000	0,000	0	0,0%	0,000	0,0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%	0,00	0,0	0,0%
3.05			0,0%		0,000	0,000	0	0,0%	0,000	0,0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%	0,00	0,0	0,0%
4.	GRÜNDUNG	330	10,4%		0,162	2,438	804,5	68,6%	2,521	832,0	35,3%	0,2503	82,6	-19,6%	0,20	66,0	11,1%
4.01	Gründung	330	10,4%	FU – Flachgründun	0,162	2,438	804	68,6%	2,521	832,0	35,3%	0,2503	82,6	-19,6%	0,20	66,0	11,1%
4.02			0,0%		0,000	0,000	0	0,0%	0,000	0,0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%	0,00	0,0	0,0%
4.03			0,0%		0,000	0,000	0	0,0%	0,000	0,0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%	0,00	0,0	0,0%
5.	INNENWÄNDE	590	18,6%		0,056	33,1	2,8%	0,152	89,4	3,8%	-0,0994	-58,6	13,9%	0,06	33,1	5,6%	
5.01	Tragende Innenwände	140	4,4%	IW-T - Holz 100	0,063	9	0,8%	0,170	23,8	1,0%	-0,1115	-15,6	3,7%	0,06	8,8	1,5%	
5.02	Nicht Tragende Innenwände	450	14,2%	IW-L - Holz 100	0,054	24	2,1%	0,146	65,6	2,8%	-0,0956	-43,0	10,2%	0,05	24,3	4,1%	
5.03			0,0%		0,000	0	0,0%	0,000	0,0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%	0,00	0,0	0,0%	
6.	INNENDECKEN	530	16,7%		0,144	76,5	6,5%	0,503	266,8	11,3%	-0,2255	-119,5	28,4%	0,17	89,3	15,0%	
6.01	Decke ü. EG und OG1	530	16,7%	DE – Holz 100 21,2 - Schüttü	0,144	76	6,5%	0,503	266,8	11,3%	-0,2255	-119,5	28,4%	0,17	89,3	15,0%	
6.02			0,0%		0,000	0	0,0%	0,000	0,0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%	0,00	0,0	0,0%	
6.03			0,0%		0,000	0	0,0%	0,000	0,0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%	0,00	0,0	0,0%	
SUMMEN		3170	100%		U-Wert = 0,280	1173	100%	2356,8	100%	-421,1	100%	595,3	100%				

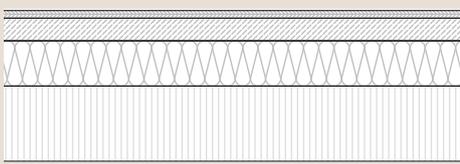
Schematische Aufbaudetails



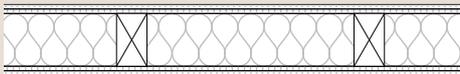
Aufbaudetail Außenwand 1:20



Aufbaudetail Dach 1:20



Aufbaudetail Decke 1:20



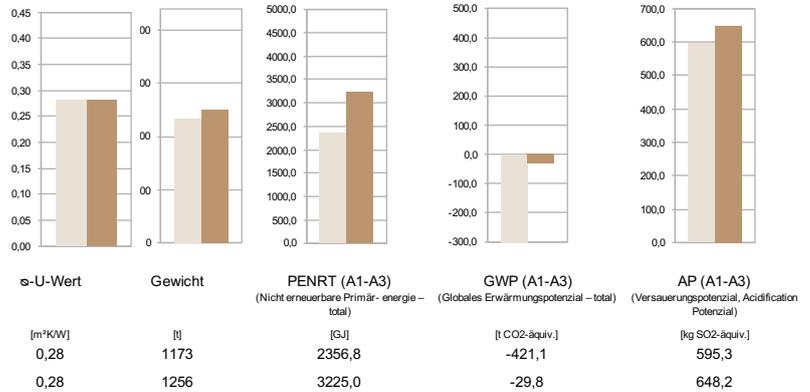
Aufbaudetail Innenwand tragend 1:20

Ergebnis

Die Differenz des CO₂-Äquivalentes beträgt 391,2 t. Das entspricht 2.919.739 km Fahrtstrecke mit einem Mittelklassewagen, welches einer Weglänge von 66,4 Äquatorumrundungen gleichkommt.

Die Differenz der, in der Konstruktion gebundenen, grauen Energie beträgt 868,2 Giga Joule. Dies entspricht 241.155 kWh. Bei einem Heizenergiebedarf von 30 kWh/m²a ließe sich das Gebäude mit dieser Energiemenge 13 Jahre beheizen.

- KONSTRUKTIVARIANTE 1
- KONSTRUKTIVARIANTE 2

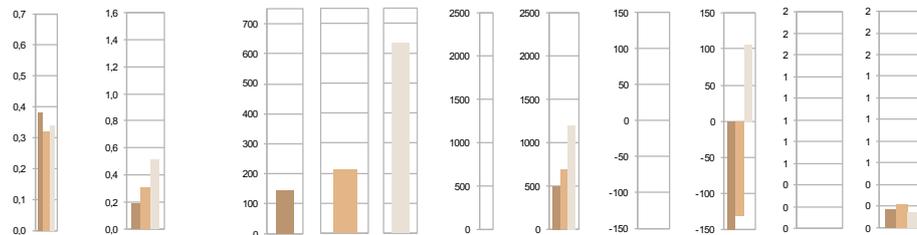


KONSTRUKTIVARIANTE 2

Holzrahmenbau - standard

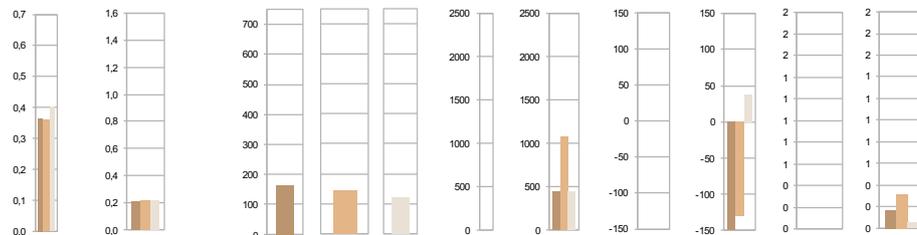
Bauteil/ Regelaufbau	U-Wert		Gewicht	PENRT (A1-A3)		GWP (A1-A3)		AP (A1-A3)					
	[m ² K/W]	[t/m ²]		(Nicht erneuerbare Primär-energie - total)	(Globales Erwärmungspotenzial - total)	(Versauerungspotenzial)							
[t]	[m ² K/W]	[t/m ²]	[t]	[GJ/m ² Bauteilbezogen]	[GJ]	[%-Anteil an Σ PENRT]	[t CO ₂ -äquiv./m ²]	[t CO ₂ -äquiv.]	[%-Anteil an Σ GWP]	[kg SO ₂ -äquiv./m ²]	[kg SO ₂ -äquiv.]	[%-Anteil an Σ AP]	
		0,103	41,1	3,3%	1,374	549,7	17,0%	-0,0719	-28,7	96,3%	0,38	151,0	23,3%
DA - Flachdach Holzbalken	0,155	0,103	31	2,5%	1,374	412,3	12,8%	-0,0719	-21,6	72,2%	0,38	113,3	17,5%
DA - Flachdach Holzbalken	0,155	0,103	10	0,8%	1,374	137,4	4,3%	-0,0719	-7,2	24,1%	0,38	37,8	5,8%
	0,000	0,000	0	0,0%	0,000	0,0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%	0,00	0,0	0,0%
		0,241	269,8	21,5%	0,985	1102,7	34,2%	-0,0003	-0,4	1,2%	0,17	191,9	29,6%
AW - Holzrahmenbau - 14 ci	0,211	0,086	67	5,4%	0,691	538,8	16,7%	-0,0523	-40,8	136,6%	0,19	147,6	22,8%
AW - Keller WU Beton - XP	0,236	0,595	202	16,1%	1,659	563,9	17,5%	0,1188	40,4	-135,4%	0,13	44,3	6,8%
	0,000	0,000	0	0,0%	0,000	0,0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%	0,00	0,0	0,0%
	0,000	0,000	0	0,0%	0,000	0,0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%	0,00	0,0	0,0%
	0,000	0,000	0	0,0%	0,000	0,0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%	0,00	0,0	0,0%
	0,000	0,000	0,0	0,0%	0,711	142,2	4,4%	0,0063	1,3	-4,2%	0,31	62,0	9,6%
Holzfenster IV75, U=1.10, g=	1,095	0,000	0	0,0%	0,711	42,7	1,3%	0,0063	0,4	-1,3%	0,31	18,6	2,9%
Holzfenster IV75, U=1.10, g=	1,095	0,000	0	0,0%	0,711	99,6	3,1%	0,0063	0,9	-2,9%	0,31	43,4	6,7%
	0,000	0,000	0	0,0%	0,000	0,0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%	0,00	0,0	0,0%
	0,000	0,000	0	0,0%	0,000	0,0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%	0,00	0,0	0,0%
	0,000	0,000	0	0,0%	0,000	0,0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%	0,00	0,0	0,0%
		2,438	804,5	64,0%	2,521	832,0	25,8%	0,2503	82,6	-276,8%	0,20	66,0	10,2%
FU - Flachgründung StB d=2	0,162	2,438	804	64,0%	2,521	832,0	25,8%	0,2503	82,6	-276,8%	0,20	66,0	10,2%
	0,000	0,000	0	0,0%	0,000	0,0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%	0,00	0,0	0,0%
	0,000	0,000	0	0,0%	0,000	0,0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%	0,00	0,0	0,0%
		0,050	29,7	2,4%	0,396	233,8	7,3%	-0,0261	-15,4	51,6%	0,10	61,5	9,5%
IW-T - Holzrahmenbau - 14 cm Steinw	0,064	0,7	9	0,7%	0,524	73,4	2,3%	-0,0271	-3,8	12,7%	0,17	23,5	3,6%
IW-L - Trockenbau d=10cm - Holzstär	0,046	21	21	1,6%	0,357	160,5	5,0%	-0,0258	-11,6	38,9%	0,08	37,9	5,8%
	0,000	0,000	0	0,0%	0,000	0,0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%	0,00	0,0	0,0%
		0,210	111,4	8,9%	0,688	364,6	11,3%	-0,1305	-69,2	231,8%	0,22	115,9	17,9%
DE - Brettstapel 20 cm - Holzfaser - Z	0,210	111	111	8,9%	0,688	364,6	11,3%	-0,1305	-69,2	231,8%	0,22	115,9	17,9%
	0,000	0,000	0	0,0%	0,000	0,0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%	0,00	0,0	0,0%
	0,000	0,000	0	0,0%	0,000	0,0	0,0%	0,0000	0,0	0,0%	0,00	0,0	0,0%
		0,283	1256	100%		3225,0	100%		-29,8	100%		648,2	100%

Deckenaufbauten



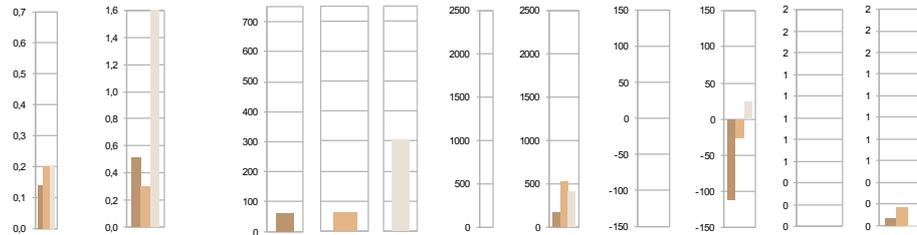
Nr	Benennung	Bauteildicke [m]	U-Wert [m²K/W]	G-Wert (Gesamt-Energie-Druchlass-Grad transparente Bauteile) [0,000]	Gewicht, flächenbezogen [kg/m²]		PENRT (A1-A3) (Nicht erneuerbare Primärenergie – total) [MJ/m² Bauteilbezogen]		GWP (A1-A3) (Globales Erwärmungspotenzial – total) [kg CO2-äquiv.]		AP (A1-A3) (Versauerungspotenzial) [kg SO2-äquiv.]	
					Bestand	Neu	Bestand	Neu	Bestand	Neu	Bestand	Neu
[]	[]											
010	DE – Holz 100 21,2 - Schüttung - Trittschall - Dielenboden	0,382	0,186	0,000	0,000	144,320	0	503	0,000	-225,457	0,000	0,169
076	DE – Brettstapel 20 cm – Holzfaser – Zementestrich – Hochkantlamellen-Parkett	0,321	0,305	0,000	0,000	210,200	0	688	0,000	-130,522	0,000	0,219
072	DE – StB 22 cm – Steinwolle – Zementestrich – Hochkantlamellen-Parkett	0,341	0,515	0,000	0,000	632,665	0	1199	0,000	106,657	0,000	0,148

Außenwandaufbauten



Nr	Benennung	Bauteildicke [m]	U-Wert [m²K/W]	G-Wert (Gesamt-Energie-Druchlass-Grad transparente Bauteile) [0,000]	Gewicht, flächenbezogen [kg/m²]		PENRT (A1-A3) (Nicht erneuerbare Primärenergie – total) [MJ/m² Bauteilbezogen]		GWP (A1-A3) (Globales Erwärmungspotenzial – total) [kg CO2-äquiv.]		AP (A1-A3) (Versauerungspotenzial) [kg SO2-äquiv.]	
					Bestand	Neu	Bestand	Neu	Bestand	Neu	Bestand	Neu
[]	[]											
006	AW - Holz 100 Thermo 36,4	0,364	0,211	0,000	0,000	163,800	0	442	0,000	-289,926	0,000	0,164
039	AW – Holzmassivbau CLT – Holzfaserdämmung – Außenputz Silikatputz	0,360	0,214	0,000	0,000	146,500	0	1068	0,000	-131,415	0,000	0,318
031	AW – Porenbeton 36,5 cm – Gipsputz – Außenputz Silikatputz	0,400	0,219	0,000	0,000	119,625	0	436	0,000	36,604	0,000	0,049

tragende Innenwandaufbauten



Nr	Benennung	Bauteildicke [m]	U-Wert [m²K/W]	G-Wert (Gesamt-Energie-Druchlass-Grad transparente Bauteile) [0,000]	Gewicht, flächenbezogen [kg/m²]		PENRT (A1-A3) (Nicht erneuerbare Primärenergie – total) [MJ/m² Bauteilbezogen]		GWP (A1-A3) (Globales Erwärmungspotenzial – total) [kg CO2-äquiv.]		AP (A1-A3) (Versauerungspotenzial) [kg SO2-äquiv.]	
					Bestand	Neu	Bestand	Neu	Bestand	Neu	Bestand	Neu
[]	[]											
007	IW-T - Holz 100	0,140	0,515	0,000	0,000	63,000	0	170	0,000	-111,510	0,000	0,063
064	IW-T – Holzrahmenbau – 14 cm Steinwolle – 1xOSB + 1xGKB beplankt	0,201	0,304	0,000	0,000	64,266	0	524	0,000	-27,092	0,000	0,168
061	IW-T – Kalksandstein 17,5cm – Gipsputz	0,205	2,020	0,000	0,000	304,000	0	410	0,000	23,680	0,000	0,012



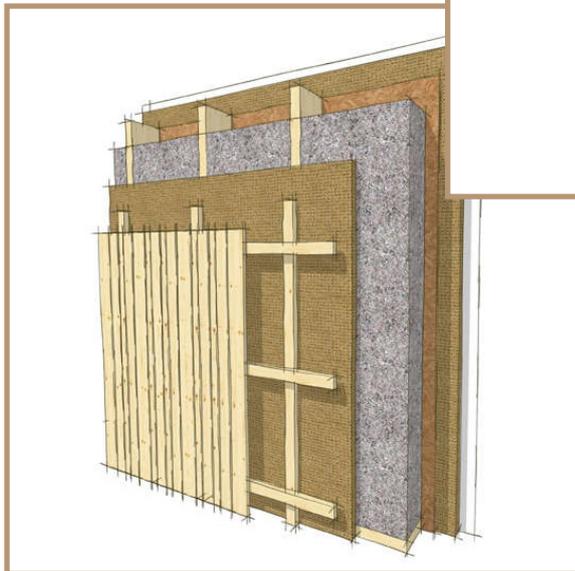
BAUTEILVERGLEICH

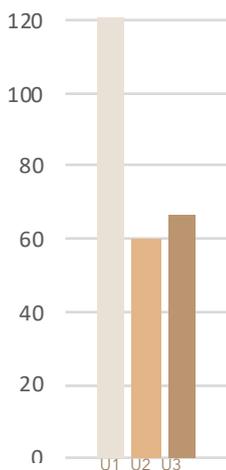
Abschließend werden noch drei signifikante Bauteile alleinstehend, in den drei untersuchten Varianten, miteinander verglichen, die Decke, die Außenwand und die tragende Innenwand.

Im Vergleich der Deckenaufbauten ist auffällig, dass der Stahlbetonaufbau besonders im Bereich des Gewichts und des GWP zu buche schlägt. Ein Vorteil für den HOLZ100 Aufbau ist in diesem Fall, der Verzicht auf den Zementestrich.

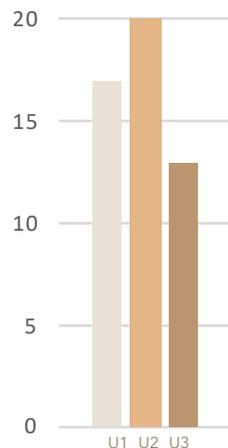
Bei Betrachtung der drei Außenwandvarianten fallen nur kleine Unterschiede auf. Besonders hervor sticht, die nicht erneuerbare Primärenergie der CLT Wandkonstruktion, die sich auf die unterschiedlichen Baustoffe zurückführen lässt.

Ein sehr starkes Argument für eine tragende Innenwand aus Holzbau, egal ob HLZ100 oder Holzrahmenbau, ist das Bauteilgewicht. Des Weiteren ist die HOLZ100 Konstruktion ca. sechs Zentimeter dünner als die Vergleichsvarianten, was mehr nutzbare Fläche bedeutet.





Mögliche Äquatorumrundungen durch Differenz des CO2 Äquivalent



Mögliche Heizjahre bei 30 kWh/m2 durch Differenz der gebundenen grauen Energie

FAZIT

Zum Abschluss sind zum einen das CO₂ Äquivalent und die damit möglichen Erdumrundungen dargestellt und zum anderen die Differenz der gebundenen grauen Energie und die damit möglichen Heizjahre dargestellt. In allen Fällen sagt die Differenz aus, wie viel man durch die Wahl des HOLZ100 Konzepts, im Vergleich zur jeweils gegenübergestellten Bauweise, einspart und möglich wird. Bei Betrachtung dieser Ergebnisse, lässt sich eindeutig feststellen, dass das Bauen eines Gebäudes nach dem HOLZ100 Prinzip von Thoma deutlich nachhaltiger ist, als das Bauen mit Beton oder mit CLT-Holzmassivbau.

Betrachtet man die CO₂ Differenz, tritt besonders auffällig die erste Untersuchung in den Vordergrund. Durch ein CO₂ Äquivalent mit dem es möglich wäre eine Strecke von ca. 120 Äquatorumrundungen zurückzulegen ist dieses Ergebnis besonders eindeutig.

Ermittelt man die Energie, welche in Untersuchung zwei eingespart werden kann, wäre es Möglich, das betrachtete Gebäude mit einem Heizwärmebedarf von 30 kWh/m², ca. 20 Jahre lang zu beheizen. Verständlicherweise ist der Primärenergieeinsatz beim CLT Verfahren am höchsten und dennoch ist dieses Ergebnis erschreckend und augenöffnend.

Anhand dieser Ergebnisse kann man klar feststellen, dass der Hersteller Thoma einen sinnvollen und nachhaltigen Ansatz verfolgt. Zudem sollte erwähnt werden, dass der Bau eines solchen Holzmassivbaus äußerst effizient ist, infolge des hohen Vorfertigungsgrades.

Des Weiteren ließ sich feststellen, dass je mehr unterschiedliche Baustoffe in einem Bauteil verwendet werden, desto geringer ist die Nachhaltigkeit und umso höher ist die nicht erneuerbare Primärenergie.



ANLAGEN

- » [Ökobilanzierung_Offenbach.xls](#)
- » [Umweltproduktdeklaration_Thoma_HOLZ100.pdf](#)

ENTWURFSBEGLEITENDE ÖKOBILANZVERFAHREN

Wintersemester 2021/22

©2022 Nicolas Sebastian