

Ressourceneffizientes Bauen mit Holz



Daniel Dieren
M.Sc. Bauingenieur
M.Sc. Architektur



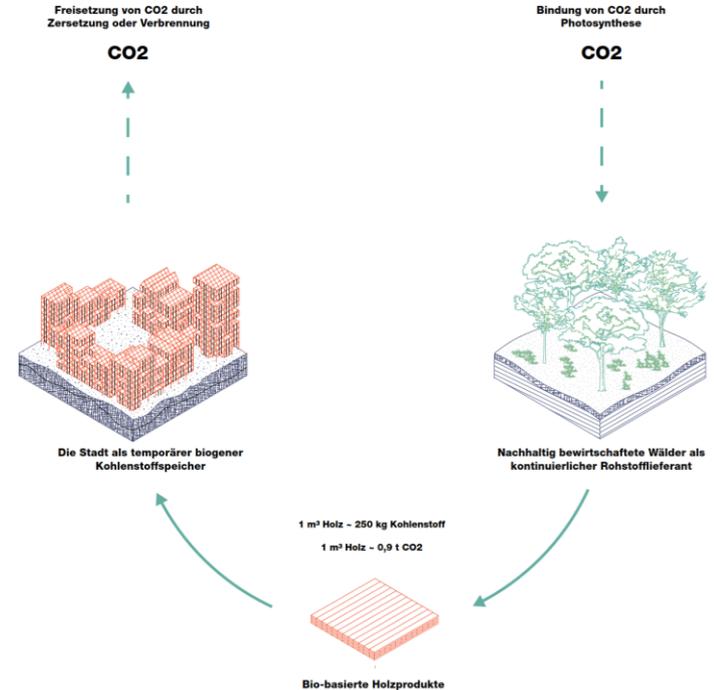
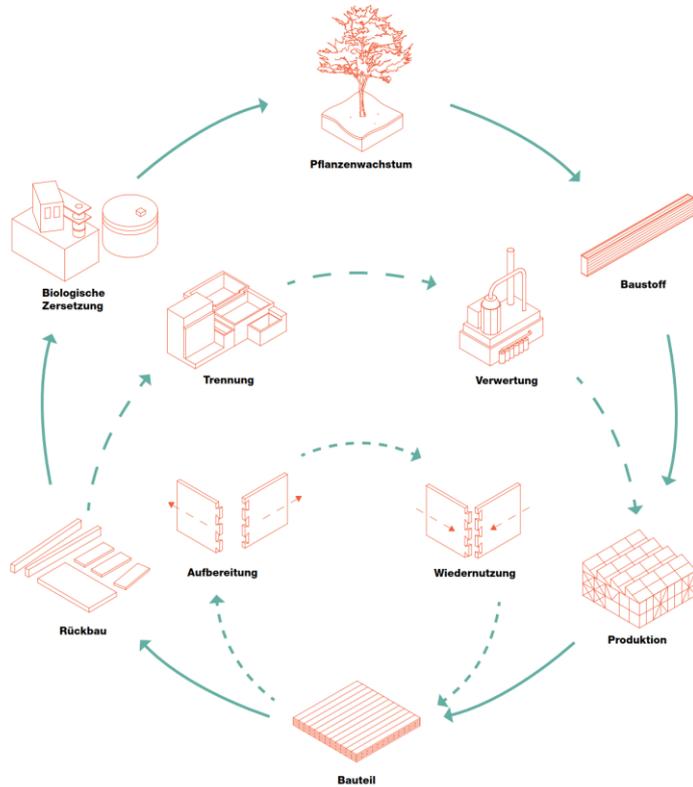
Ökologische und
Ökonomische
Machbarkeit

Technische
Anforderungen

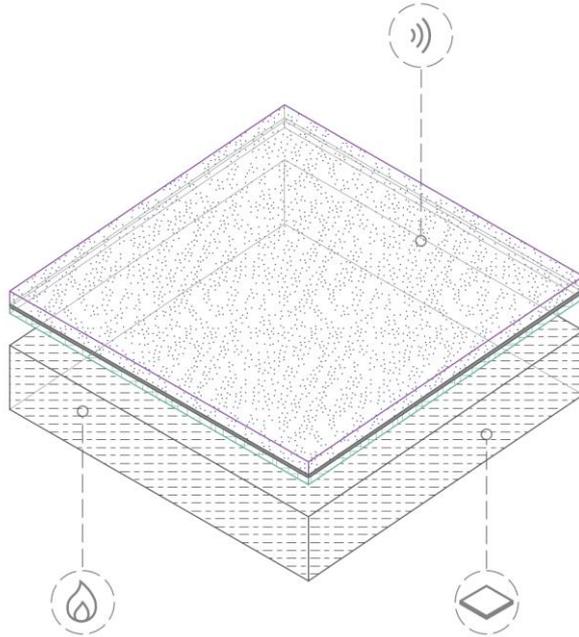
Performance Check
Im Holzbau

1. Ökologische und Ökonomische Machbarkeit

Bauen mit Holz: Holz als biotisch-technisches Kreislaufmaterial



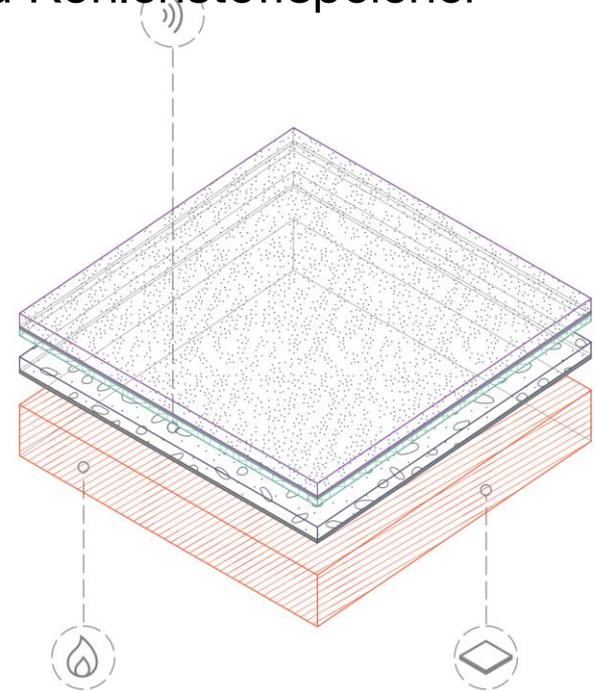
Vorteile des Holzbaus: CO₂-Fußabdruck und Kohlenstoffspeicher



Decke Stahlbeton (Spannweite: 5 m)

CO₂-Fußabdruck: 107 kg CO₂e/m²

Biogener Kohlenstoffspeicher: 0 kg C/m²

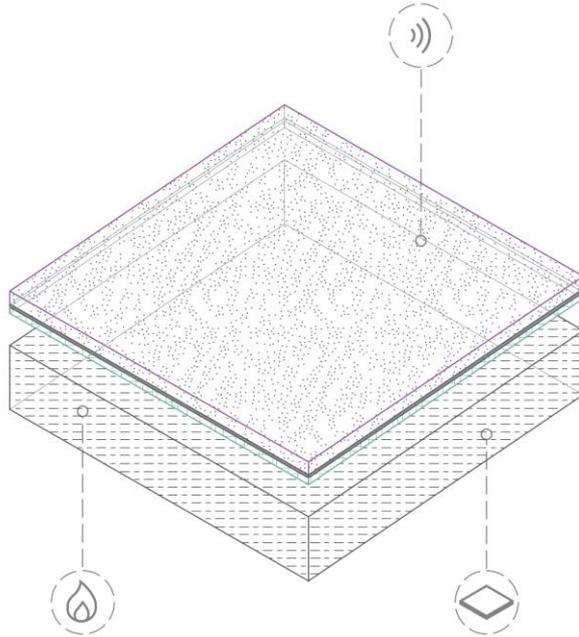


Decke Massivholz (Spannweite: 5 m)

CO₂-Fußabdruck: 63 kg CO₂e/m² (- 40 %)

Biogener Kohlenstoffspeicher: 163 kg CO₂/m²

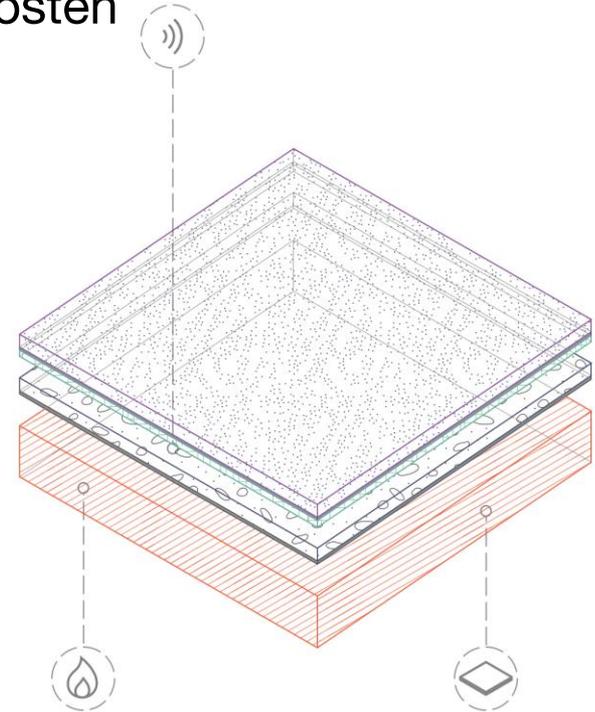
Hemnisse des Holzbaus: Komplexität und Kosten



Decke Stahlbeton (Spannweite: 5 m)

Bauteilhöhe: 28 cm

Kosten: 210 €/m²



Decke Massivholz (Spannweite: 5 m)

Bauteilhöhe: 38 cm (+ 35 %)

Kosten: 345 €/m² (+135 €/m²)

Fördermöglichkeit: Bayerische Holzbauförderung (BayFHolz)

Umfang:

- Zuwendungshöhe: 500 € / t Kohlenstoff (max. 200.000 € / Baumaßnahme)

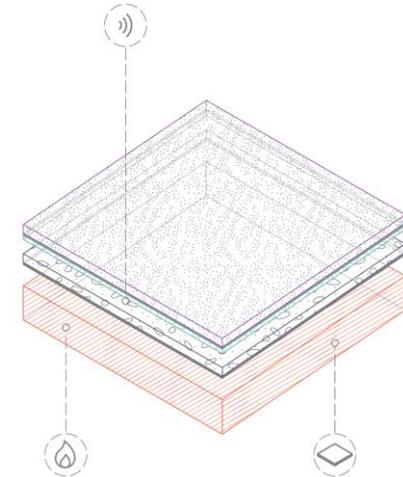
Voraussetzungen:

- Holzbauweise: Verwendung von Holz in den tragenden Konstruktionselementen von Gebäuden (Tragwerkskonstruktion überwiegend aus Holz)
- Mindestens tragende Konstruktion der Gebäudehülle sowie ein weiteres tragendes Bauteil in Holzbauweise

Nachweis:

- Erfolgt auf Basis der verbauten Menge an nachwachsenden Rohstoffen / Speichermenge an CO₂
- Gilt für Vollholzprodukte und Holzwerkstoffe sowie Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen.

Bayerisches Staatsministerium für
Wohnen, Bau und Verkehr



→ Zuschuss: 81,5 €/m²

(Massivholzdecke)

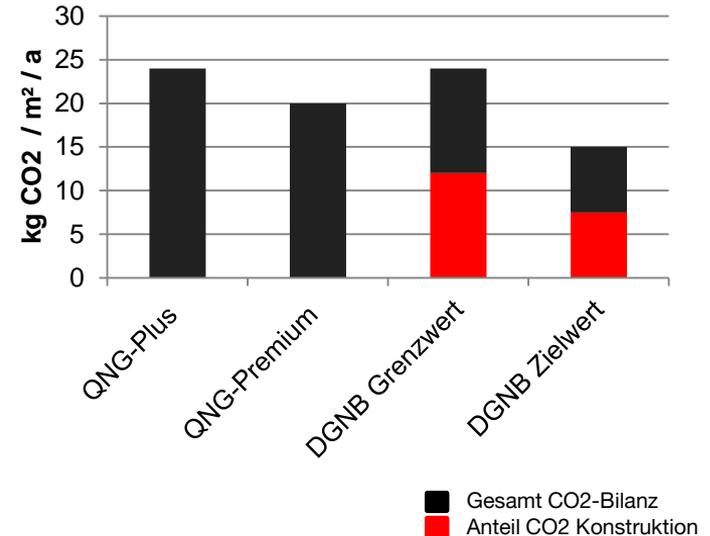
Fördermöglichkeit: Klimafreundliches Wohngebäude (KfW)

Förderkredit mit 100.000 € / Wohneinheit

- die Effizienzhaus-Stufe 40 erreicht wird
- in seinem Lebenszyklus so wenig CO₂ ausstößt, dass die **Anforderung an Treibhausgasemissionen** des „Qualitätssiegels Nachhaltiges Gebäude Plus“ erfüllt werden
- nicht mit Öl, Gas oder Biomasse beheizt wird.

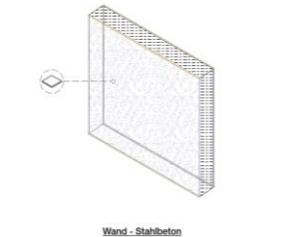
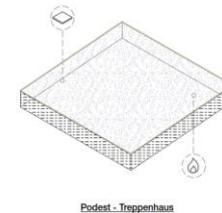
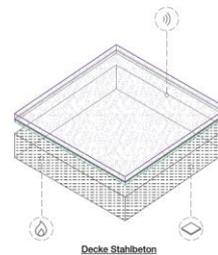
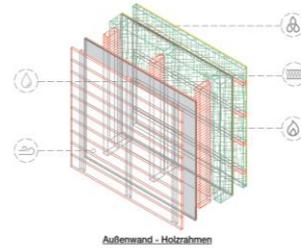
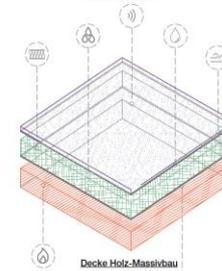
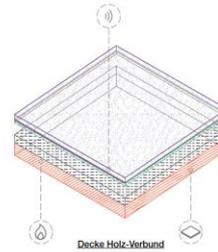
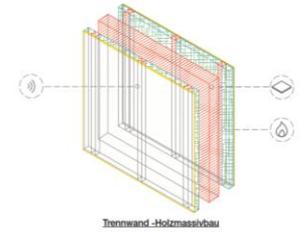
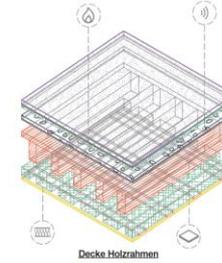
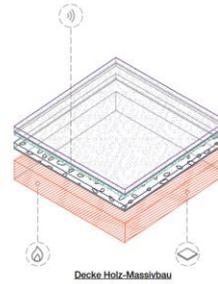
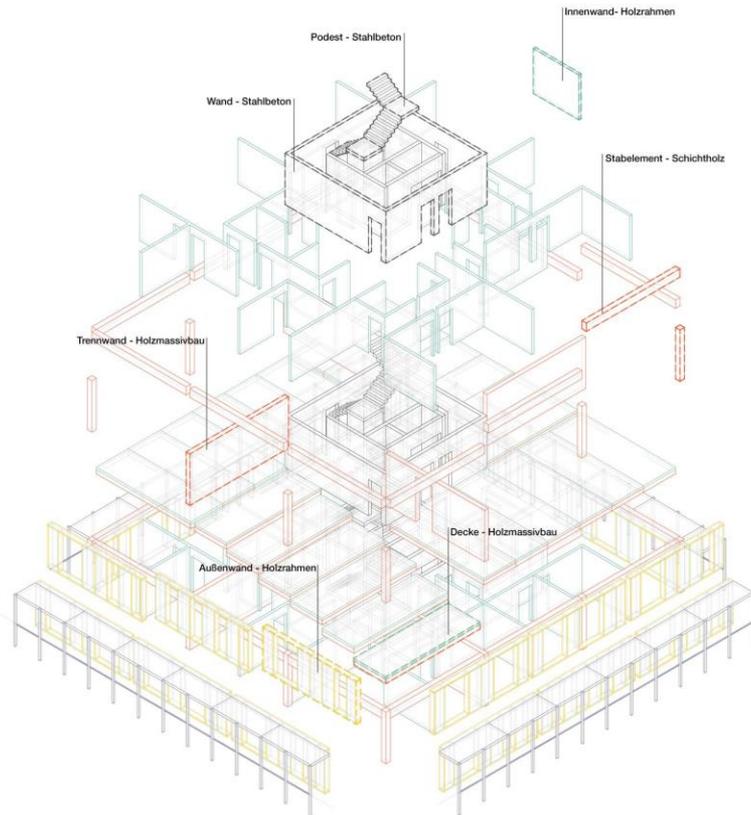
Förderkredit mit 150.000 € / Wohneinheit

- **Wenn zusätzlich:** Qualitätssiegel QNG-PLUS oder QNG-PREMIUM erfüllt und durch ein Nachhaltigkeitszertifikat bestätigt wird

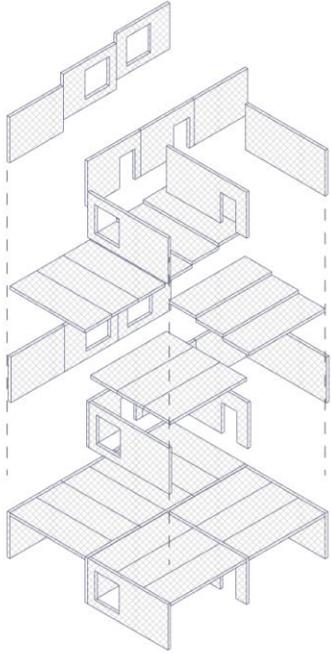


2. Technische Anforderungen

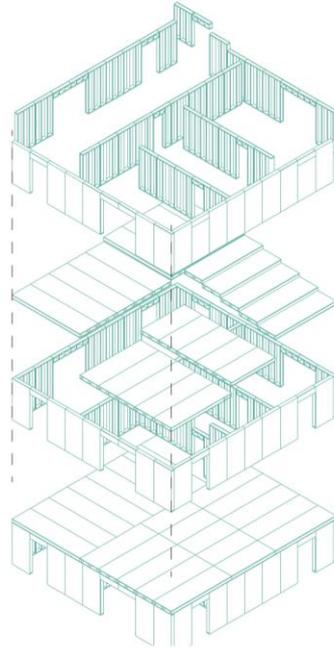
Ziel: Erstellung eines Bauteilkatalogs



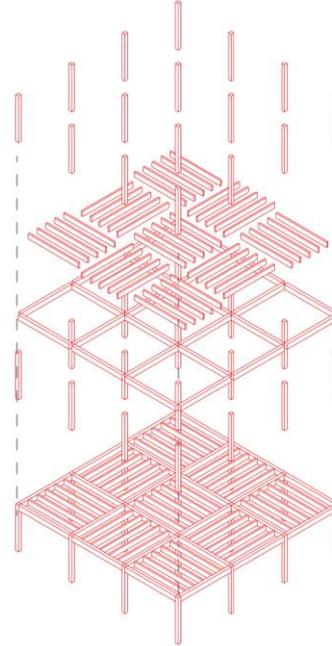
Bauarten: Tragende Konstruktionselemente



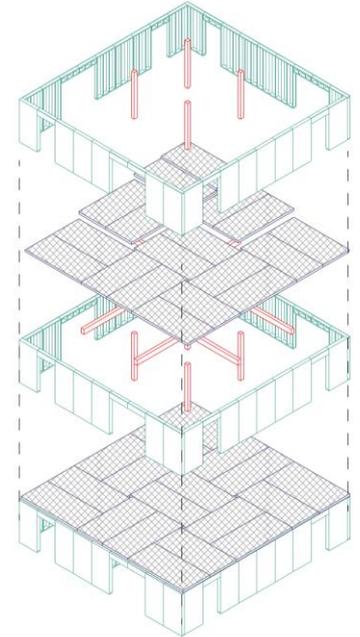
Holzmassivbau



Holztafelbau



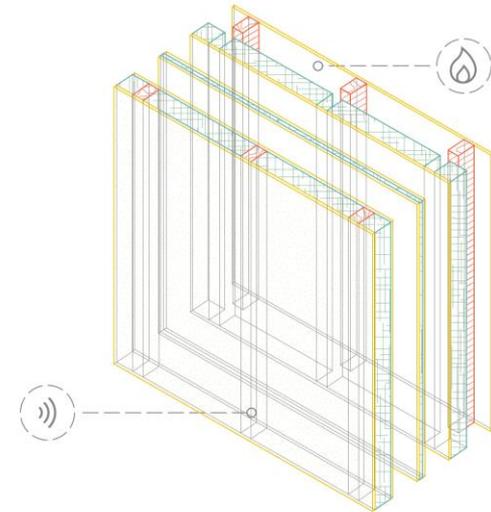
Holzskelettbau



Mischbauweisen

Tafelbau gemäß Muster-Holzbaurichtlinie (GKL4)

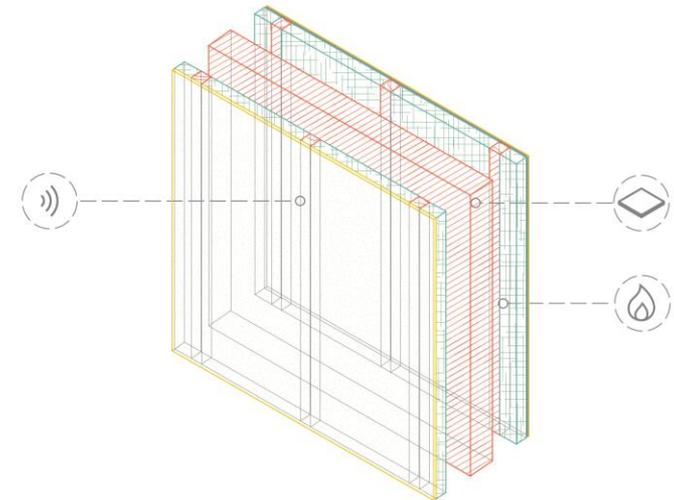
- Zulässig bis GKL4
- Brandschutzbekleidung $t = 60$ min notwendig (2 x 18 mm Gipsplatte oder 2 x 18 mm Gipsfaserplatte)
- Füllung mit nichtbrennbaren Dämmstoffen
- Brandwände / Wände notwendiger Treppenträume möglich bei Nachweis zus. Mechanischer Beanspruchung und Bauartgenehmigung
- Decken: Nassestrich oder trockener Estrich ersetzt oberseitige Brandschutzbekleidung



Trennwand - Holzrahmenbau

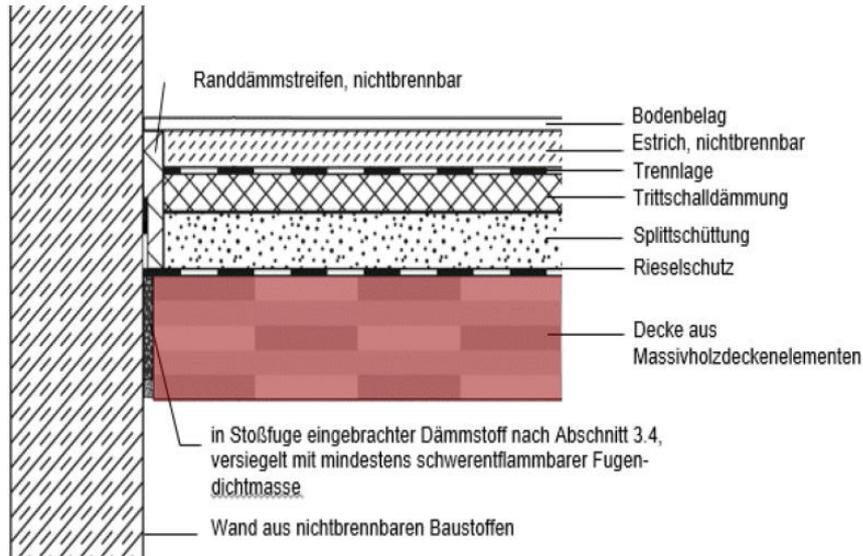
Massivbau gemäß Muster-Holzbaurichtlinie (GKL4+5)

- Zulässig bis GKL5
- Brandschutztechnisch wirksame Bekleidung $t = 30$ min notwendig (1x 18 mm Gipsplatte Typ GKF oder Gipsfaserplatte)
 - Abweichend: Je Raum der Nutzungseinheit sind entweder Decke oder maximal 25 % aller Wände (ausgenommen Trennwände, Wände anstelle von Brandwänden sowie Treppenraumwände) mit brennbaren Bauteiloberflächen zulässig
- Brandwände und Wände notwendiger Treppenräume in GKL4 zulässig bei
 - Nachweis zusätzlicher mechanischer Beanspruchung
 - Feuerwiderstandsfähigkeit 60 min + Bekleidung mit nichtbrennbaren Baustoffen ($t = 30$ min)

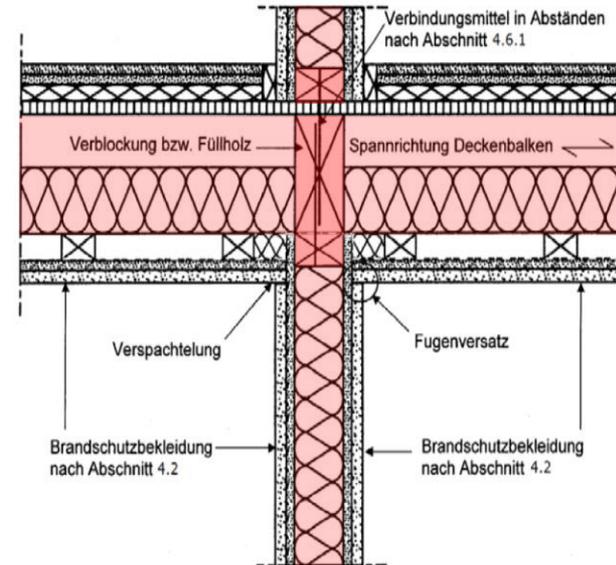


Trennwand -Holzmassivbau

Fügung gemäß Muster-Holzbaurichtlinie



Holzmassivbau



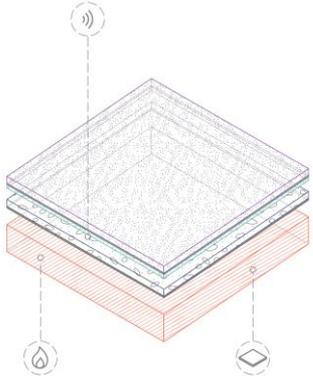
Holztafelbau



Achtung: Trotz Muster-Holzbaurichtlinie verbleiben viele Fragen insb. bezüglich Bauteilfügung unregelt

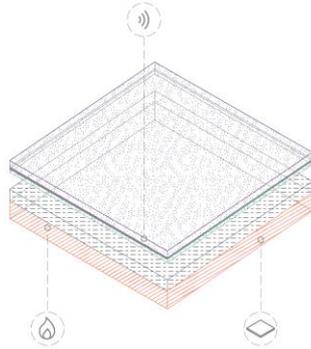
(Novellierung der Richtlinie für 2024 erwartet)

Anwendungsfälle im Wohnbau



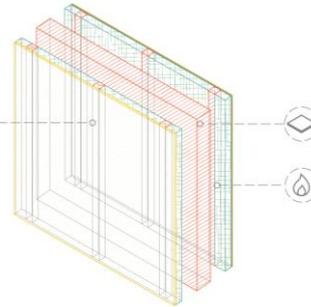
Massivbaudecke

- + Holzichtigkeit
- Zusätzliche Masse (Schüttung) notwendig
- Hoher Holzverbrauch



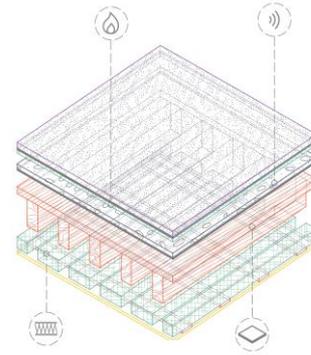
Hybrid-Decke

- + Vorteile bei hohen Spannweiten sowie im Schallschutz
- Hoher Betonanteil / Rückbaubarkeit kritisch



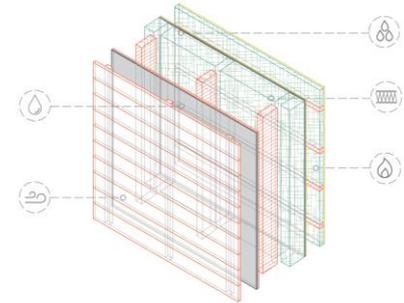
Massivbauwand

- + Einfache Verbindungen
- Hoher Holzverbrauch



Tafelbaudecke

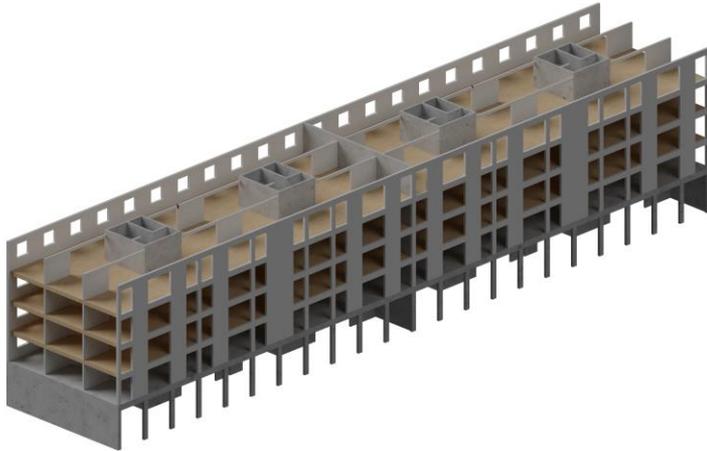
- + Wirtschaftliche Dachkonstruktionen möglich
- + Hoher Vorfertigungsgrad
- Hohe Aufbauhöhen / Deckenabhängung (Schutz) notwendig



Tafelbauwand

- + Wirtschaftliche und Effiziente Vorhangfassaden
- + Hoher Vorfertigungsgrad
- Kapselung notwendig

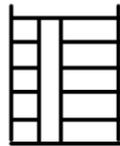
Bauteilkombinationen



Typ	Decken		Wände		Dach		Hülle	
REF - Konventionelles Bauen	■	■	■	■	■	■	■	■
HYBRID-H - Holz Mineralisch	■	■	■	■	■	■	■	■
HYBRID-V - Mineralisch Holz	■	■	■	■	■	■	■	■
NAWARO-M - Massiver Holzbau	■	■	■	■	■	■	■	■
NAWARO-H - Leichter Holzbau	■	■	■	■	■	■	■	■

- Stahlbeton
- Mauerwerk
- Stahlbeton-Holzhybrid
- Massivholz
- Holztafelbau

REF - Konventionelles Bauen



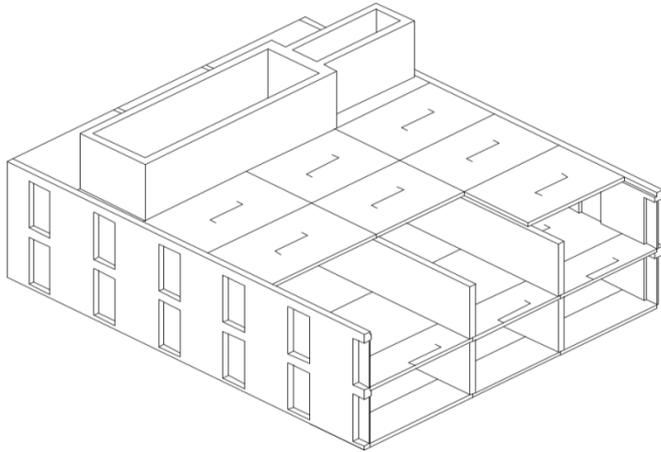
HYBRID-V - Mineralisch Holz



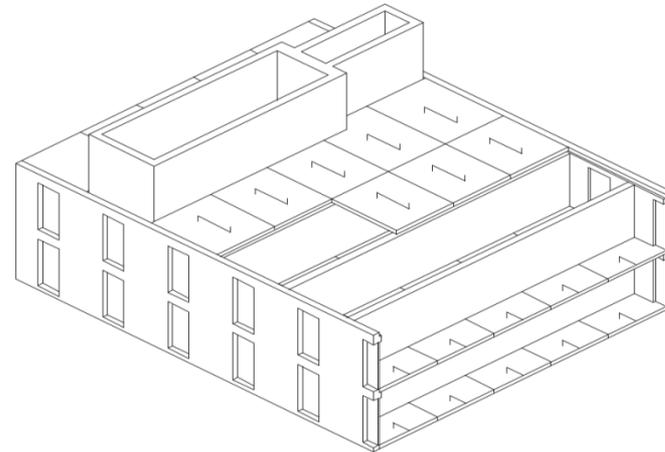
NAWARO-H - Leichter Holzbau



Tragwerksvarianten

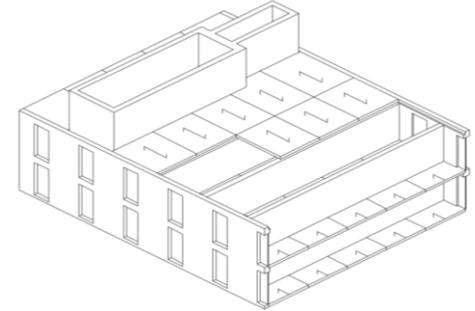
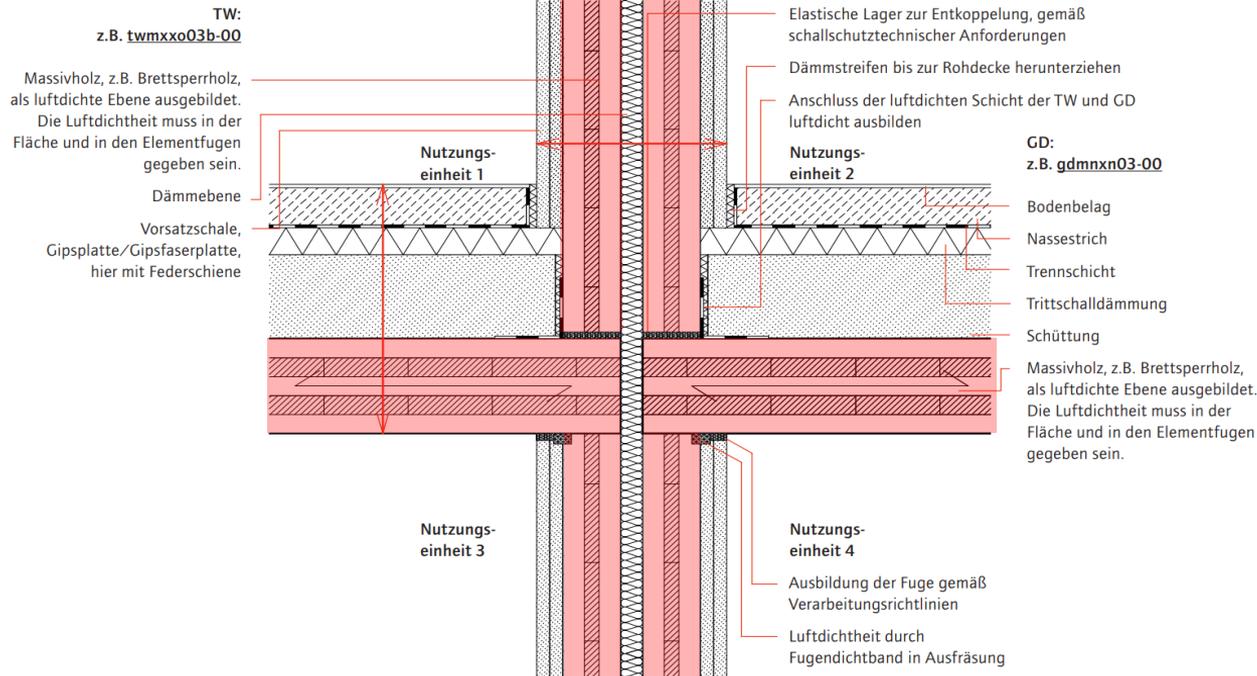


Längswandssystem

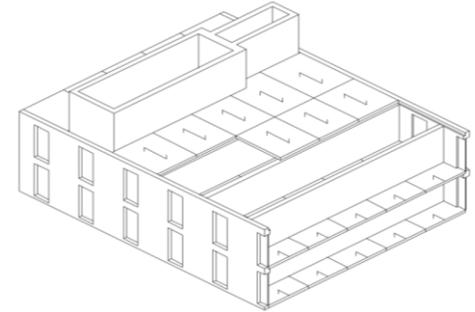
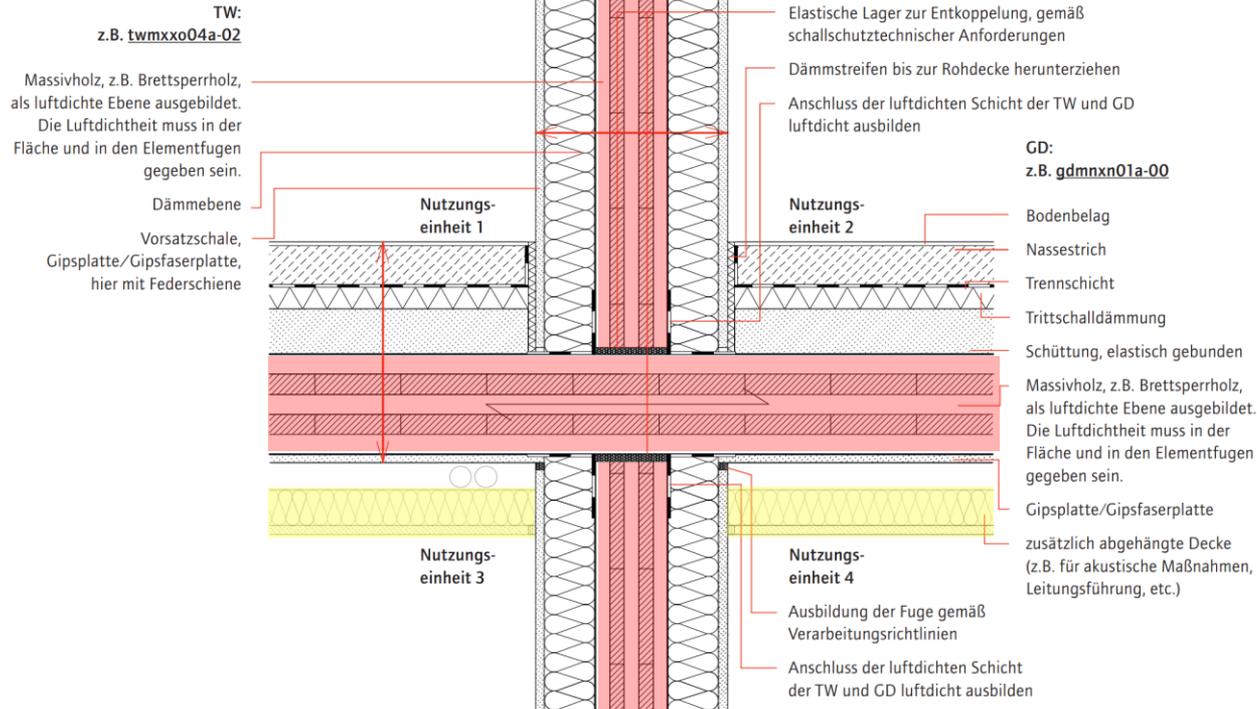


Querwandssystem
„Schottenbau“

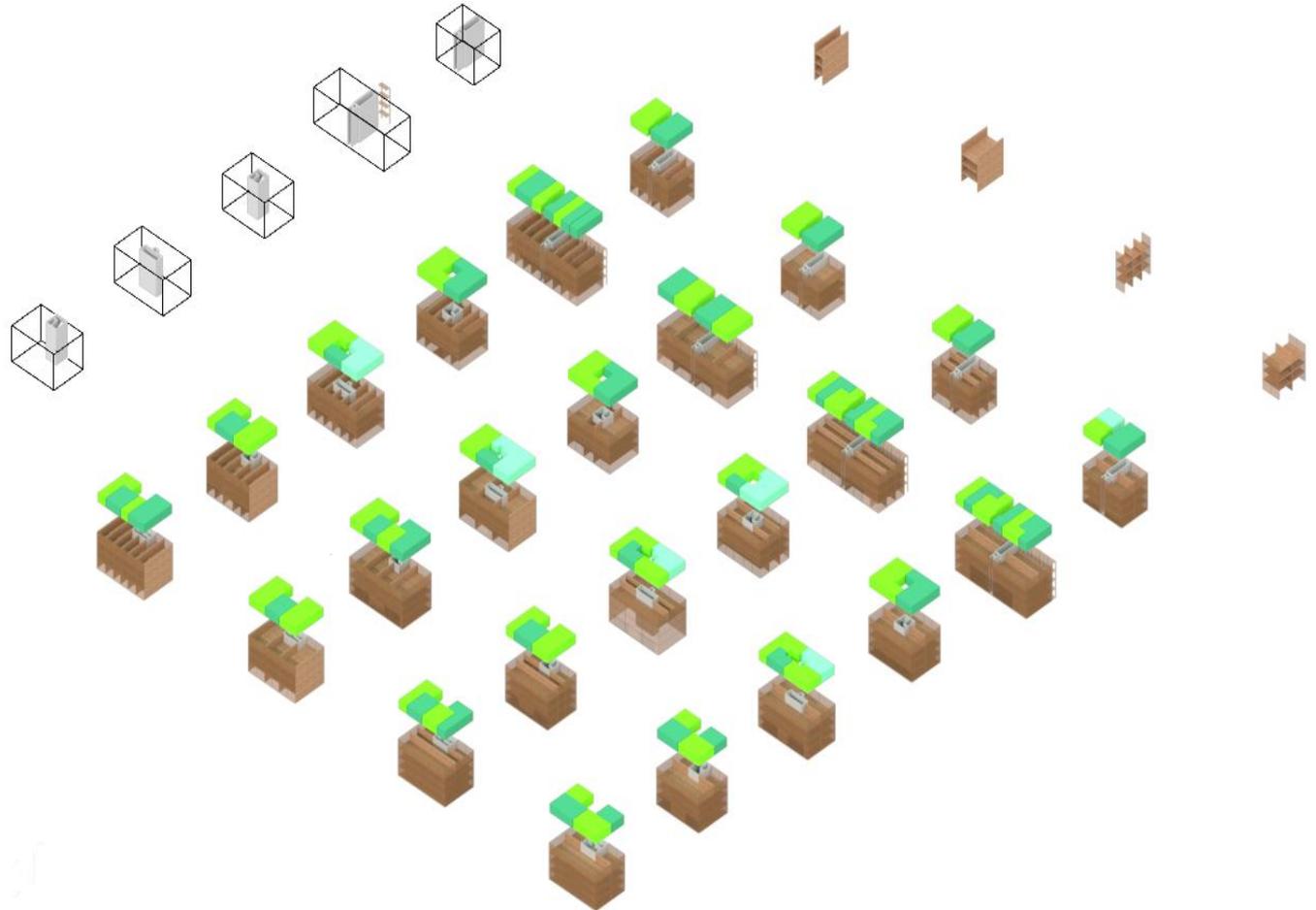
Schottenbau: Deckenentkopplung



Schottenbau: Durchlaufende Decken



Strukturvarianten



Schallschutz im Holzbau

Tabelle 2 | Normative Anforderung und Empfehlung für wichtige Zielwerte

		Schallschutzniveau		
		2	3	4
1				
Bauteil / Übertragungsweg:		BASIS ± DIN 4109-1:2018	BASIS +	KOMFORT
1	Wohnungstrennwand	$R'_{w} \geq 53 \text{ dB}$	$R'_{w} \geq 56 \text{ dB}$	$R'_{w} \geq 59 \text{ dB}$
2	Reihenhaustrennwand	$R'_{w} \geq 62 \text{ dB}$	$R'_{w} \geq 62 \text{ dB}$ $R_w + C_{50,5000} \geq 62 \text{ dB}^{1) 5)}$	$R'_{w} \geq 67 \text{ dB}$ $R_w + C_{50,5000} \geq 65 \text{ dB}^{1) 5)}$
3	Wohnungstrenndecke	$R'_{w} \geq 54 \text{ dB}$	$R'_{w} \geq 57 \text{ dB}$	$R'_{w} \geq 60 \text{ dB}$
4	Wohnungstrenndecke Trittschallpegel	$L'_{n,w} \leq 53 \text{ dB}^{3)}$	$L'_{n,w} \leq 50 \text{ dB}$ $L_{n,w} + C_{150,2500} \leq 50 \text{ dB}^{2)}$	$L'_{n,w} \leq 46 \text{ dB}$ $L_{n,w} + C_{150,2500} \leq 47 \text{ dB}^{2)}$
5	Dachterrassen und Loggien mit darunterliegenden Wohnräumen	$L'_{n,w} \leq 50 \text{ dB}$	$L'_{n,w} \leq 50 \text{ dB}$	$L'_{n,w} \leq 46 \text{ dB}$
6	Decken unter Laubengängen (in alle Schallausbreitungsrichtungen)	$L'_{n,w} \leq 53 \text{ dB}$	$L'_{n,w} \leq 50 \text{ dB}$	$L'_{n,w} \leq 46 \text{ dB}$
7	Treppenlauf und Treppenpodest	$L'_{n,w} \leq 53 \text{ dB}$	$L'_{n,w} \leq 50 \text{ dB}$	$L'_{n,w} \leq 46 \text{ dB}$
8	Außenlärm nach Lärmpegelbereich und Anforderungen der DIN 4109		Anforderungen nach DIN 4109 inkl. Berücksichtigung $c_{50,5000}$ für das opake Bauteil ⁴⁾	
9	Weitere Bauteile	nach DIN 4109-1:2018	nach DIN 4109-1:2018	nach DIN 4109-5:2019 ⁶⁾

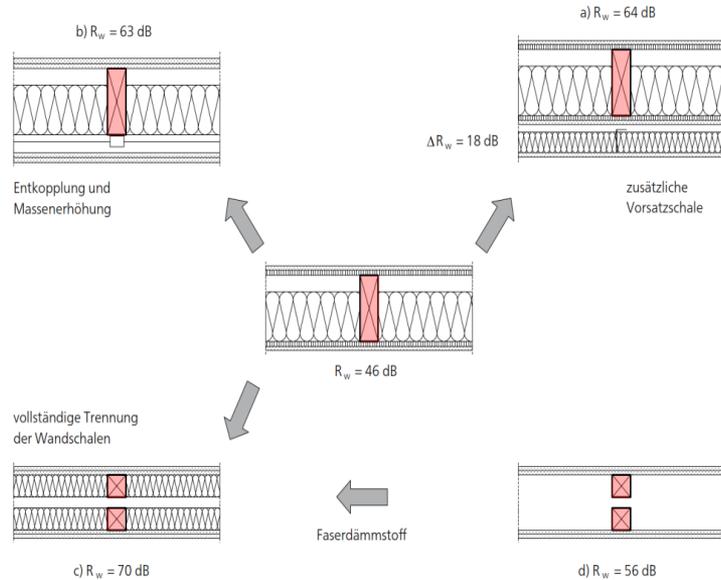
¹⁾ ergänzender Luftschallanforderungswert nur ans Bauteil ohne Flanken
²⁾ ergänzender Trittschallanforderungswert nur ans Bauteil ohne Flanken
³⁾ Sonderregelung für Deckenkonstruktionen, die der DIN 4109-33:2016 zuzuordnen sind, ansonsten $L'_{n,w} \leq 50 \text{ dB}$
⁴⁾ Für Fensterflächenanteile über 30% gesonderte Betrachtung, reine Bauteilanforderung
⁵⁾ Anforderung an die Doppelschalenwand, beide Wände
⁶⁾ nach jeweils gültiger Fassung oder E-DIN 4109-5:2018

Vorbemessung Luftschallschutz:

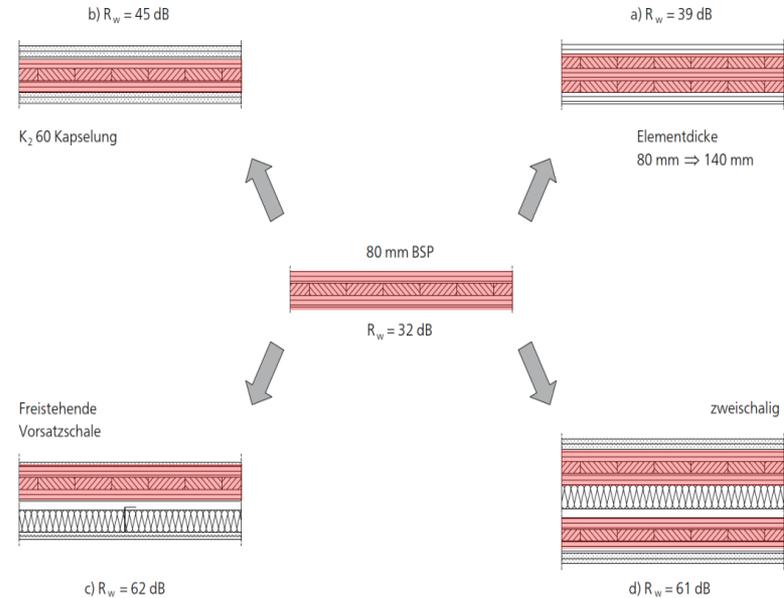
Bauteil: $R_{w,Bauteil} \geq R'_{w,Zielwert} + 7 \text{ dB}$

Flanken: $D_{n,f,w,Bauteil} \geq R'_{w,Zielwert} + 7 \text{ dB}$

Schallschutz im Holzbau: Bauteilebene



- a) zusätzliche Installationsebene als freistehende Vorsatzschale ($\Delta R_w = 18$ dB)
- b) Entkopplung der Wandbeplankung mit gleichzeitiger Massenerhöhung
- c) vollständige Trennung der Wandschalen
- d) Einfluss der Hohlraumdämmung bei getrennten Wandschalen



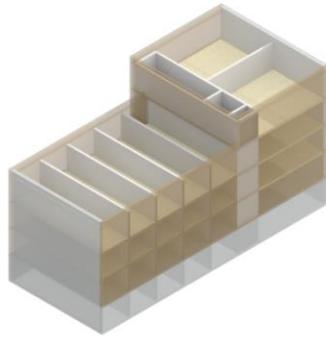
- a) Massenerhöhung durch Erhöhung der Elementdicke von 80 mm auf 140 mm
- b) Massenerhöhung durch Brandschutzmaßnahmen (beidseitig 2 x 18 mm GF)
- c) zusätzliche Installationsebene als freistehende Vorsatzschale
- d) vollständige Trennung der Wandschalen

3. Performance Check für Holzgebäude

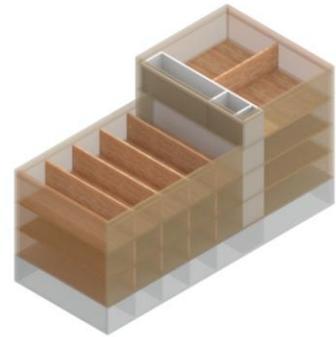
Variantenstudie



REF - Konventionelles Bauen



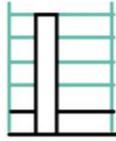
OPT A - HYBRID-V Mineralisch Holz



OPT B - NAWARO-H Leichter Holzbau

Bauteilkatalog

NAWARO-H - Leichter Holzbau



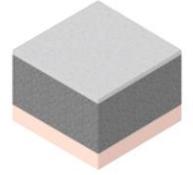
Außenwand tragend



Außenwand EG



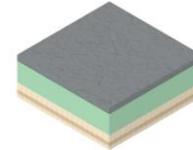
Bodenplatte



Außenwand nicht tragend



Dachdecke



Wand Erschließung



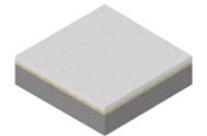
Trennwand OG



Trenndecke OG



Decke über EG



Ökobilanz

Erstellung einer Ökobilanz und
Variantenvergleich

- ✓ Erstellung optimierter Konstruktion
- ✓ Einsparung grauer Emissionen

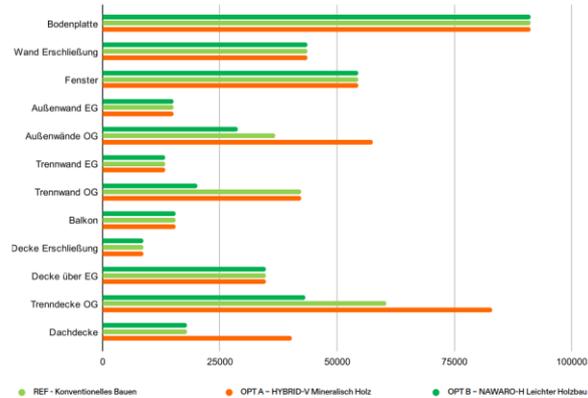
Treibhauspotenzial GWP

kg CO₂e/m²/a **5,3**

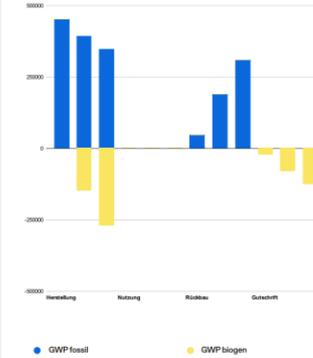
Ref **6,7**

Ziel DGNB Neubau A1-A3 **6,3**

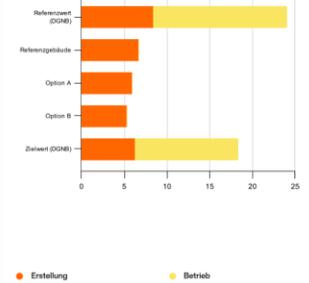
Ökobilanz Bauteile



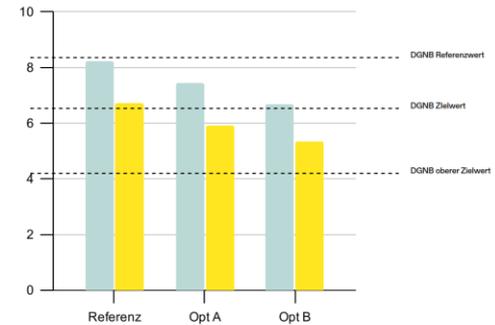
Ökobilanz: Lebenszyklusphasen



Benchmarks



Ökobilanz Vergleich Referenz & optimierte Variante



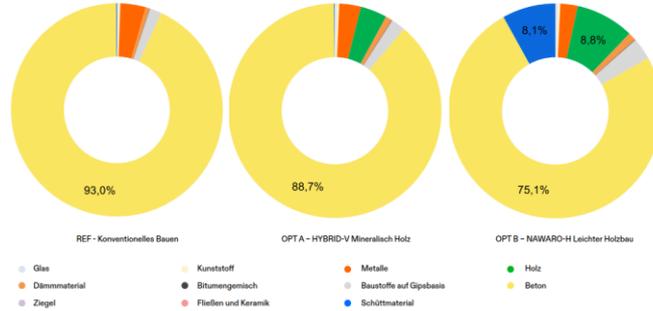
Massenbilanz

Erstellung einer Massenbilanz und Analyse der vermiedenen Primärrohstoffe gegenüber konventioneller Planung

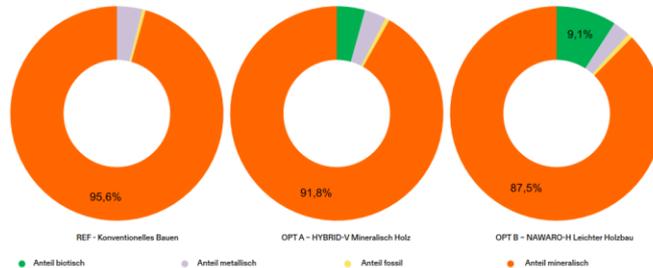
vermiedene Primärrohstoffe

% **37**

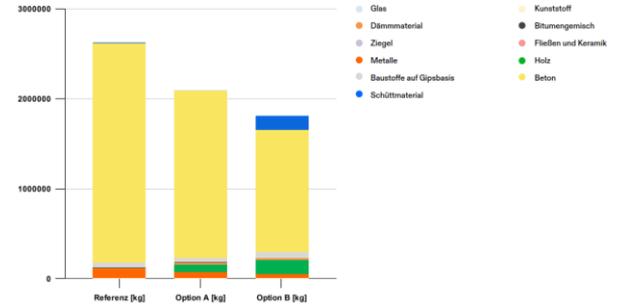
Materialbilanz



Materialgruppen



Materialbilanz



Ökobilanzierung

Ermittlung des biogenen
Kohlenstoffspeichers

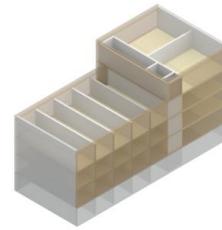
Zielwert QNG kg CO₂e/m²/a **6,3**



REF - Konventionelles Bauen

Kohlenstoffspeicher

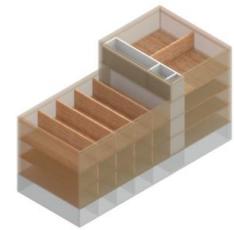
kg CO₂e/m²/a **0**



OPT A - HYBRID-V Mineralisch Holz

Kohlenstoffspeicher

kg CO₂e/m²/a **-2,9**



OPT B - NAWARO-H Leichter Holzbau

Kohlenstoffspeicher

kg CO₂e/m²/a **-5,4**

Treibhauspotenzial GWP

kg CO₂e/m²/a **6,7**

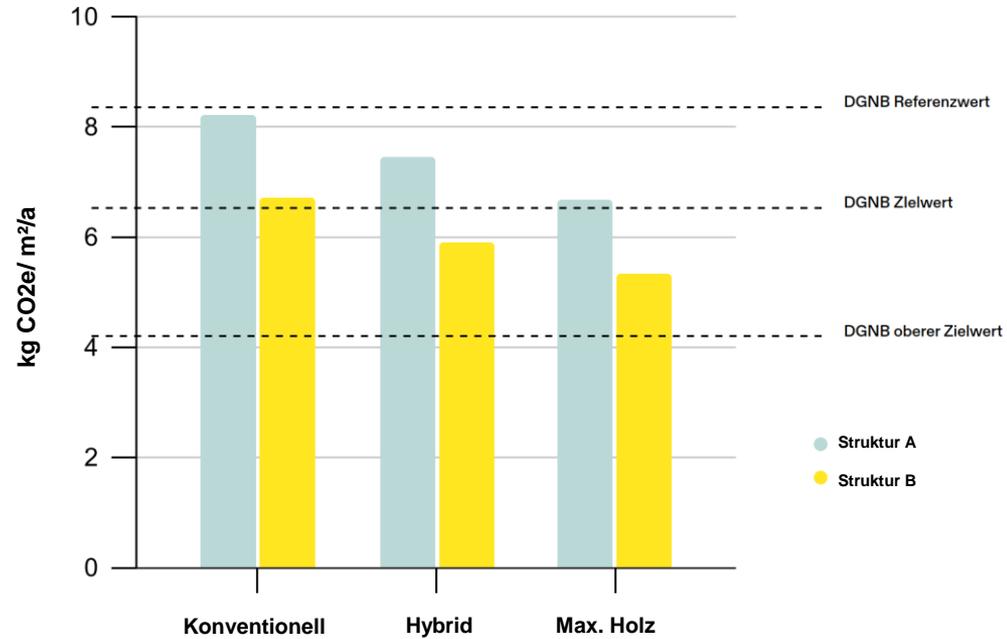
Treibhauspotenzial GWP

kg CO₂e/m²/a **5,9**

Treibhauspotenzial GWP

kg CO₂e/m²/a **5,3**

Variantenvergleich



daniel.dieren@buildsystems.de

mail@buildsystems.de

www.buildsystems.de

