

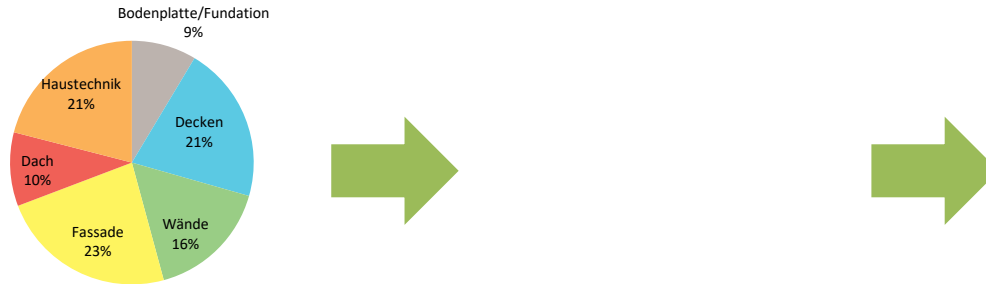
Methodik & Konzept – über Nachhaltigkeitsziele zur Statik

HORTUS – House of Research, Technology, Utopia and Sustainability.

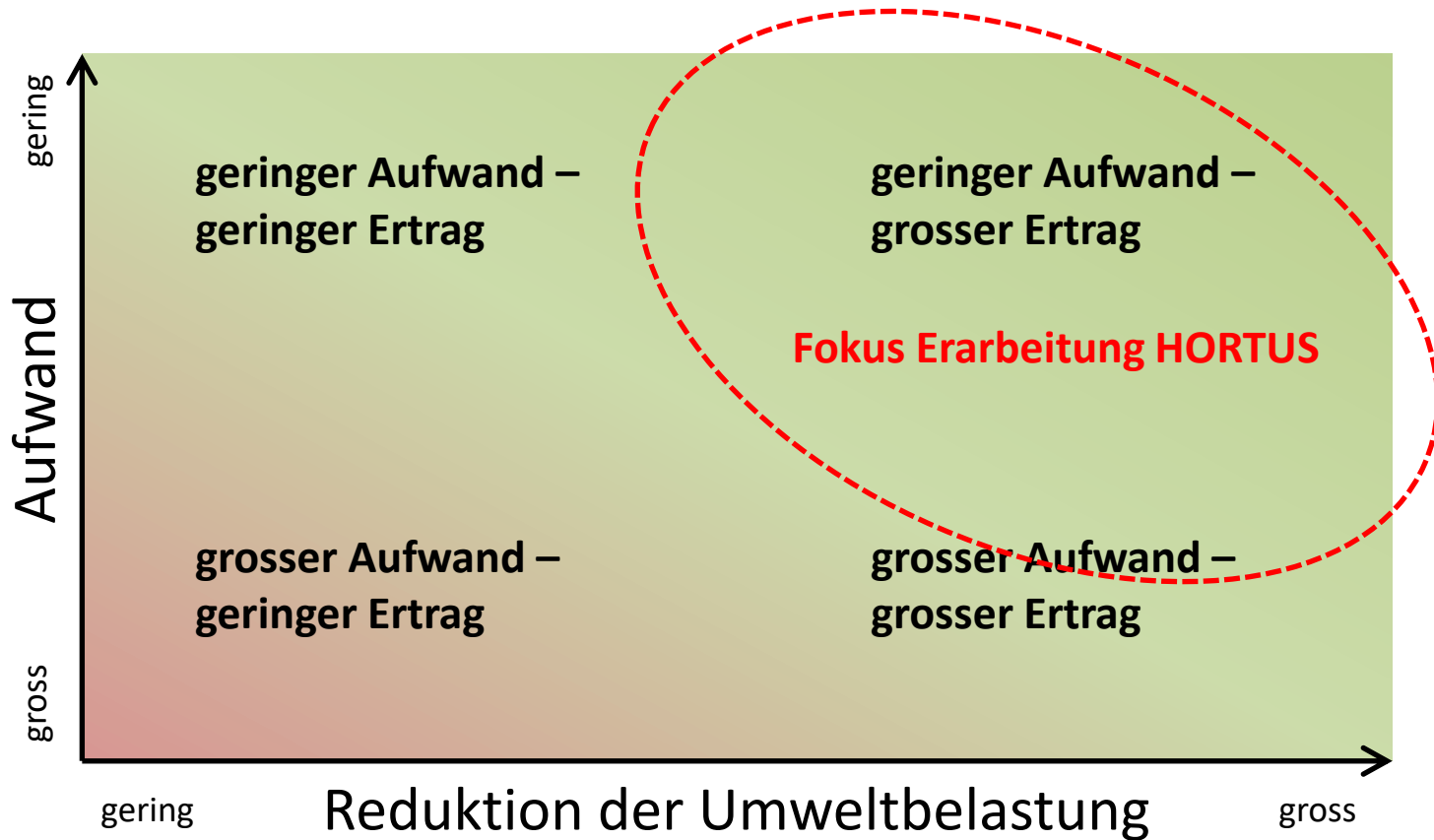


Neue Herausforderungen – neue Herangehensweise.

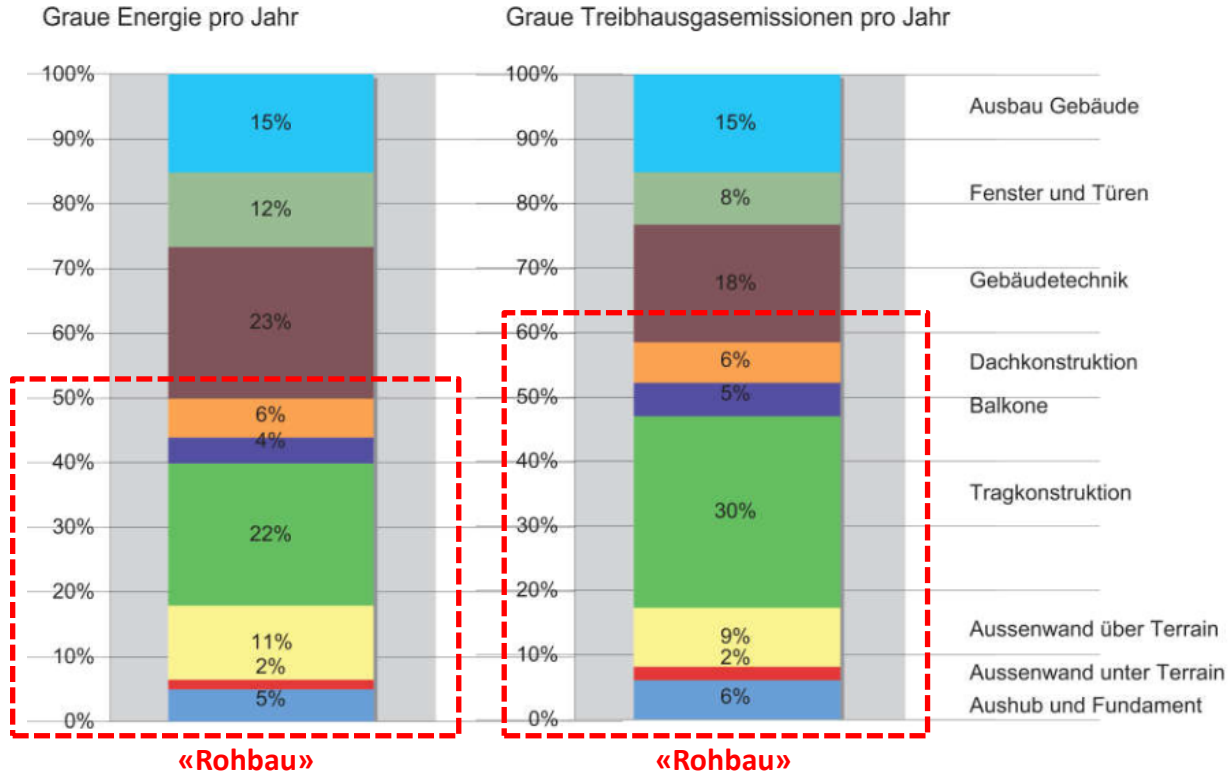
Vorgehen HORTUS



Potenzial eruieren.



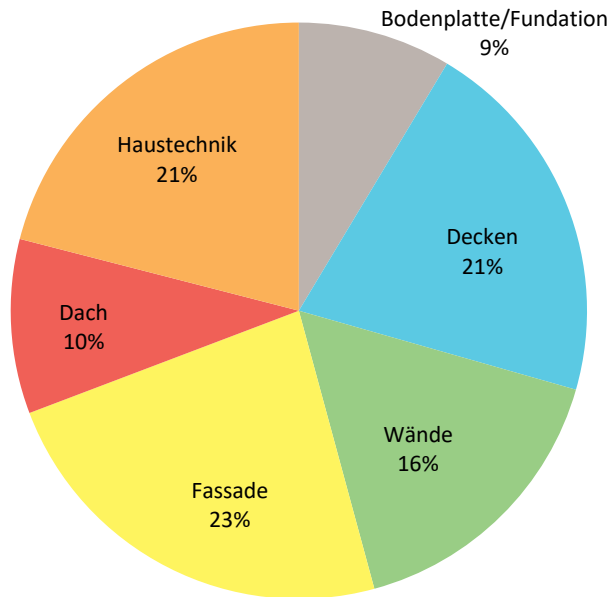
Graue Energie + CO₂ Anteile Tragwerk.



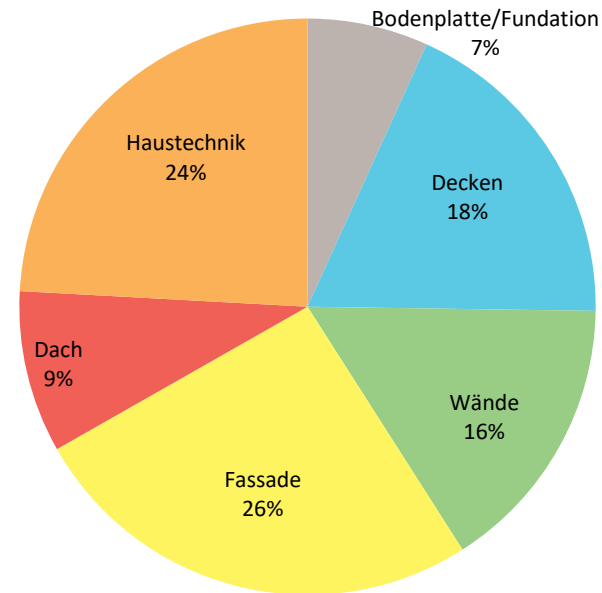
Quelle: Grafik aus SIA 2032 (Merkblatt, mittlerweile ersetzt durch SIA Norm 2032)

Analyse zur Verteilung der Umweltbelastungen.

Treibhausgasemissionen
CO₂-eq



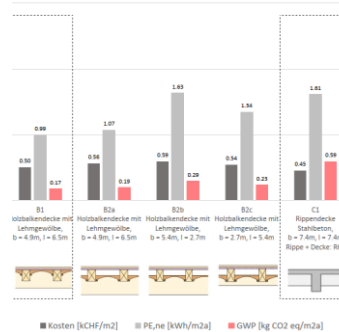
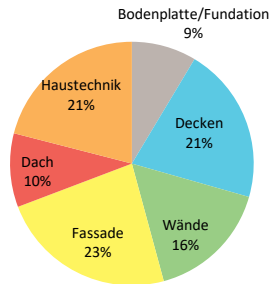
nicht erneuerbare
Primärenergie



Quelle: eigene Auswertung aktueller Gebäude Basel - variiert je nach Quelle, Nutzungsart, Gebäudetyp, etc. teilweise stark

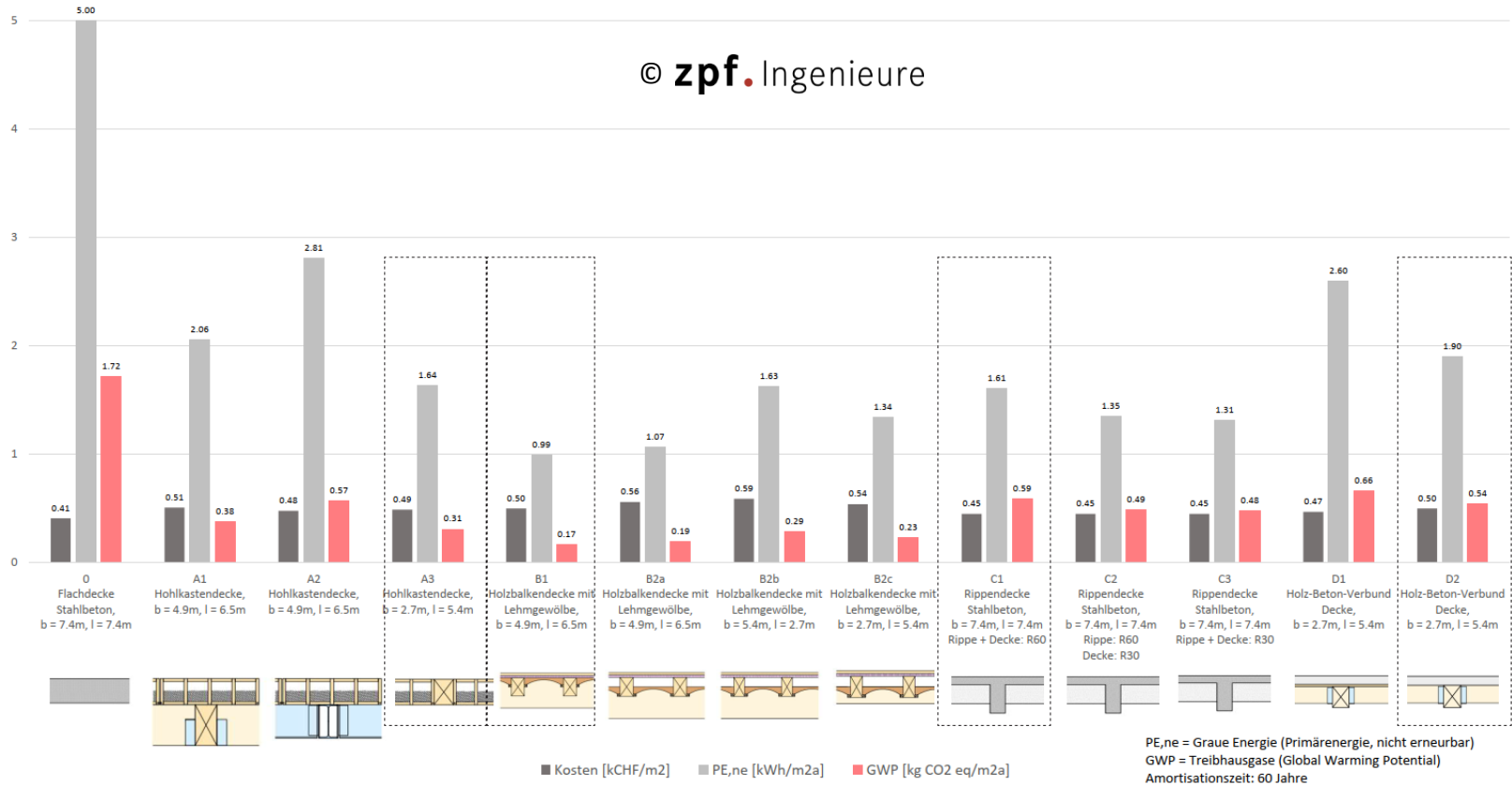
Neue Herausforderungen – neue Herangehensweise.

Vorgehen HORTUS



Nachhaltigkeit von Deckensystemen.

© zpf. Ingenieure



Quelle: eigene Auswertung – basierend auf KBOB Ökobilanzdaten im Baubereich, KBOB / eco-bau / IPB 2009/1:2016

Bewertungsmatrix Deckensysteme.

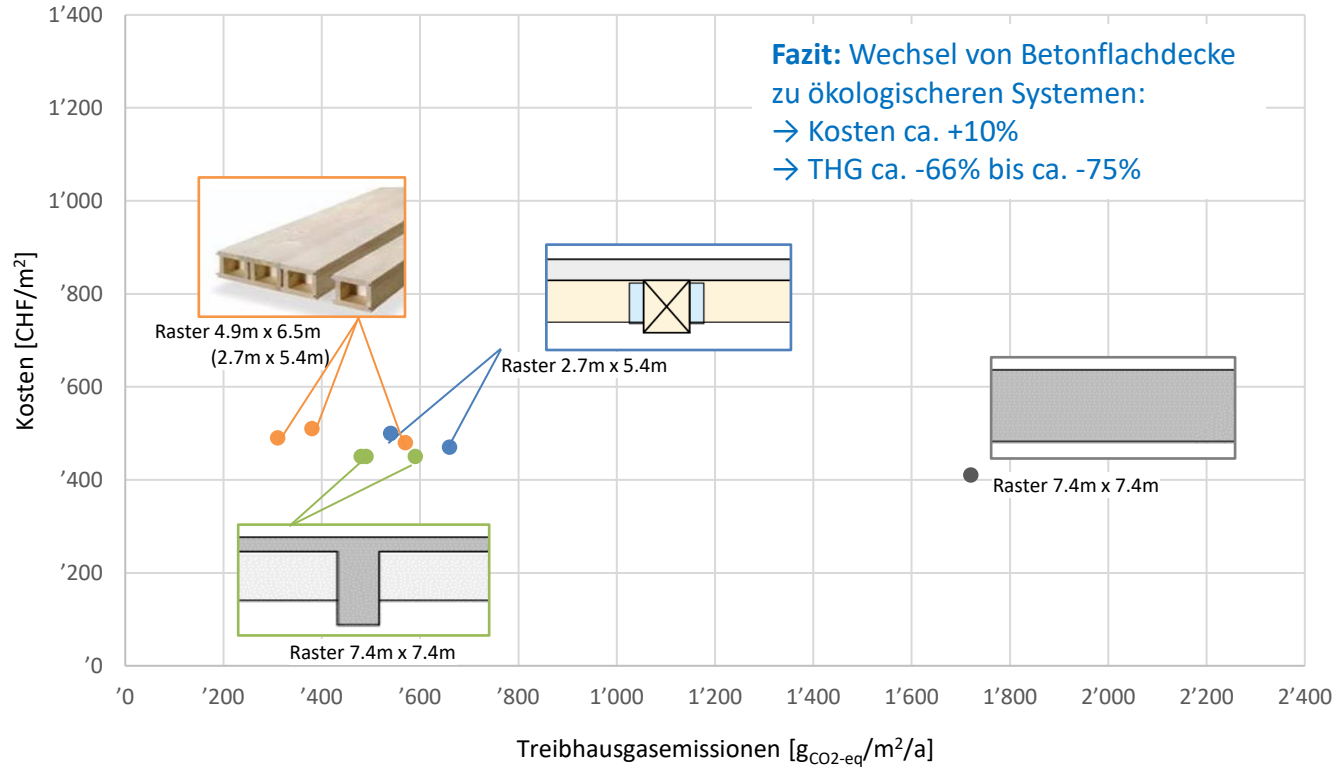
	0	A1	A2	A3
	Flachdecke Stahlbeton <small>Status-Quo - Standardbauweise mehrgeschossiger Bürobau</small>	Hohlkastendecke (Holz-Holz)	Hohlkastendecke (Holz-Stahl)	Hohlkastendecke (Holz-Holz) <small>Kombination Ideal-Raster HOLM + min. Konstruktionshöhe</small>
Strukturinfo	<p>Prinzipanschnitt oder Grundriss (Raster)</p>  <p>Materialisierung und Beschreibung</p> <p>Stahlbeton Beton C30/37, Betonstahl B500B konventionelle Flachdecke -inkl. Durchstanzelemente (Dübel, Platte)</p> <p>7,4m x 7,4m 6,5m x 6,5m 7,4m x 7,4m</p> <p>Decke (gesamt): 30cm (konstant)</p> <p>h = 30cm (Konstruktionshöhe Tragwerk) h = 36cm (inkl. 40mm Trittschallsdämmung + 20mm Sicheldeelen)</p>	<p>Holz-Holz</p> <p>Primärträger: Buche (BSH GL48c) Decke: Hohlkastenelemente Fichte Info: "moderner Holzbau" (BSH-Träger, BSP/BST-Decken usw.)</p> <p>4,5m x 6,0m 6,5m x 6,5m 4,9m x 6,5m</p> <p>Decke (gesamt): h = 720mm Primärträger: bauh = 220mm x 440mm, Spannweite: 4,9m Deckenelement: h = 280mm, l = 6,5m</p> <p>h = 720mm (reine Konstruktionshöhe, evtl. Bodenaufbau) h = 770mm (ca. T80 - je nach Wahl Trittschall und Belag)</p>	<p>Holz-Stahl</p> <p>Primärträger: IPE 360 (S355) Decke: Hohlkastenelemente Fichte Info: "moderner Holzbau / Stahlbau" (Stahlträger, BSP/BST-Decken usw.) Varianten: Elemente in IPE eingeschoben (kein pos. Effekt auf $P_{E,red}$)</p> <p>4,5m x 6,0m 6,5m x 6,5m 4,9m x 6,5m</p> <p>Decke (gesamt): h = 440mm Primärträger: IPE 360, Spannweite: 4,9m Deckenelement: h = 280mm, l = 6,5m</p> <p>h = 640mm (reine Konstruktionshöhe, evtl. Bodenaufbau) h = 700mm (ca. T80 - je nach Wahl Trittschall und Belag)</p>	<p>Holz-Holz</p> <p>Primärträger: Buche (BSH GL48c) Decke: Hohlkastenelemente Fichte Info: "moderner Holzbau" (BSH-Träger, BSP/BST-Decken usw.) Änderung zu A1: Platte und Balken ebeneinleichen!</p> <p>2,7m x 5,4m (Ideales Raster Nutzung Arbeitsplatte - Studie HOLM)</p> <p>Decke (gesamt): h = 240mm Primärträger: bauh = 200mm x 240mm, l = 2,7m Deckenelement: h = 240mm, l = 5,4m</p> <p>h = 240mm (reine Konstruktionshöhe, evtl. Bodenaufbau) h = 300mm (ca. T80 - je nach Wahl Trittschall und Belag)</p>
Bauphysik	<p>R60</p> <p>ausreichend schwimmender Estrich ohne Abhangdecke o.ä. sehr gut (Wirkungstiefe ca. 6cm) keine spezielle Performance</p>	<p>R30/R60 (Abbrandrate), für R60 evtl. Sprinkler zusätzl. erf. Schüttung/Masse in Hohlkästen schwimmender Estrich, Hohlraumboden nicht empfehlenswert leht/very niedrig keine spezielle Performance</p>	<p>R30/R60 (Anstrich/Verkleidung), für R60 evtl. Sprinkler zusätzl. erf. Schüttung/Masse in Hohlkästen schwimmender Estrich, Hohlraumboden nicht empfehlenswert leht/very niedrig keine spezielle Performance</p>	<p>R30/R60 (Abbrandrate), für R60 evtl. Sprinkler zusätzl. erf. Schüttung/Masse in Hohlkästen schwimmender Estrich, Hohlraumboden nicht empfehlenswert leht/very niedrig keine spezielle Performance</p>
Haustechnik/Leitungsführung	<p>Muchbarkeit/Idee horizontale Leitungsführung</p> <p>sichtbar unter der Decke vs. Abhangdecke (Reduktion Th. Masse), gestalterische Verträglichkeit OK, da oben Deckenuntersicht</p>	<p>abhängkonstruktion grösstenteils sichtbar, Ausparungen in Träger, Längleitleitung Hohlkästen bedingt mögl.</p>	<p>abhängkonstruktion grösstenteils sichtbar, Leitungsführung ausschliesslich unter den Quer- und Längsträgern</p>	<p>abhängkonstruktion grösstenteils sichtbar, Längleitleitung in Hohlkästen bedingt mögl.</p>
Nachhaltigkeit/Ökologie	<p>Graue Energie CO2</p> <p>PE_{ne} GWP</p> <p>[kWh/m2a] [gCO2eq/m2a]</p> <p>5,00 1,72</p>	<p>2,06 0,38</p>	<p>2,81 0,37</p>	<p>1,64 0,31</p>
Wirtschaftlichkeit/Kosten (*)	<p>Tragstruktur Bodenbelag (Eiche) inkl. Trittschall Summe</p> <p>EHP [CHF/m2 Decke] EHP [CHF/m2 Decke] EHP [CHF/m2 Decke]</p> <p>ca. 200,-/m2 ca. 210,-/m2 (System ohne Hohlraum, Dielenboden nicht tragend) ca. 410,-/m2</p>	<p>ca. 300,-/m2 ca. 210,-/m2 (System hat keinen Hohlraumboden) ca. 310,-/m2</p>	<p>ca. 270,-/m2 ca. 210,-/m2 (System hat keinen Hohlraumboden) ca. 480,-/m2</p>	<p>ca. 280,-/m2 ca. 210,-/m2 (System hat keinen Hohlraumboden) ca. 490,-/m2</p>
Bauzeit- und Bauausführung	<p>Zeitbedarf Bauausführung Deckensystem (vor Ort)</p> <p>konventionelle, grossflächige Deckenschalung, ca. 600m2</p>	<p>hoher Vorfertigungsgrad, schnelle Montage vor Ort, ca. 400m2/Tag</p>	<p>hoher Vorfertigungsgrad, schnelle Montage vor Ort, ca. 400m2/Tag</p>	<p>hoher Vorfertigungsgrad, schnelle Montage vor Ort, ca. 400m2/Tag</p>
Allgemeines (Zusatzanforderungen, Risiko usw.)	<p>Mock-Up Versuche/Tests (z.B. EMPA)</p> <p>nicht erforderlich nicht erforderlich</p>	<p>nicht erforderlich, da Holzbaukomponenten standard nicht erforderlich</p>	<p>nicht erforderlich, da Holzbaukomponenten + Stahl standard nicht erforderlich</p>	<p>nicht erforderlich, da Holzbaukomponenten standard nicht erforderlich</p>
Fazit/Gesamtbewertung	<p>Ergebnis Bewertungsmatrix, inkl. stichwortartiges Fazit</p> <p>viele positive Eigenschaften, jedoch sehr schlechte Ökobilanz, keine Bauweise für "Leuchtturmprojekt Nachhaltigkeit"</p>	<p>sehr grosse Konstruktionshöhe, keine thermische Masse, Ökobilanz gemischt: CO2 sehr gut, Graue Energie rel. schlecht</p>	<p>sehr grosse Konstruktionshöhe, keine thermische Masse, Ökobilanz gemischt: CO2 sehr rel. schlecht: CO2 mässig, Graue Energie schlecht</p>	<p>sehr geringe Konstruktionshöhe, keine/kaum thermische Masse, "ideales" Raster Büro, Erfordernis Sprinkleranlage T80</p>

Legende:
+ gut bis sehr gut
o mittel/neutral
- schlecht bis sehr schlecht
 (!) Eigenschaft zu überprüfen/verifizieren
 * Annahmen TBC final final zu verifizieren

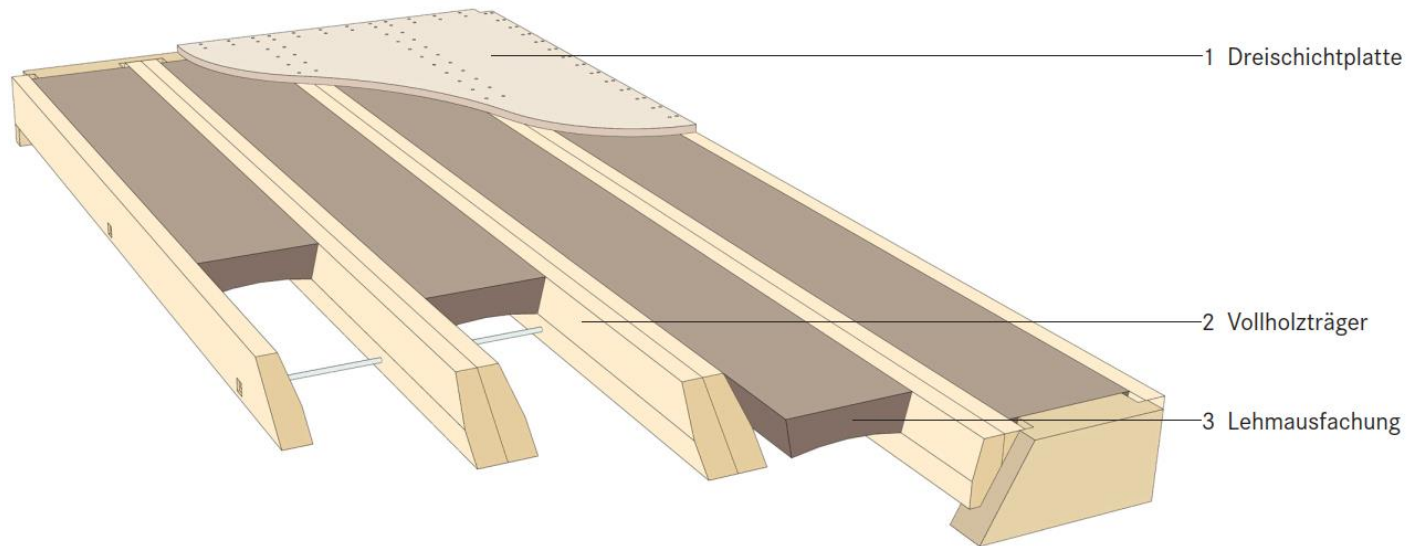
Allgemeines:
 (*) Angaben Kosten inkl. MwSt., Genauigkeitsgrad +/- 25%, inkl. Anteil Stützen

Weiterbearbeitung empfohlen!

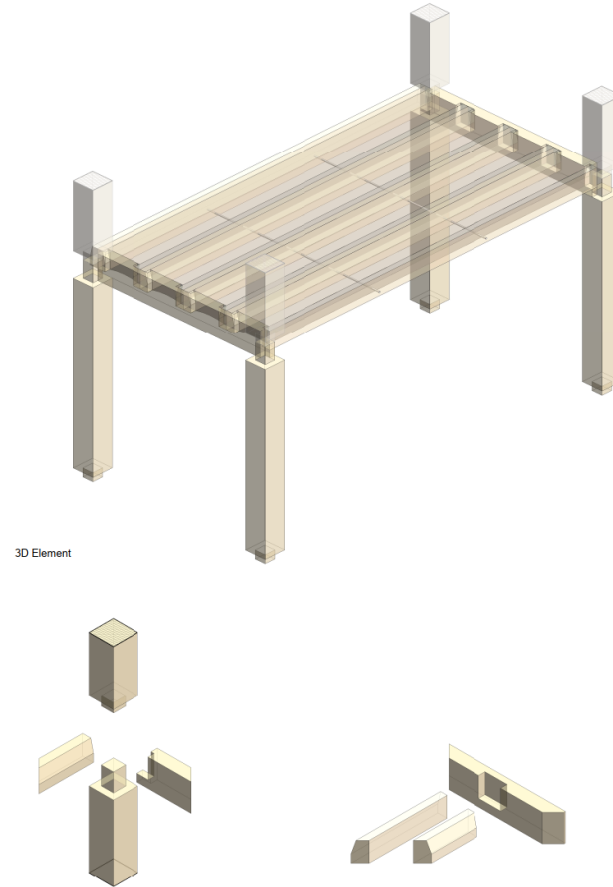
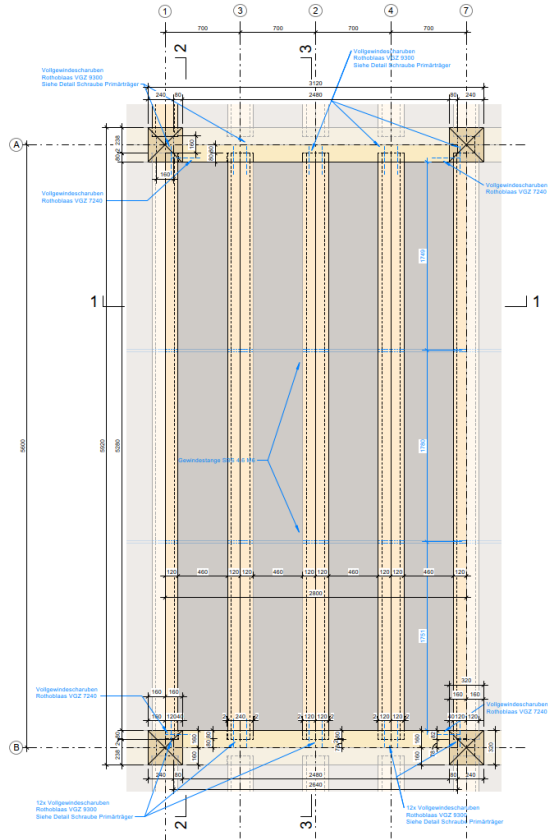
Konstruktion - Kostenfolge am Beispiel Decken.



Holz-Lehm-Decke – ein Einblick.



Holz-Lehm-Decke - Standard-Deckenelement.

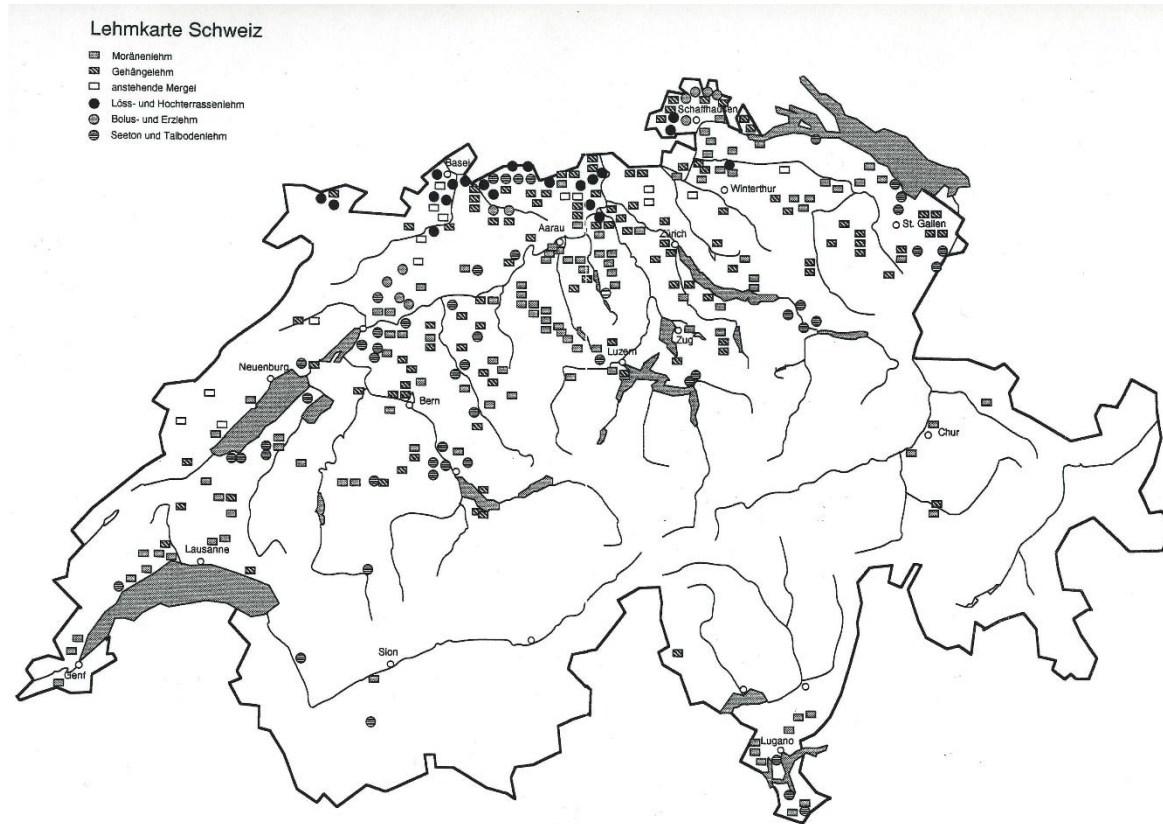


Holz-Lehm-Decke – Standard-Deckenelement.

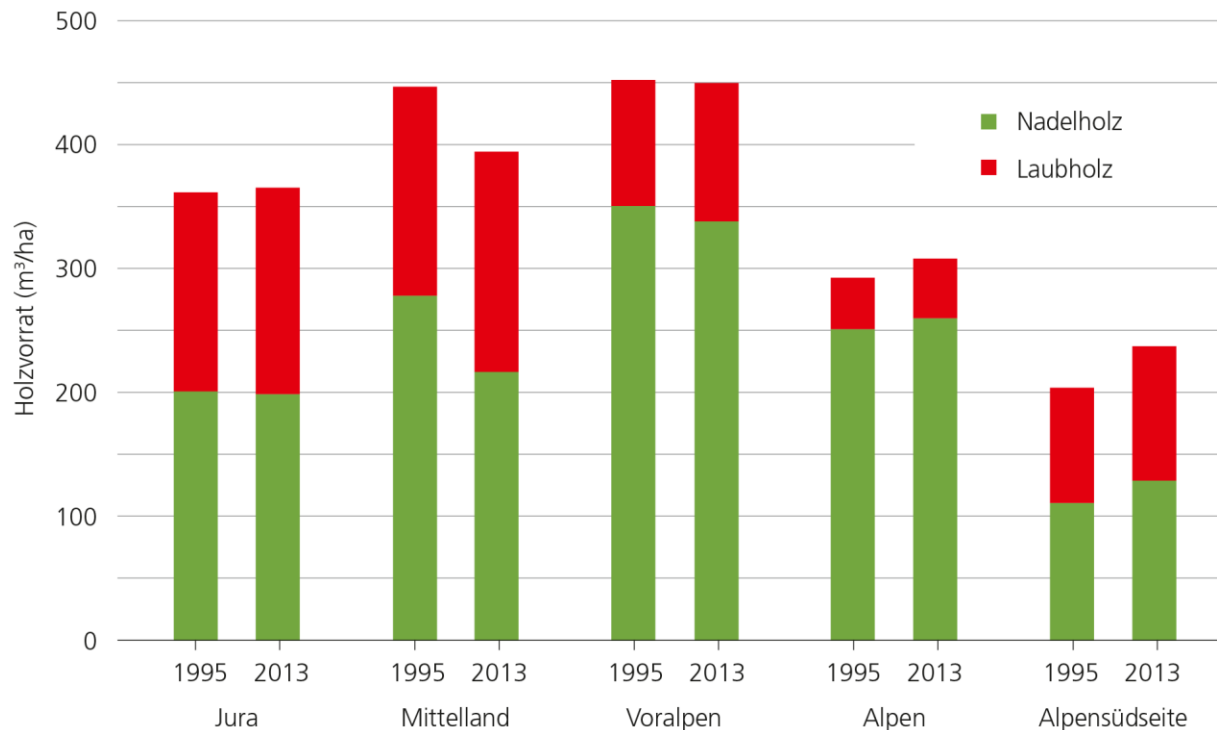


© Herzog & de Meuron

Holz-Lehm-Decke – Verfügbarkeit Lehm.



Holz-Lehm-Decke – Verfügbarkeit Holz.



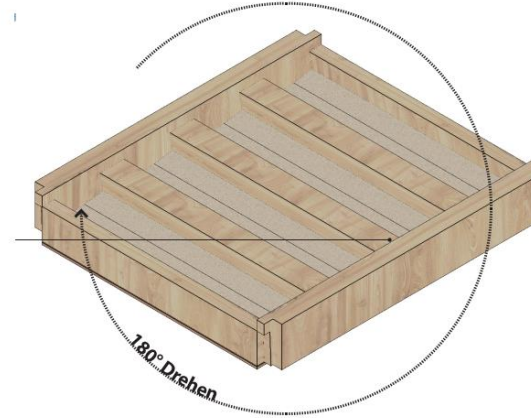
© Quelle: Rigling & Schaffer (2015d)

Holz-Lehm-Decke – Herstellung.



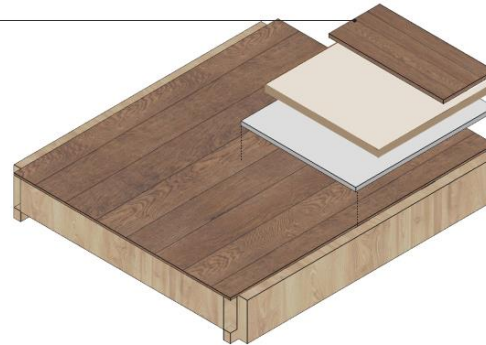
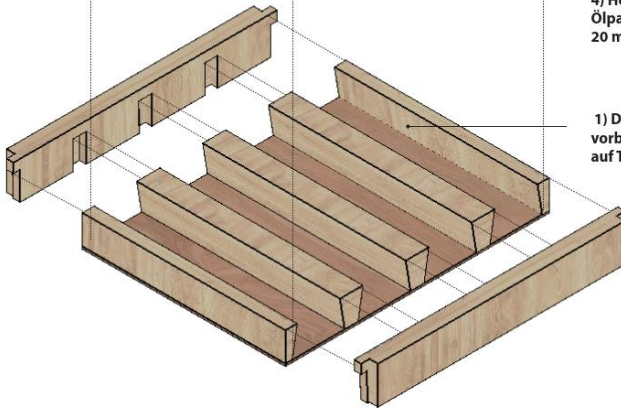
2) Lehm in Decken - Rahmen "Schalung" schütten und stampfen.

3) Decken-Rahmenelement 180 ° drehen.



4) Holzfaserplatte 40 mm + Ölpapier+ Sandschüttung 30 mm + 20 mm Eichendielen

1) Decken-Rahmenelement vorbereiten. 3 - Schichtplatten auf Träger vernagelt.



© Herzog & de Meuron

Holz-Lehm-Decke – MockUp.



Prototyp und Brandversuch.



Separieren und mischen



Decken Rahmen "Schalung"



Lehmmischung einschütten



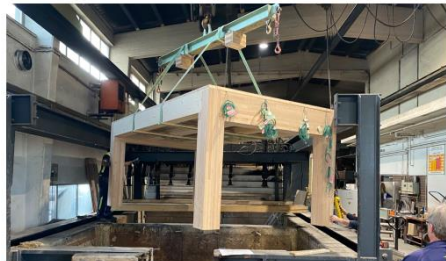
Stampfen



Holzrahmen 180° drehen



Einbau Thermofühler Brandversuch



Prüfkörper Transport nach Linz



Innenansicht Brennofen Linz



Brandversuch - Prüfkörper nach 60 min.

Prototyp und Brandversuch.



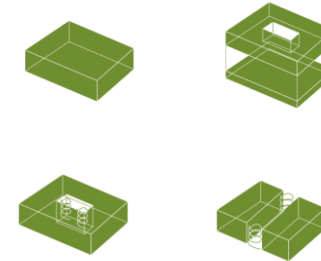
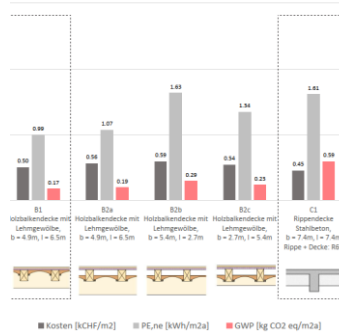
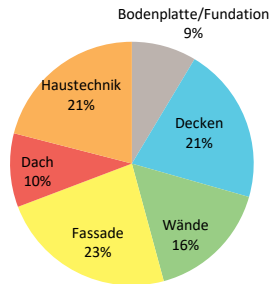
Automatisierte Herstellung.



Proof-of-concept Automatisierung. © ROB Technologies

Neue Herausforderungen – neue Herangehensweise.

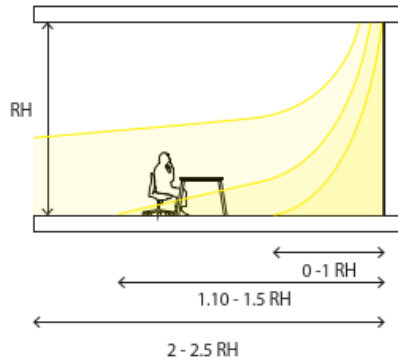
Vorgehen HORTUS



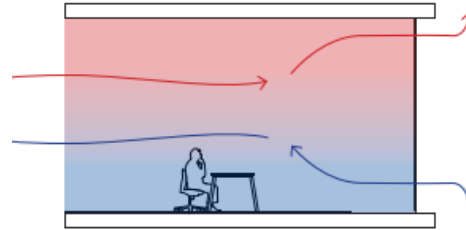
Quelle: Herzog & de Meuron

Gebäudekörper – Ansprüche bei der Entwicklung.

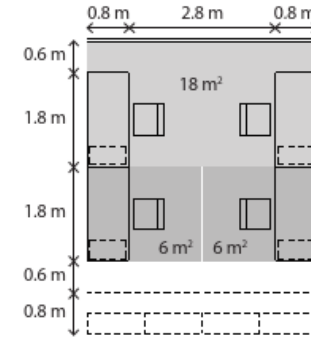
Belichtung



Belüftung

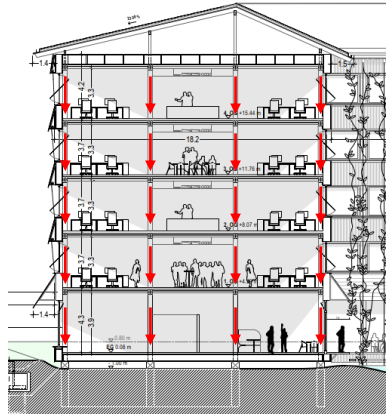


Belegung

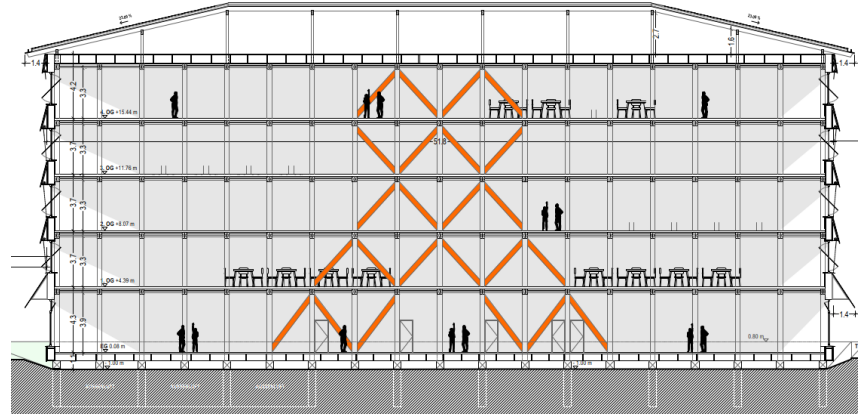


© Herzog & de Meuron

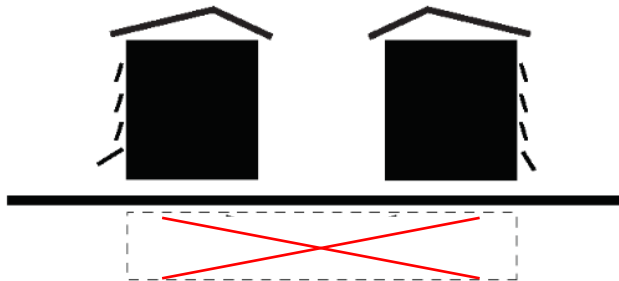
Gebäudekörper – Prinzipien der Entwicklung.



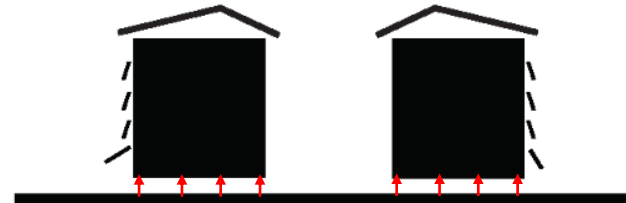
Direkter einfacher Lastabtrag.



Verzicht UG.

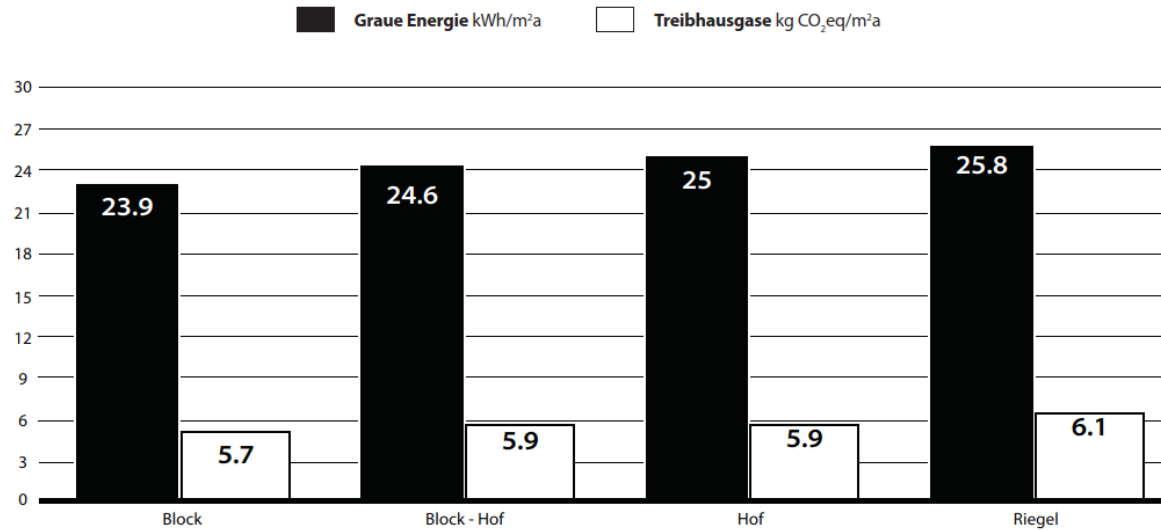


Aufständigung EG.



Abbildungen © Herzog & de Meuron, bearbeitet durch ZPF

Gebäudekörper – Ökobilanzierung.



© Herzog & de Meuron

zpf. Ingenieure