

zpf. Ingenieure

HORTUS

House of Research, Technology, Utopia and Sustainability.



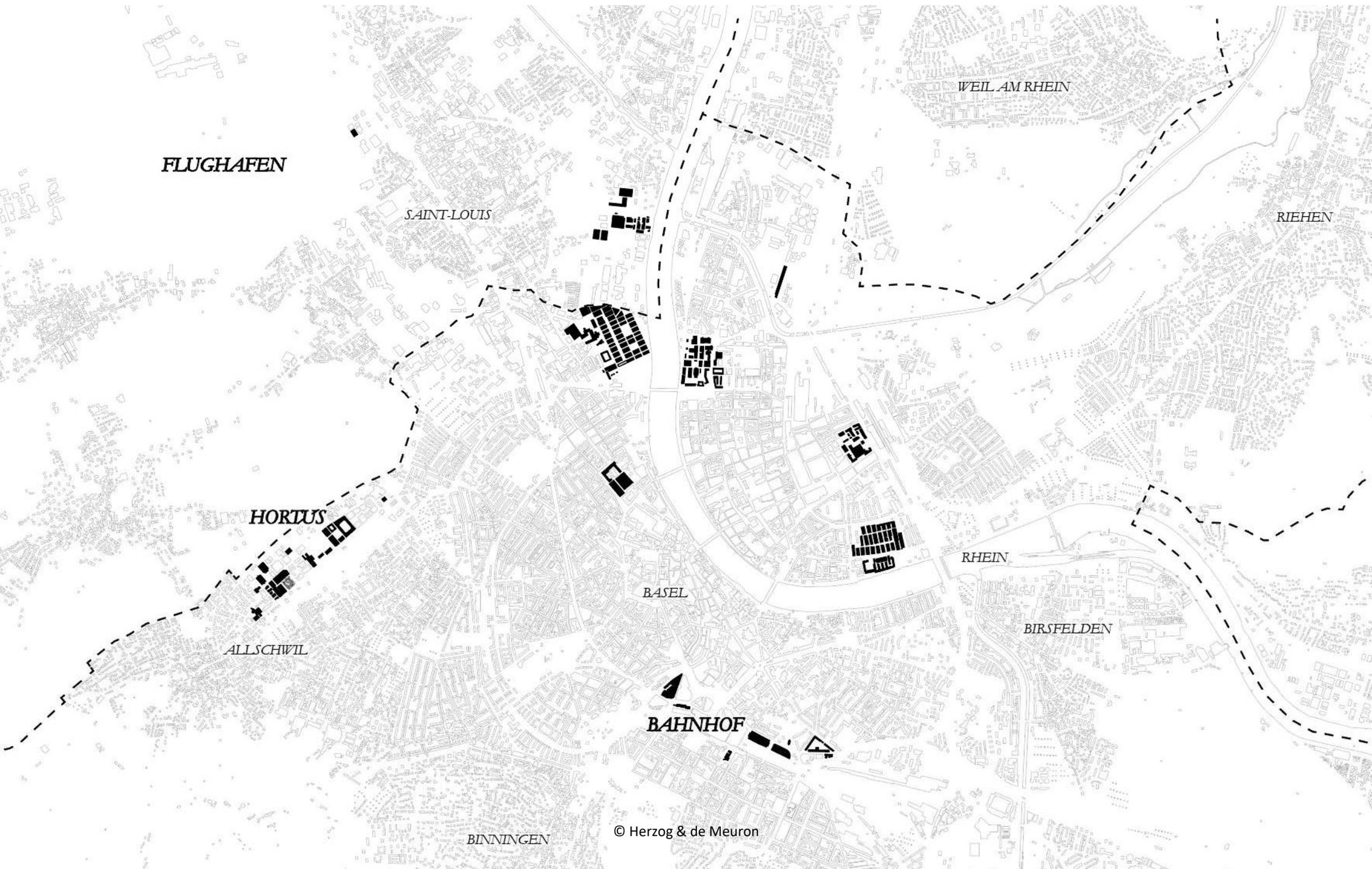
© Herzog & de Meuron

HERZOG & DEMEURON



HORTUS

zpf.Ingenieure



FLUGHAFEN

SAINT-LOUIS

WEIL AM RHEIN

RIEHEN

HORTUS

ALLSCHWIL

BASEL

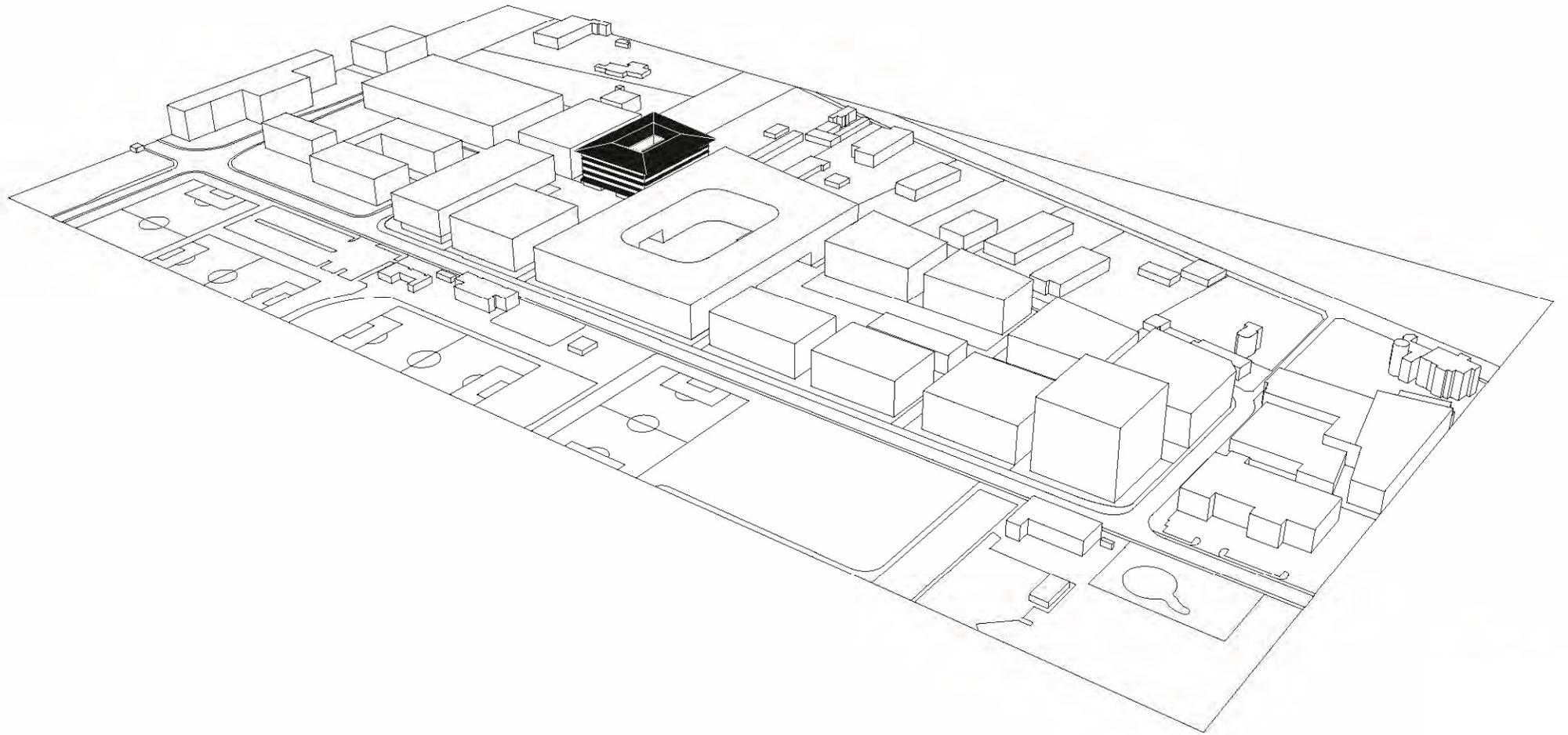
RHEIN

BIRSFELDEN

BINNINGEN

BAHNHOF

© Herzog & de Meuron



Energiebedarf & CO₂ - Anteile Bausektor.

...denn der Bausektor ist für etwa

50% der CO₂ Emissionen

weltweit verantwortlich
(Zementindustrie allein: 8%).

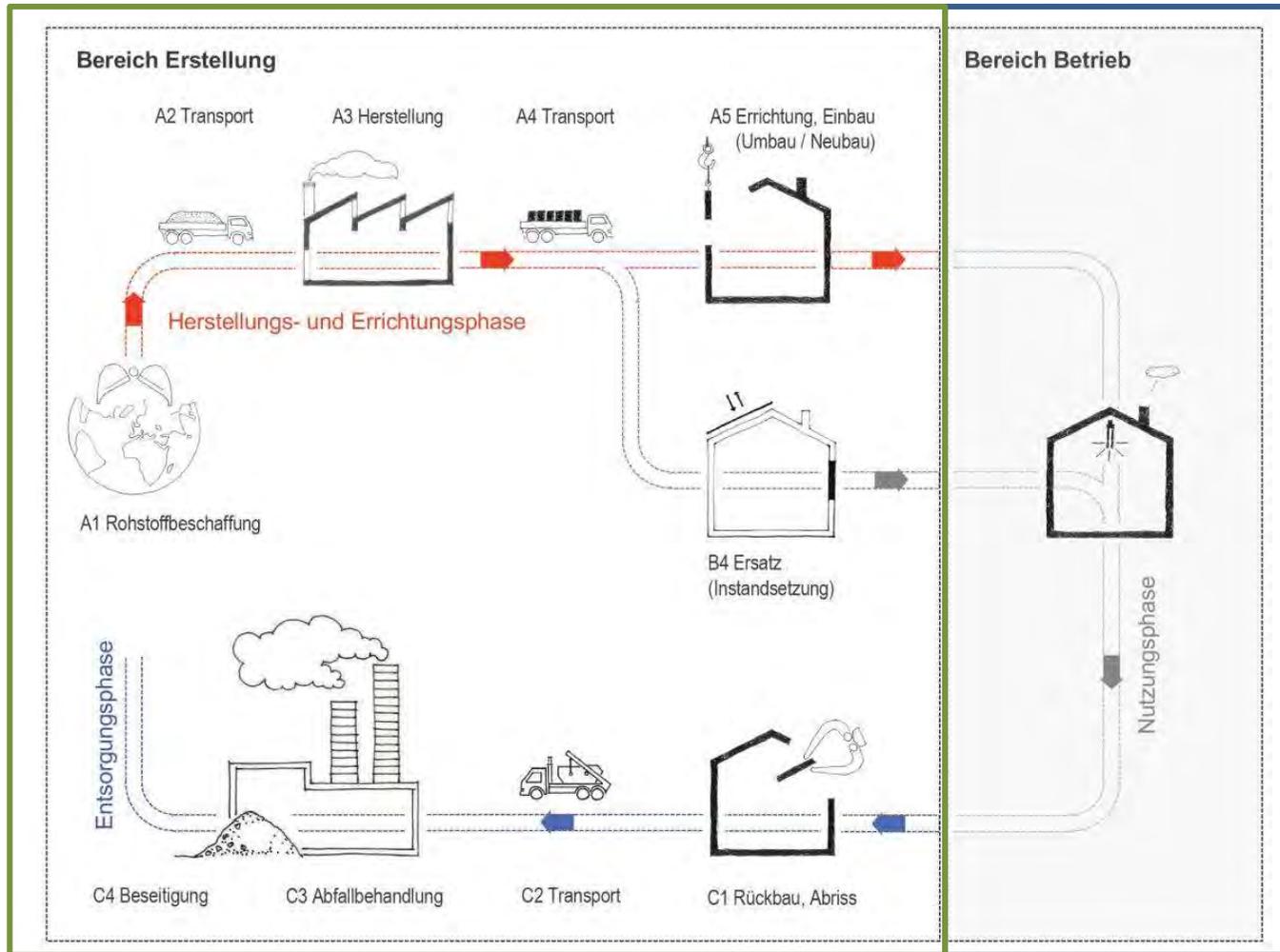
Die **Hälfte** davon entfällt auf
Betrieb und Nutzung („**operational
carbon**“), die andere **Hälfte** ist mit
der Erstellung und der Fabrikation
der Baustoffe verbunden
(„**embodied carbon**“).



Quelle (Absatz 1): MADASTER, Verweis auf Langen, K. 2019. Bauwirtschaft und Klimaschutz: Stahl, Beton und Zement verschlingen Energie. Deutschlandfunk Kultur.
Quelle (Absatz 2): „Eine Diät für fossil erzeugte Gebäude“, TEC21 vom 07.04.2022, Guillaume Habert, Professor für Nachhaltiges Bauen, ETH Zürich

«operational carbon» und «embodied carbon».

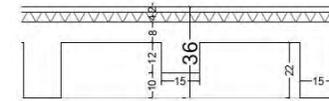
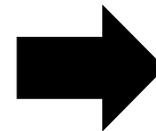
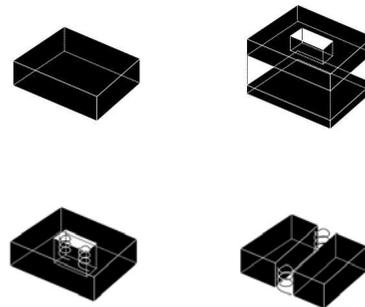
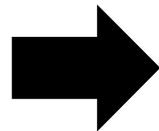
Fokus
«Zukunft»



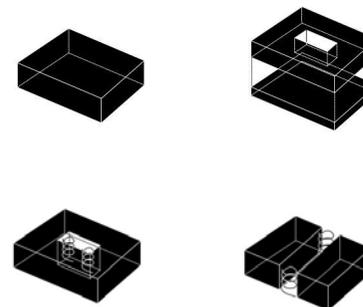
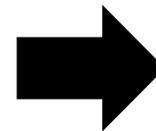
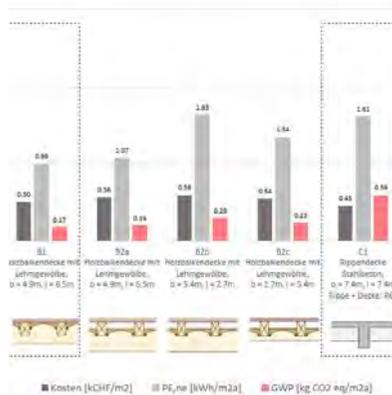
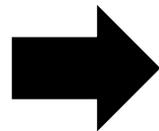
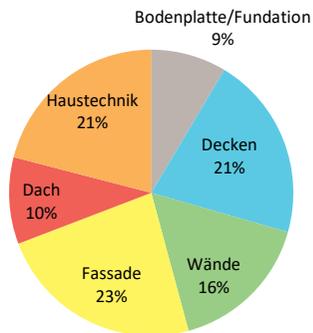
Fokus
«Vergangenheit»

Neue Herausforderungen – neue Herangehensweise.

Klassisches Vorgehen



Vorgehen HORTUS



Quelle: Herzog & de Meuron

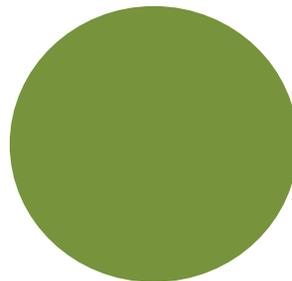
Eruierung Potential.

Aufwand Massnahmen vs. «ökologischer Ertrag».

Wenig Aufwand in vielen Bereichen mit mässigem bzw. überschaubarem Ertrag.

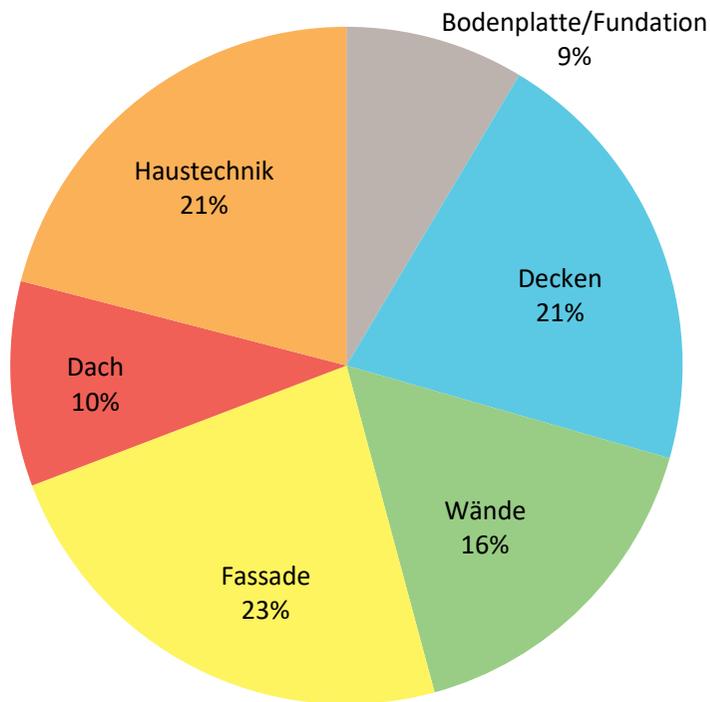


Grosser Aufwand in wenigen Schlüsselbereichen mit grossem «Hebelarm».

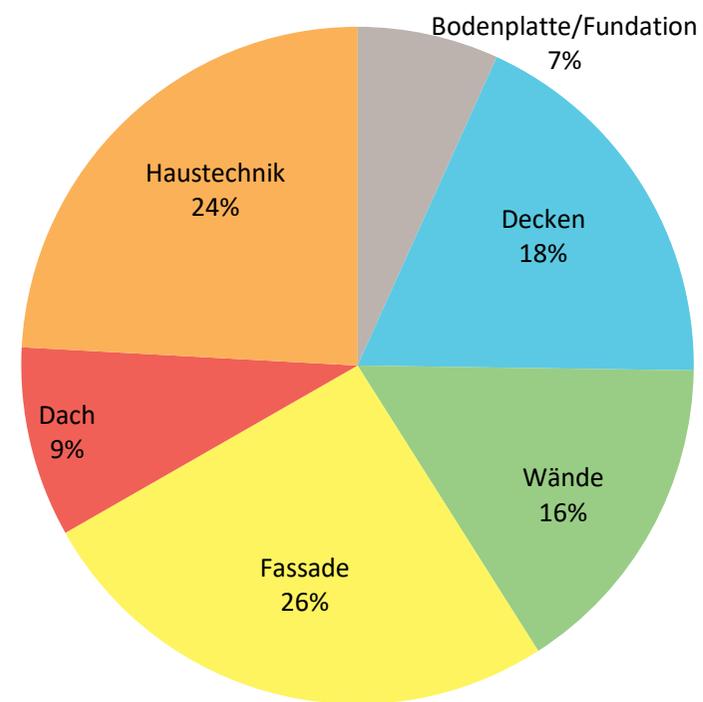


Analyse zur Verteilung der Umweltbelastungen.

Treibhausgasemissionen
CO₂-eq

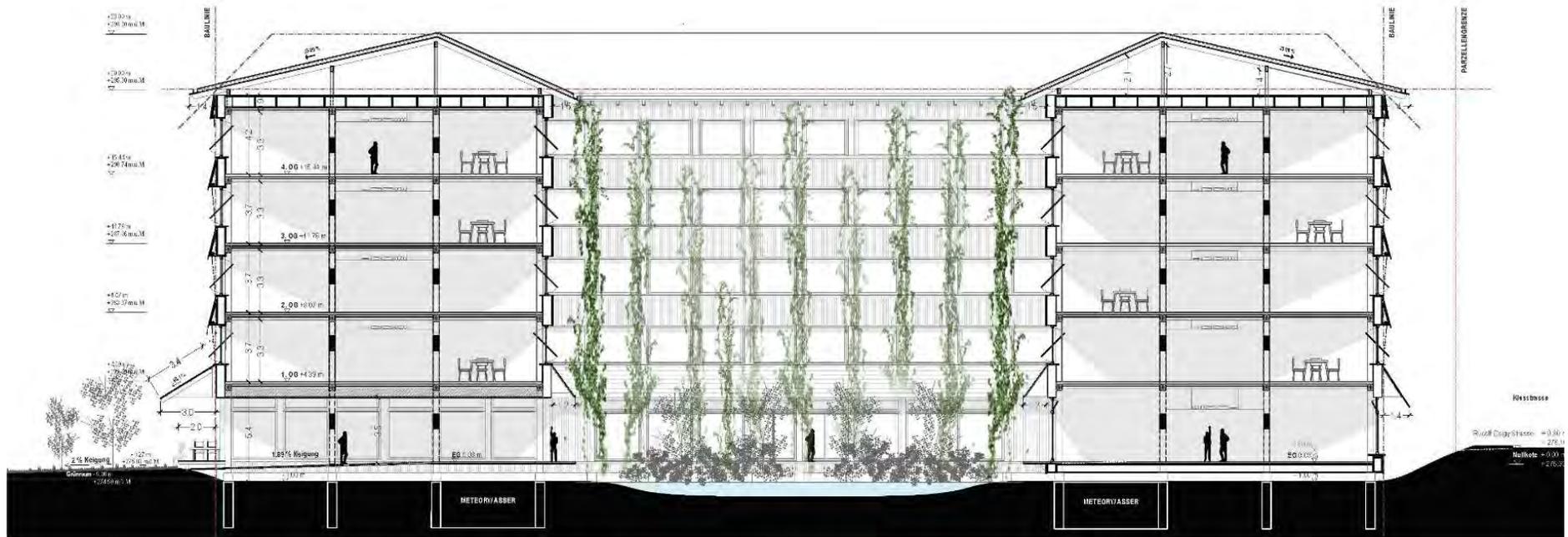


nicht erneuerbare
Primärenergie



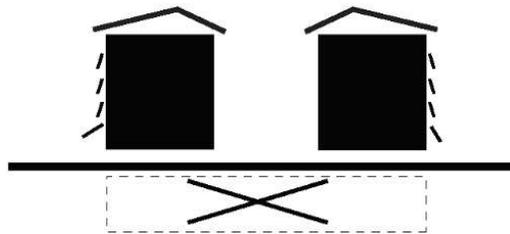
Quelle: eigene Auswertung aktueller Gebäude Basel - variiert je nach Quelle, Anteil Decken, Fassaden und Haustechnik jeweils gross

Direkter Lastabtrag.

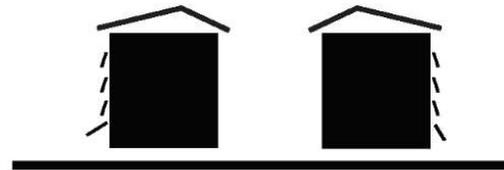


© Herzog & de Meuron

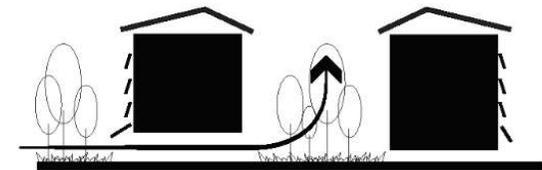
Verzicht UG.



Ohne Unterkellerung

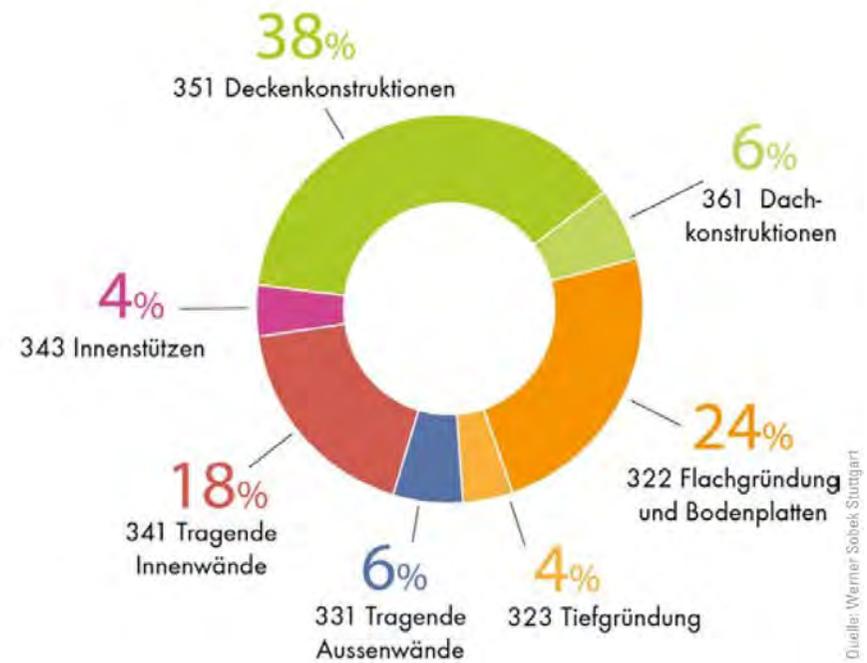


Ein schwebendes Haus über
gewachsenem Terrain



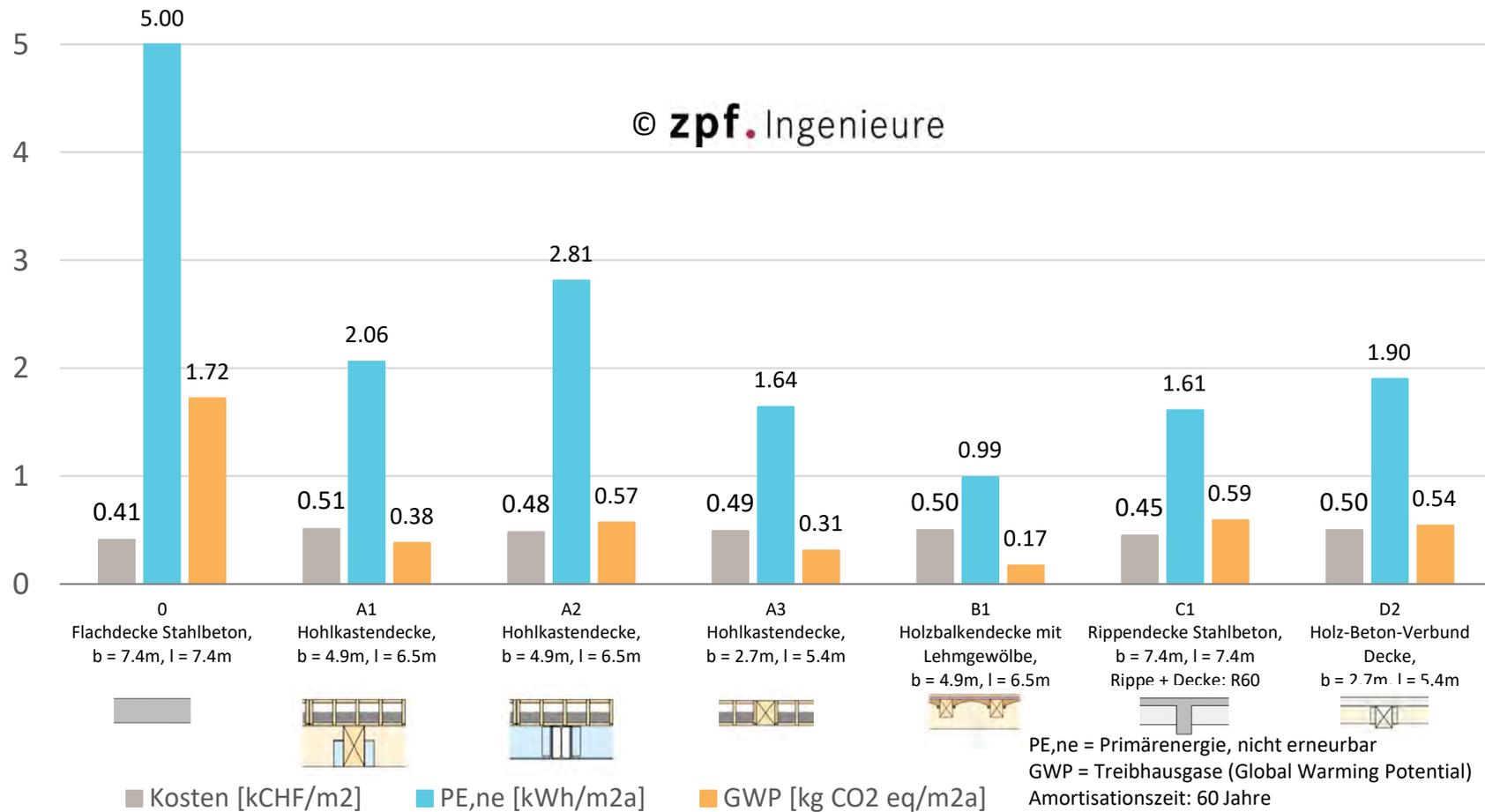
Ein Hortus im Atrium

Tragwerksbedingte Emissionen.

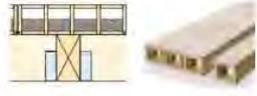


Quelle: Werner Sobek Stuttgart - Beton- und Stahlbetonbau 116 (2021), Heft 12 (Sonderdruck)

Von Material zu Konstruktion: Ökobilanz von Deckensystemen



Bewertungsmatrix Deckensysteme.

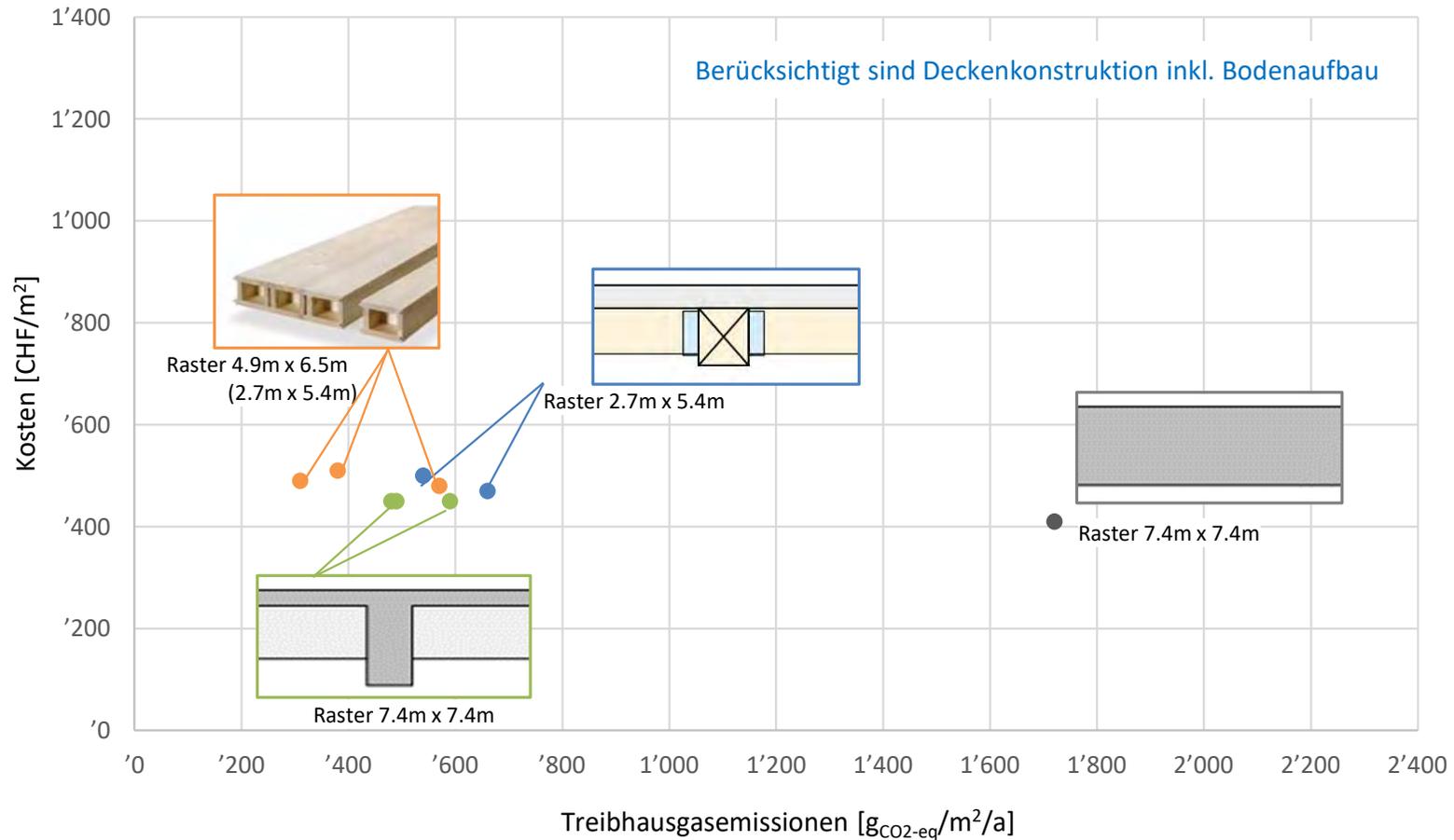
	0	A1	A2	A3
Strukturinfo	<p>Flachdecke Stahlbeton</p> <p>Status: Duo - Standardbauweise mehrgeschossiger Bürobau</p> 	<p>Hohlkastendecke (Holz-Holz)</p> 	<p>Hohlkastendecke (Holz-Stahl)</p> 	<p>Hohlkastendecke (Holz-Holz)</p> <p>Kombination: Ideal-Raster mitl + min. Konstruktionshöhe</p> 
<p>Prüfschnitt oder Grundriss (Raster)</p> <p>Materialisierung und Beschreibung</p> <p>Raster: Optimum Stahl (Ökologie/Ökonomie) Raster: Optimum Architekt/Nutzung (Arbeitsplätze) Raster: Wahl bzw. Grundlage nachfolgende Bewertung</p> <p>QS-Angaben</p> <p>Konstruktionshöhe (Struktur tragend) Gesamthöhe (inkl. Hohlraum, inkl. Belag)</p>	<p>Stahlbeton Beton C30/37, Betonstahl B500B konventionelle Flachdecke -inkl. Durchstarzelemente (Dübel, Platte)</p> <p>7,4m x 7,4m 6,9m x 6,9m 7,4m x 7,4m</p> <p>Decke (gesamt): 30cm (konstant)</p> <p>h = 30cm (Konstruktionshöhe Tragwerk) h = 36cm (inkl. 40mm Trittschalldämmung + 20mm Eichendielen)</p>	<p>Holz-Holz Primärträger: Buche (BSH Gl.48c) Decke: Hohlkastenelement Fichte Info: "moderner Holzbau" (BSH-Träger, BSP/BST-Decken usw.)</p> <p>4,5m x 6,0m 4,9m x 6,3m 4,9m x 6,5m</p> <p>Decke (gesamt): h = 720mm Primärträger: beh = 220mm x 440mm, Spannweite: 4,9m Deckenelement: h = 280mm, l = 6,5m</p> <p>h = 720mm (reine Konstruktionshöhe, exkl. Bodenaufbau) h = 770mm (ca., TBD - je nach Wahl Trittschall und Belag)</p>	<p>Holz-Stahl Primärträger: IPE 300 (S355) Decke: Hohlkastenelement Fichte Info: "moderner Holz- / Stahlbau" (BSH-Träger, BSP/BST-Decken usw.) *Variante: Elemente in IPE eingeschoben (keim pos. Effekt auf PE_{str})</p> <p>4,5m x 6,0m 4,9m x 6,3m 4,9m x 6,5m</p> <p>Decke (gesamt): h = 640mm Primärträger: IPE 300, Spannweite: 4,9m Deckenelement: h = 280mm, l = 6,5m</p> <p>h = 640mm (reine Konstruktionshöhe, exkl. Bodenaufbau) h = 700mm (ca., TBD - je nach Wahl Trittschall und Belag)</p>	<p>Holz-Holz Primärträger: Buche (BSH Gl.48c) Decke: Hohlkastenelement Fichte Info: "moderner Holzbau" (BSH-Träger, BSP/BST-Decken usw.) Änderung zu A1: Platte und Balken ebenngleich!</p> <p>2,7m x 5,4m (ideal: Raster Nutzung Arbeitsplätze + Studierkaffe)</p> <p>Decke (gesamt): h = 240mm Primärträger: beh = 220mm x 240mm, l = 2,7m Deckenelement: h = 240mm, l = 5,4m</p> <p>h = 240mm (reine Konstruktionshöhe, exkl. Bodenaufbau) h = 300mm (ca., TBD - je nach Wahl Trittschall und Belag)</p>
Bauphysik	<p>R60 ausreichend Schallschutz Trittschall Wärmespeicherung (thermische Masse) Feuchteregulierung/Raumklima</p>	<p>R30/R60 (Abbrandrate), für R60 evtl. Sprinkler zusätzl. erf. Schüttung/Masse in Hohlkästen schwimmender Estrich, Hohlraumboden nicht empfehlenswert fehl/! sehr 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 fehl/! sehr niedrig keine spezielle Performance</p>	<p>R30/R60 (Abbrandrate), für R60 evtl. Sprinkler zusätzl. erf. Schüttung/Masse in Hohlkästen schwimmender Estrich, Hohlraumboden nicht empfehlenswert fehl/! sehr niedrig keine spezielle Performance</p>
Haustechnik/Leitungsführung	<p>Machbarkeit/bee horizontale Leitungsführung</p>	<p>Abhängkonstruktion größtenteils sichtbar Ausparungen in Träger, Längsleitung Hohlkästen bedingt mögl.</p>	<p>Abhängkonstruktion größtenteils sichtbar Leitungsführung ausschließlich unter den Quers- und Längsträgern</p>	<p>Abhängkonstruktion größtenteils sichtbar Längsleitungsführung in Hohlkästen bedingt mögl.</p>
Nachhaltigkeit/Ökologie	<p>Graue Energie CO2</p> <p>PE_{str} [kWh/m2a] GWP [kgCO2eq/m2a]</p> <p>5,00 1,72</p>	<p>2,06 0,38</p>	<p>1,81 0,57</p>	<p>1,84 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. 275 /m2 ca. 210 /m2 (System hat keinen Hohlraumboden) ca. 490 /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 DT)</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 (Zusatzaufwendungen, Risiko usw.)	<p>Mock-Up Versuche/Tests (z.B. EMPA)</p> <p>nicht erforderlich nicht erforderlich</p>	<p>nicht erforderlich, da Holzbauteile standard nicht erforderlich</p>	<p>nicht erforderlich, da Holzbauteile + Stahl standard nicht erforderlich</p>	<p>nicht erforderlich, da Holzbauteile standard nicht erforderlich</p>
Fazit/Gesamtbewertung	<p>Ergebnis Bewertungsmatrix, inkl. stichwärtiges Fazit</p> <p>wiele 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 durch Stahl rel. schlecht: CO2 mäßig, Graue Energie schlecht</p>	<p>sehr geringe Konstruktionshöhe, keine/kaum thermische Masse, "ideales" Raster Büro, Erfordernis Sprinkleranlage TBD</p>

Legende:
 gut bis sehr gut
 mittel/neutral
 schlecht bis sehr schlecht
 Eigenschaft zu überprüfen/verifizieren
 Annahmen TBC final final zu verifizieren

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

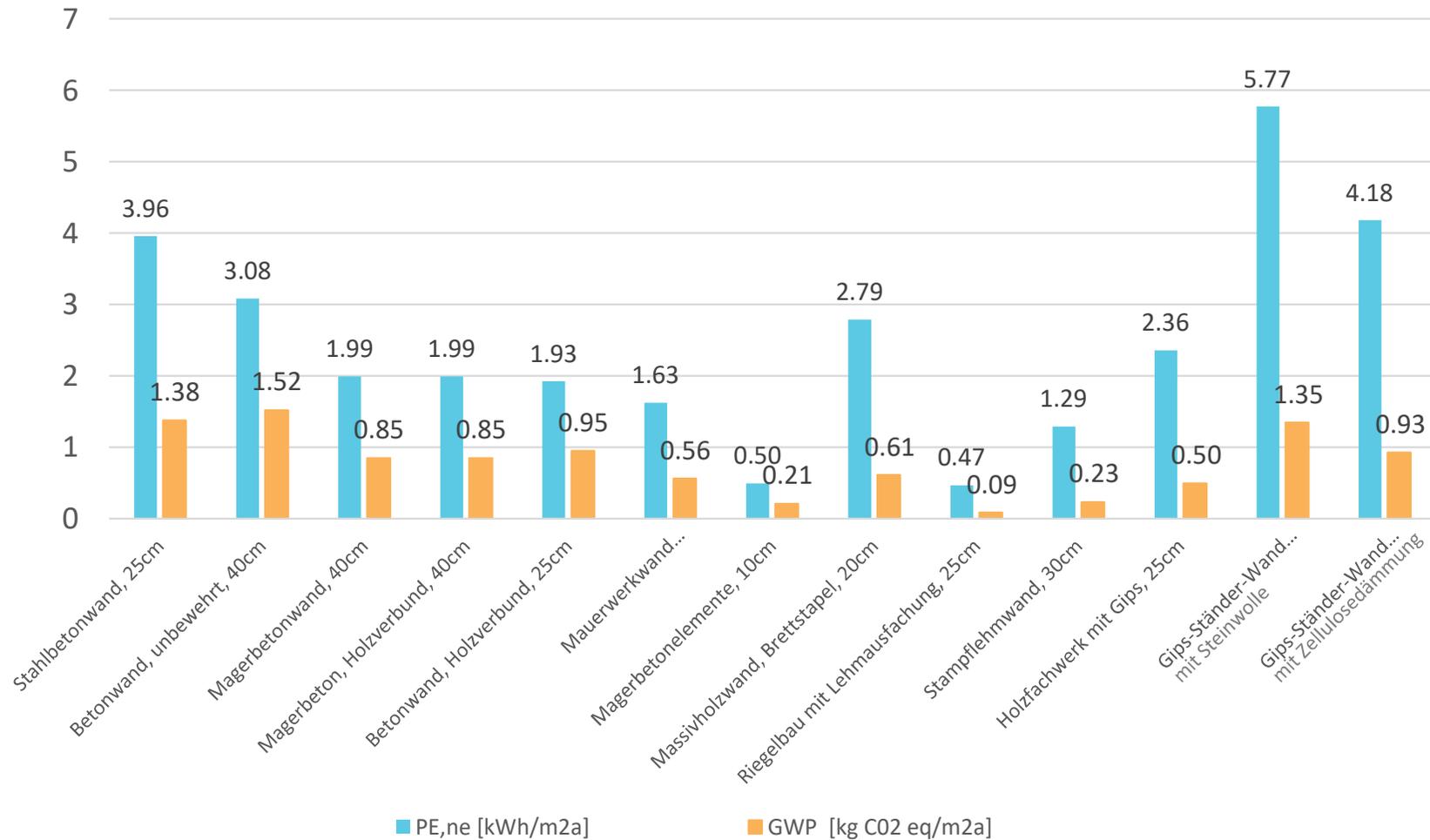
Weiterbearbeitung empfohlen!

Erstellung – Konstruktion: Kostenfolge am Beispiel Decken

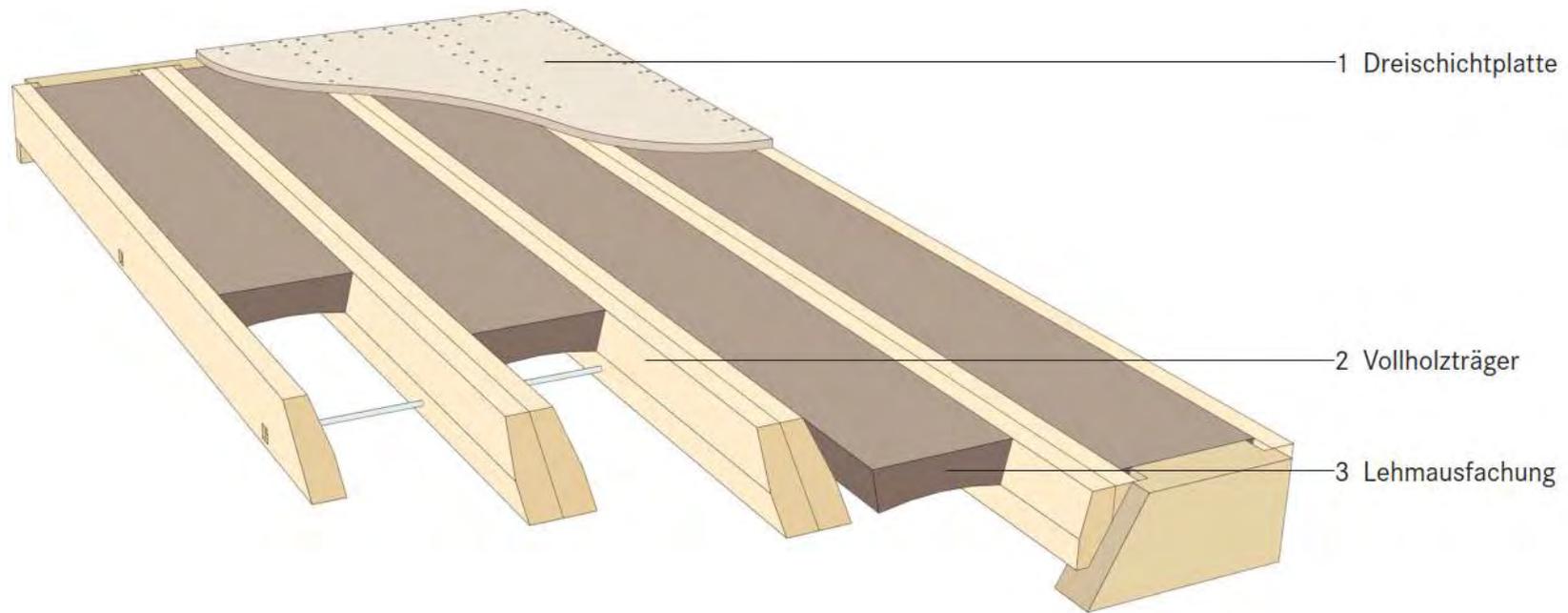


Fazit: Wechsel von Betonflachdecke zu ökologischeren Systemen: Kosten +10%, THG -66% bis -72%

Vom Material zur Konstruktion: Ökobilanz von Wandkonstruktionen.



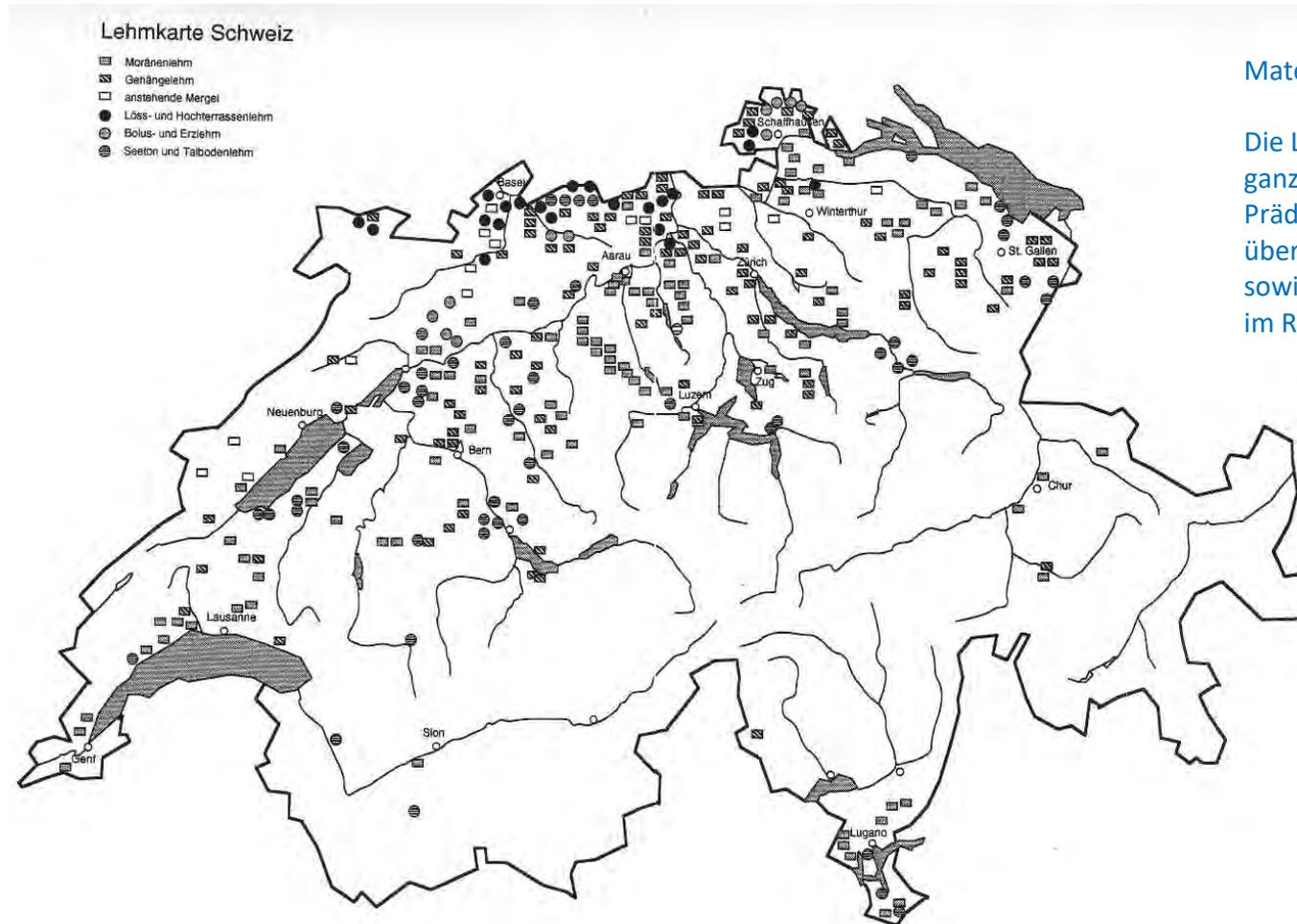
Holz-Lehm-Decke – ein Einblick.





© Herzog & de Meuron

Holz-Lehm-Decke – Verfügbarkeit Materialien.



Materialvorkommen:

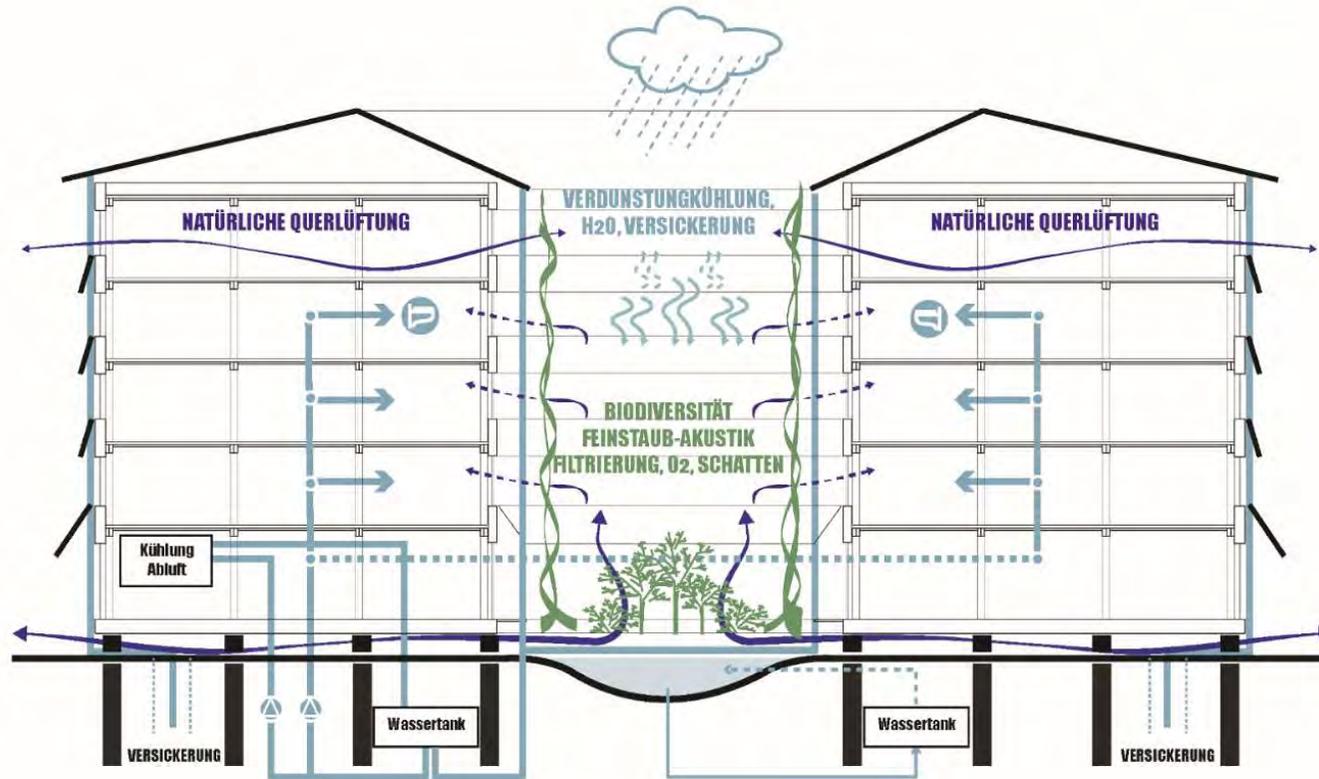
Die Lehmkarte Schweiz zeigt, dass es in der ganzen Schweiz Lehmvorkommen gibt. Prädestiniert sind das Schweizer Mittelland über den Jura bis hin zur Rheinebene, sowie vereinzelt Orte am oberen Rhein, im Rhonetal und im Tessin.

Ziel: Automatisierte Herstellung.



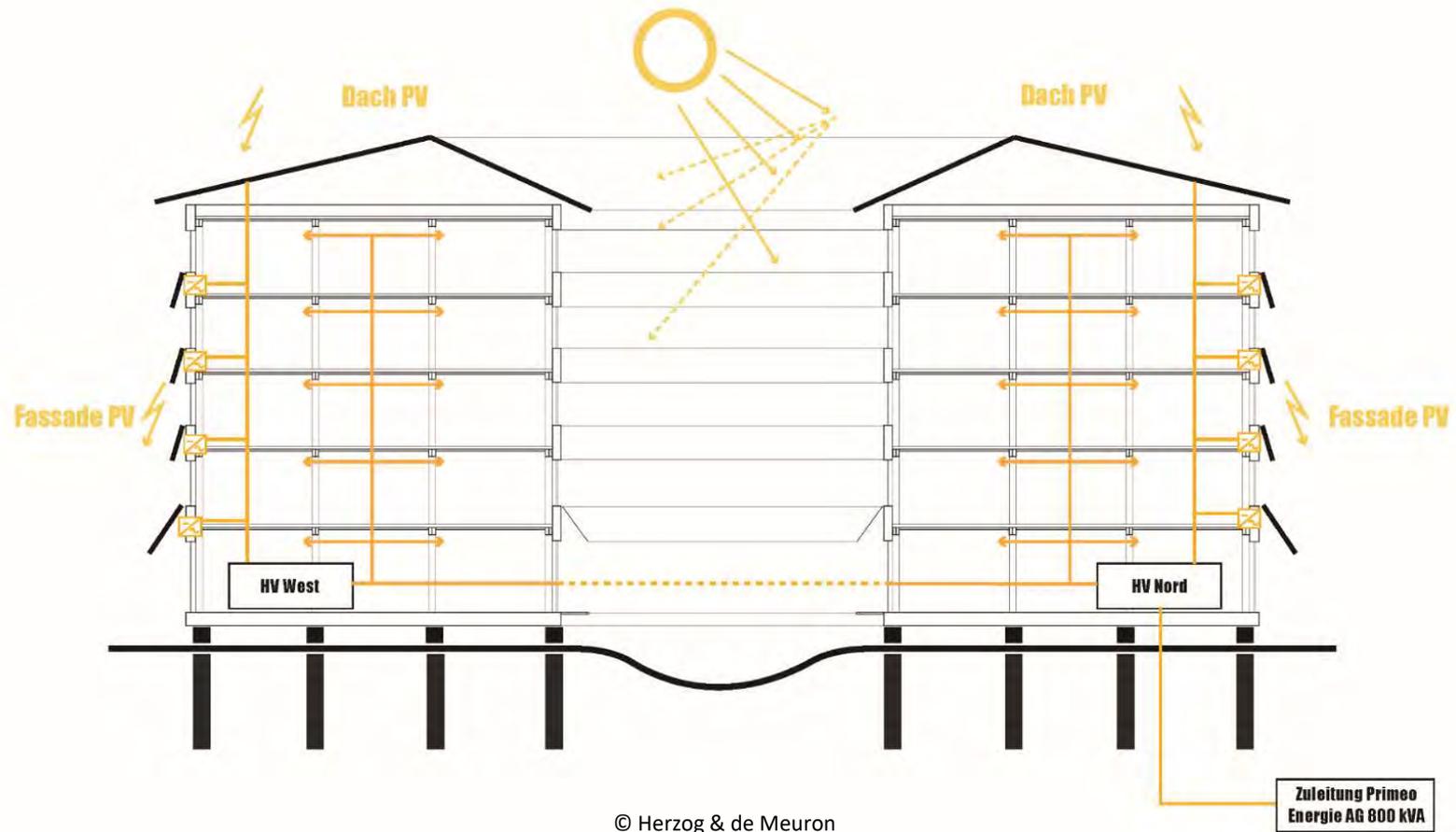
© Herzog & de Meuron

Regenwasseraufbereitung.



© Herzog & de Meuron

Stromerzeugung - PVA.



HORTUS – Holz-Lehm-Decke.

- . **hervorragende CO2-Bilanz**
ca. 80% (!) besser, als konventionelle Bauweise
- . **cradle-to-cradle**, Konstruktion hochgradig recyclebar
- . **hohe Kosteneffizienz**, kompetitiv zu herkömmlichen Systemen

Impressionen HORTUS.

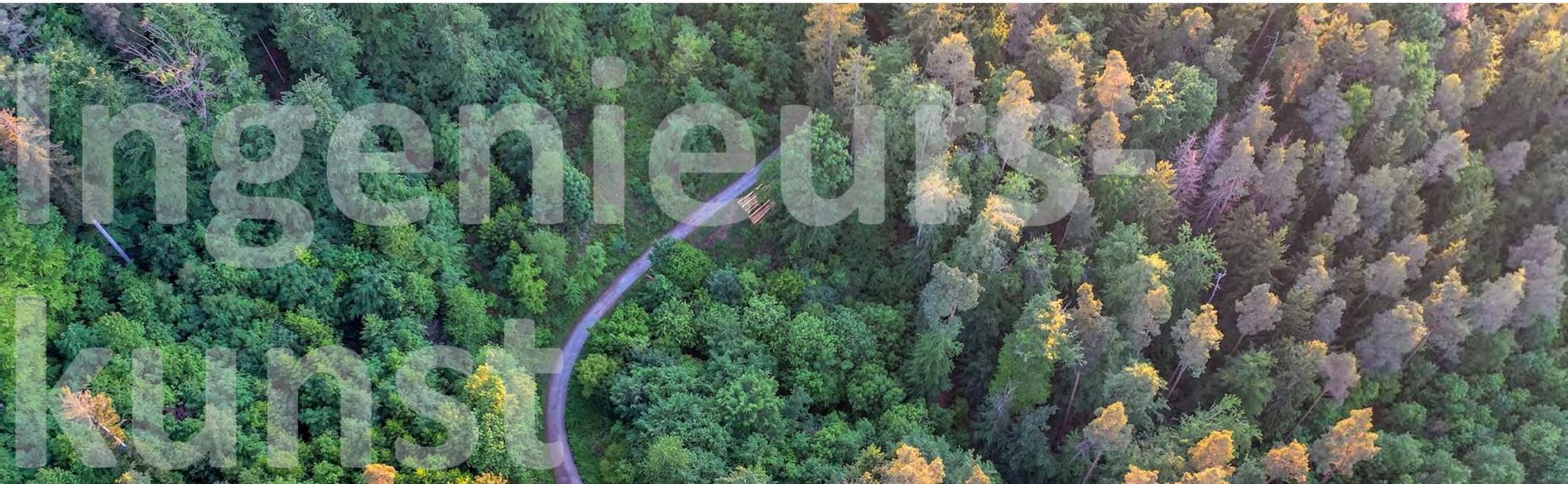


© Herzog & de Meuron



© Herzog & de Meuron

Der Weg vom Material über die Konstruktion zum Bauwerk.



zpf. Ingenieure