



Earth-Timber Floor Slabs

From a bespoke use case to a scalable product

Energy consumption & CO₂-Footprint

...building sector is responsible for

50% of CO₂ emissions

worldwide (cement: ca. 8%).

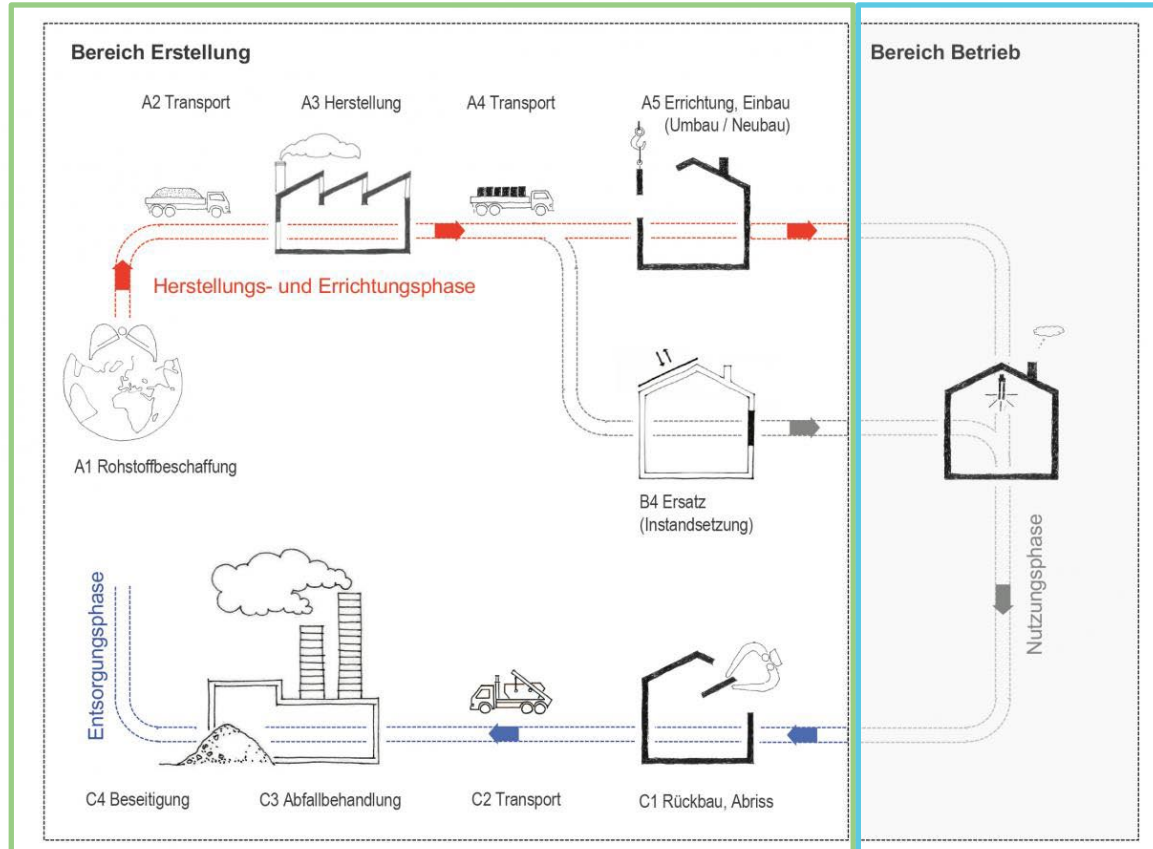
About **the half of it** caused by
„**operational carbon**“ and **the other**
half by „**embodied carbon**“.



Quelle (Absatz 1): MADASTER, Verweis auf Langen, K. 2019. Bauwirtschaft und Klimaschutz: Stahl, Beton und Zement verschlingen Energie. Deutschlandfunk Kultur.
Quelle (Absatz 2): Prof. Dr. Habert, Guillaume; Eine Diät für fossil erzeugte Gebäude; TEC21 Nr. 11-2022 vom 08.04.2022, Seite 24 ff; Espazium Der Verlag für Baukultur

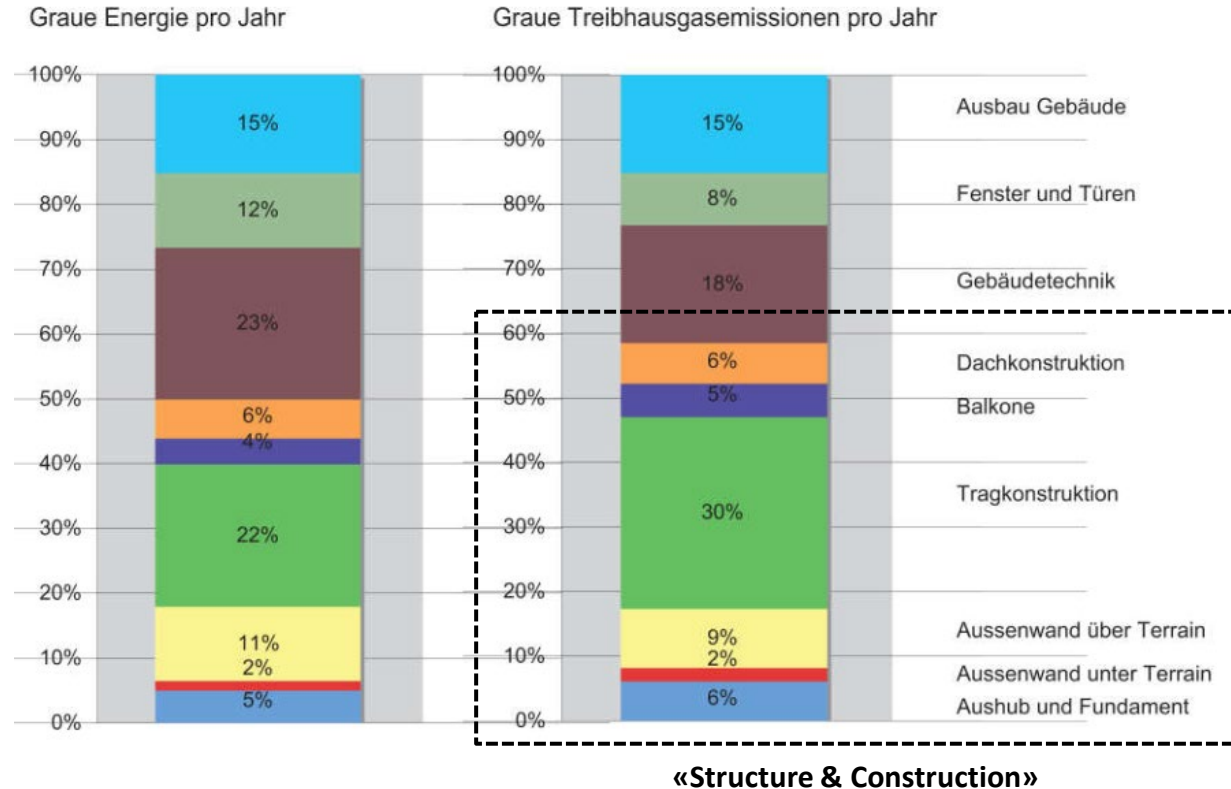
«operational carbon» & «embodied carbon»

Focus
Present & Future.
Now!



Focus
Past.

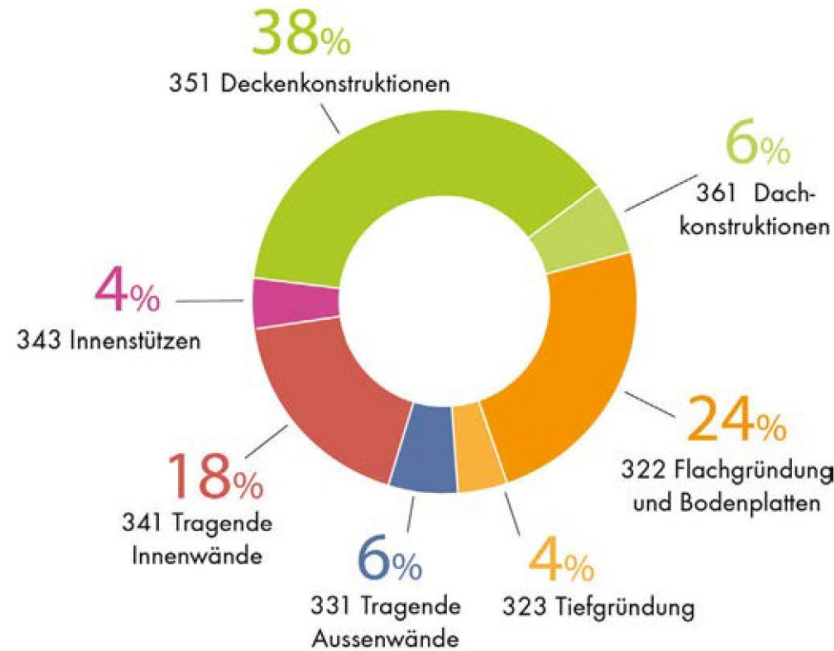
Grey energy + CO₂. Structure



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

Chance, commitment & task for structural engineers!

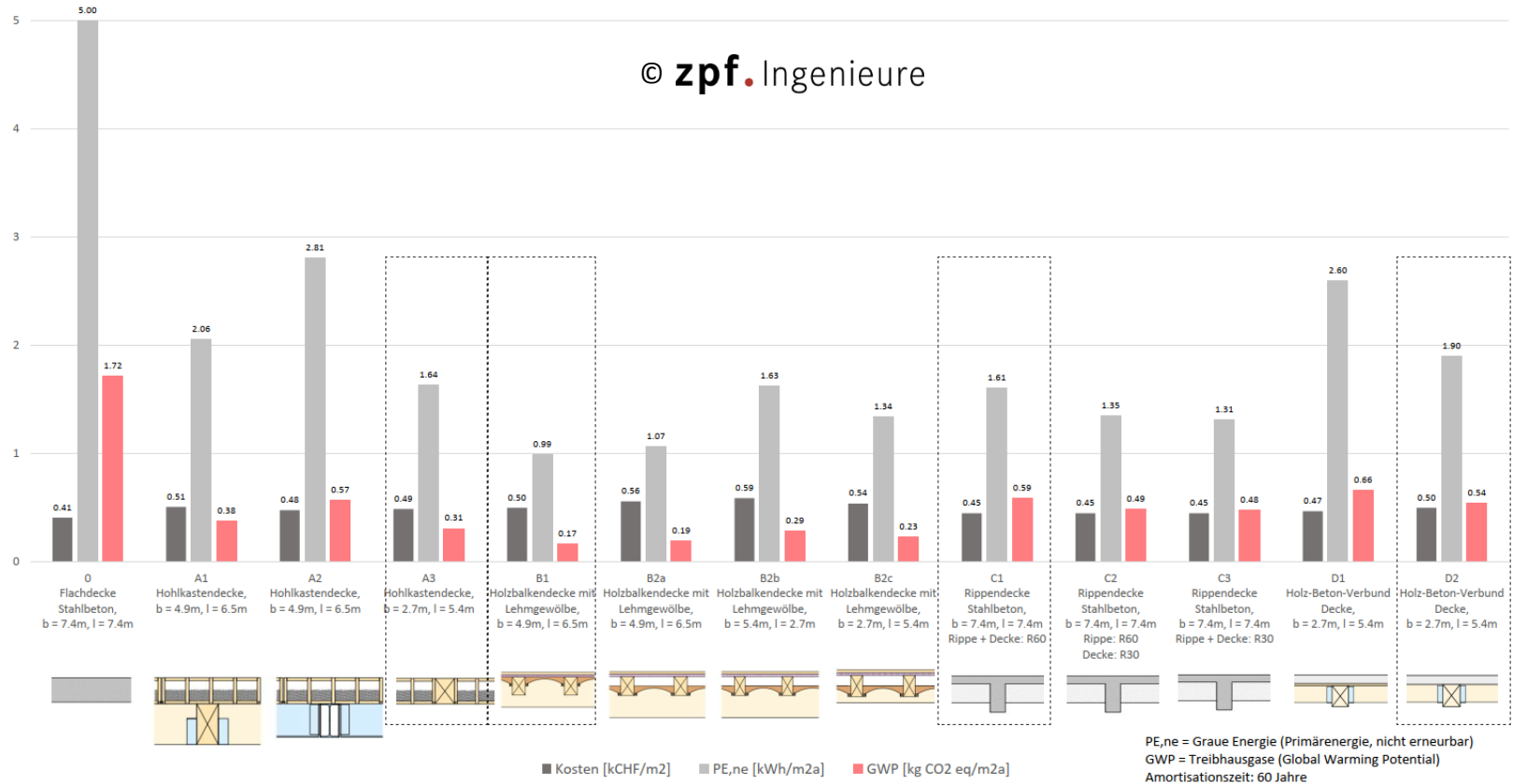
Breakdown emissions - Structure.



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

Comparison LCA - Slab-Systems.

© zpf. Ingenieure



Slab-Systems - Holistic Evaluation.

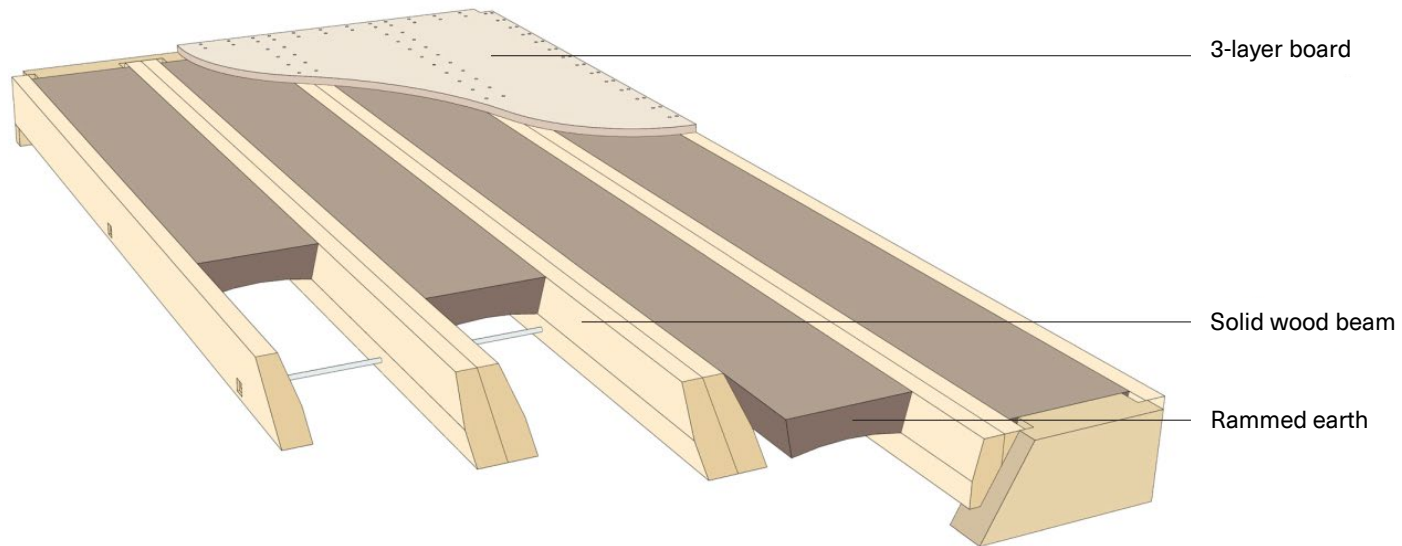
0	Flachdecke Stahlbeton	A1	Hohlkastendecke (Holz-Holz)	A2	Hohlkastendecke (Holz-Stahl)	A3	Hohlkastendecke (Holz-Holz)
Strukturinfo	Status-Quo - Standardbauweise mehrgeschossiger Bürobau						Kombination idealer Raster HbM + min. Konstruktionshöhe
- Prinzipschnitt oder Grundriss (Raster)							
- Materialisierung und Beschreibung	Stahlbeton Beton C30/37, Betonstahl B500B konventionelle Flachdecke inkl. Durchlaufanker (Dübel, Pölz)	Holz-Holz Primärträger: Buche (BSH GL48c) Decke: Hohlkastenelemente Fichte Info: "moderner Holzbau" (BSH-Träger, BSP/BST-Decken usw.)	Holz-Holz Primärträger: Buche (BSH GL48c) Decke: Hohlkastenelemente Fichte Info: "moderner Holzbau" (BSH-Träger, BSP/BST-Decken usw.) Variante: Elemente in IPE eingeschoben (kein pos. Effekt auf PL _{re})	Holz-Stahl Primärträger: IPE 360 (S355) Decke: Hohlkastenelemente Fichte Info: "moderner Holz- / Stahlbau" (Stahlträger, BSP/BST-Decken usw.) Variante: Elemente in IPE eingeschoben (kein pos. Effekt auf PL _{re})	Holz-Holz Primärträger: Buche (BSH GL48c) Decke: Hohlkastenelemente Fichte Info: "moderner Holzbau" (BSH-Träger, BSP/BST-Decken usw.) Änderung zu A2: Platte und Balken ebenebene!	Holz-Holz Primärträger: Buche (BSH GL48c) Decke: Hohlkastenelemente Fichte Info: "moderner Holzbau" (BSH-Träger, BSP/BST-Decken usw.) Änderung zu A2: Platte und Balken ebenebene!	Holz-Holz Primärträger: Buche (BSH GL48c) Decke: Hohlkastenelemente Fichte Info: "moderner Holzbau" (BSH-Träger, BSP/BST-Decken usw.) Änderung zu A2: Platte und Balken ebenebene!
- Raster: Optimum Statik (Ökologie/Ökonomie)	7,4m x 7,4m	7,4m x 7,4m	4,5m x 6,0m	4,5m x 6,0m	4,5m x 6,0m	4,5m x 6,0m	4,5m x 6,0m
- Raster: Optimum Architektur/Nutzung (Arbeitsplätze)	7,4m x 7,4m	7,4m x 7,4m	4,5m x 6,5m	4,5m x 6,5m	4,5m x 6,5m	4,5m x 6,5m	4,5m x 6,5m
- Raster: Wahl bzw. Grundlage nachfolgende Bewertung	7,4m x 7,4m	7,4m x 7,4m	4,5m x 6,5m	4,5m x 6,5m	4,5m x 6,5m	4,5m x 6,5m	4,5m x 6,5m
- QS-Angaben	Decke (gesamt): 30cm (konstant)	Decke (gesamt): h = 720mm Primärträger: bauh = 220mm x 440mm, Spannweite: 4,9m Deckenelement: h = 280mm, l = 6,5m	Decke (gesamt): h = 720mm Primärträger: bauh = 220mm x 440mm, Spannweite: 4,9m Deckenelement: h = 280mm, l = 6,5m	Decke (gesamt): h = 440mm Primärträger: IPE 360, Spannweite: 4,9m Deckenelement: h = 280mm, l = 6,5m	Decke (gesamt): h = 440mm Primärträger: IPE 360, Spannweite: 4,9m Deckenelement: h = 280mm, l = 6,5m	Decke (gesamt): h = 240mm Primärträger: bauh = 200mm x 240mm, l = 2,7m Deckenelement: h = 240mm, l = 4,5m	Decke (gesamt): h = 240mm Primärträger: bauh = 200mm x 240mm, l = 2,7m Deckenelement: h = 240mm, l = 4,5m
- Konstruktionshöhe (Struktur tragend)	h = 30cm (Konstruktionshöhe Tragwerk)	h = 720mm (reine Konstruktionshöhe, exkl. Bodenaufbau)	h = 720mm (reine Konstruktionshöhe, exkl. Bodenaufbau)	h = 640mm (reine Konstruktionshöhe, exkl. Bodenaufbau)	h = 700mm (reine Konstruktionshöhe, exkl. Bodenaufbau)	h = 240mm (reine Konstruktionshöhe, exkl. Bodenaufbau)	h = 300mm (reine Konstruktionshöhe, exkl. Bodenaufbau)
- Gesamthöhe (inkl. Hohlraum, inkl. Belag)	h = 36cm (inkl. 40mm Trittschalldämmung + 20mm Eichenelekt)	h = 770mm (ca., TSD - je nach Wahl Trittschall und Belag)	h = 770mm (ca., TSD - je nach Wahl Trittschall und Belag)	h = 700mm (ca., TSD - je nach Wahl Trittschall und Belag)	h = 700mm (ca., TSD - je nach Wahl Trittschall und Belag)	h = 300mm (ca., TSD - je nach Wahl Trittschall und Belag)	h = 300mm (ca., TSD - je nach Wahl Trittschall und Belag)
Bauphysik	R60 ausreichend schwimmender Estrich ohne Abhangdicke o.ä. sehr gut (Wirkungstiefe ca. 6cm) keine spezielle Performance	R30/R60 (Abbrandrate), für R60 evtl. Sprinkler zusätzl. erf. Schüttung/Masse in Hohlkästen schwimmender Estrich, Hohlraumboden nicht empfehlenswert fehl/fehl niedrig keine spezielle Performance	R30/R60 (Abbrandrate), für R60 evtl. Sprinkler zusätzl. erf. Schüttung/Masse in Hohlkästen schwimmender Estrich, Hohlraumboden nicht empfehlenswert fehl/fehl niedrig keine spezielle Performance	R30/R60 (Anstrich/Verkleidung), für R60 evtl. Sprinkler zusätzl. erf. Schüttung/Masse in Hohlkästen schwimmender Estrich, Hohlraumboden nicht empfehlenswert fehl/fehl niedrig keine spezielle Performance	R30/R60 (Anstrich/Verkleidung), für R60 evtl. Sprinkler zusätzl. erf. Schüttung/Masse in Hohlkästen schwimmender Estrich, Hohlraumboden nicht empfehlenswert fehl/fehl niedrig keine spezielle Performance	R30/R60 (Abbrandrate), für R60 evtl. Sprinkler zusätzl. erf. Schüttung/Masse in Hohlkästen schwimmender Estrich, Hohlraumboden nicht empfehlenswert fehl/fehl niedrig keine spezielle Performance	R30/R60 (Abbrandrate), für R60 evtl. Sprinkler zusätzl. erf. Schüttung/Masse in Hohlkästen schwimmender Estrich, Hohlraumboden nicht empfehlenswert fehl/fehl niedrig keine spezielle Performance
Hautechnik/Leitungsführung	Machbarkeit/Idee horizontale Leitungsführung	sichtbar unter der Decke u. Abhangdicke (Reduktion th. Masse), gestalterische Vorteilhaftigkeit OK, da eben Deckenunterseite	Abhangkonstruktion grösstenteils sichtbar, Aussparungen in Träger, Längslängung Hohlkästen bedingt mögl.	Abhangkonstruktion grösstenteils sichtbar, Leitungsführung ausschliesslich unter den Quer- und Längsträgern	Abhangkonstruktion grösstenteils sichtbar, Leitungsführung ausschliesslich unter den Quer- und Längsträgern	Abhangkonstruktion grösstenteils sichtbar, Längslängungsführung in Hohlkästen bedingt mögl.	Abhangkonstruktion grösstenteils sichtbar, Längslängungsführung in Hohlkästen bedingt mögl.
Nachhaltigkeit/Ökologie	- Graue Energie CO2	PE _{re} GWP	[kWh/m ²] [gCO ₂ eq/m ²]	5,00 1,72	2,06 0,38	2,81 0,37	1,64 0,31
Wirtschaftlichkeit/Kosten (*)	- Tragstruktur - Bodenbelag (Eiche) inkl. Trittschall - Summe	EHP [CHF/m ² Decke] EHP [CHF/m ² Decke]	ca. 200./m ² ca. 210./m ² (System ohne Hohlraum, Dielenboden nicht tragend) ca. 410./m ²	ca. 300./m ² ca. 210./m ² (System hat keinen Hohlraumboden) ca. 510./m ²	ca. 270./m ² ca. 210./m ² (System hat keinen Hohlraumboden) ca. 480./m ²	ca. 280./m ² ca. 210./m ² (System hat keinen Hohlraumboden) ca. 490./m ²	ca. 280./m ² ca. 210./m ² (System hat keinen Hohlraumboden) ca. 490./m ²
Bauzeit- und Bauausführung	- Zeitbedarf Bauausführung Deckensystem (vor Ort)	konventionelle, grossflächige Deckenschalung, ca. 600m ² /Tag	hoher Vorfertigungsgrad, schnelle Montage vor Ort, ca. 400m ² /Tag	hoher Vorfertigungsgrad, schnelle Montage vor Ort, ca. 400m ² /Tag	hoher Vorfertigungsgrad, schnelle Montage vor Ort, ca. 400m ² /Tag	hoher Vorfertigungsgrad, schnelle Montage vor Ort, ca. 400m ² /Tag	hoher Vorfertigungsgrad, schnelle Montage vor Ort, ca. 400m ² /Tag
Allgemeines (Zusatzanwendungen, Risiko usw.)	- Mock-Up Versuche/Tests (z.B. EMPA)	nicht erforderlich nicht erforderlich	nicht erforderlich, da Holzbaukomponenten standard nicht erforderlich	nicht erforderlich, da Holzbaukomponenten + Stahl standard nicht erforderlich	nicht erforderlich, da Holzbaukomponenten + Stahl standard nicht erforderlich	nicht erforderlich, da Holzbaukomponenten standard nicht erforderlich	nicht erforderlich, da Holzbaukomponenten standard nicht erforderlich
Fazit/Gesamtbewertung	- Ergebnis Bewertungsmatrix, inkl. stichwortartiges Fazit	viele positive Eigenschaften, jedoch sehr schlechte Ökobilanz, keine Bauebene für "Leuchtturmprojekt Nachhaltigkeit"	sehr grosse Konstruktionshöhe, keine thermische Masse, Ökobilanz gemischt: CO2 sehr gut, Graue Energie rel. schlecht	sehr grosse Konstruktionshöhe, keine thermische Masse, Ökobilanz durch Stahl rel. schlecht: CO2 mässig, Graue Energie schlecht	sehr grosse Konstruktionshöhe, keine thermische Masse, Ökobilanz durch Stahl rel. schlecht: CO2 mässig, Graue Energie schlecht	sehr geringe Konstruktionshöhe, keine/kaum thermische Masse, "ideales" Raster Büro, Erfordernis Sprinkleranlage TSD	sehr geringe Konstruktionshöhe, keine/kaum thermische Masse, "ideales" Raster Büro, Erfordernis Sprinkleranlage TSD

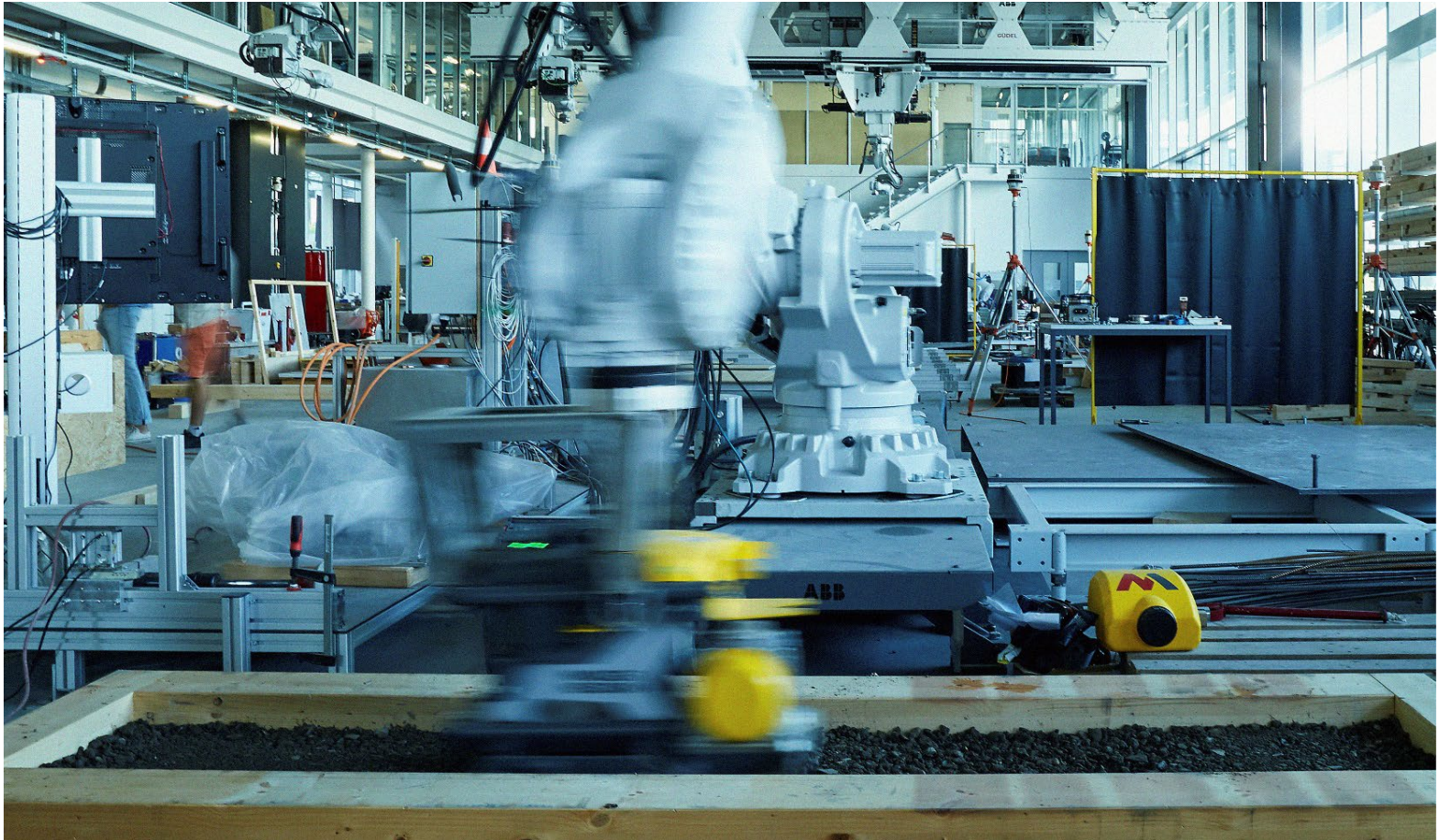
Legende:
 +++ gut bis sehr gut
 ++ mittel/neutral
 + schlecht bis sehr schlecht
 [] Eigenschaft zu überprüfen/verifizieren
 x Annehmen TBC final final zu verifizieren

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

Weiterbearbeitung empfohlen!

Rammed-Earth Timber Slab.





Rematter

Circular, Low Carbon Earth-Timber Floor Slabs

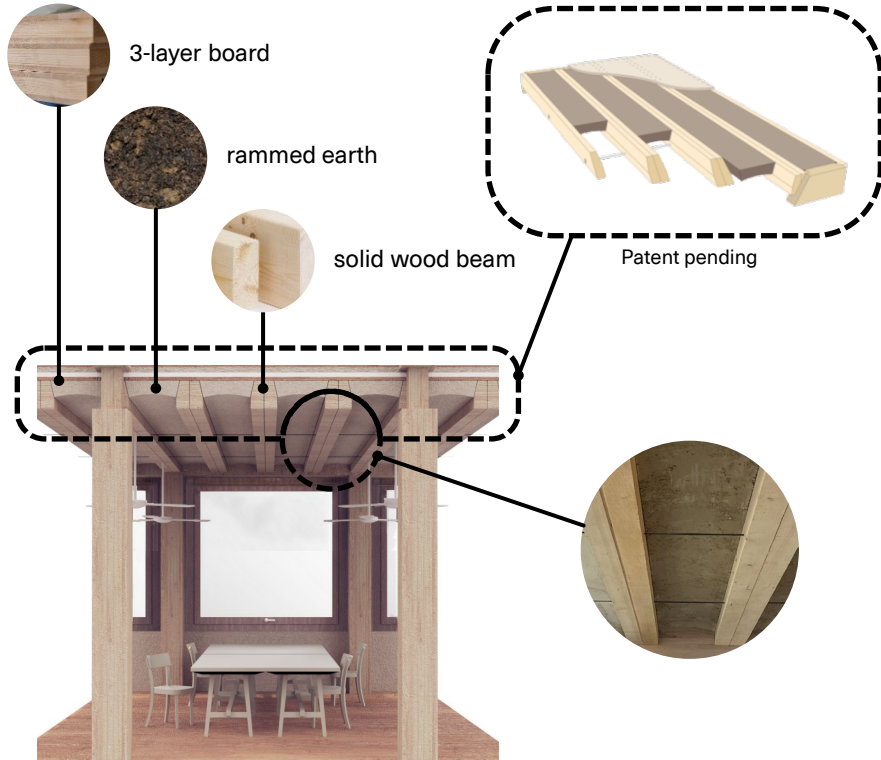


Image: Herzog & de Meuron

fully circular

- timber and earth can directly be reused
- easily disassembled
- meets cradle-to-cradle specification 100%

highly sustainable

- GWP = 0.39 CO₂eq kg/m²a 2)
- P_{ne} = 0.91 kWh/m²a 3)
- UBP = 1'081 UBP/m²a 4)

- ✓ 80% less embodied carbon than standard reinforced concrete
- ✓ reduction of the total energy and CO₂ mortgage of any building by up to 50%

locally sourced

- makes use of widely available materials, timber and earth (excavation material)

high tested performance

- payload up to 5kN/m²
- fire protection up to REI 60
- sound insulation | R_w = 53 dB, L_d = 53 dB

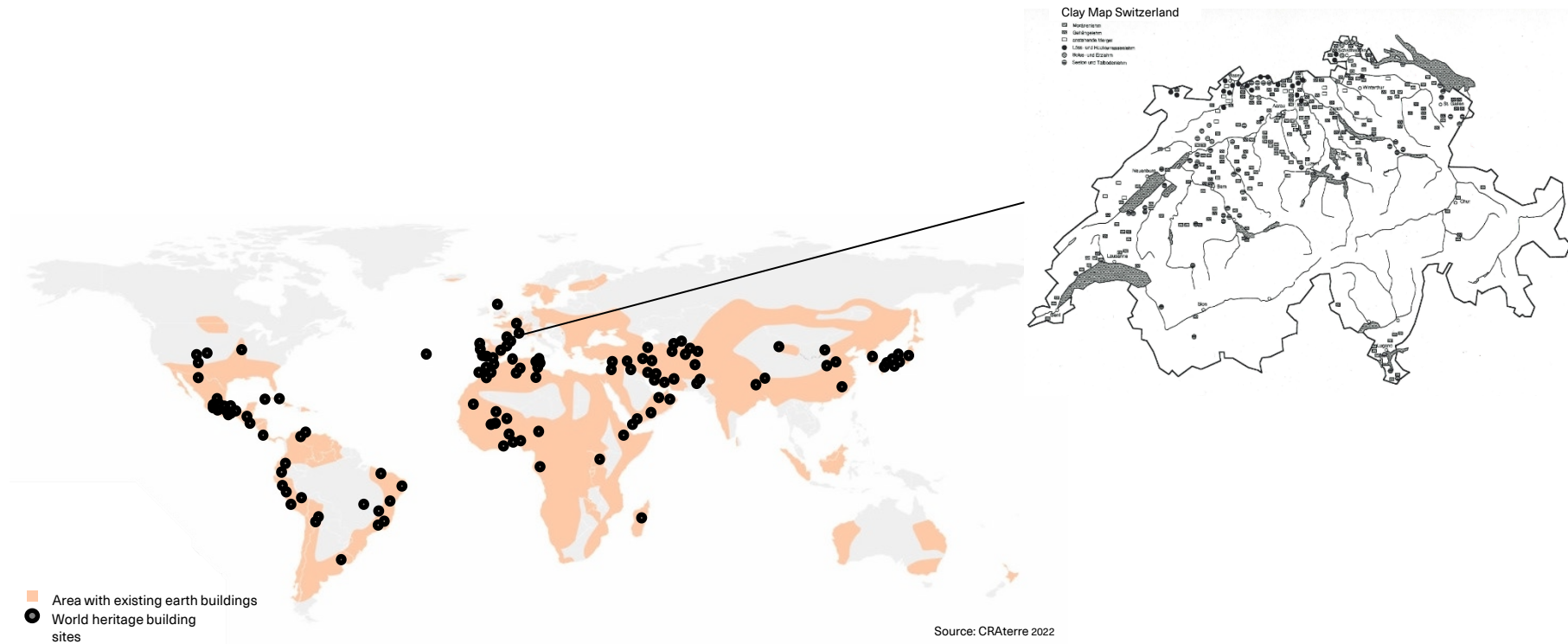
- ✓ satisfies all separation criteria between independent building units

room comfort

- accessible thermal mass | 235 kJ/m²K
- humidity regulation | 40% < σ < 60%
- antiseptic and odor neutralizing

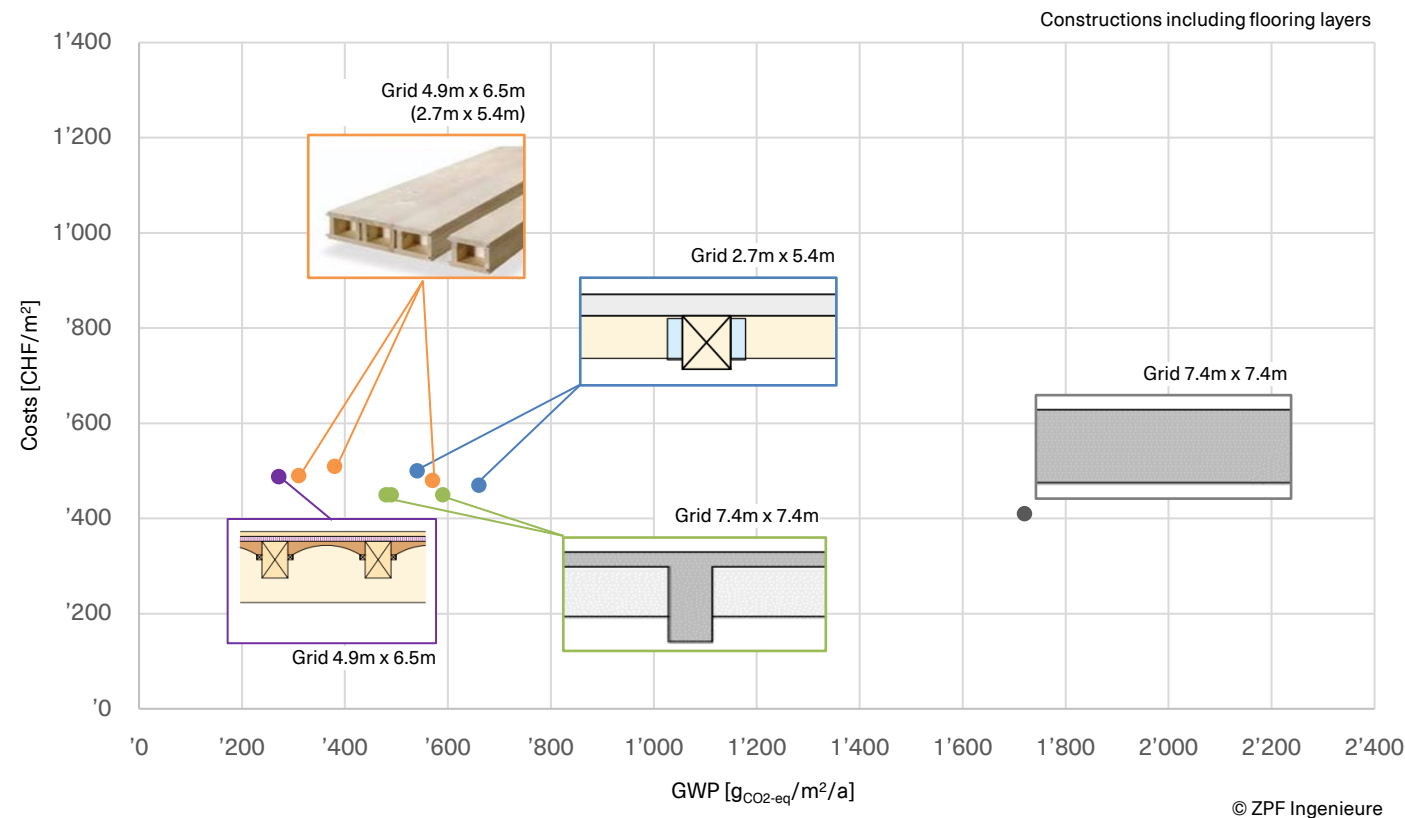
Material Availability

Switzerland and Global



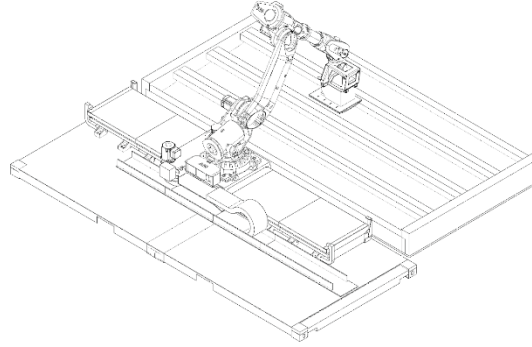
Comparison Floor Systems

Cost to GWP

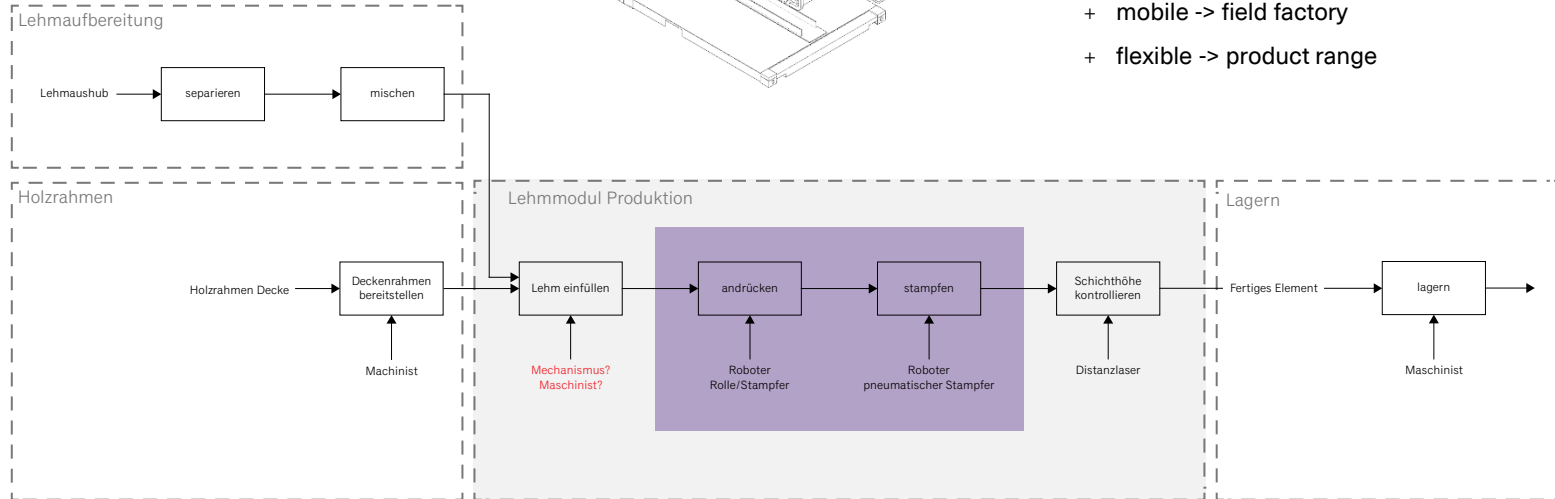


Earth-Timber Floor Slab

Proof-of-concept



- + timber frame acts as a “lost” framework
- + minimal process steps
- + utilization of robot reach and dof
- + robot can work autonomous for a relative long time
- + mobile -> field factory
- + flexible -> product range

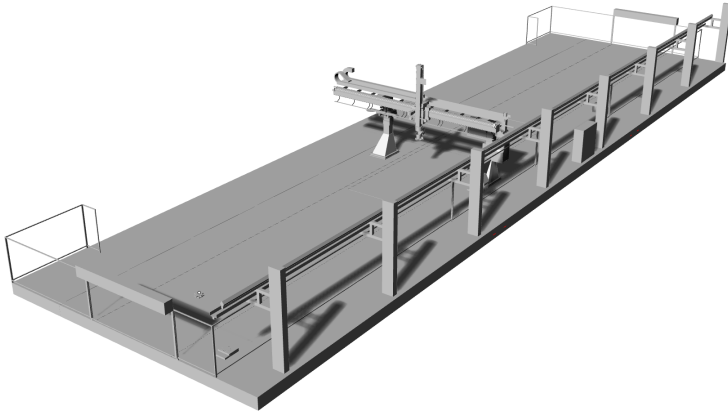


Annahme: Lehmmodul kann in einer Schicht gestampft werden.

ROT: Prozessschritt manuell oder automatisiert noch zu definieren.

Robotic Timber Construction

ROB Technologies



WoodFlex 56, multi-functional gantry robot specialized on the automated assembly and processing of timber constructions.

Exchangeable end-effector for gripping, nailing, clamping, milling, drilling, cutting.



A large industrial robotic arm with a black and white articulated joint is positioned over a work area. The arm is connected to a complex system of white hoses and blue pneumatic cylinders. The base of the arm is mounted on a large, light-colored wooden board. In the background, a large white banner with the ERNE logo and website is visible. The overall scene is a professional industrial environment.

ERNE

wir bauen vorwärts

Visionen realisieren.

www.erne.net

ERNE

ROBOTERFERTIGUNG

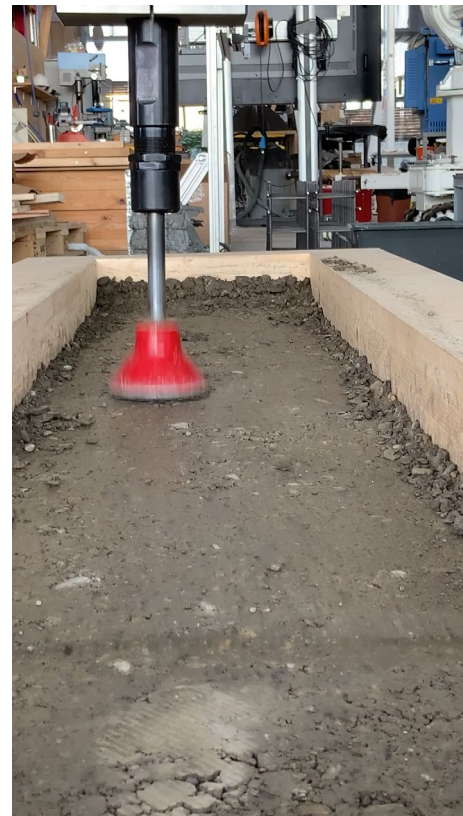
Earth-Timber Floor Slab

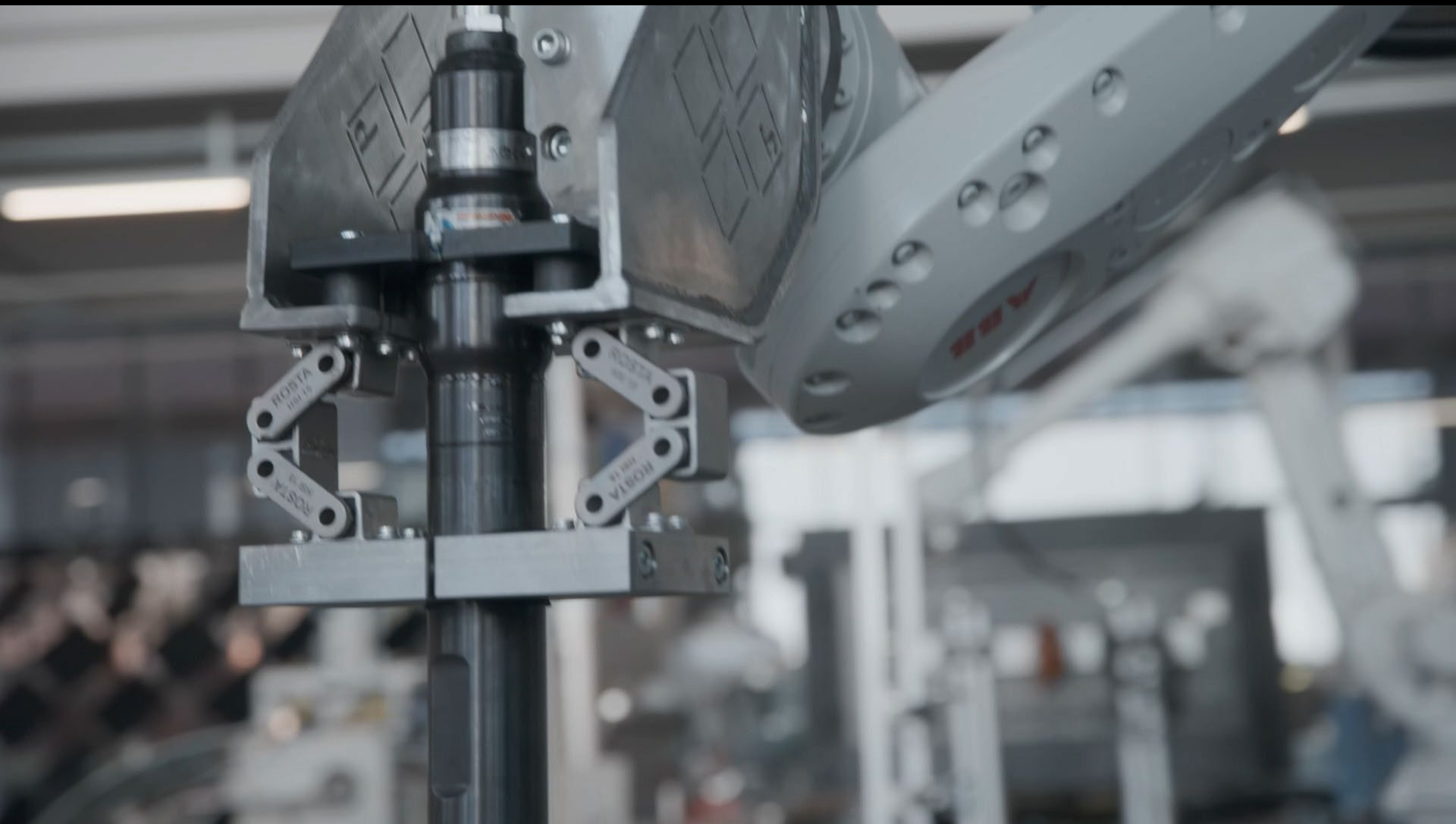
Proof-of-concept

Compactor
electric



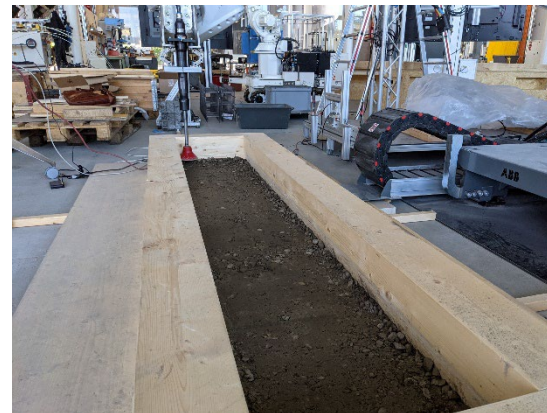
Tamper
pneumatic





Earth-Timber Floor Slab

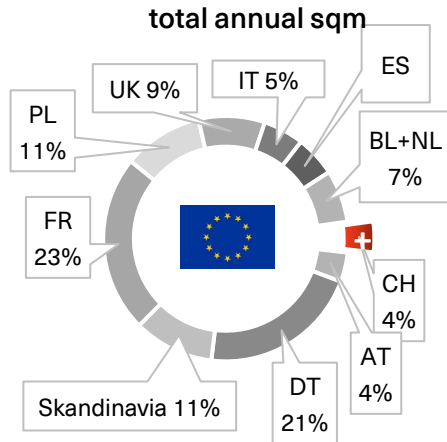
Proof-of-concept



Market Potential

Residential housing accounts for more than 60%⁴ of buildings

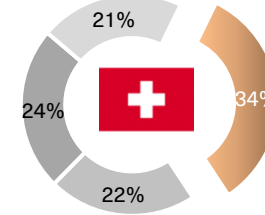
Total Addressable Market⁵
in selected European countries is
151 million m² and CHF 33 billion per
year in residential alone



Serviceable Addressable Market⁶
in Switzerland is
2 million m² and CHF 421 million per
year and is focused on large real estate
of 7 and more dwellings

dwellings by category of

building



- Dwellings in multi-family houses (7 and more dwellings)
- Dwellings in single-family houses
- Dwellings in multi-family houses (up to 6 dwellings)

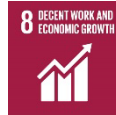
⁴SBV, 2021, Zahlen und Fakten 2021, Zurich: Schweizerischer Baumeisterverband.

⁵ IFO Institute 2021 and 2022; Enerdata 2022

⁶ Swiss Federal Statistical Office, 2022

Impact on SDG's

Aggregated until 2029 (~1.6% of SAM)



> CHF 30m
sustainable
revenues

Economic activity

Prosperity in Switzerland created with sustainable growth.



> 150'000
sqm of
floor slabs

Sustainable floor slabs

Cumulative square meters of 100% circular, low carbon, healthy and price competitive floor slabs.



> 5'000
people with
sustainable
housing

Equitable construction

Cumulative number of people living or working in houses that have been provided with Rematter's floor slabs.



Zero waste

Sustain natural materials

Eliminate waste throughout the whole life cycle via reduce, reuse, upcycle and use of renewables.



> 5'000
tons of CO2
saved

CO2 emissions avoided

Estimated CO2-eq savings due to replacement of reinforced concrete with products from Rematter.

Typologies and Design Variants

Design Variants

