



emissionsreduzierte Tragwerke

beyond the limits to structural
engineering

Wolfram Kübler



waltgalmarini



materialunabhängig Tragwerke

Spezialtiefbau / Baugruben

Umbau / Ertüchtigung / Erhaltung / Materialtechnologie

Brandschutz / Bauphysik / Akustik

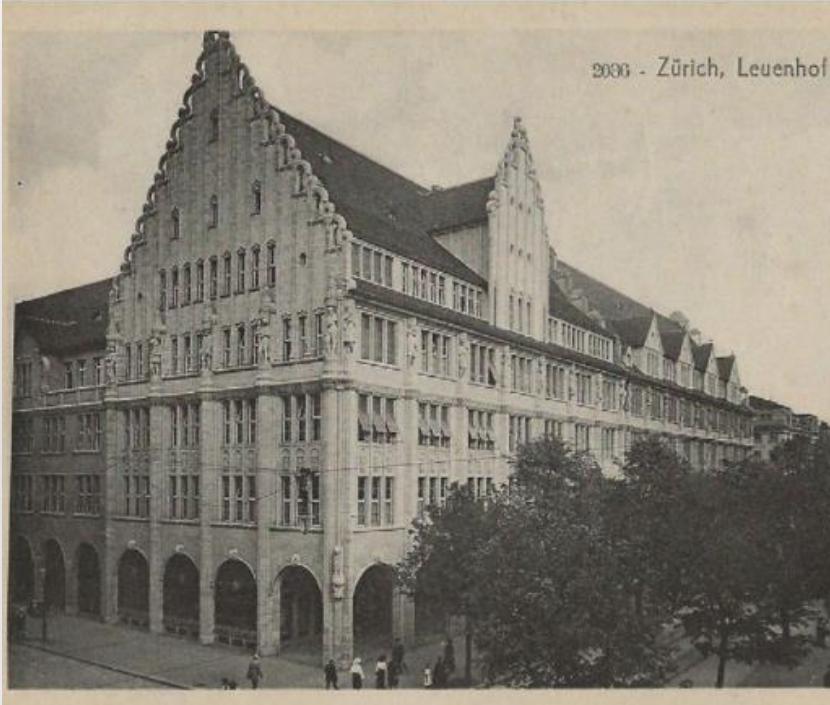
Gebäudehüllen / Fassaden / passive Energiekonzepte

Ökologische Beratung, Expertisen, Simulationen

Brückenbau

Die **Bedeutung** der (Tragwerks- und Material)**Normen** auf die **Reduktion** von **Emissionen** bei der Erstellung von Gebäuden

Normen passen sich dem Wissen und gesellschaftlichen Bedürfnissen an!



Eisenbeton-Skelettbau der Pionierzeit (1923/24)

- «Stampfbeton» mit Eigenschaften wie heute «Oulesse» von Oxara
- Bewehrungskonzepte mit elastischen Spannungsmodellen
- glatter Bewehrungsstahl mit tieferer Festigkeit ohne Verbund
- keine Bohrungen und Durchbrüche für heutige Gebäudetechnik durch Unterzüge möglich

=> mit heutigem Verständnis von robusten Stahlbetontragwerken und Bemessungskonzepten ist der Nachweis der Tragsicherheit nicht mehr möglich!

Bauingenieure können Lösungen normgerecht gesellschaftlichen Bedürfnissen anpassen!



Scheibenertüchtigung
35mm Hochleistungsfasermörtel



CFK-Lamellen
vorgespannt auf 100kN



Fassadenanschluss
Stahleinlageteil



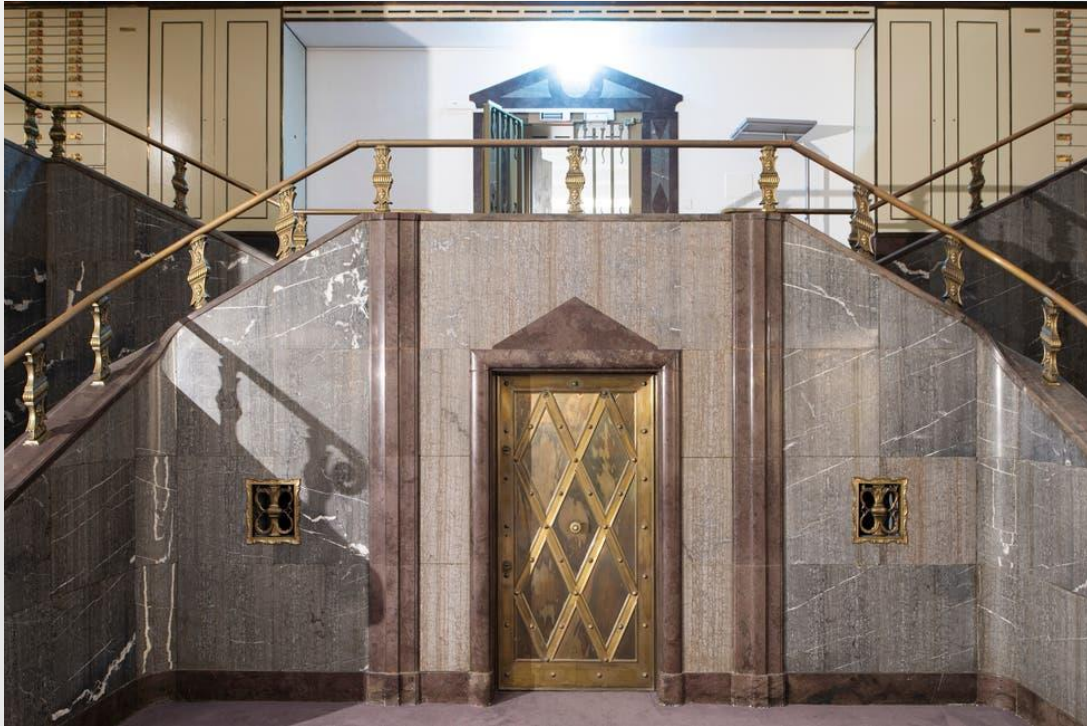
Schubertüchtigung Unterzüge
vorgespannt

was tun?

- Bruchversuch an originalelem Träger im Gebäude
- Bruchversuch an ertüchtigtem Träger inkl. Bohrungen
- Erdbebenertüchtigung mittels Stahlskulptur im Innenhof
- Scheibenausbildung der Decken mittels 35mm UHFB-Schicht

=> SIA Tragwerksnormen ermöglichen eine versuchsbasierte Bemessung für den Nachweis von gleichwertigem Sicherheitsniveau!

Warum funktionieren Konstruktionen obwohl sie nicht heutigen Normen entsprechen?

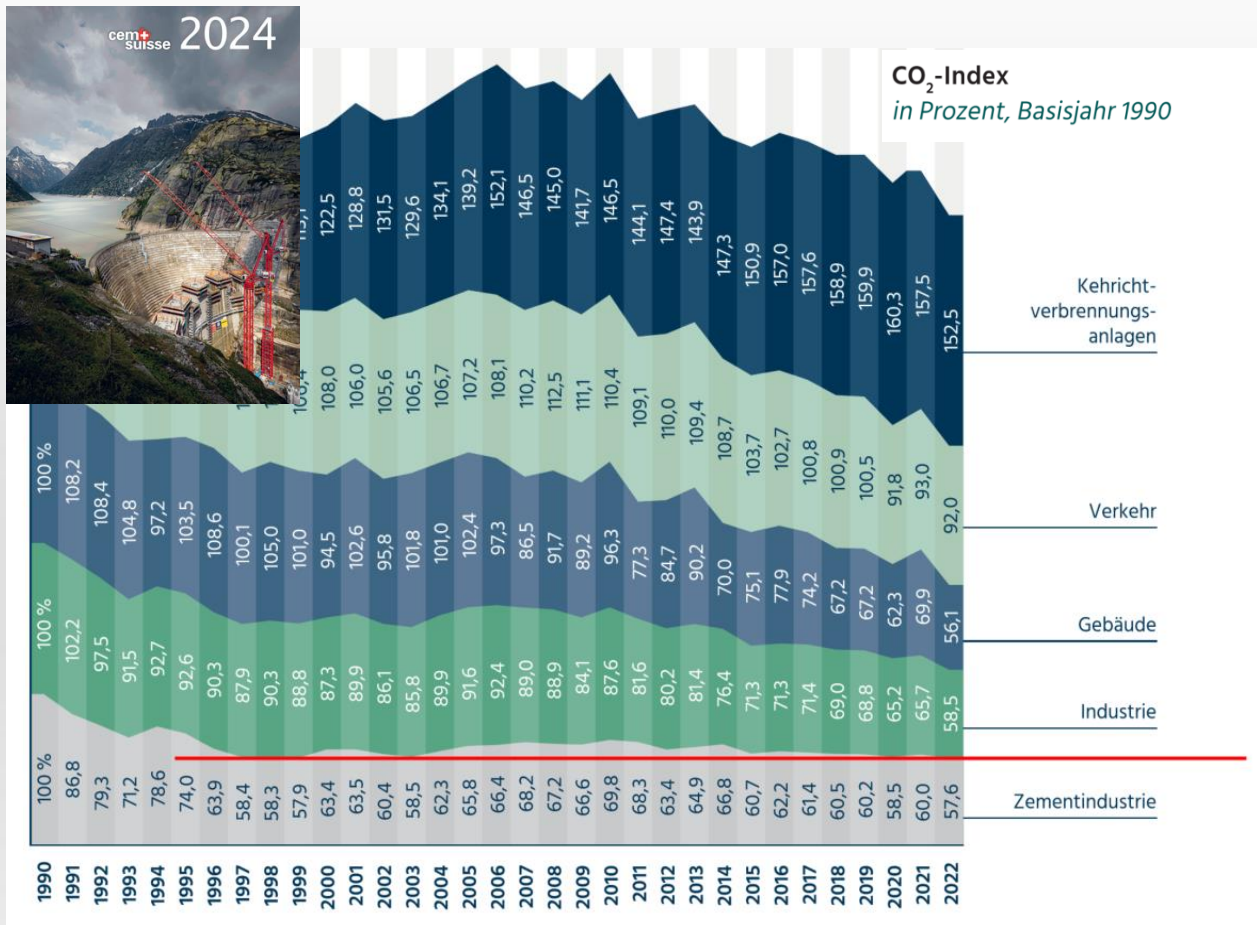


bleibt 100jähriger Stampfbeton wasserdicht?

- Tresor befindet sich voll im Grundwasser
- ist kantonal denkmalgeschützt
- Ausbau und normgerechte Abdichtung kommt nicht in Frage
- wer übernimmt die Verantwortung?

=> Bauherrschaft unterschreibt Nutzungsvereinbarung, dass ein Restrisiko der bestehenden Konstruktion bleibt und die Dichtigkeit nicht garantiert werden kann!

Der «graue Elefant im Raum» ist Zement – nicht der Beton!



- 50% der Industrie-Emissionen
- konstant seit 1997 = fast 30 Jahre
- keine CO₂-Abgabe, sondern ETS
- bisher mehrheitlich Gratiszertifikate von BAFU
- alternative Brennstoffe sind Einnahme, statt Zukauf von fossilen Brennstoffen
- Teile dieser Emissionen müssen nicht bilanziert werden

=> RC-Betone, CO₂-Speicherung, etc. helfen nicht «netto-Null» zu erreichen!

Hauptaussagen des IPCC Klimaberichts 2023

„Das Zeitfenster, in dem eine lebenswerte und nachhaltige Zukunft für alle gesichert werden kann, schließt sich rapide (*sehr hohes Vertrauen*).“

„Die in diesem Jahrzehnt getroffenen Entscheidungen und durchgeführten Maßnahmen werden sich jetzt und für Tausende von Jahren auswirken (*hohes Vertrauen*).“

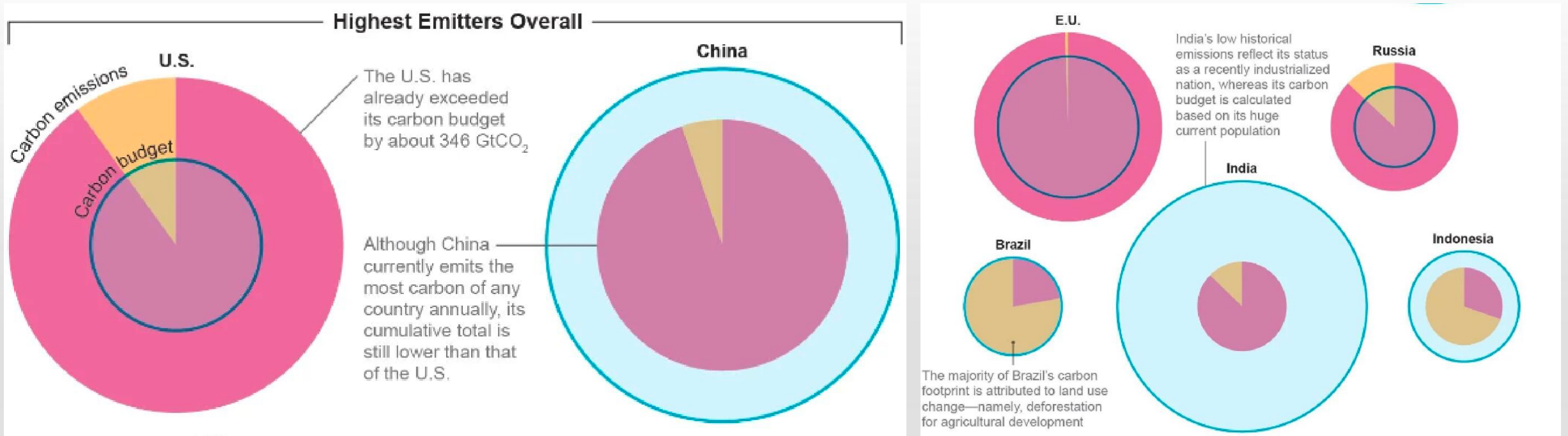
Hunderte Wissenschaftler aus aller Welt haben 8 Jahre an diesem Bericht gearbeitet.
Deutsche Übersetzung der Hauptaussagen: https://www.de-ipcc.de/media/content/Hauptaussagen_AR6-SYR.pdf

klimaphysikalische Konsequenzen bei Überschreitung von Kipp-Punkten sind klar



Die **meistbewohnten Zonen der Erde** werden sicher von wesentlich mehr **Überschwemmungen, Wirbelstürmen, Dürren, Nahrungsmittelknappheit, etc.** betroffen sein, was zu globalen **Völkerwanderungen, sozialen Verwerfungen** und wahrscheinlich **zusätzlichen Kriegen** führen wird. **Es wird nur noch wärmer. Läuft uns die Zeit davon?**

Wer darf noch emittieren?

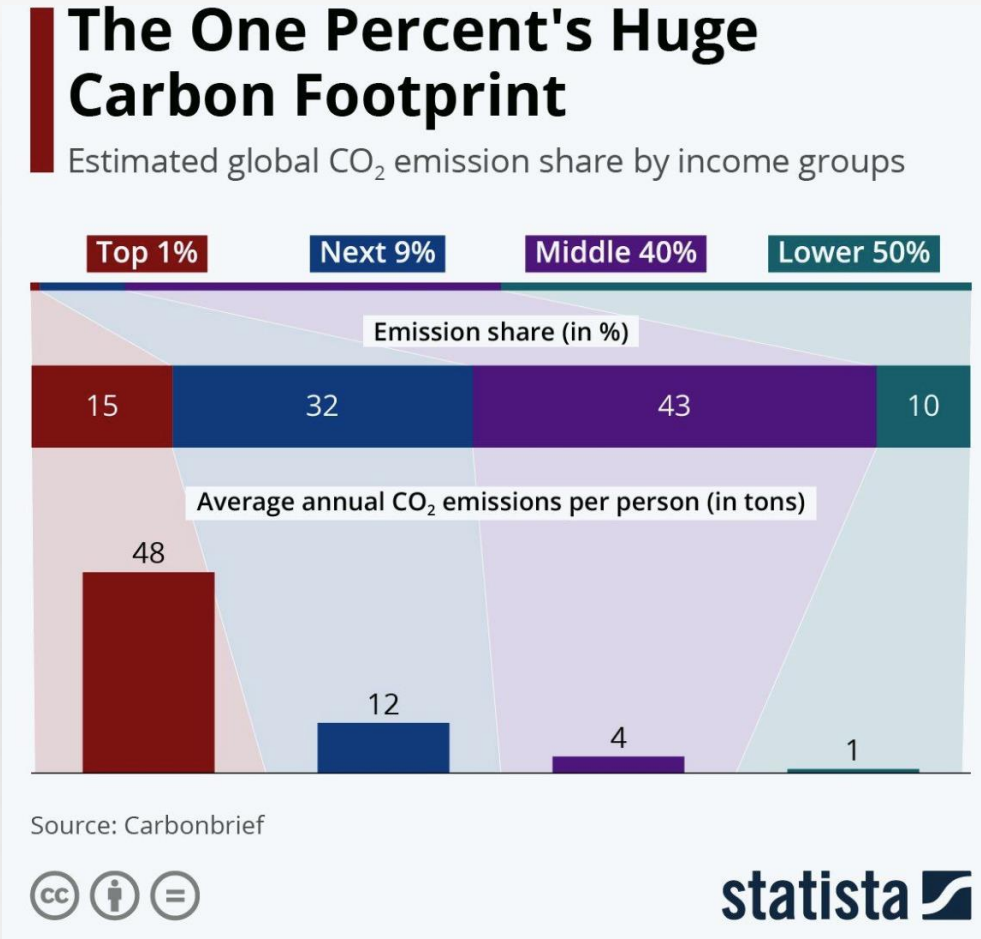


Die reichen Länder haben ihr **Budget historisch kumuliert längst überschritten!**

ca. 7 Mia. Menschen (BRICSplus + UAR + Rest) = Hauptbetroffene

ca. 2 Mia. (G7+CH+...) von ihnen erwartet die Mehrheit zu handeln

Wer kann einen wirkungsvollen Beitrag leisten?



Weltbevölkerung Mai 2024 => 8'186'078'251 Mia

1% = 82 Mio Menschen => 15% Emissionen

10% = 820 Mio Menschen => 47% Emissionen

CH Inland

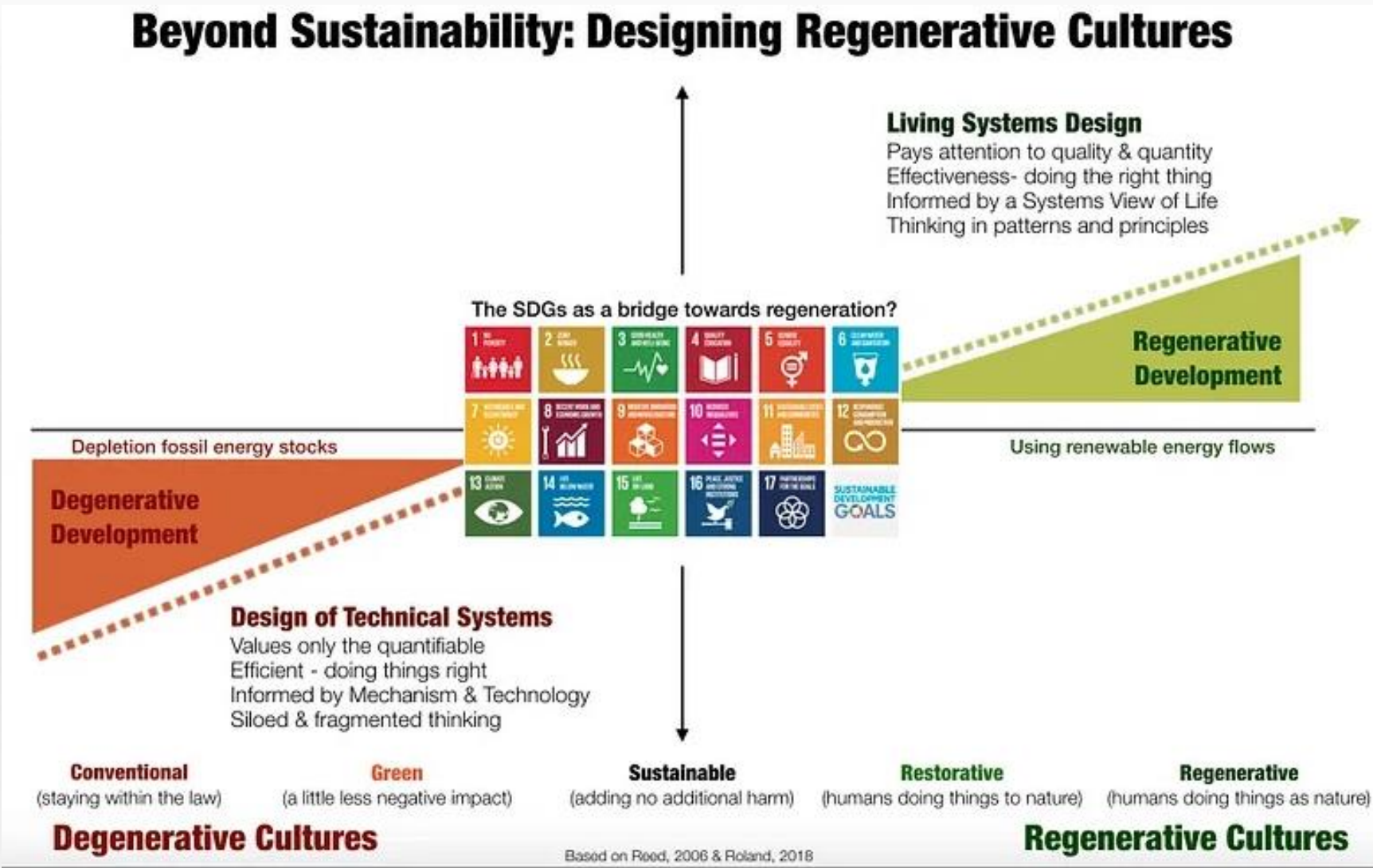
ca. 4toCO₂ / Pers.

CH inkl. Import/Konsum

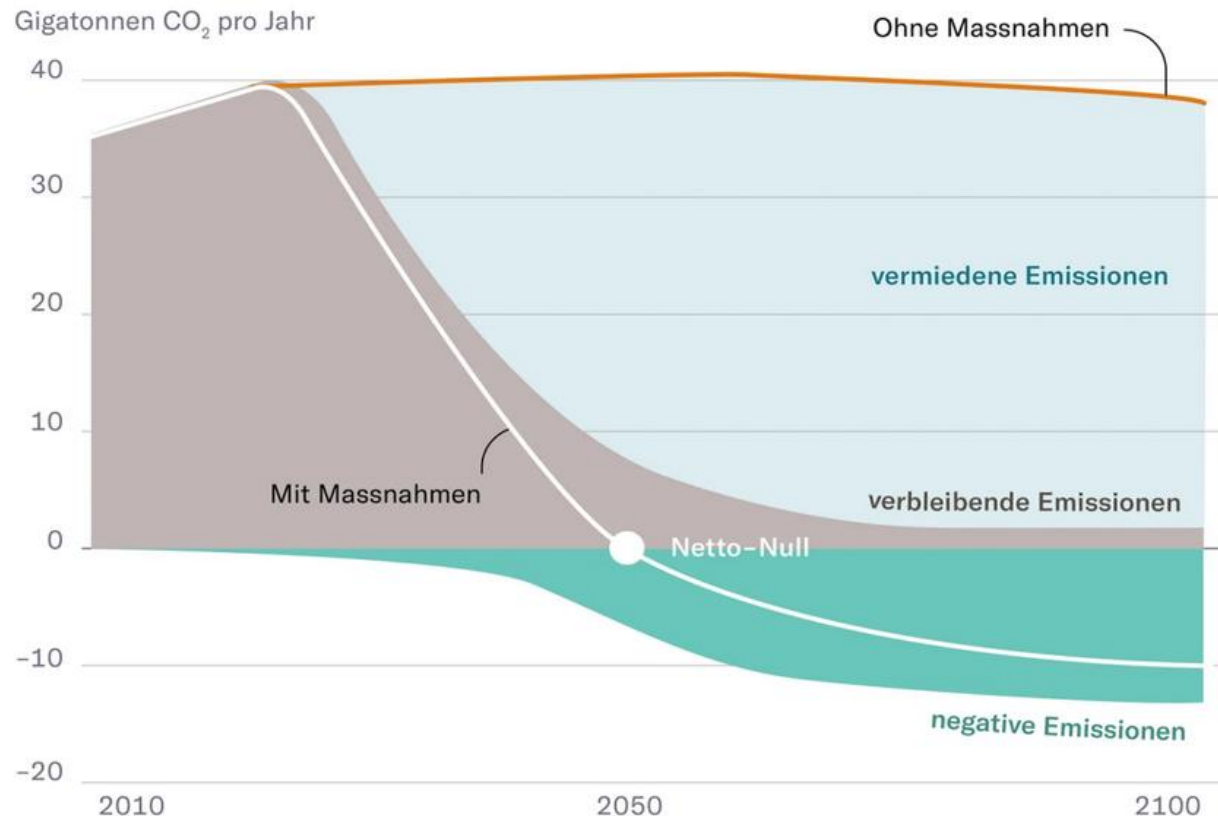
ca. 13toCO₂ / Pers.

=> Die Schweiz gehört zu den 10%,
die global für fast 50% der Emissionen
verantwortlich sind!

Nachhaltigkeit ist nicht mehr möglich – wo noch möglich geht es um Regeneration



Netto Null ist nur der Anfang



Quelle: IPCC, NZZ

1

CO₂ so weit wie möglich reduzieren

Energiesystem decarbonisieren

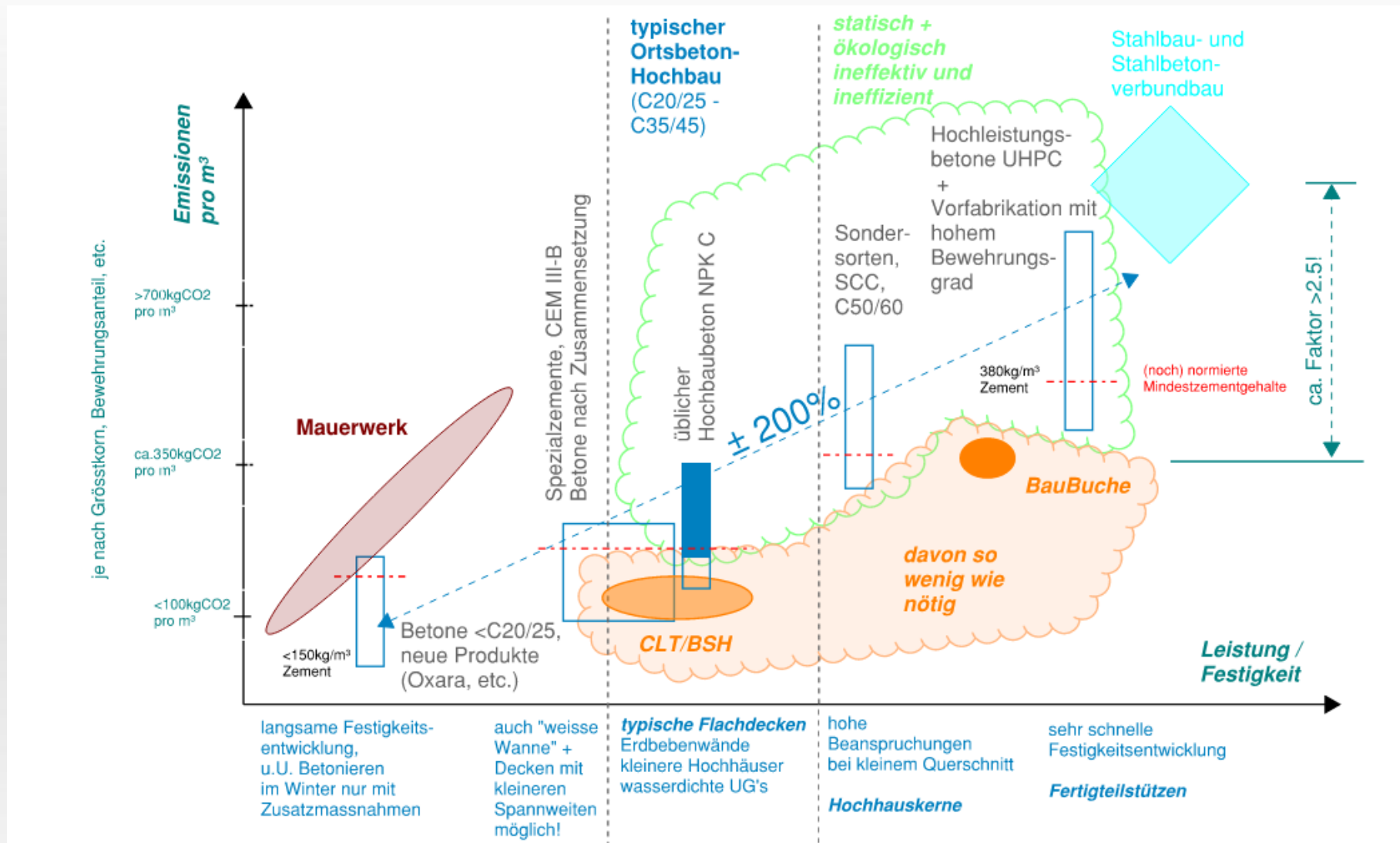
Unvermeidbare Emissionen neutralisieren

2

CO₂ aus der Atmosphäre entfernen

Negative Emissionen realisieren

Tragwerksemissionen – Materialwahl und Leistung sind entscheidend!

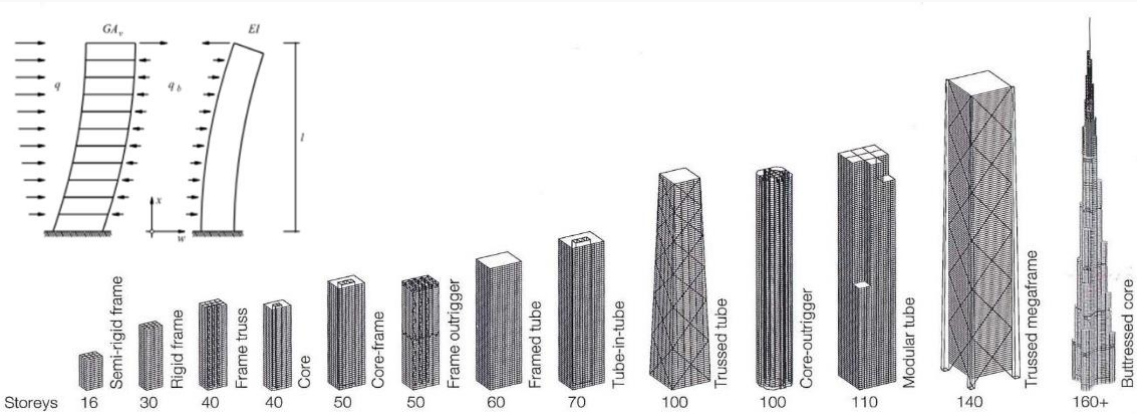


Beispiel Hochhaus Rocket, Winterthur

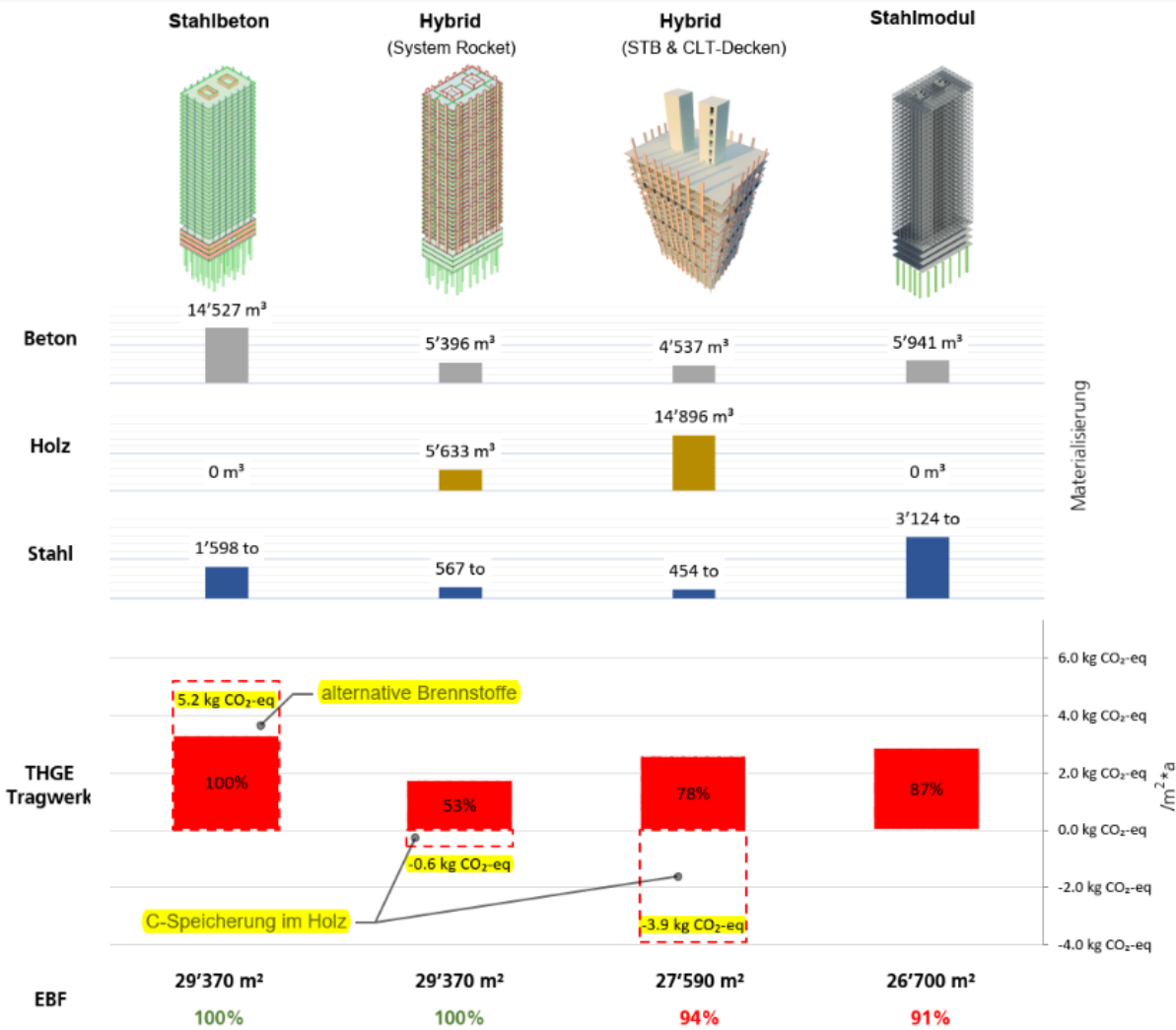
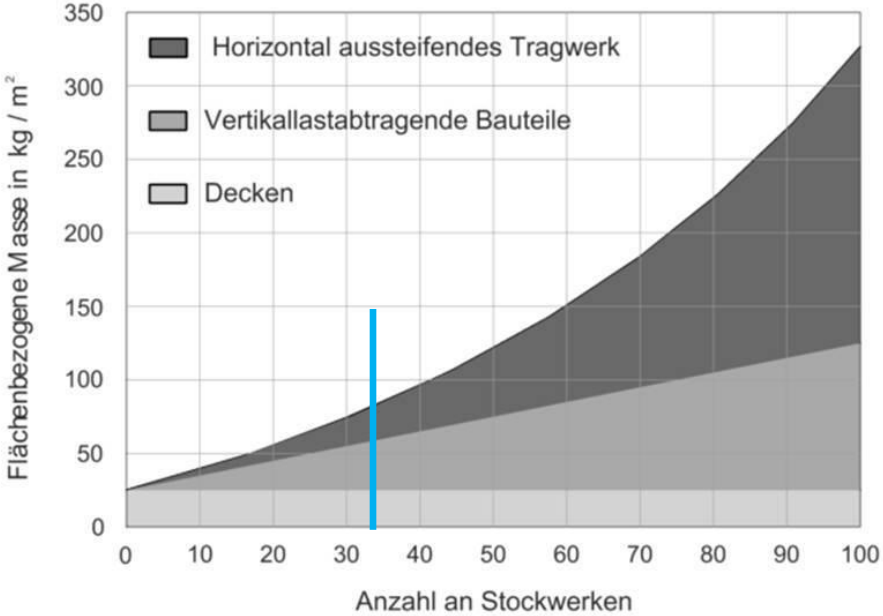
cometti truffer hodel

SCHMIDT
HAMMER
LASSEN

ina
invest



Premium for Height



Achtung: Darstellung aus erster Machbarkeitsstudie 2021/22

Emissionsreduktion durch Transformation von Normen

kibeco talk 12.11.2024 Basel

Beispiel: Mehrgenerationen-Siedlung Burkwil, Obermeilen



Marti AG, Bauunternehmung

7.731 Follower:innen

5 Tage • 🌐

In Meilen bauen wir die Mehrgenerationensiedlung Burkwil mit 100 Mietwohnungen in sechs Häusern – aus emissionsreduziertem Beton mit bis zu 47% weniger Zement, wodurch über 450 Tonnen CO2 eingespart werden. Wir übernehmen die Baumeisterarbeiten und Werkleitungsarbeiten in dieser Hybrid-Konstruktion, die aus Holz und Beton besteht. Der innovative Beton erreicht annähernd die gleiche Performance wie Normalbeton und ist ähnlich in der Verarbeitung. Dieses nachhaltige Projekt ist dank der Zusammenarbeit von mutigen Bauherrschaften, Planern und Unternehmern möglich.

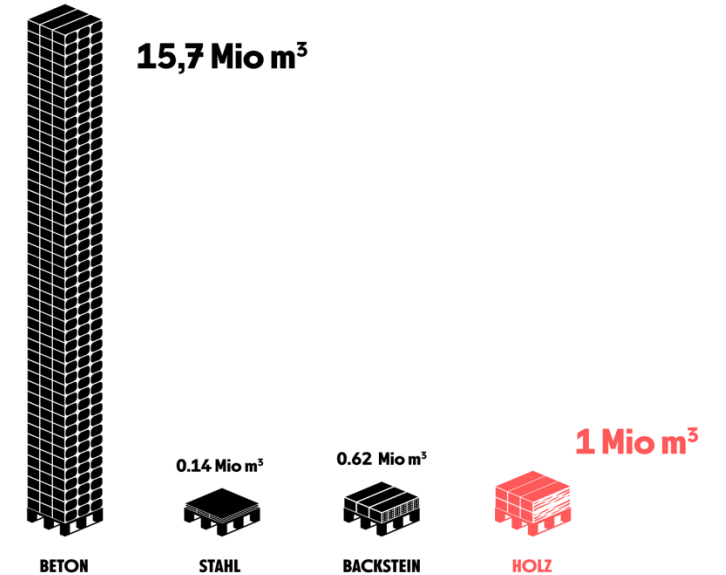
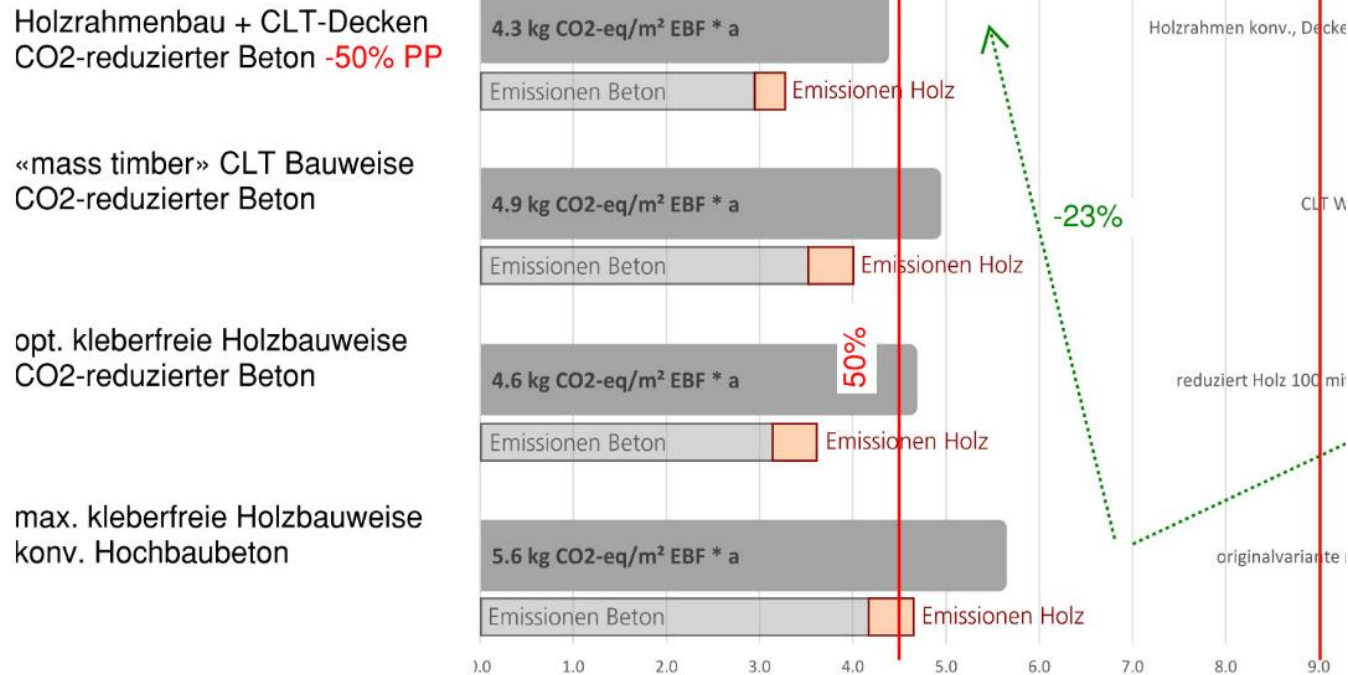
WaltGalmarini AG
Duplex Architekten

#martizürich #martigroup #bauenisttransformation
#martispirit #burkwil



Mehrgenerationen-Siedlung Burkwil, Obermeilen

kg CO₂-eq pro m² Energiebezugsfläche und 60 Jahre Lebensdauer



...MEHR NACHWACHSENDES MATERIAL VERWENDEN SCHWEIZ

«Analog der vegetarischen Kost, [...] sollten wir auch bei den Gebäuden die Materialien, die auf fossilen Rohstoffen basieren, auf ein absolutes Minimum reduzieren und so viel wie möglich biobasierte Materialien verwenden.»⁽¹⁾

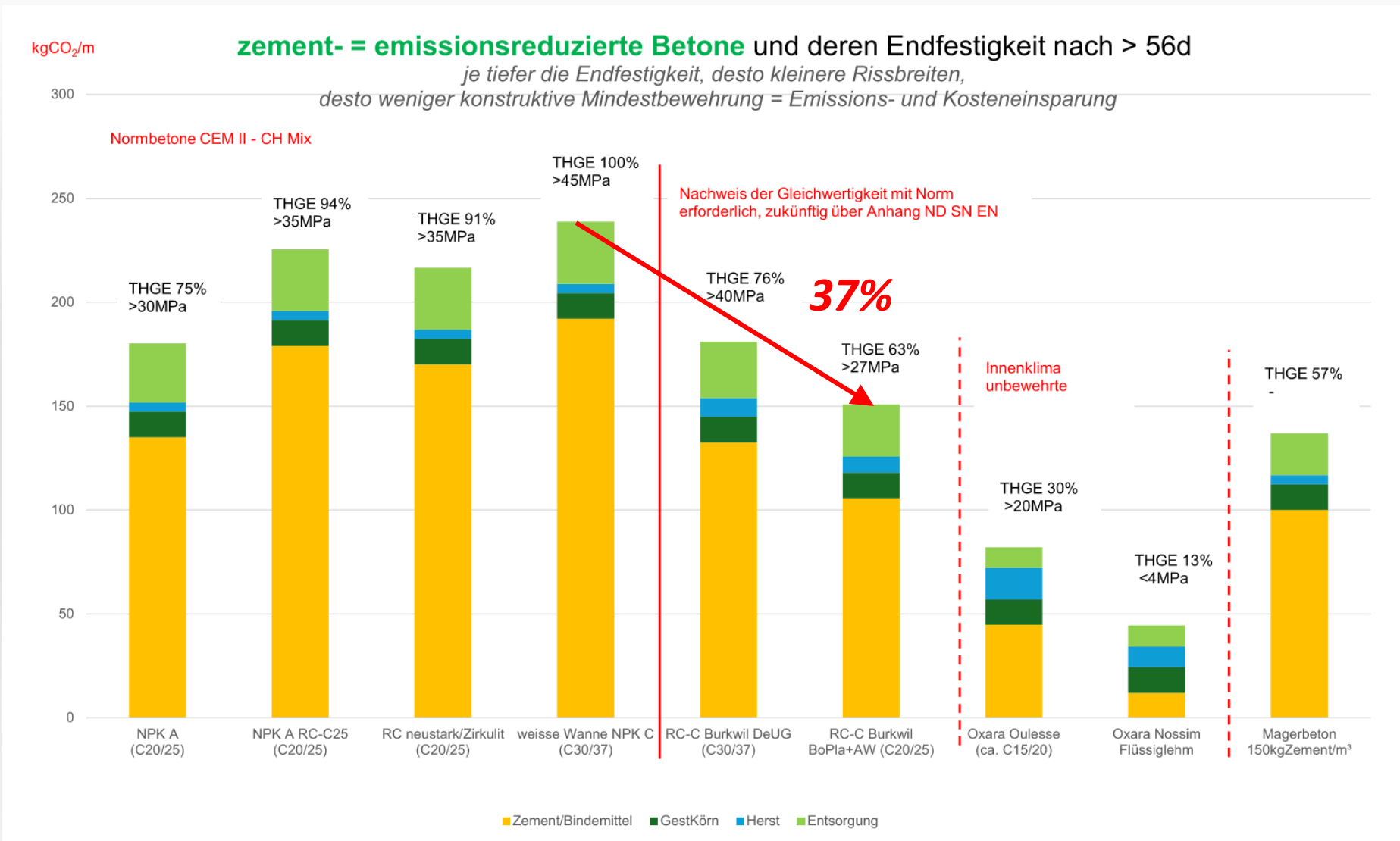
QUELLEN:
(1) Guillaume Habert (2022), Heilendes Bauen, Baumaterialien als Kohlenstoffsinken, werk, bauen + wohnen, S. 31, 5/2022
Schweizerischer Baumeisterverband SBV, Studie über das verbaute Material in der Schweiz, 2021

Untergeschosse minimieren, Gebäude für lange Nutzungsdauer auslegen

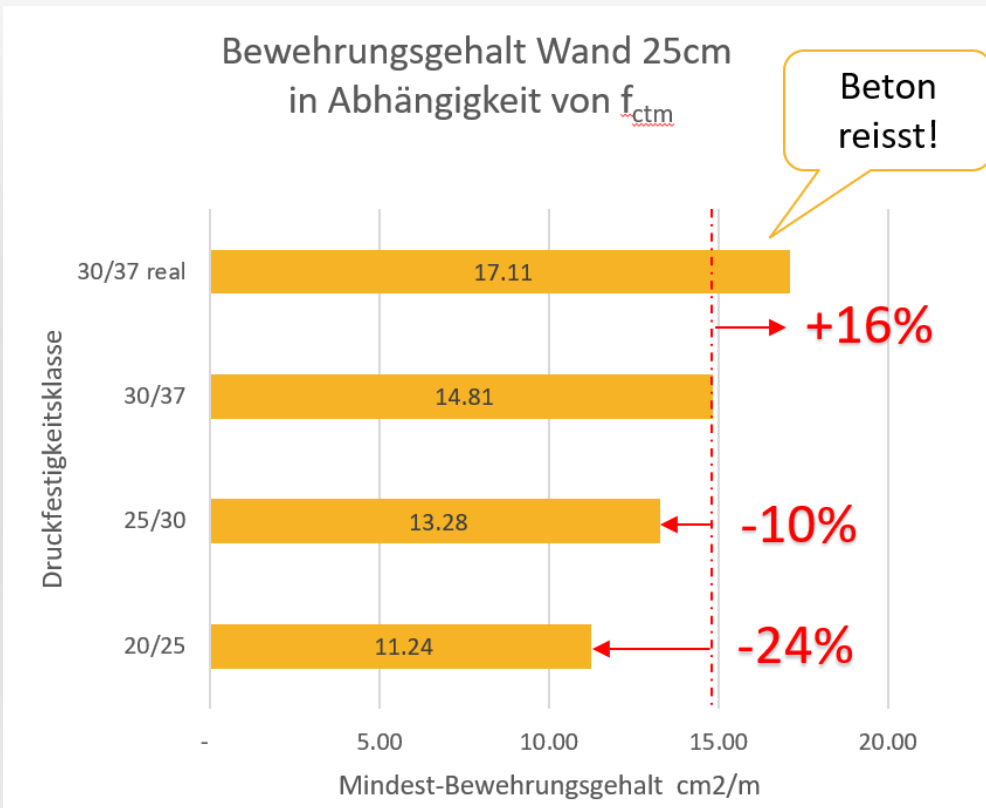
Emissionsreduktion durch Transformation von Normen

kibeco talk 12.11.2024 Basel

Mehrgenerationen-Siedlung Burkwil, Obermeilen



Mehrgenerationen-Siedlung Burkwil, Obermeilen



Normen lassen derzeit bereits «Spielraum»

- Norm gibt (Sorten)Empfehlung für wasserdichte Bauweise, von dieser kann mit zusätzlichen Prüfungen auch abgewichen werden:
=> Sorte A (20/25) ist möglich, wenn Eindringwiderstand nachgewiesen wird
- bei Unterschreitung von Mindestzementgehalt übernehmen bis Anhang ND gilt Bauingenieur:innen die Verantwortung

Reduktion des Zementgehaltes führt zu win-win-win

- Reduziert Überfestigkeiten und damit das Risiko von Rissen
- Führt zu deutlich tieferem Stahlbewehrungsverbrauch und damit Kosteneinsparungen trotz höherem QS beim Beton
- die Emissionen von UG's und Parkgaragen halbieren

Beispiel: EMPA Nest Unit Step2 – co-operation, co-creation + co-action

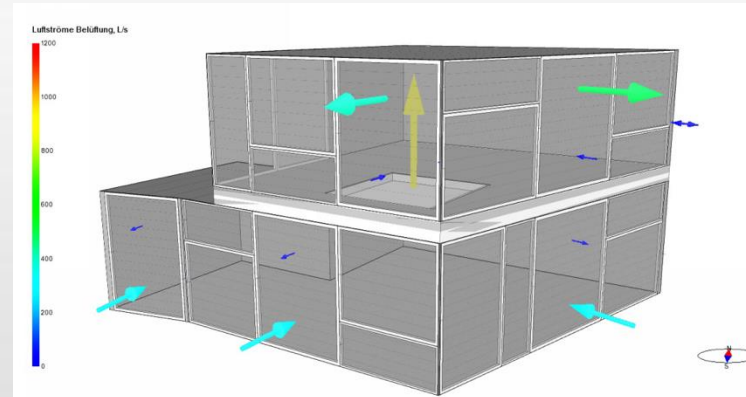


Abb. 2: Aussenluft-Volumenstrom Nachtauskühlung, 19. August

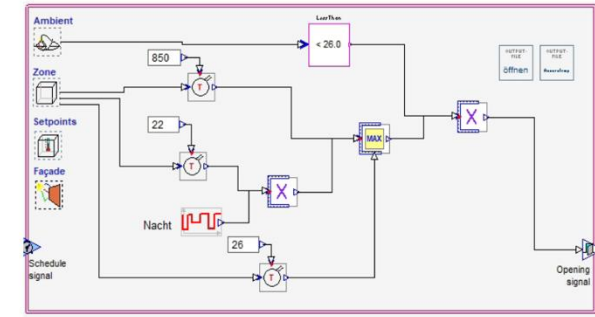


Abb. 3: Schema der Lüftungssteuerung

STEP2 Partner



Beton- und Zementminimierung, kontrollierte natürliche Lüftung, Nachtauskühlung

Emissionsreduktion durch Transformation von Normen

kibeco talk 12.11.2024 Basel

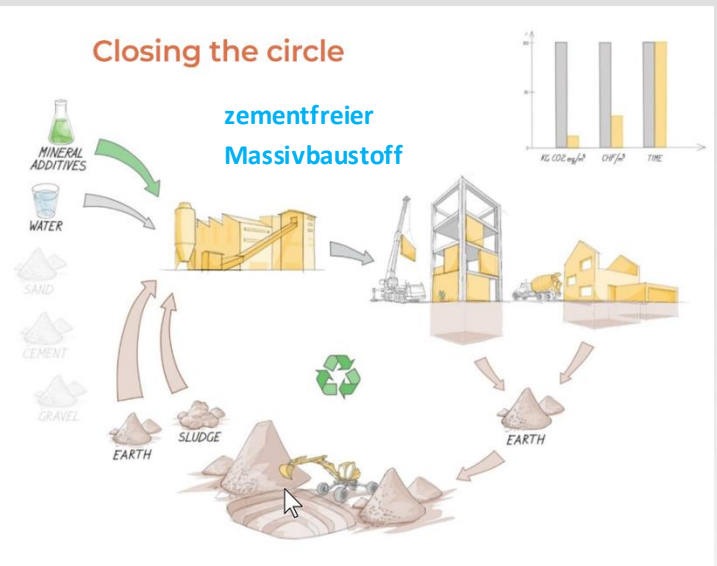
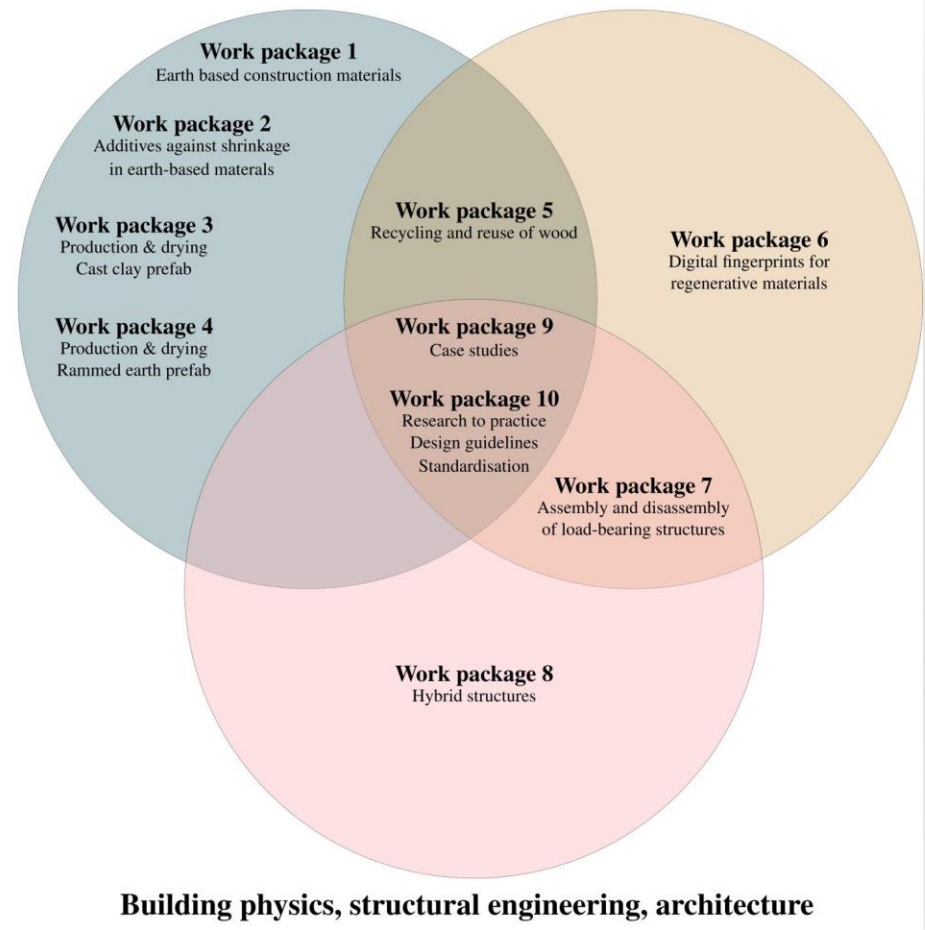
Beispiel: Hegibachstrasse 1, ZH



- keine mechanische Lüftung
= keine Einlagen = 22% weniger Beton
- Decken Sorte C mit 30% weniger Zement
(210kg/m³ + Flugasche als Zusatzstoff)
- Heizen/Kühlen mittels TABS in Decken
- kontrollierte natürliche Lüftung
mittels automatisierter Fensterklappen

Materials and processes

Circularity and reuse



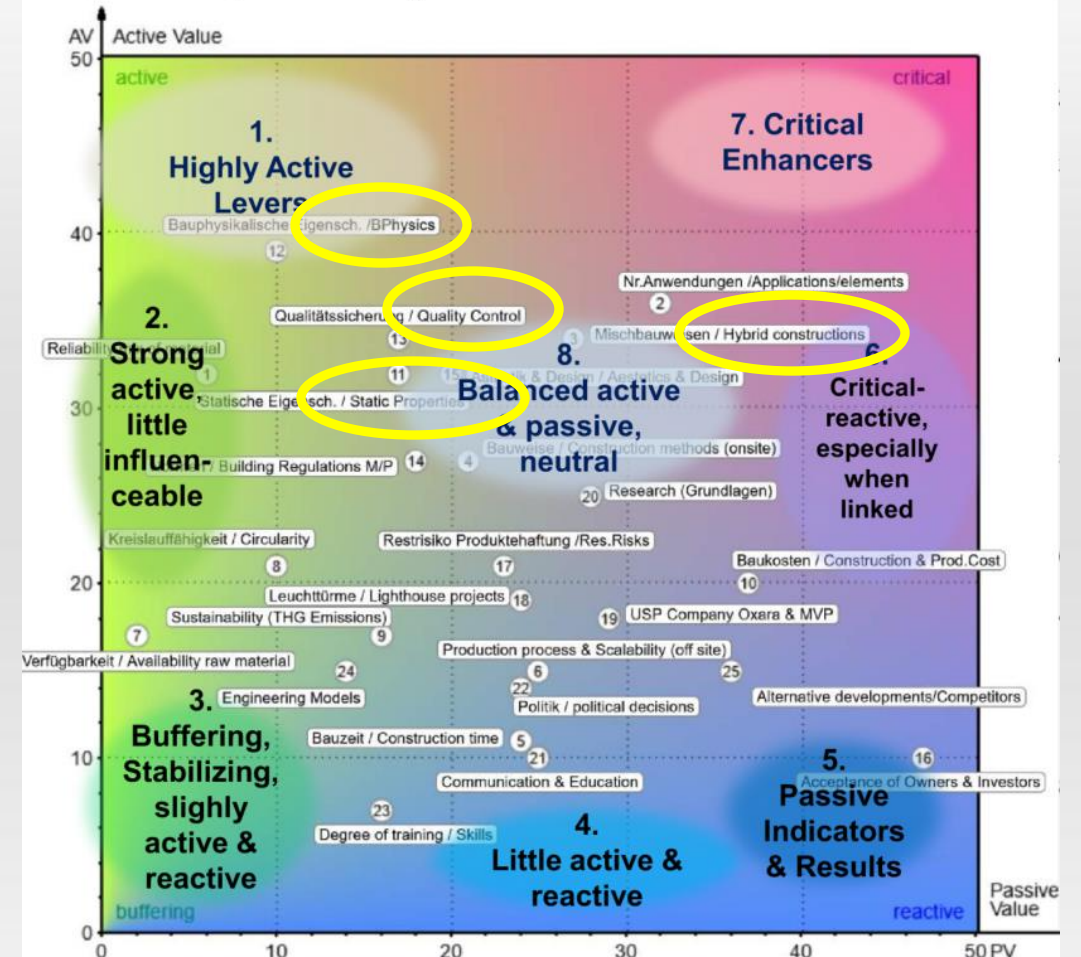
Macht Lehmbau tatsächlich wieder Sinn? Komplexität in Verständnis umwandeln

| Impact of variable ↓ on variable → | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | AV | | |
|------------------------------------|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | Reliability mix of material | X | 3 | 1 | 0 | 3 | 3 | 0 | 0 | 1 | 3 | 3 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 32 | | |
| 2 | Nr.Anwendungen /Applications/elements | 1 | X | 3 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 3 | 0 | 2 | 2 | 1 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 36 | | |
| 3 | Mischbauweisen / Hybrid constructions | 0 | 1 | X | 2 | 3 | 2 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 0 | 1 | 2 | 2 | 0 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 34 | | |
| 4 | Bauweise / Construction methods (ons... | 0 | 1 | 0 | X | 3 | 3 | 0 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 0 | 1 | 3 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 27 | | |
| 5 | Bauzeit / Construction time | 0 | 0 | 0 | 0 | X | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 11 | | |
| 6 | Production process & Scalability (off si... | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | X | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 15 | | |
| 7 | Verfügbarkeit / Availability raw material | 0 | 3 | 0 | 0 | 2 | 0 | X | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 17 | |
| 8 | Kreislauffähigkeit / Circularity | 0 | 0 | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 | X | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 3 | 1 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 21 | |
| 9 | Sustainability (THG Emissions) | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | X | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 3 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 2 | 17 | |
| 10 | Baukosten / Construction & Prod.Cost | 0 | 3 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 3 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0 | 3 | 20 | |
| 11 | Statische Eigensch. / Static Properties | 0 | 3 | 2 | 1 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | X | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 4 | 1 | 1 | 0 | 1 | 3 | 32 | | |
| 12 | Bauphysikalische Eigensch. /BPhysics | 0 | 2 | 2 | 0 | 1 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 | X | 2 | 1 | 0 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 39 | | |
| 13 | Qualitätssicherung / Quality Control | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 1 | X | 2 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 34 | | |
| 14 | Normen / Building Regulations M/P | 0 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | X | 0 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 27 | | |
| 15 | Ästhetik & Design / Aesthetics & Design | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 1 | 3 | 1 | X | 3 | 0 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 2 | 32 | | |
| 16 | Acceptance of Owners & Investors | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | X | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 10 | | |
| 17 | Restrisiko Produktheftung /Res.Risks | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 0 | 3 | X | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 21 | | |
| 18 | Leuchttürme / Lighthouse projects | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | X | 1 | 1 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 19 | | |
| 19 | USP Company Oxara & MVP | 0 | 2 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 | X | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 18 | | |
| 20 | Research (Grundlagen) | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 | X | 1 | 0 | 0 | 2 | 25 | |
| 21 | Communication & Education | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | X | 2 | 1 | 0 | 10 | |
| 22 | Politik / political decisions | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | X | 0 | 0 | 2 | 14 |
| 23 | Degree of training / Skills | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | X | 0 | 1 | 7 | |
| 24 | Engineering Models | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | X | 1 | 15 |
| 25 | Alternative developments/Competitors | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | X | 15 | |
| | | 6 | 3 | 7 | 18 | 20 | 47 | 23 | 24 | 29 | 28 | 25 | 24 | 16 | 14 | 36 | PV | | | | | | | | | | | | |

Input values for the impact force:

- 0 = no impact
- 1 = weak impact (underproportional)
- 2 = strong impact (proportional)
- 3 = very strong impact (overproportional)
- 4 = extremely strong impact (use only in exceptional situations!)

7. Sensitivity Map – General Interpretation (Workshop 19.7.2022)

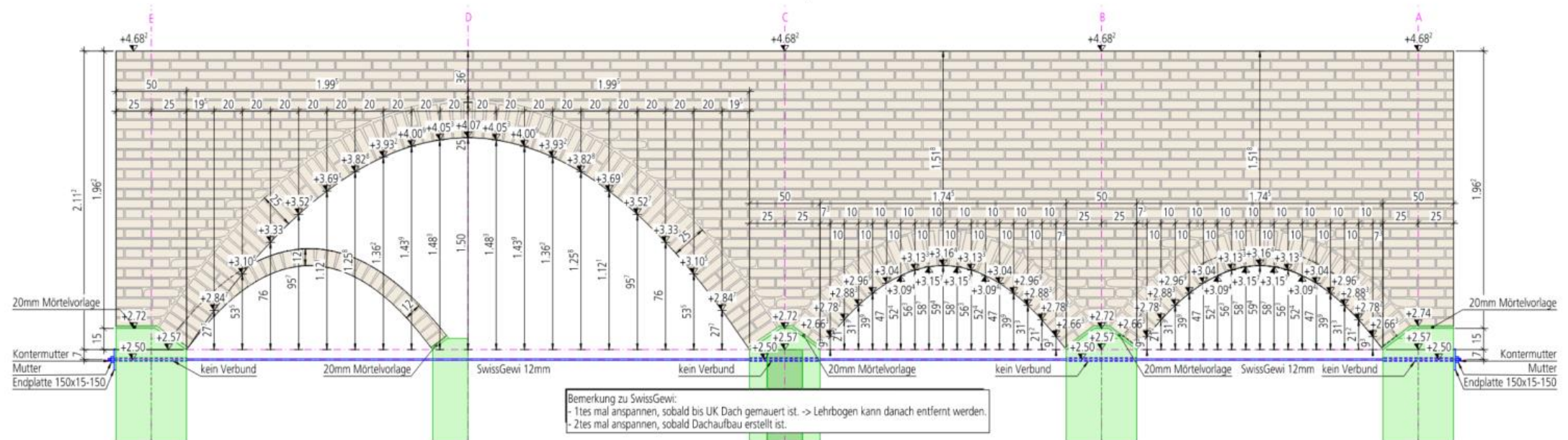


23

Pavillon Manal – Oxara's erste case study für THINK EARTH



Schnitt 7 - 7; 1:20



Unsere Kinder und Enkel fragen uns bereits:

Ihr habt es gewusst –

warum habt ihr nicht mehr getan?

Wir können bereits viel tun!

- im Hochbau sollte **jeder m³ Holz 2m³ Beton ersetzen**
- wo Beton nicht ersetzbar ist, **ab 2025 Anhang ND der SN EN 206 anwenden** und **maximal Zement reduzieren**
- wo möglich (und bereits Normen vorhanden) **neue emissionsarme** (Massivbau)**Materialien verwenden. Leistungsfähigkeit und Verbrauch beachten!**
- **jetzt beginnen CarbonCapture bei Zementwerken zu installieren**
- sobald vorhanden **SIA 390/1 Klimapfad anwenden:**
Ziele sind wichtig, der Lösungsweg muss wählbar sein und Innovation und neue Lösungen ermöglichen
- **Bauingenieure für die Emissionen vom Rohbau verantwortlich machen**