



nachhaltige Tragwerke und Gebäudehüllen

Die Bestellung - was ist das Ziel?

Auszug aus dem Wettbewerbsprogramm:

Dieses «Projekt Pi» wird mit seinen geplanten 80 Metern Höhe zu einem **Landmark** für die Stadt und für die Region. Mit der Gesamtleistungsstudie soll ausgelotet werden, wie **modernste Bauverfahren** mit **nachhaltiger Materialisierung** das **preisgünstige Wohnen im Hochhaus** ermöglichen und dabei einen **Beitrag für die sozial integrative und durchmischte Stadt** leisten. **V-ZUG Immobilien AG ist dabei offen, neue Wege zu gehen und interessiert sich insbesondere für die Möglichkeiten des konstruktiven Holzbaus im Hochhaus.** Das preisgünstige Wohnen im Hochhaus ist **ökonomisch und sozial anspruchsvoll**. Umso mehr rechtfertigt diese Aufgabe ein **beherztes Projekt, das Grenzen auslotet und selbstbewusst auftritt.**

V-Zug Immobilien AG möchte mit diesem Projekt Kompetenz und Verantwortung in Technologie und Innovation mit einem Wohnhochhaus in Holzbau zeigen.

Würde ein «echtes» Holzhochhaus tatsächlich Sinn machen?



Was gibt es bereits für «Holz»Hochhäuser?



Amsterdam

- 73m Höhe, Hybridbauweise
- 21 Geschosse
- ca. 3.5m/Geschoss



Wien

- 84m Höhe, Hybridbauweise
- 24 Geschosse
- ca. 3.5m/Geschoss



Zwhatt, Regensburg

- 75m Höhe, Hybridbauweise
- 24 Geschosse
- ca. 3.13m/Geschoss



Prinzip Pi, V-Zug

- 80m Höhe, echtes Holzhochhaus
- 27 Geschosse
- 2.96m/Geschoss
- >15% effizienter und damit wirtschaftlicher und nachhaltiger

Wer hat bei der Erstellung von Gebäuden den grössten Hebel?

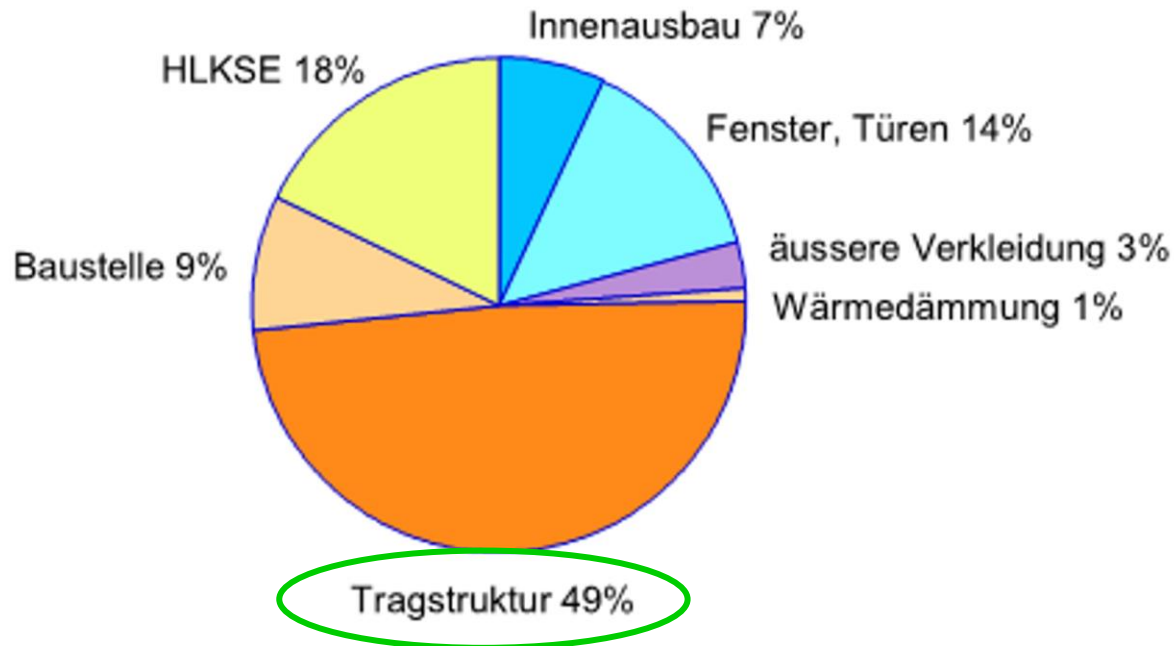


Fig. 9.18: Graue Energie bei einem Niedrigenergie-Bürogebäude [9.15]

30-40% beim Tragwerk ohne UG senken die Graue Energie bei der Erstellung des Gesamtgebäudes inkl. UG um 10-20%

Was sollten wir anders machen?

Wenn man das design nicht anders macht, hat man die bestehenden Dinge die vielleicht etwas weniger schädlich sind...

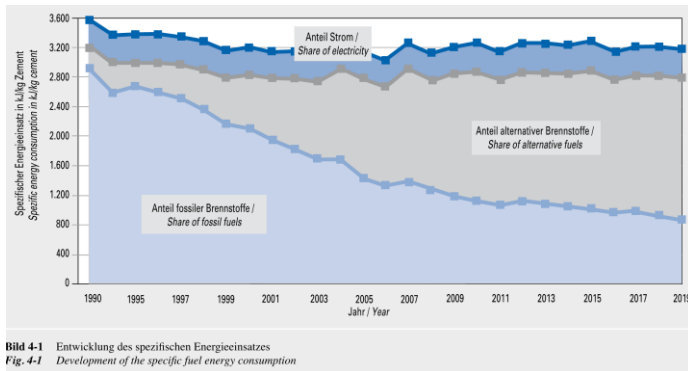
Wir müssen fragen: Was ist das Richtige?
Sonst macht man die falschen Dinge richtig und damit richtig falsch!

Die Gestaltung des Produktes bestimmt über 90% der
Umweltauswirkungen!

Michael Braungart, Co-Erfinder «cradle to cradle»-Prinzip



Was passiert eigentlich bei der Zementherstellung?



www.vdz-online.de

60% THGE (CO₂) chemisch bedingt!

> 4Mio Tonnen Zement pro Jahr in CH

=> 1'000kWh pro Tonne Klinker

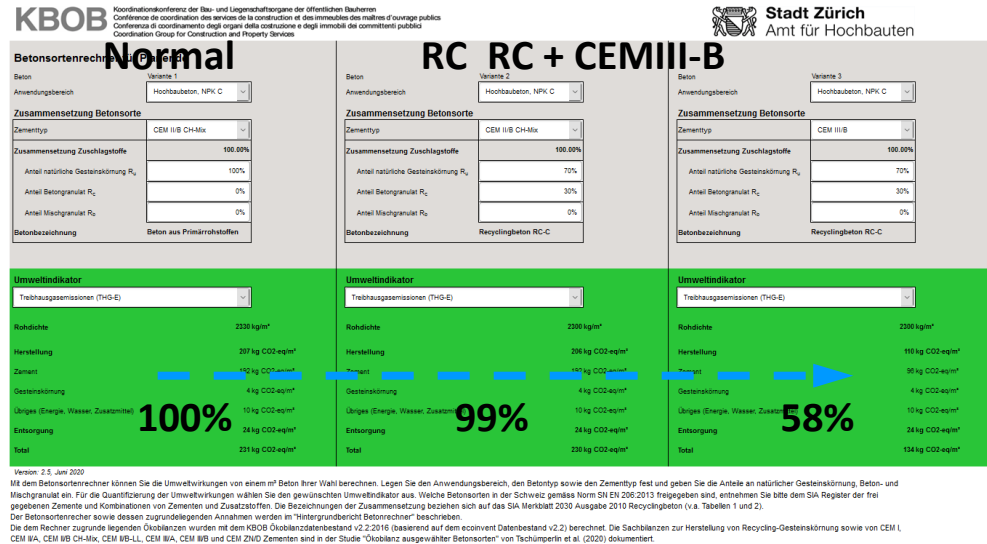
=> inzwischen 68% «alternative» Brennstoffe
 in 6 Zementwerken mit ca. 700Mitarbeitern

	2018	2019		2018	2019
Zementwerke mit Öfen Cimenteries avec fours	6	6	Rohstoffe Matières premières	4 906 830 t	5 054 791 t
Inlandlieferungen* Livraisons en Suisse*	4,289	100%	4,215	100%	
Transportbetonwerke Béton prêt à l'emploi	3,120	73,0%	3,163	75,0%	
Baugeschäfte Entreprises de construction	0,866	20,0%	0,756	18,0%	
Betonwarenfabriken Usines de produits en béton	0,233	5,4%	0,209	5,0%	
Diverse Divers	0,070	1,6%	0,087	2,0%	
Beschäftigte in der Zementindustrie Personnes employées dans l'industrie du ciment	659	696	Energieverbrauch Consommation d'énergie	12 871 TJ	13 038 TJ
			Kohle, Koks, Petrokoks Charbon, coke, coke de pétrole	161 930 t	145 870 t
			Heizöl Mazout	1636 t	1642 t
			Gas Gaz	1520 m ³	1645 m ³
			Alternative Brennstoffe Combustibles de substitution	340 846 t	353 903 t
			Elektrizität Électricité	397 Mio. kWh	391 Mio. kWh
			Treibstoffe Carburants	2293 t	2276 t
			Energiesubstitutionsgrad durch alternative Brennstoffe Taux de substitution par les combustibles de substitution	65,5%	68,1%
			Energieverbrauch pro Tonne Klinker Consommation d'énergie par tonne de clinker	3,49 GJ	3,54 GJ
			Emissionen Émissions		
			CO ₂ -Fracht Charge de CO ₂	378 000 t	347 000 t
			Index CO ₂ / t* (Basisjahr 1990 = 100) Indice CO ₂ / t* (année de base 1990 = 100)	33,4	30,5

www.cemsuisse.ch

Gesamtmenge der Energie seit 1990 mehr oder weniger konstant!
 Wären alles 2-Personen-Minergie-Haushalte könnte man die ganze CH damit im Jahr heizen!
 DIESE «alternative» ENERGIE steht deshalb nicht für Gebäudewärme, Strom, E-Mobilität, Kunststoffrecycling und Internet zur Verfügung!

Aber es gibt doch nachhaltige Betone?



THGE

CEM III-B

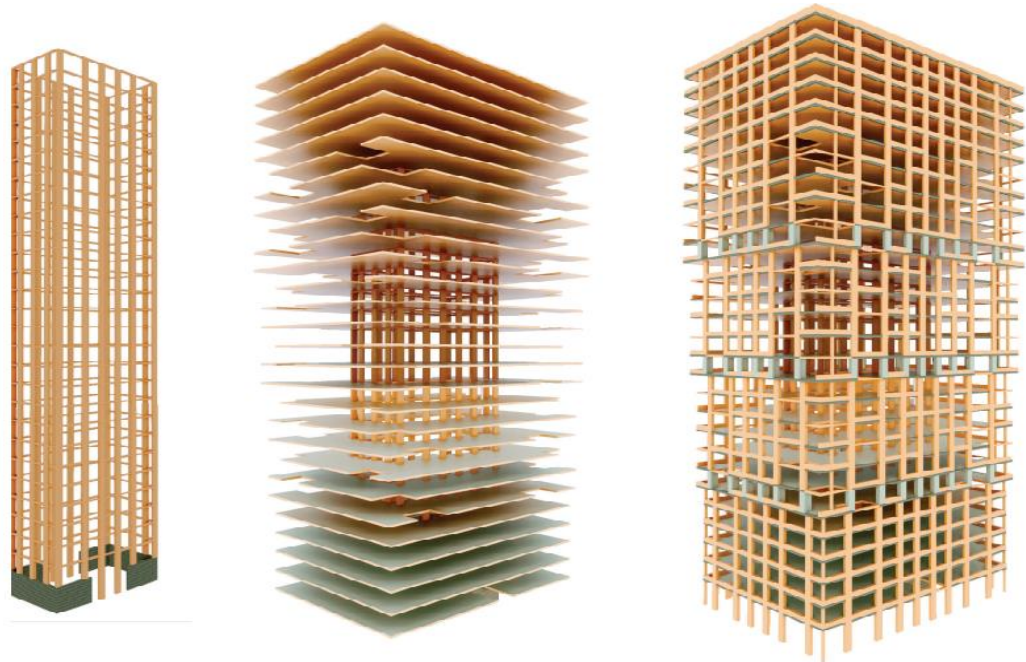
- 20-30CHF/m³ Beton teurer
- erheblich langsamere Festigkeitsentwicklung = langsames Bauen
- nicht für alle Anwendungen
- Hochofenschlacke ist Abfallprodukt Stahlproduktion und in grossen Mengen vor allem in osteuropäischen Ländern verfügbar

=> **CEM III-B eignet sich insbesondere für Vorfabrikation!**

Braucht ein Hochhaus überhaupt einen Betonkern?

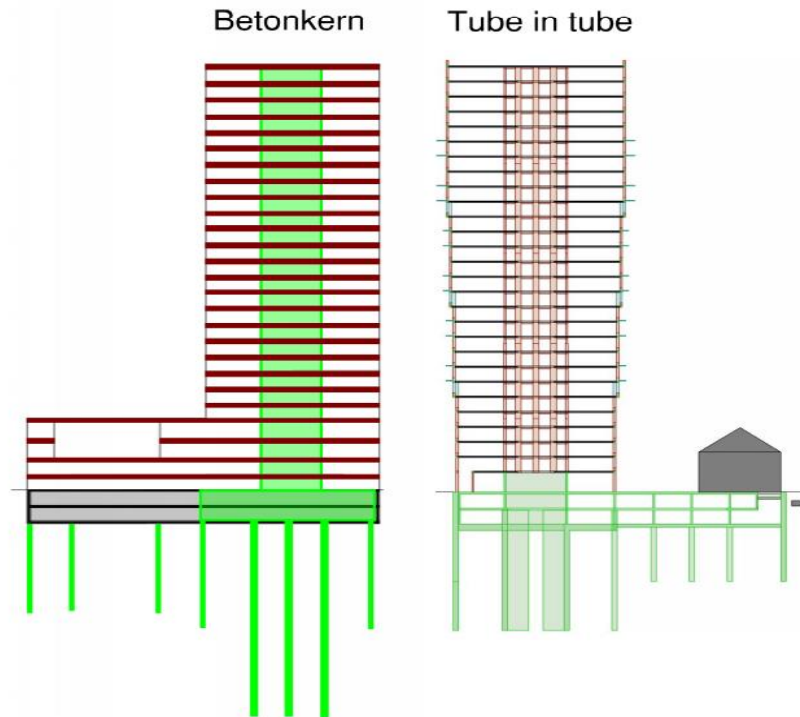


Steel-Frame-Construction
L. Mies van der Rohe, Lake Shore Drive Apt.,
Chicago, 1950



**Mit möglichst wenig Hochleistungsholzwerkstoffen möglichst viel
Beton ersetzen!**

Wo vor allem die Grauenergie steckt!



**Mit möglichst wenig Hochleistungsholzwerkstoffen möglichst viel
Beton ersetzen!**

Fundation und Baugruben sind auch relevant!

Aber die Betondecke kann doch bereits alles ideal?

- + zweiachsige Lastabtrag = schlanke Konstruktionshöhe => trotzdem kleine Durchbiegungen
- + Schallschutz => geringe Zusatzmassnahmen
- + Brandschutz => keine Verkleidung oder Anstrich
- + Preis => regional verfügbar
- + Witterungsunabhängigkeit
- + Robustheit => dank konstruktiver Durchbildung kaum Schadensrisiko
- + Einlage/Flexibilität von HLKSE
- + keine Unterzüge
- schwer
- lange Bauzeit
- wenig nachhaltig
- Sichtqualität vereinzelt gewünscht und wenig akzeptiert

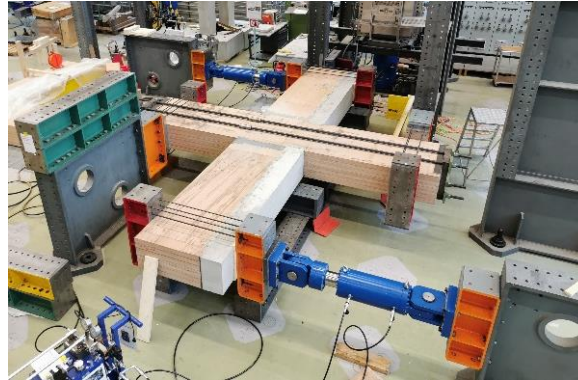


Warum nochmals eine neue Holzbetonverbund-Decke?

HolzVerbundFlachDecke - HVFD



Warum lohnt sich Testen?

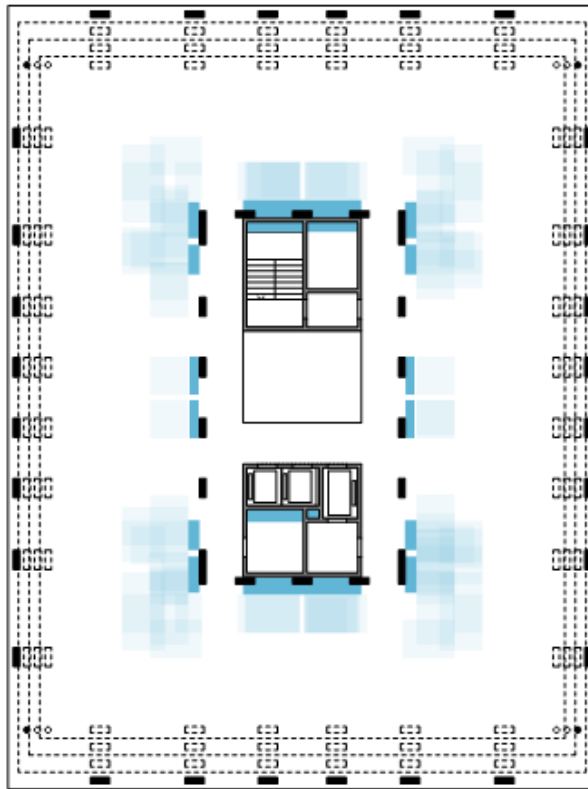


erfolgreich durchgeführte Tests:

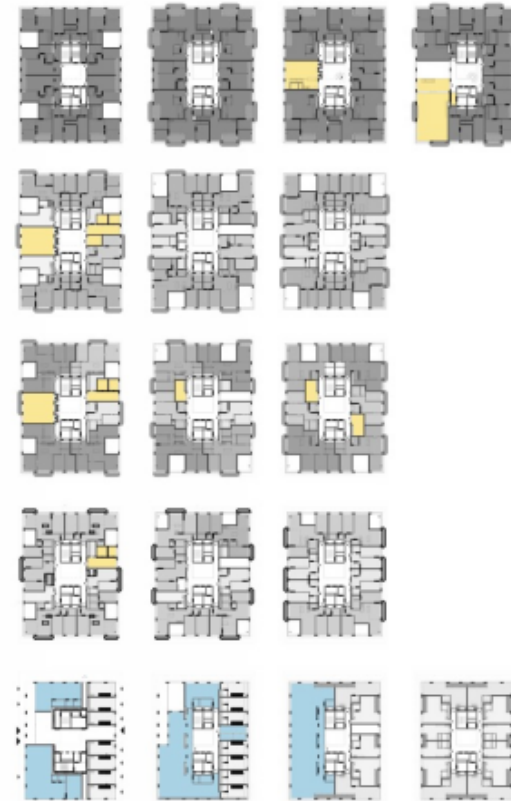
- zweiachsige Plattentragwirkung zur Reduktion der Durchbiegungen
- Erfüllung erhöhter Schallschutz SIA180 ohne Zusatzschichten
- Erfüllung besonders hoher Schallschutz für Penthouse-Wohnungen
- Vermeidung von störendem Schwingungsverhalten in Nachbarwohnungen
- Optimierung Herstell- und Bauprozess durch 1:1 Mock-up 12x12m zweigeschossig

Reserven exakt einzustellen hilft Material und Kosten zu sparen!

Was ist der Unterschied zu anderen Holzbausystemen?



Grundrissstruktur: Tragwerk, Steigzonen, Nasszellen



Deckensystem wurde bewusst für Spannweiten ab 7m entwickelt!

Was wäre eine gute Strategie für Netto-Null-Gebäude?

SIA 2032

Die drei wichtigsten Strategien für die Minimierung der nicht erneuerbaren Primärenergie und der Treibhausgasemissionen im Bereich Erstellung erschließen sich aus folgender Formel:

$$\text{Ökobilanz pro Jahr} = \frac{\text{Menge eines Materials} \times \text{Ökobilanz pro Menge}}{\text{Nutzungsdauer}}$$

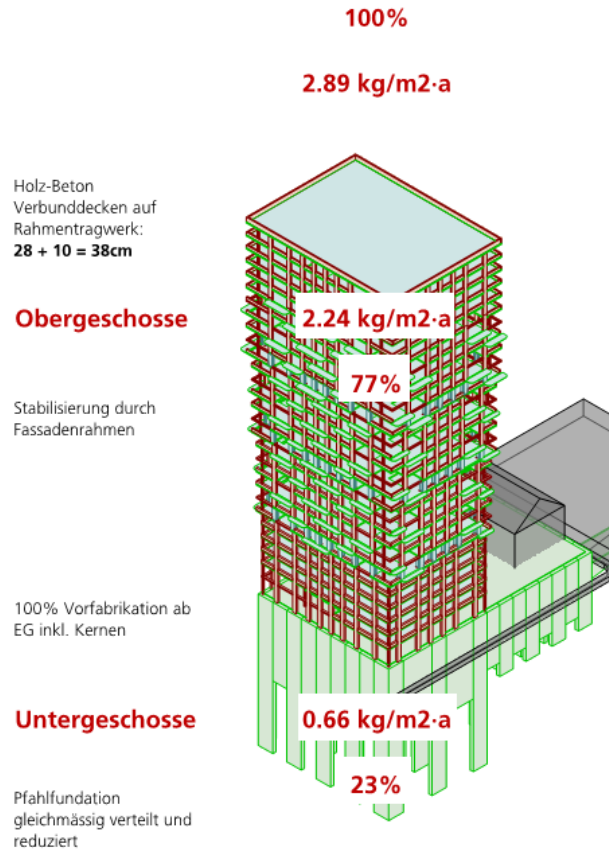
Durch eine Reduktion der Menge, die ressourcenschonende Materialisierung und eine lange Nutzungsdauer lässt sich die Ökobilanz eines Gebäudes beeinflussen.

**zusätzlich werden die PEne sowie die THGE auf die zur Verfügung gestellte EBF
= Energiebezugsfläche bezogen!**

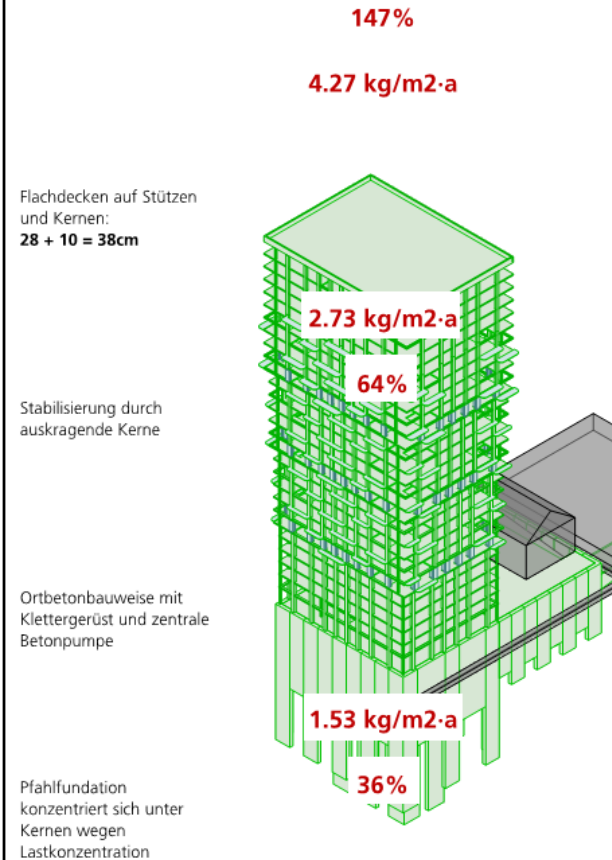


Und wie ist nun konkret die Nachhaltigkeit, ...?

Tragwerk Pi



Tragwerk Stahlbeton



Und wie ist nun konkret die Nachhaltigkeit, ...?

Gebäudehöhe 100m; Grundrissfläche bei allen Varianten identisch; inkl. UG u. Foundation; konventionelle Bauweise, ohne CEM III/B

	System Pi		Stahlbeton		Hybrid (CLT Decken)		Stahlmodul		
Beton	5'396 m ³	100%	14'527 m ³	269%	4'537 m ³	84%	5'941 m ³	110%	Materialisierung
Holz	5'633 m ³	100%			14'896 m ³	264%	Rest Gips etc.		
Stahl	567 to	100%	1'598 to	282%	454 to	80%	3'124 to	580%	
THGE	8.0 kg CO ₂ -eq	100%	9.0 kg CO ₂ -eq	113%	8.7 kg CO ₂ -eq	109%	14.3 kg CO ₂ -eq	179%	/m ² *a
PE n.e.	31.8 kWh	100%	33.0 kWh	104%	35.5 kWh	112%	59.9 kWh	188%	/m ² *a
EBF	29'370 m ²	100%	29'370 m ²	100%	27'590 m ²	94%	26'700 m ²	91%	

**Die Bilanzierung ist so gut wie die Materialdatenbank der KBOB!
Im Holzbereich dringender Handlungsbedarf zur Ergänzung und Bereinigung.**



... CO2-Speicherung und Absorbtion ?

Einsparung absolut durch Substitution von Stahlbeton in Tonnen

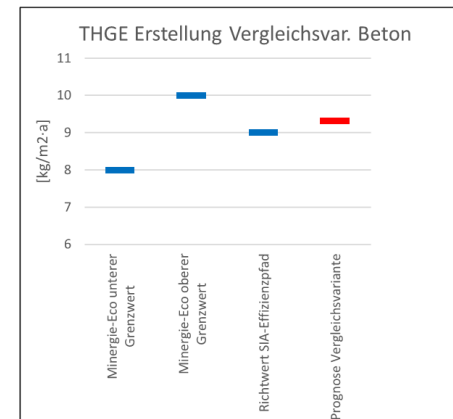
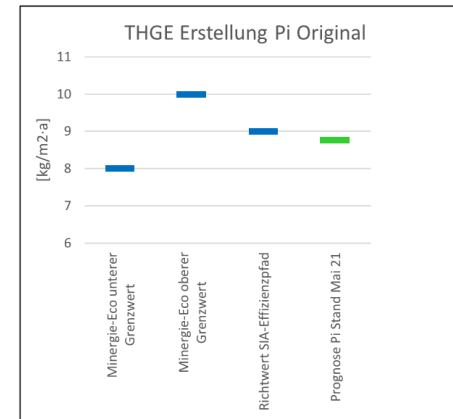
Original Pi	3'644'673 kg CO2-eq
Vergleichsvariante "Stahlbeton konventionell"	5'372'053 kg CO2-eq
Differenz in Tonnen CO2-eq:	1'727 to CO2-eq
Als Vergleich:	
Eq. Anzahl gefahrener Kilometer wenn ein Pkw 100g CO2/km verursacht	17'156'498 km
Eq. Anzahl eingesparte Pkw bei 30'000 gefahrene km/Jahr	572 Pkw
Wiedergutmachungskosten bei 200 Franken Schadenskosten pro to CO2	345'476 Fr.

Speicherung absolut in Tonnen von CO2 in der verbauten Holzstruktur

Verbaute Holzmenge (Originalvariante):	2770 m3
kg CO2 pro m3 Holz:	1'203 kg CO2/m3
Absolute Menge gespeichertes biogenes CO2 in to	3'332 to CO2
Als Vergleich:	
Eq. Anzahl gefahrener Kilometer wenn ein Pkw 100g CO2/km verursacht	33'321'292 km
Anzahl eingesparte Pkw bei 30'000 gefahrene km/Jahr	1111 Pkw
Wiedergutmachungskosten bei 200 Franken Schadenskosten pro to CO2	666'426 Fr.

CO2 Absorption absolut in Tonnen von nachwachsenden Bäumen

Verbaute Holzmenge (Originalvariante):	2770 m3
Ausbeute (Annahme)	60%
Zu schlagende Holzmenge = Nachwachsende Menge (Annahme)	4616 m3
Absorbtion in nachwachsender Holzmenge:	5'554 to CO2
Als Vergleich:	
Eq. Anzahl gefahrener Kilometer wenn ein Pkw 100g CO2/km verursacht	55'535'486 km
Anzahl eingesparte Pkw bei 30'000 gefahrene km/Jahr	1851 Pkw
Wiedergutmachungskosten bei 200 Franken Schadenskosten pro to CO2	1'110'710 Fr.



Was bietet das Holz bzw. der Wald zusätzlich zur KBOB-Liste?



Kösel

Wald schützt etwa **130'000 Gebäude** und **tausende Kilometer Verkehrswege**

Der **Wert der Schutzwirkung des Waldes** liegt bei ca. **CHF 4 Mrd./Jahr**

Rund **40% des Trinkwassers** stammen aus dem Wald

Die **Filterwirkung** erspart **Wasseraufbereitungskosten** (ca. **CHF 80 Mio./Jahr**)

Der **Wert der Erholungsleistung** Wald wird auf **CHF 2 bis 4 Mrd.** geschätzt

25'000 Arten sind auf den Wald angewiesen = 40% der gesamten Artenvielfalt

250 Tonnen Pilze im Wert von ca. CHF 11,5 Mio. werden **jährlich** gesammelt.

2'000 t Honig (Wert CHF 52 Mio.) **2'000 t Wildfleisch** (Wert CHF 20 Mio.).

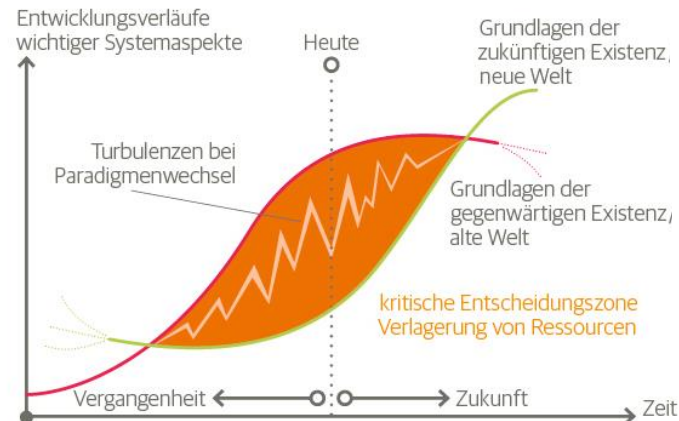
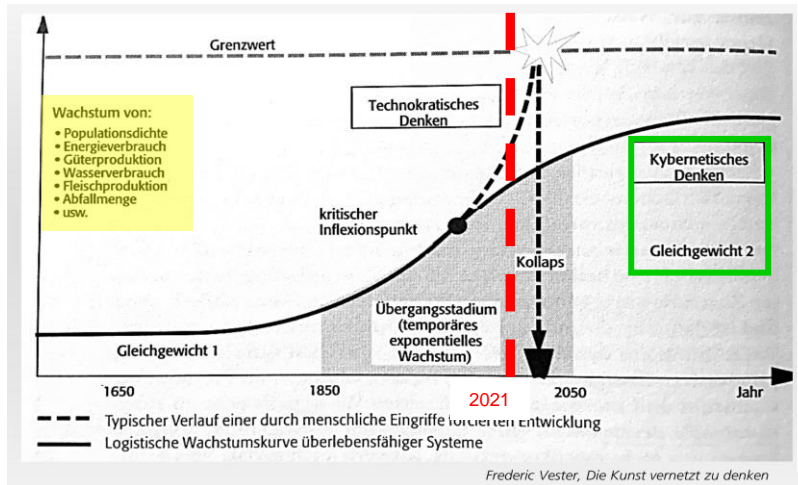
In unserem Wald sind fast 150 Mio. t **Kohlenstoff gespeichert** (\approx **500 Mio. t CO₂**).

www.waldschweiz.ch

der volkswirtschaftliche Nutzen der «Gratis»leistungen eines Baumes über seine Lebensdauer von 100 Jahren beträgt fast das 2000-fache des reinen Holzwertes!

Frederic Vester, 1986

Schaffen wir es überhaupt, die Komplexität und Dynamik integral zu erfassen?



Die Große Transformation21 im Bild

Fredmund Malik

=> PV, Wind, Wasser, alternative Antriebe, Holz- und Leimbau Digitalisierung

=> fossile Brennstoffe, Verbrennungsmotor, Zement, etc.

Holistische Konzepte entstehen noch nicht alleine durch die Fachkompetenz der Einzeldisziplinen, sind aber Voraussetzung für die Überlebensfähigkeit des Gesamtsystems!

Die Siedlung Burkwil



«Auf der Weid in der Gemeinde Meilen entsteht ein einzigartiger und nachhaltiger Lebensraum für alle Generationen. Burkwil bietet hochwertigen, hindernisfreien Lebensraum und Voraussetzungen für einen nachhaltigen Lebensstil zu attraktiven Konditionen.» www.burkwil.ch

20

Projekt Pi, Baarerstrasse, Zug

Tragwerk, passive Behaglichkeit, Brandschutz



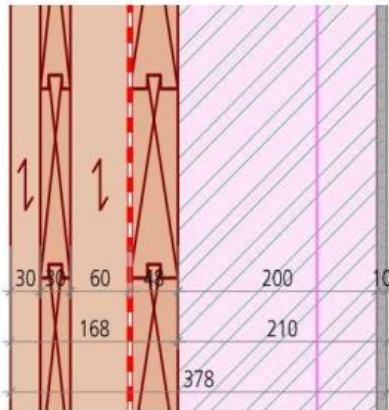
Implenia®

DUPLEX ARCHITEKTEN

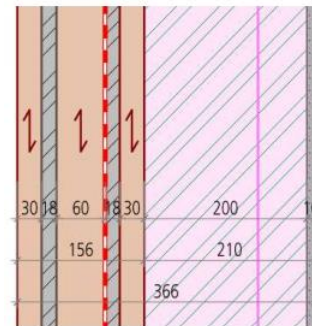
wg

kleberfreie Aussenwandelemente aus Schweizer Mondholz

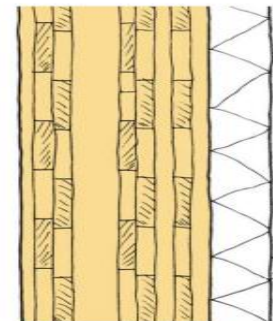
WG



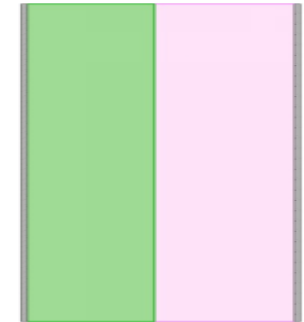
WG_schlank



twoods



Beton/EPS



Stärke [cm]	38 = 86%	34 = 77%	44 = 100%	42 = 95%
PEne [kWh]	147 = 80%	236 = 128%	184 = 100%	569 = 309%
THGE [kgCO ² equ]	25 = 74%	45 = 132%	34 = 100%	150 = 441%
U-Wert [W/m ² K]	0.16 = 94%	0.17 = 100%	0.17 = 100%	0.17 = 100%

Die letzte Frage:

Ihr habt es gewusst, warum habt ihr nicht mehr getan?

Diese Frage werden wir unseren Kindern beantworten müssen!

Wir können bereits sehr viel tun.
Hinterfragen Sie Standards und Normen!
Nur in der Summe vieler systemverträglicher (Teil)Lösungen werden wir die notwendigen Veränderung schaffen!

