

20  
BETON  
30

## Kreislauf und Nachhaltigkeit aus Sicht des Amts für Hochbauten

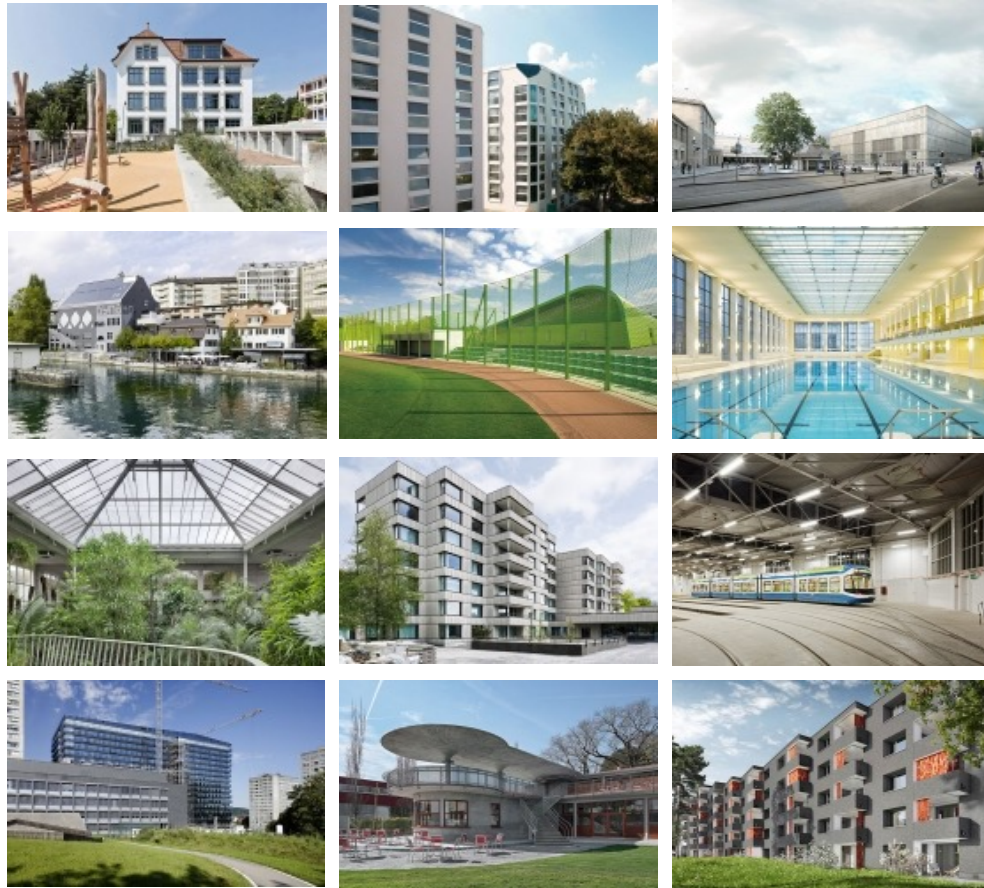
**Reduce, Re-Use, Re-Cycle**

7. Juni 2023

Armin Grieder, Michael Pöll  
Amt für Hochbauten Stadt Zürich

# Amt für Hochbauten Stadt Zürich

---



**175** Mitarbeiterinnen und  
Mitarbeiter

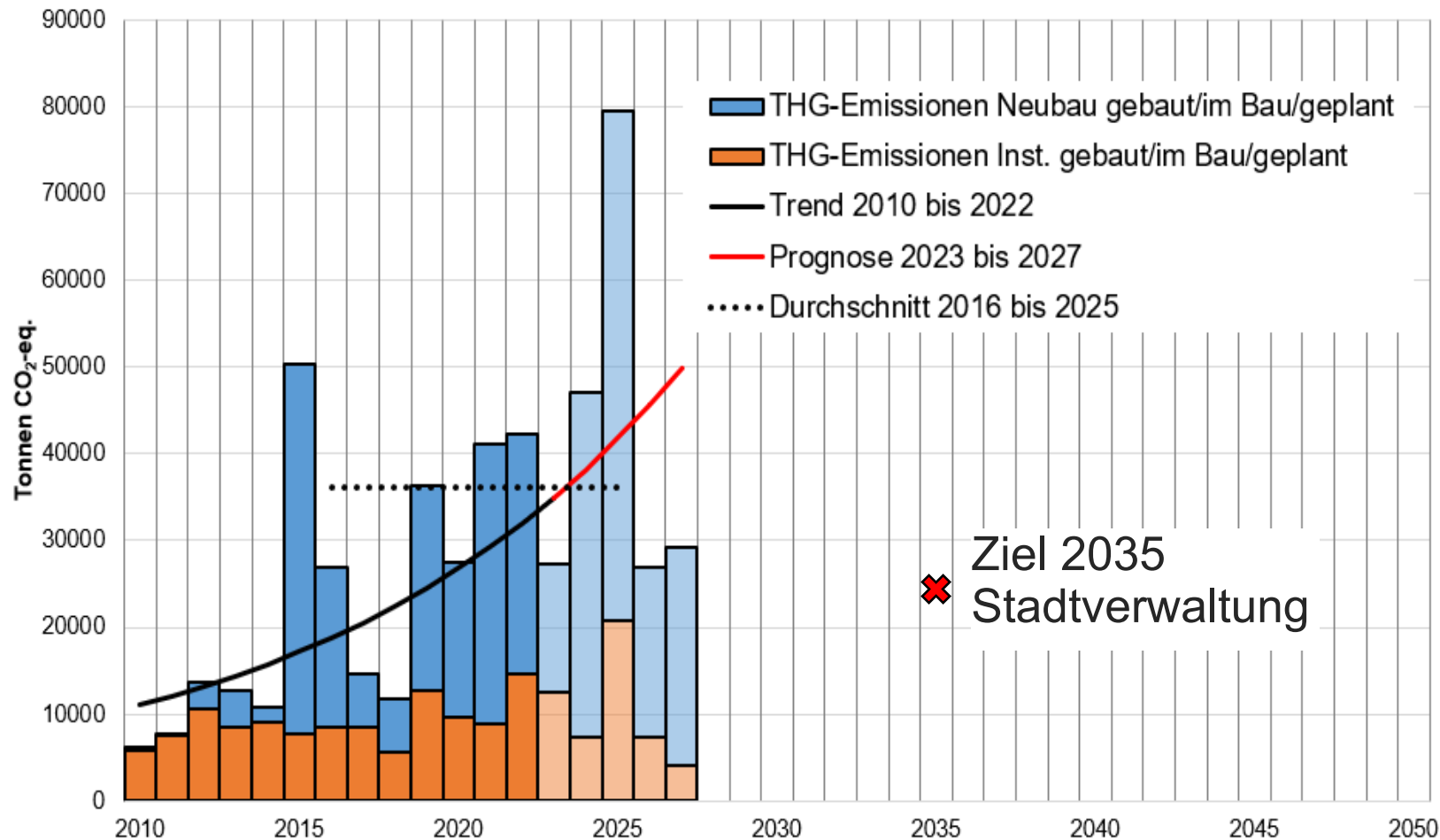
**6000**  
stadteigene Bauten

**500** Mio. Franken  
verbauen wir pro Jahr

**50** Architekturwettbewerbe  
und Planerwahlen pro Jahr

# Netto-Null in der Stadt Zürich

Abstimmung 15. Mai 2022, Art. 152 Gemeindeordnung, Reduktion Treibhausgasemissionen (THG)



- 1 Für die direkten Treibhausgasemissionen auf dem Stadtgebiet setzt sich die Stadt das Ziel netto null bis zum Jahr 2040.
- 2 Für die **indirekten Treibhausgasemissionen** pro Einwohnerin und Einwohner strebt die Stadt bis ins Jahr 2040 eine **Reduktion von 30 Prozent** gegenüber 1990 an.

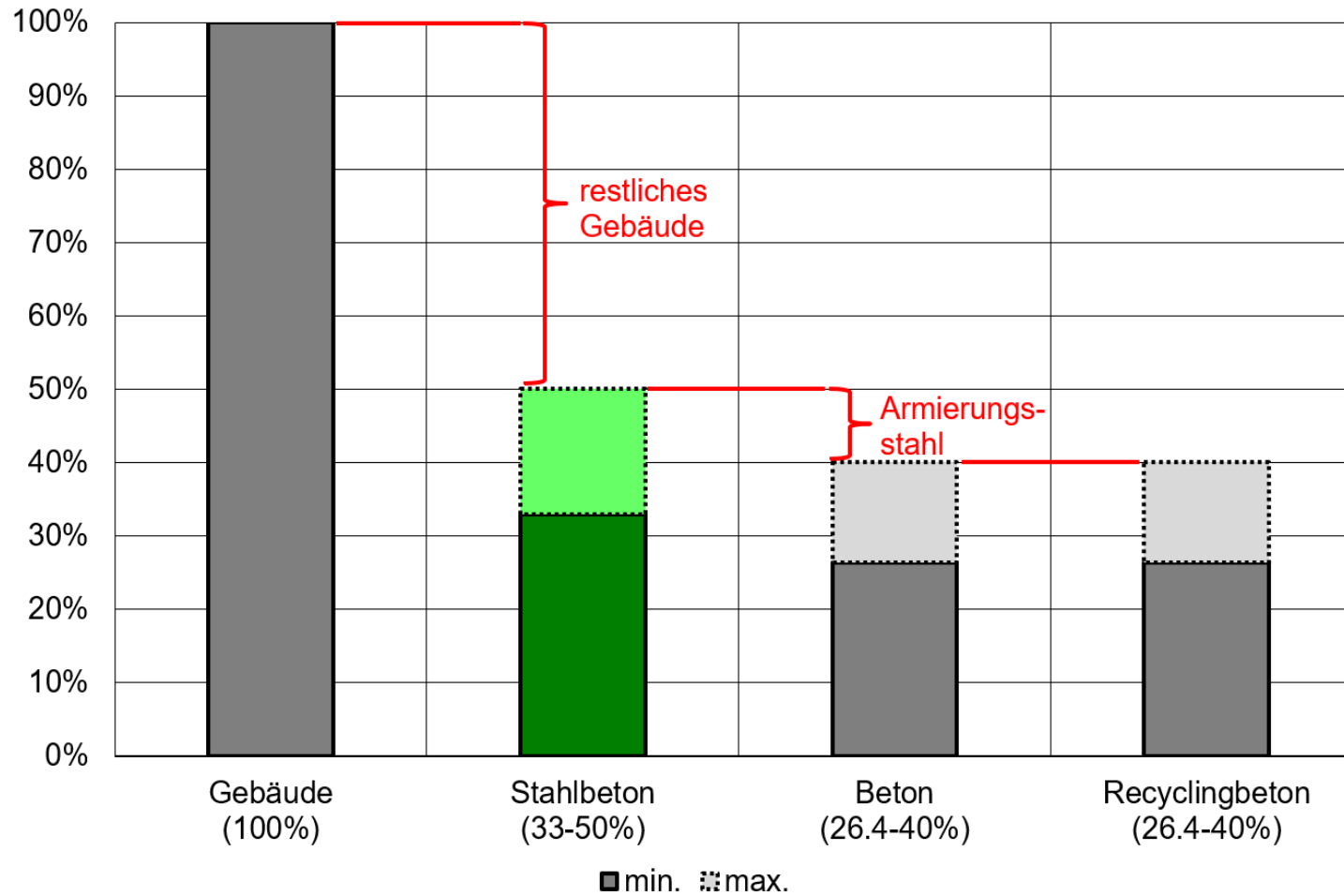
Für die Stadtverwaltung gilt das Jahr 2035

## Mögliche Handlungsoption für Reduktion THG

### Reduce, Re-Use, Re-Cycle

Reduktionsmassnahmen	Potential	Implementierung	Lead
Mehr Instandsetzungen anstelle Ersatzneubauten	7.6%	2026-2030	Eigentümer
Suffizienz	5.0%	2026-2030	Eigentümer
Unterirdisches Volumen reduzieren	5.0%	2026-2030	Eigentümer
Holzbau	8.0%	2026-2030	AHB
Materialeffizienz	10.0%	2026	AHB
THG-Intensität Baumaterialien	55.0%	2023-2050	AHB (Industrie)
Alternative Baumaterialien	50.0%	2023-2050	AHB
Reuse Bauteile	18.0%	2023-2030	AHB
<b>(temporäre) Senken</b>			
Carbonatisierung Beton	1.5%	2023-2030	AHB
Pflanzkohle in Beton	15.0%	2023-2030	AHB
Handabdruck Holz	34.0%	2026-2030	AHB

# Treibhausgas-Anteil von Beton bei Hochbauten



- Bandbreite Treibhausgasemissionen Tragwerk typischer Massivbauten (keine Holz-/Hybridbauten): 33 bis 50%
- Zusätzlich Baugrube (Baugrubensicherung) bis 15%

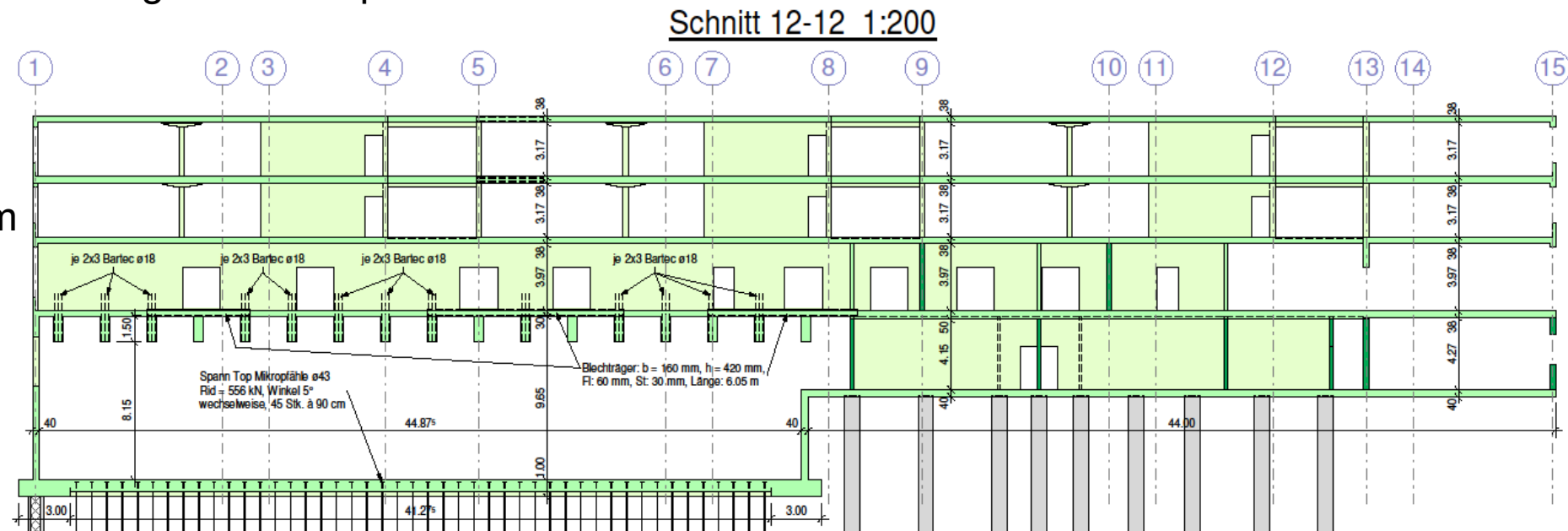
## Reduce: Materialeinsparung durch effiziente Tragwerke:

Einfache und klare Tragstruktur

- Kräfte nicht spazieren führen, sondern direkt bis in die Fundation abtragen
- Grosse Räume über kleineren Räumen anordnen: führt zu direktem Lastabtrag und vermeidet Abfangkonstruktionen (z.B. Schule über Turnhallen)
- Keine aufwändigen Auskragungen
- Moderate Spannweiten führen zu schlanken Decken
- "Flexible" Grundrisse führen zu grösseren Spannweiten

→ gesamtes Planungsteam gefordert:

- Bauingenieur
- Architektin
- Bauherrin

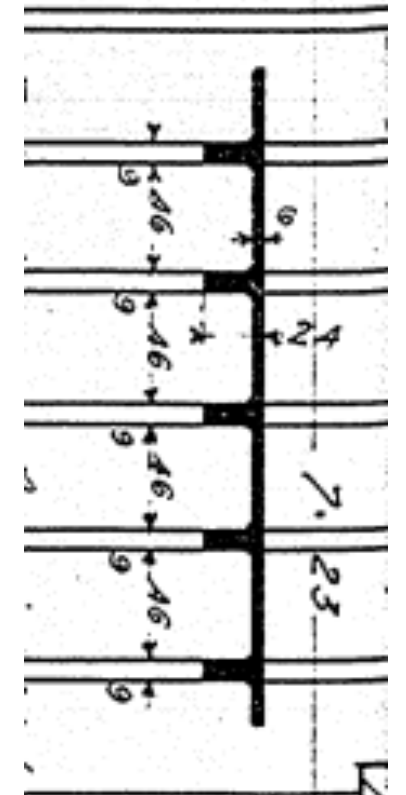
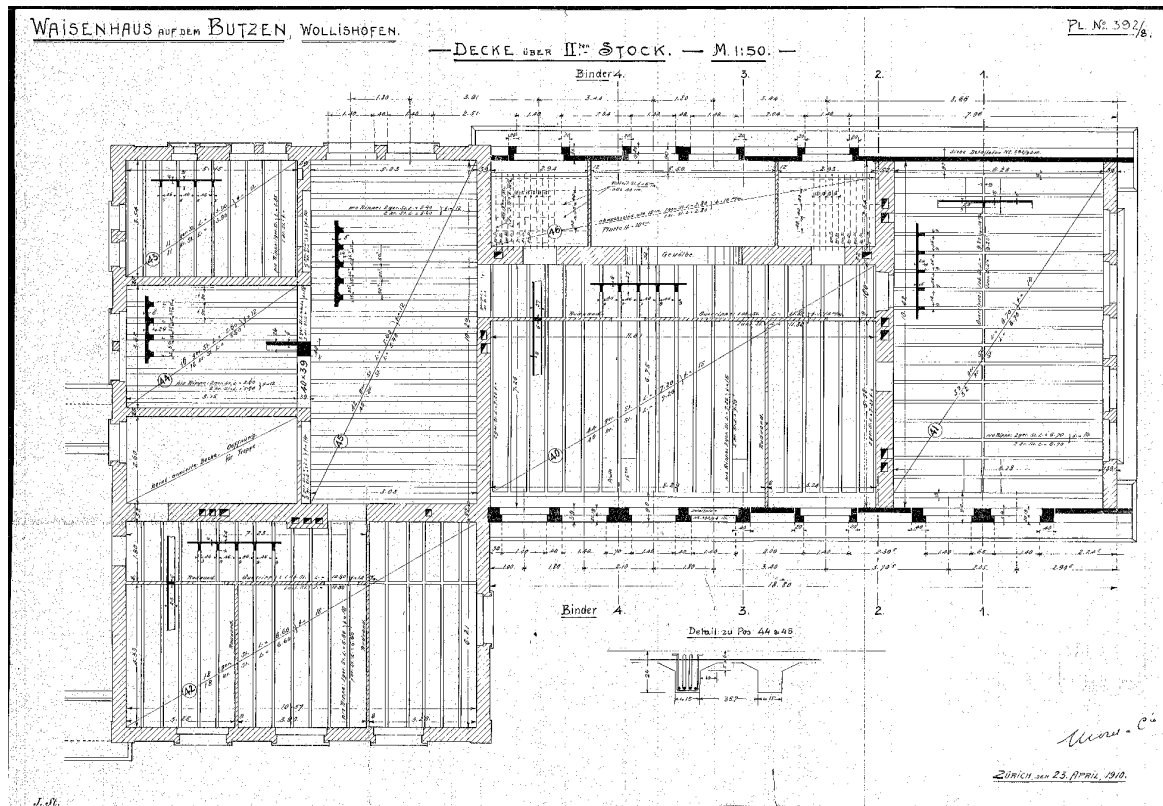


## Reduce: Materialeinsparung durch effiziente Tragwerke

Möglichst schlanke und optimierte Bauteile

- Decken machen ca. 50% der Masse des Rohbaus bei Stahlbetonbauten aus
- Anforderungen an die Bauteilstärken sind oft nicht statisch bedingt, sondern bauphysikalisch

Beispiel aus dem Stahlbetonbau (Bauweise 1910: Waisenhaus):



## Reduce: Materialeinsparung durch effiziente Tragwerke

Möglichst schlanke und optimierte Bauteile

---

Beispiel aus dem Stahlbetonbau (Vergleich Bauweise 1920 Kongresshaus / 2018 Europa-Allee):





## Reduce: Materialeinsparung durch effiziente Tragwerke

System-Trennung / Möglichst keine Einlagen

---

- Trennung von Systemen mit unterschiedlicher Nutzungs- / Lebensdauer  
→ Tragwerk kann länger genutzt werden.
- Einlagen erhöhen die Deckenstärken!



## Reduce: Materialeinsparung durch geringe Einbautiefen

### Auswirkungen von UGs

- Geringe Einbautiefen bedeuten wenig Aushub (Transporte, Deponien)
- Geringe Einbautiefen bedeuten weniger Baugrubensicherungen (v.a. Rühlwand, Schlitzwand, etc.)
- Einbautiefen dem Baugrund anpassen (z.B. tiefe Hanganschnitte bei schlechtem Baugrund vermeiden)
- Ein Untergeschoss ist oft sinnvoll (wenig tragfähige Deckschichten)



## Reduce: Materialeinsparung durch geringe Einbautiefen

Auswirkungen von UGs

---

### Beispiel Erweiterung Kunsthaus:

Betonverbrauch Hochbau:	26'300 m <sup>3</sup> -> 8'740 to Zement
CO <sub>2</sub> -Emissionen mit "normalem" Zement (CEM II CH-mix):	5'700 to CO <sub>2</sub>
CO <sub>2</sub> -Emissionen mit CEM III/B:	4'000 to CO <sub>2</sub>
→ Einsparung:	1'700 to CO <sub>2</sub>
Betonverbrauch Baugrube (verankerte Rühlwand):	2'400 m <sup>3</sup> -> 1'850 to Zement
CO <sub>2</sub> -Emissionen Baugrube (CEM I und CEM II):	1'300 to CO <sub>2</sub>

### Fazit:

- Betonmenge Baugrube entspricht ca. 9% vom Hochbau
- CO<sub>2</sub>-Emissionen Baugrube entspricht ca. 23% vom Hochbau

## Reduce:

Das richtige Gebäude am richtigen Ort

---

## Prinzip:

Grosse Bauwerke auf wenig tragfähigen Böden erfordern aufwändige Pfahlfundationen

### **Beispiel Ausbildungszentrum Rohwiesen:**

Betonverbrauch Hochbau:	12'000 m <sup>3</sup> Beton
Betonverbrauch Pfahlfundation:	7'600 m <sup>3</sup> Beton (63%)

### **Beispiel Wohnsiedlung Hardau I (ehemalige Kiesgrube):**

Betonverbrauch Hochbau:	11'700 m <sup>3</sup> Beton
Betonverbrauch Pfahlfundation:	2'300 m <sup>3</sup> Beton (20%)

## Reduce: Fazit

---

### **Vier einfache Grundprinzipien (Neubauten):**

- Materialeinsparung durch effiziente Tragwerke
- Materialeinsparung durch geringe Einbautiefen
- Das richtige Material am richtigen Ort (Bauteile)
- Das richtige Gebäude am richtigen Ort (Baugrund)

## Re-Use: Wettbewerb Recyclinghof Juch-Areal

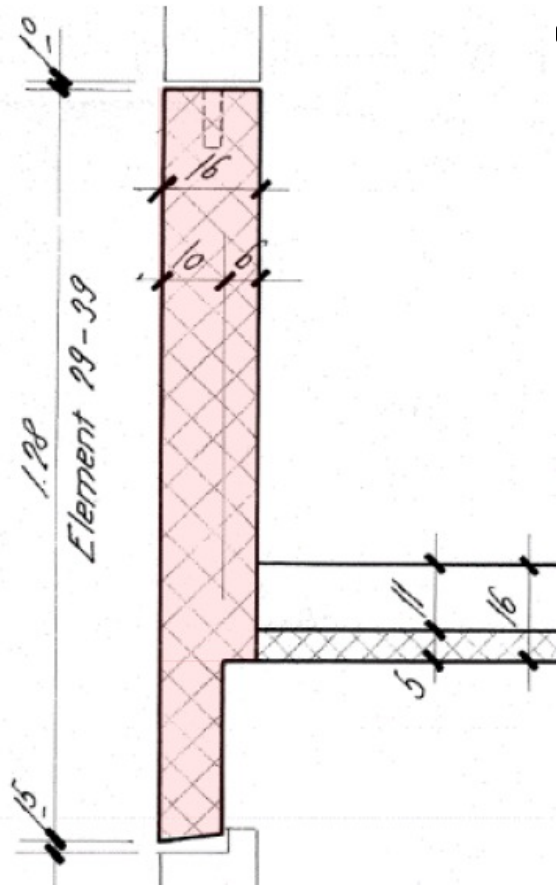
Quellobjekte (Minen) identifizieren: Personalhäuser Spital Triemli



- Erwartet wurde ein Entwurf mit einem möglichst hohen Anteil an wiederverwendeten Bauteilen, sowohl in der Tragstruktur als auch in der Fassade.
- Zur Verfügung gestellt wurde ein digitaler Bauteilkatalog mit einer Auswahl an wiederverwendbaren Bauteilen.
- Auch der Einsatz wiederverwendeten Bauteile aus eigenen Minen war möglich

## Re-Use: Wettbewerb Recyclinghof Juch-Areal

### Systematische Bestandsaufnahme aller Betonteile



Description			
Exposition	Outdoor, exposed to rain and water flow		
Color	Grey with a yellowish tint, closest RAL 7044		
Finishing	Horizontal wood plank patterns		
Actual location	E, W and S facades		
Initial function	Facade self-supporting element		
Accessibility	Moderate – One/two elements to dismantle before		
Anchor points	Not available		
Overlays	Type	Fixation	Thickness
From concrete	Mortar	-	5 mm
	Cork	Glued	30 mm
	Plaster	-	10 (ev. 5) mm
To surface	Wallpaper (or painting)	-	-
Connexion type	Connected to other facade elements and to slabs		
Deconstruction tool	To facade elements	To slab	
	Diam. saw	Diam. Saw or hydro-blasting	

#### Condition and durability

Condition assessment	43 % good
	54 % acceptable
	3 % deviant
Carbonatation depth [mm]	Avg. 2-16 (max 19)
Toxic substance	PCB; asbestos

#### Mechanical characteristics

Density	2500 kg/m <sup>3</sup>
Concrete compressive strength	41 N/mm <sup>2</sup>
Concrete young modulus	38'600 N/mm <sup>2</sup>
Reinforcement tensile strength	450 N/mm <sup>2</sup>
Reinforcement young modulus	205'000 N/mm <sup>2</sup>

Untersuchungen:  
EPFL - Structural Xploration Lab

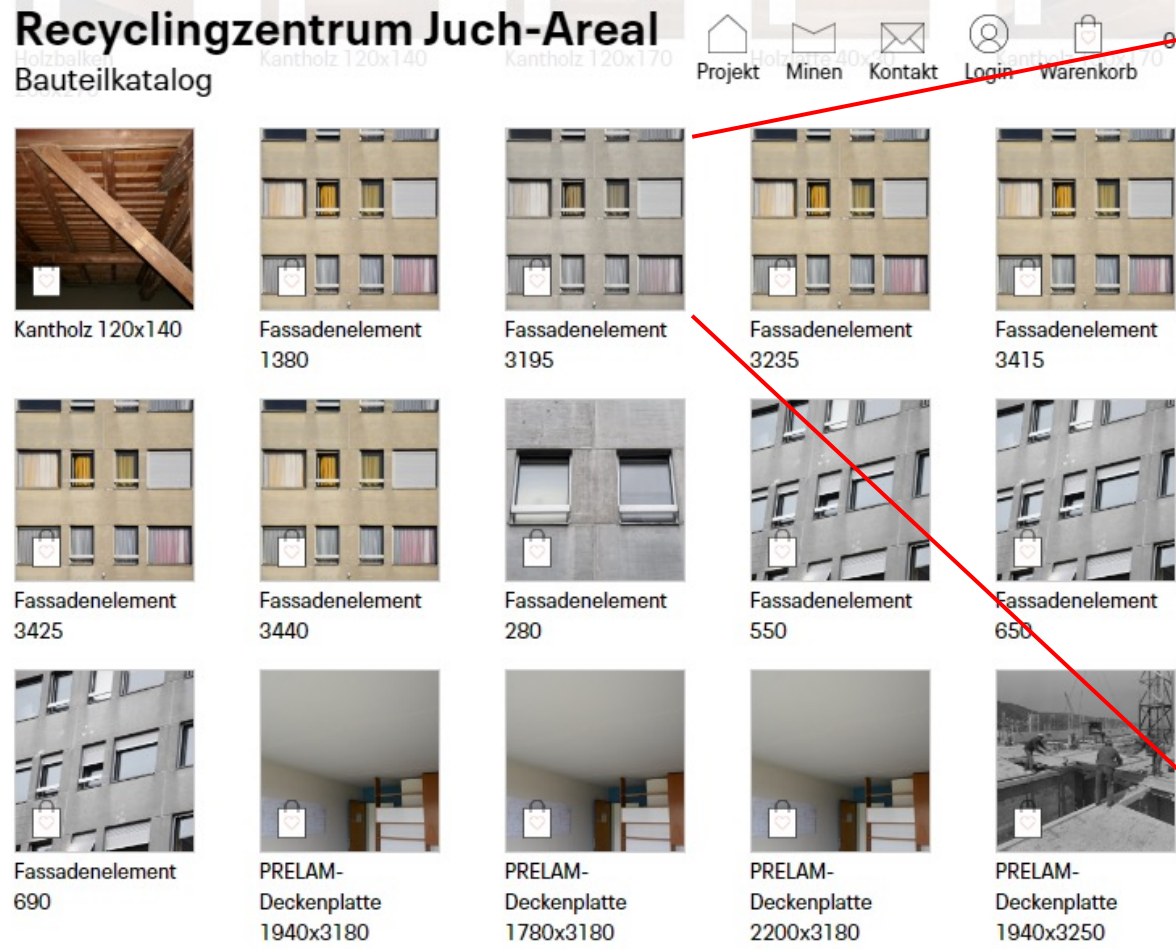
# Re-Use: Wettbewerb Recyclinghof Juch-Areal

## Bauteilkatalog ([www.juchareal.store](http://www.juchareal.store))

### Recyclingzentrum Juch-Areal

Bauteilkatalog

Projekt [Minen](#) [Kontakt](#) [Login](#) [Warenkorb](#)



- Kantholz 120x140
- Fassadenelement 1380
- Fassadenelement 3195
- Fassadenelement 3235
- Fassadenelement 3415
- Fassadenelement 3425
- Fassadenelement 3440
- Fassadenelement 280
- Fassadenelement 550
- Fassadenelement 650
- Fassadenelement 690
- PRELAM-Deckenplatte 1940x3180
- PRELAM-Deckenplatte 1780x3180
- PRELAM-Deckenplatte 2200x3180
- PRELAM-Deckenplatte 1940x3250

### Recyclingzentrum Juch-Areal

Bauteilkatalog

Projekt [Minen](#) [Kontakt](#) [Login](#) [Warenkorb](#) 0

Alle Bauteile >>

#### Fassadenelement 3195

zum Warenkorb hinzufügen  ↻

Bauteilminio: [Personalhäuser Triemli](#)

Beschreibung	Brüstungselement. Stahlbeton-Fertigteil, selbsttragende Fassade, aussen: Sichtbeton bewittert, innen: Putz/Tapete. Zum Teil mit innenliegenden Aussparungen (3 cm) für vormalige Korkdämmung (die Dämmung wird vor dem Wiedereinbau entfernt).
Dimensionen	3195x1280x160 mm
Menge	407 Stk
Eingespartes CO2eq (kg) gegenüber neu gefertigten Bauteil	-188 kg/Stk 
Durch Demontage und Transport verursachtes CO2eq (kg)	2 kg/Stk

Downloads

- PDF-4.2.2
- DWG-4.2.2
- Fassadenelement\_3195\_R20\_R01
- Fassadenelement\_3195\_R20\_R01.ifc
- Fassadenelement\_3195\_R20\_R01
- Katalog\_FPF\_Triemli\_4 ??

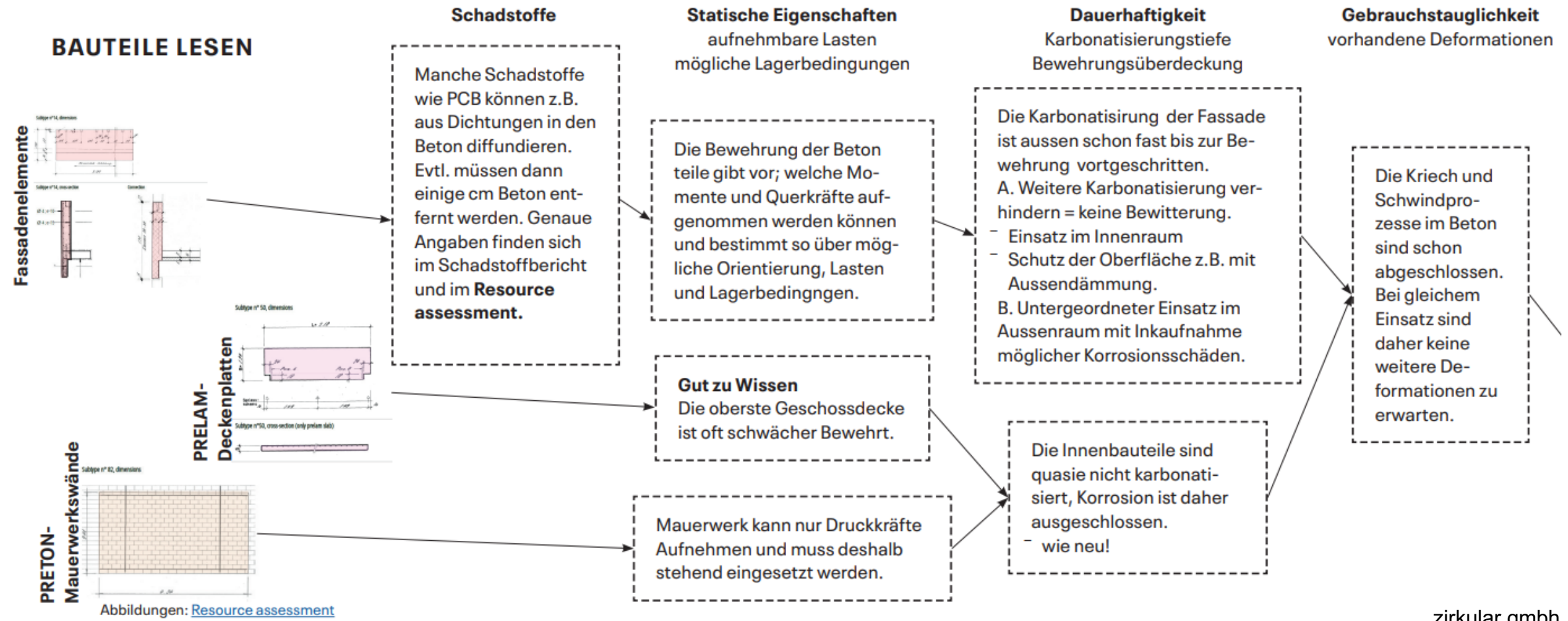


zirkular gmbh



# Re-Use: Wettbewerb Recyclinghof Juch-Areal

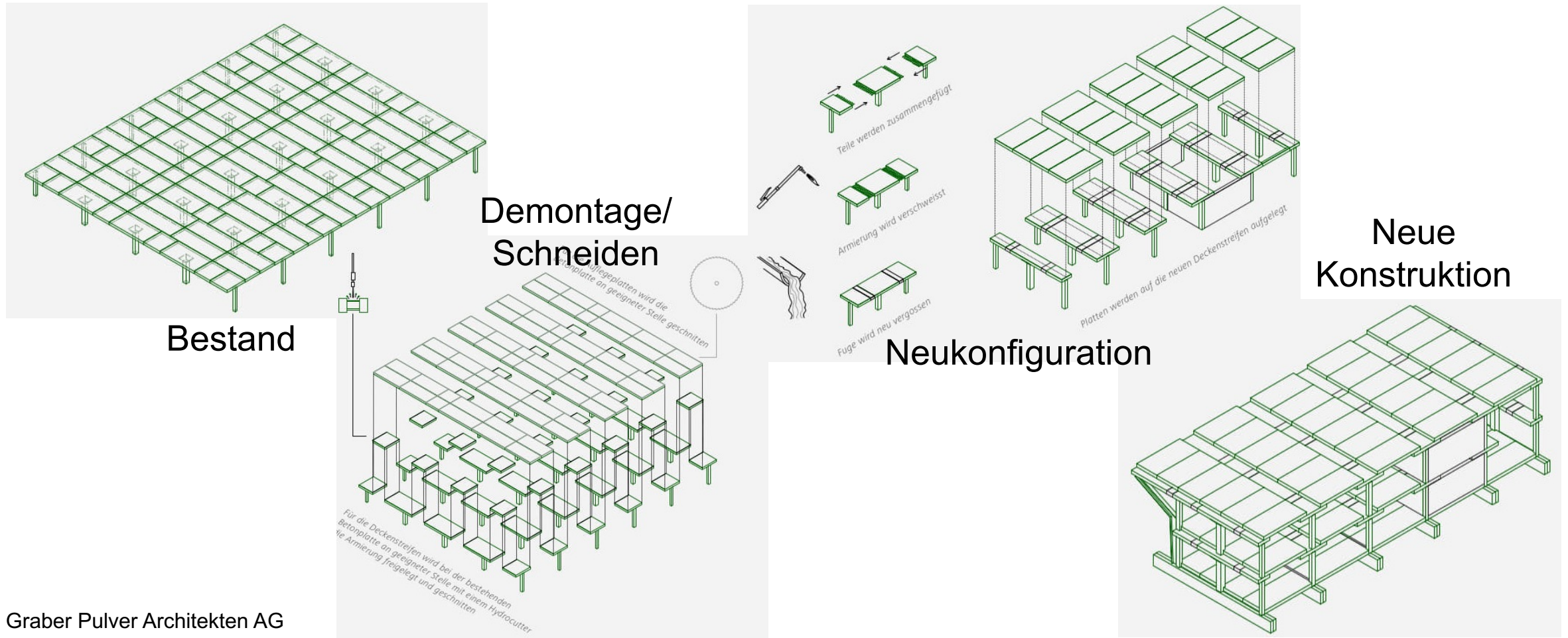
## "Gebrauchsanleitung" für Wiederverwendung



zirkular gmbh

# Re-Use: Wettbewerb Recyclinghof Juch-Areal

## Umsetzung beim Siegerprojekt "Hallo, wir sind's wieder"



Graber Pulver Architekten AG

# Re-Use: Wettbewerb Recyclinghof Juch-Areal

## Berechnungsgang für Reuse-Bauteile

	Beschreibung Bauteil	Zusammensetzung Bauteil	Menge [kg/m <sup>2</sup> ]	THG Herstellung [kg CO <sub>2</sub> eq./m <sup>2</sup> ]	Amortisation [a]	THG Herstellung [kg CO <sub>2</sub> eq./m <sup>2</sup> a]		
<b>Neubauvariante</b>								
Betondecke mit Innenputz	Betondecke 25cm	Hochbaubeton 25 cm [kg]	568	50.5	60	1.13		
		Armierungsstahl (Bewehrungsgehalt 90 kg/m <sup>3</sup> ) [kg]	23	15.3				
		3-SP Schalung 2.5cm (Annahme 5xverwendet) [kg]	4.7	1.9				
	Putzaufbau und Wanddispersion	Kalk-Zementgrundputz [kg]		4.3	30	0.18		
		Deckputz (Weissputz) [kg]		0.48				
		Wanddispersion [m <sup>2</sup> ]		0.64				
						<b>73.2</b>		<b>1.31</b>
<b>ReUse-Variante</b>								
Betondecke mit Innenputz	Betondecke 25cm	Hochbaubeton 25 cm [kg]	568	5.1	60	0.14		
		Armierungsstahl (Bewehrungsgehalt 90 kg/m <sup>3</sup> ) [kg]	23	1.5				
		3-SP Schalung 2.5cm (Annahme 5xverwendet) [kg]	4.7	1.9				
	Putzaufbau und Wanddispersion	Kalk-Zementgrundputz [kg]	18	4.3	30	0.18		
		Deckputz (Weissputz) [kg]	3.5	0.48				
		Wanddispersion [m <sup>2</sup> ]	1.0	0.64				
						<b>13.9</b>		<b>0.32</b>

**THG-Reduktion um 90% / THG-Restwert 10%**

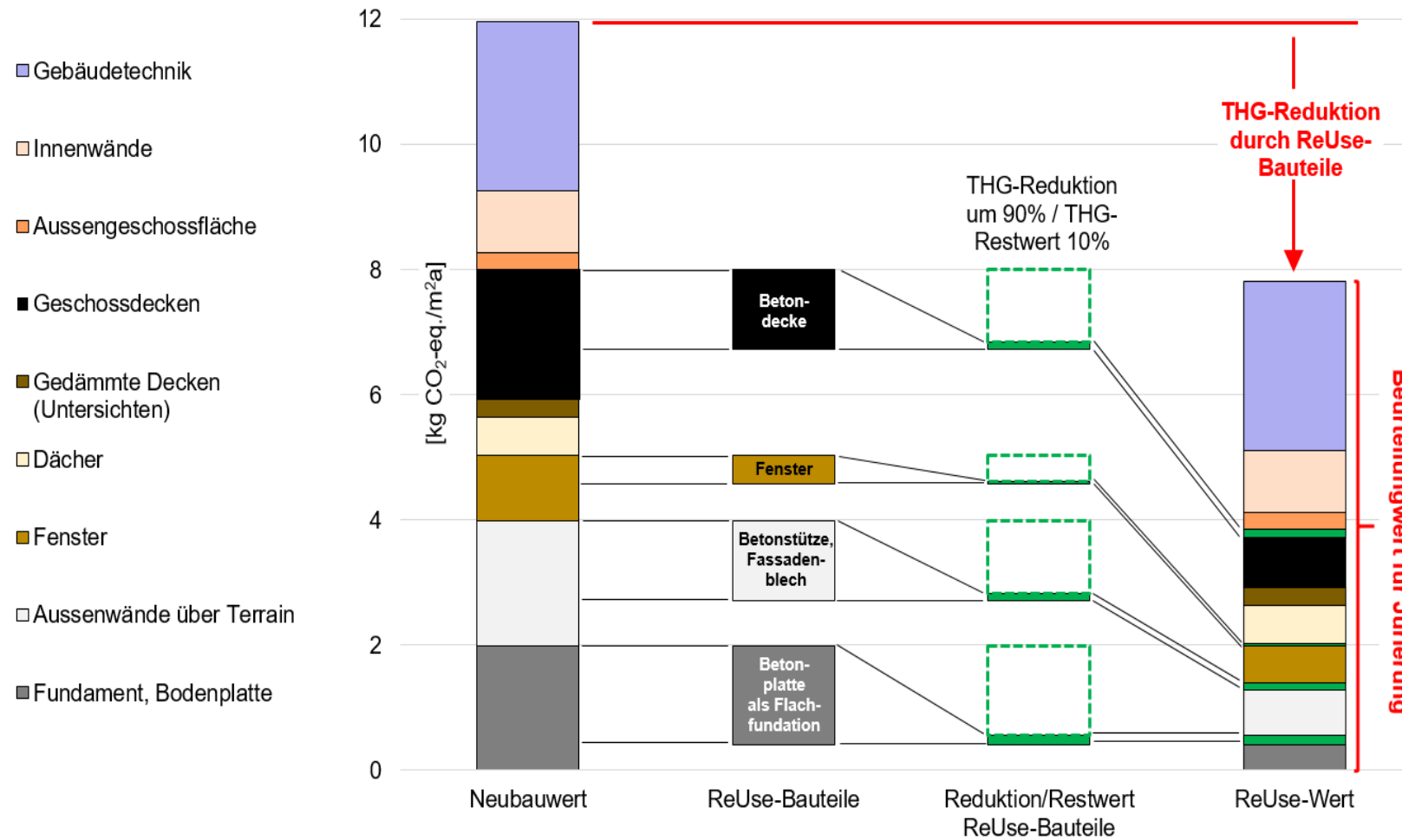
- THG-Reduktion 90%: Erfahrungswert aus verschiedenen Materialien des Gebäudes K118 und Masterthesis A. Kiesel

**THG-Wert Neubauteil**

**THG-Wert ReUse-Bauteil**

# Re-Use: Wettbewerb Recyclinghof Juch-Areal

## Treibhausgasbilanz Siegerprojekt

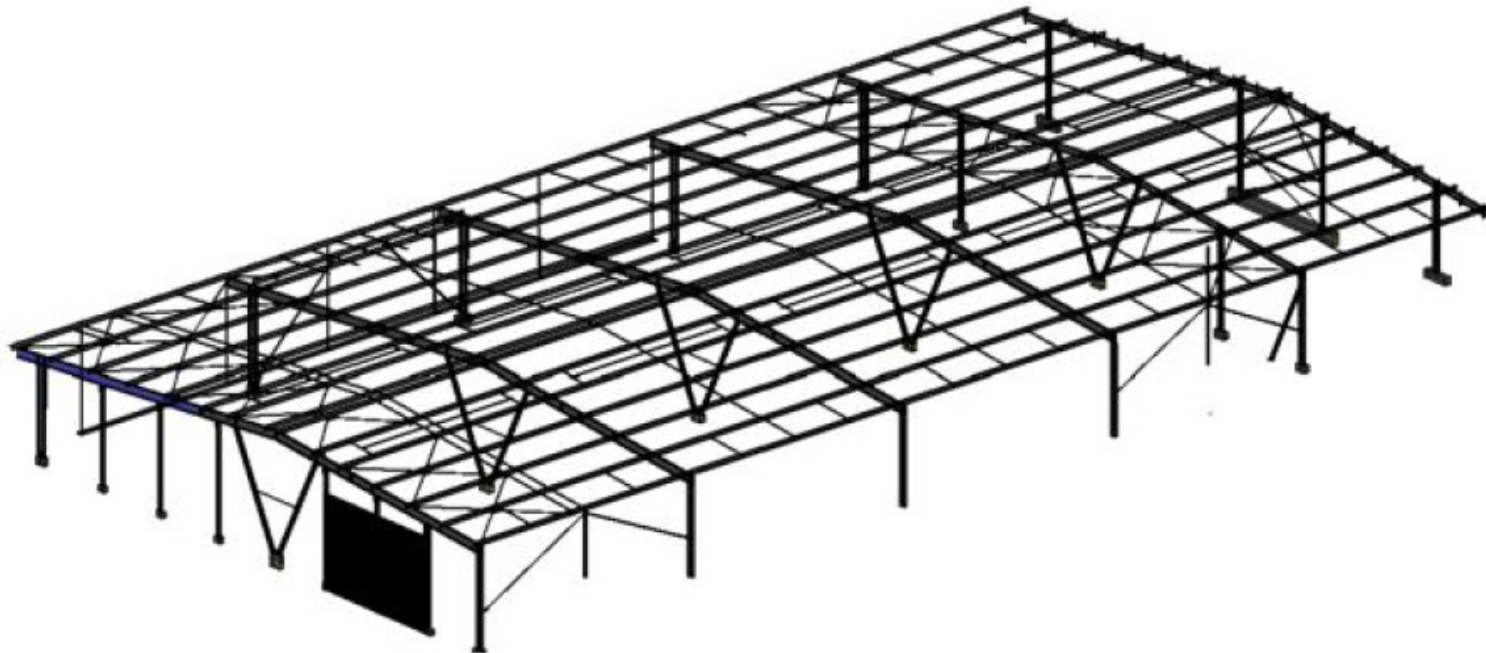


- Einziges Projekt mit ReUse-Betonteilen für Decken und Tragwerk
- Erzielte Reduktion der materialbedingten Treibhausgasemissionen beim Hochbau rund 33%
- Ohne Berücksichtigung der Gebäudetechnik 45%
- Weitere substantielle Einsparungen möglich bei Fahrbahnplatten aus ReUse-Betonteilen

## Re-Use: Herausforderungen

Betonwiederverwendung auf das Niveau des Stahlbaus bringen

---

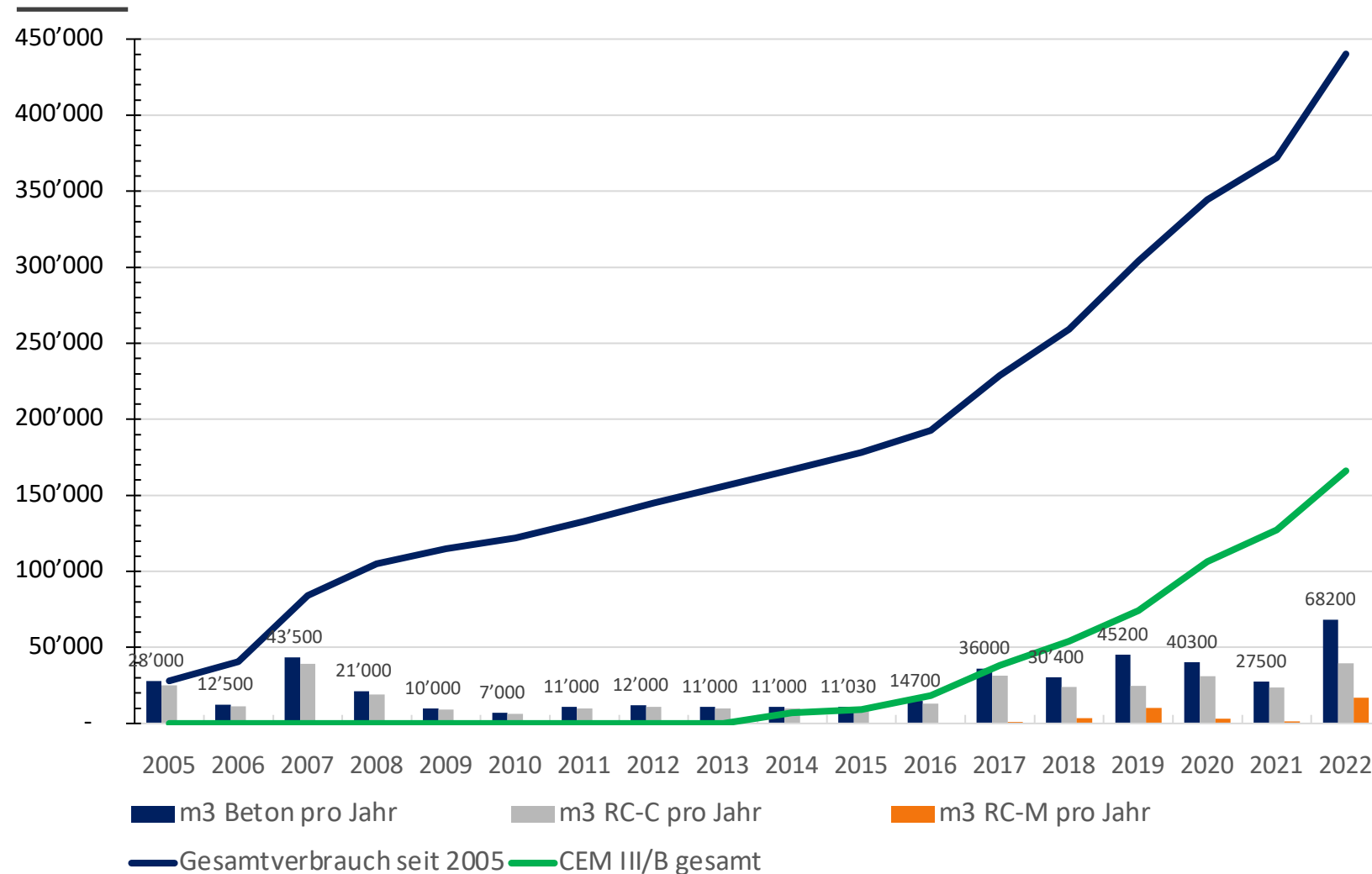


Modell der bestehenden Halle Recyclinghof Hagenholz



## Re-Cycle: Recycling-Beton

### Betonverbrauch AHB



- Ø 25'500 m<sup>3</sup>/Jahr
- Davon 80-90% RC-Beton
- Davon ca. 80% CEM III/B
- Durch CEM III/B-Einsatz erzielte CO<sub>2</sub>-Einsparung per 2022: 13'000 Tonnen
- Entspricht ca. 30% der pro Jahr durch Baumaterialien verursachten Treibhausgasemissionen