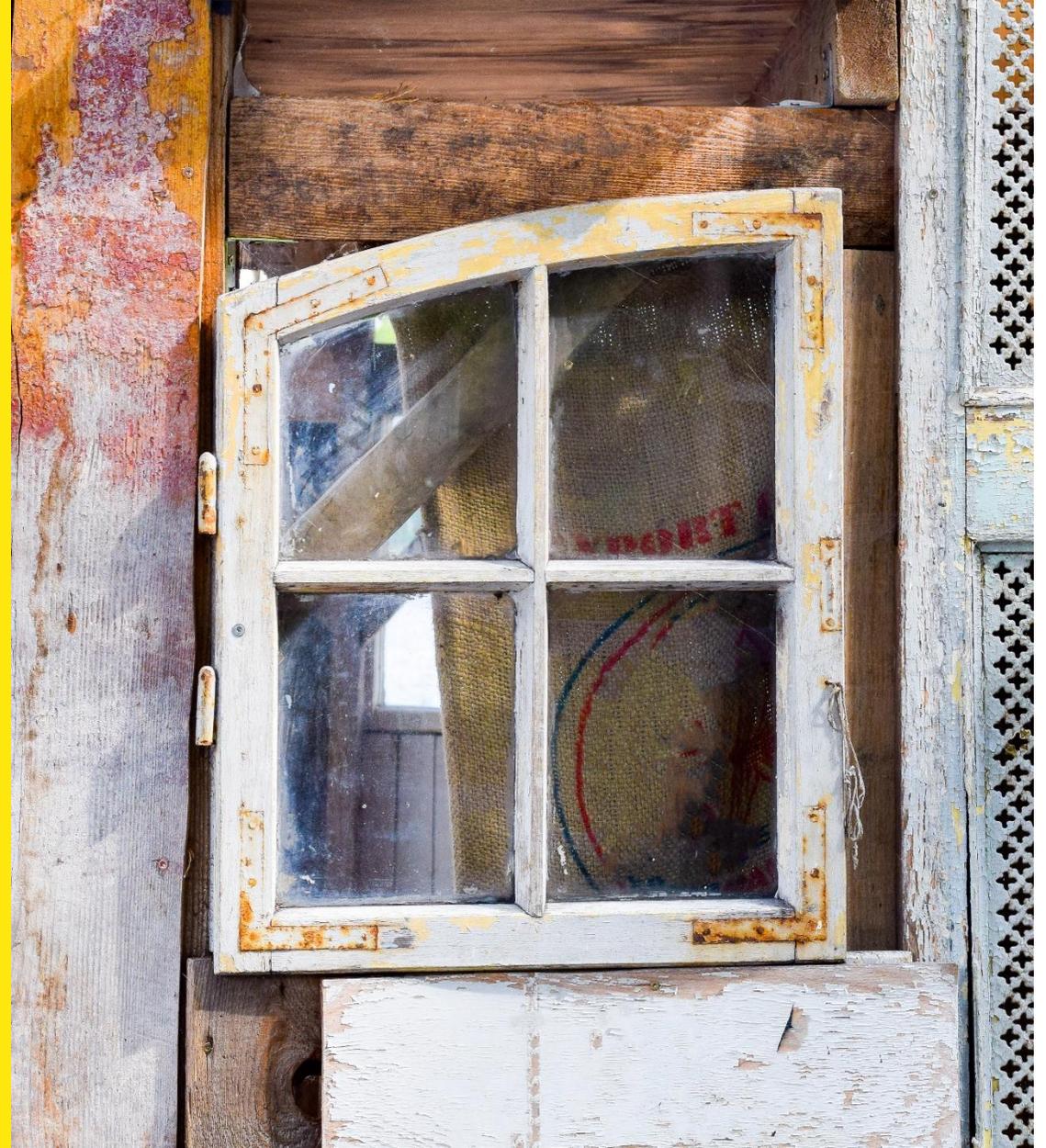


# ReUse

## Bauphysik-Apéro FHNW

Prof. Roger Blaser Zürcher

28. März 2023



# Inhalt

## **Was ist ReUse? Warum ReUse?**

Referent\*in: Dipl.-Ing. Arch. Kerstin Müller oder Dipl. Ing. FH Basil Rudolf, Zirkular GmbH

## **Bauphysikalische Fragestellungen im Kontext ReUse**

Referent: Prof. Roger Blaser Zürcher, FHNW

## **Anwendungen und Erfahrungen mit ReUse**

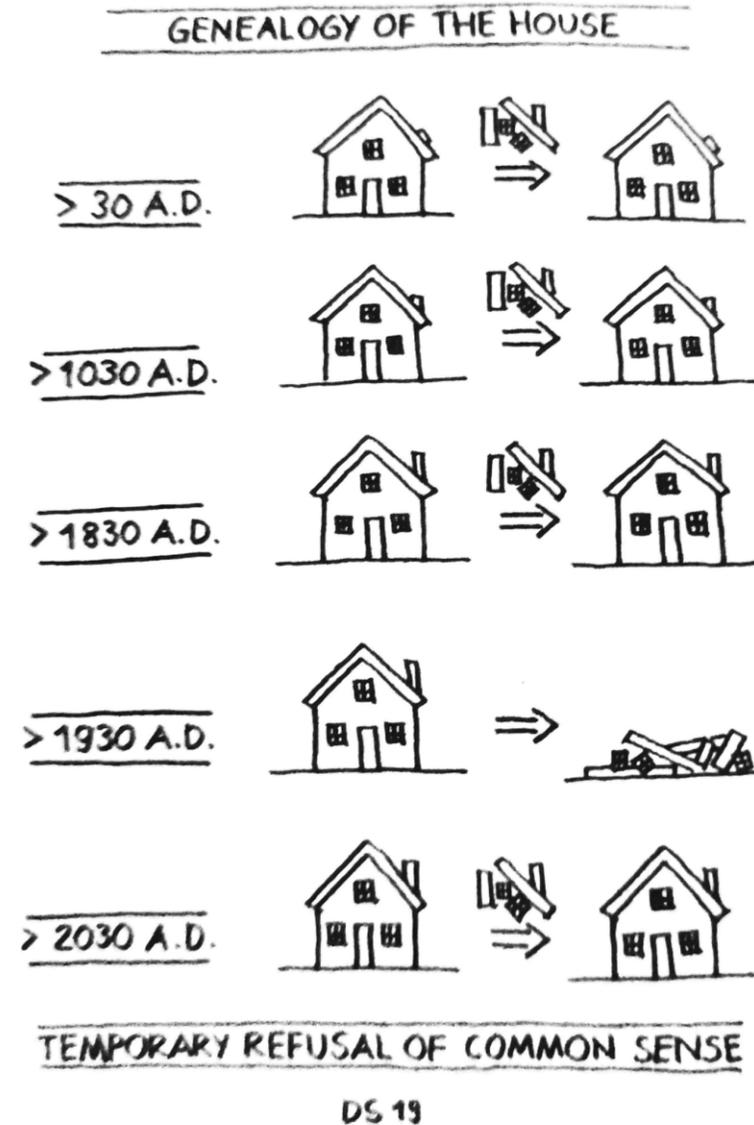
Referent: Harald Huth, 3D Bauphysik Huth GmbH

## **Apéro**

# Was ist ReUse? Warum ReUse?

Bauphysik-Apéro FHNW

Kerstin Müller, Basil Rudolf



Kurzlebige Einwegbauwerke als temporäre Erscheinung des 20. Jahrhunderts.  
Thesenskizze als Uminterpretation von Leon Krier's Skizze "Genealogy of the House  
- Temporary <refusal of the Archetype", 1988. Upcycling, University of Liechtenstein.

# Ökologische Belastungsgrenzen

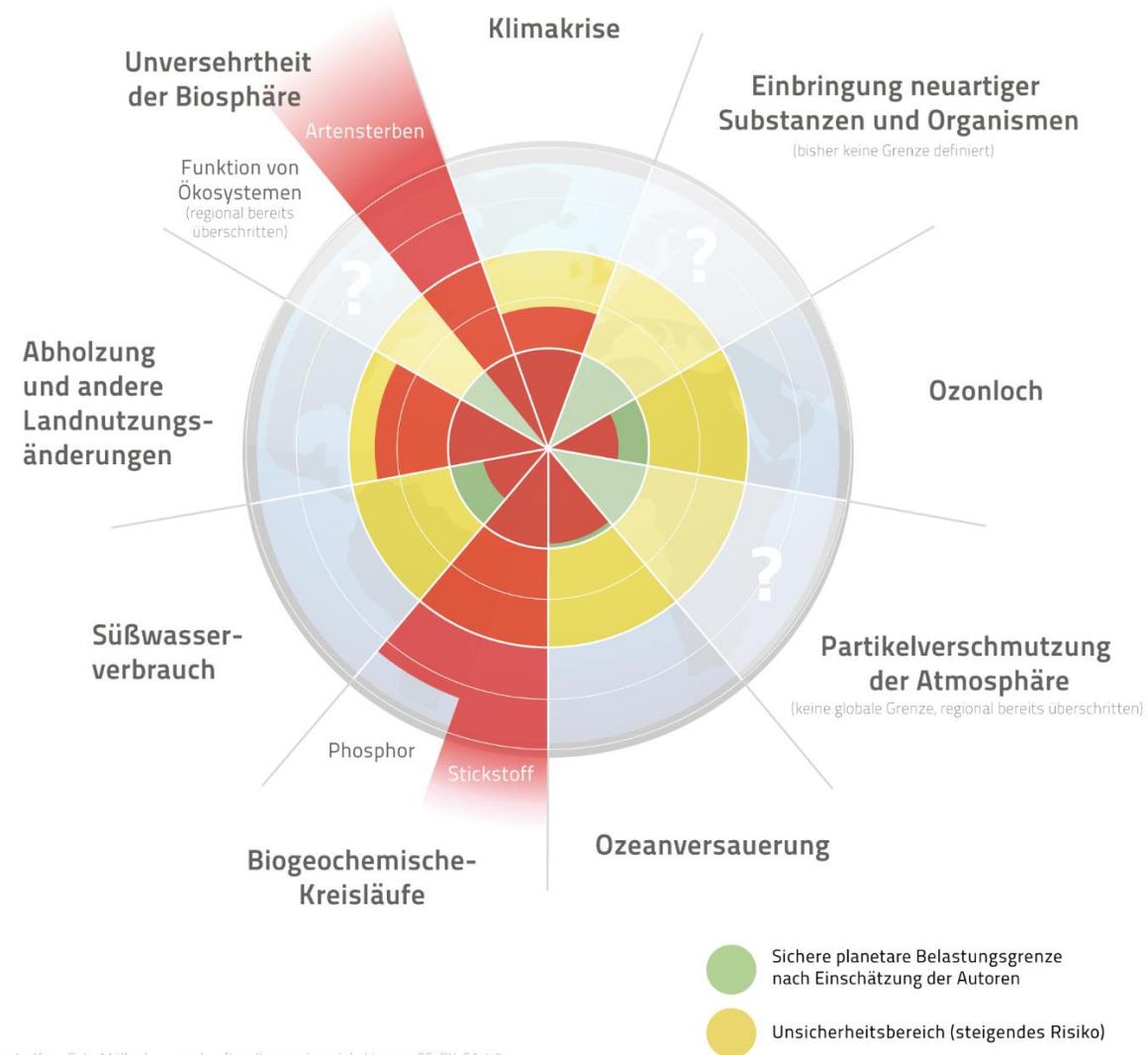
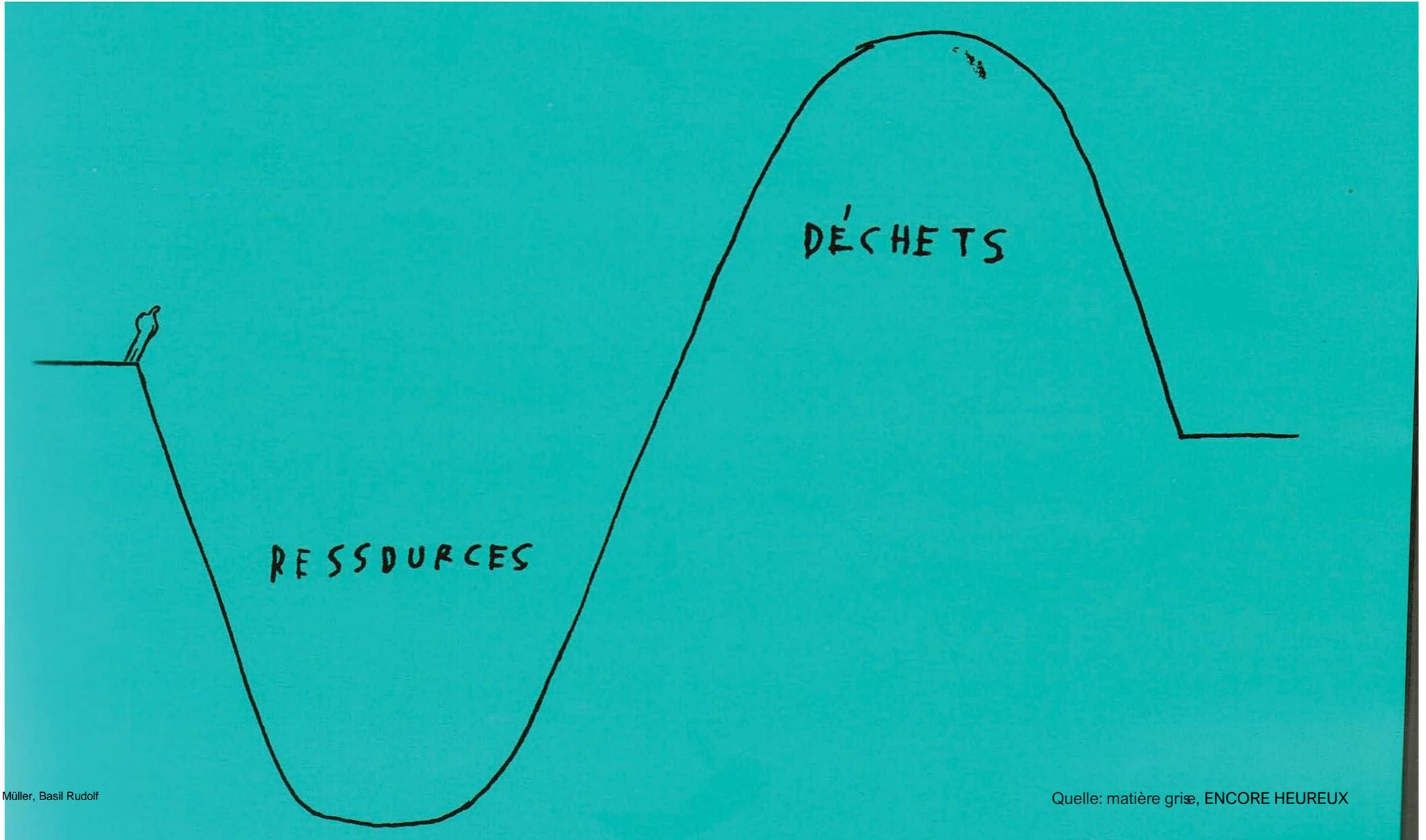


Illustration: Felix Müller ([www.zukunft-selbermachen.de](http://www.zukunft-selbermachen.de)) Licence: CC-BY-SA 4.0

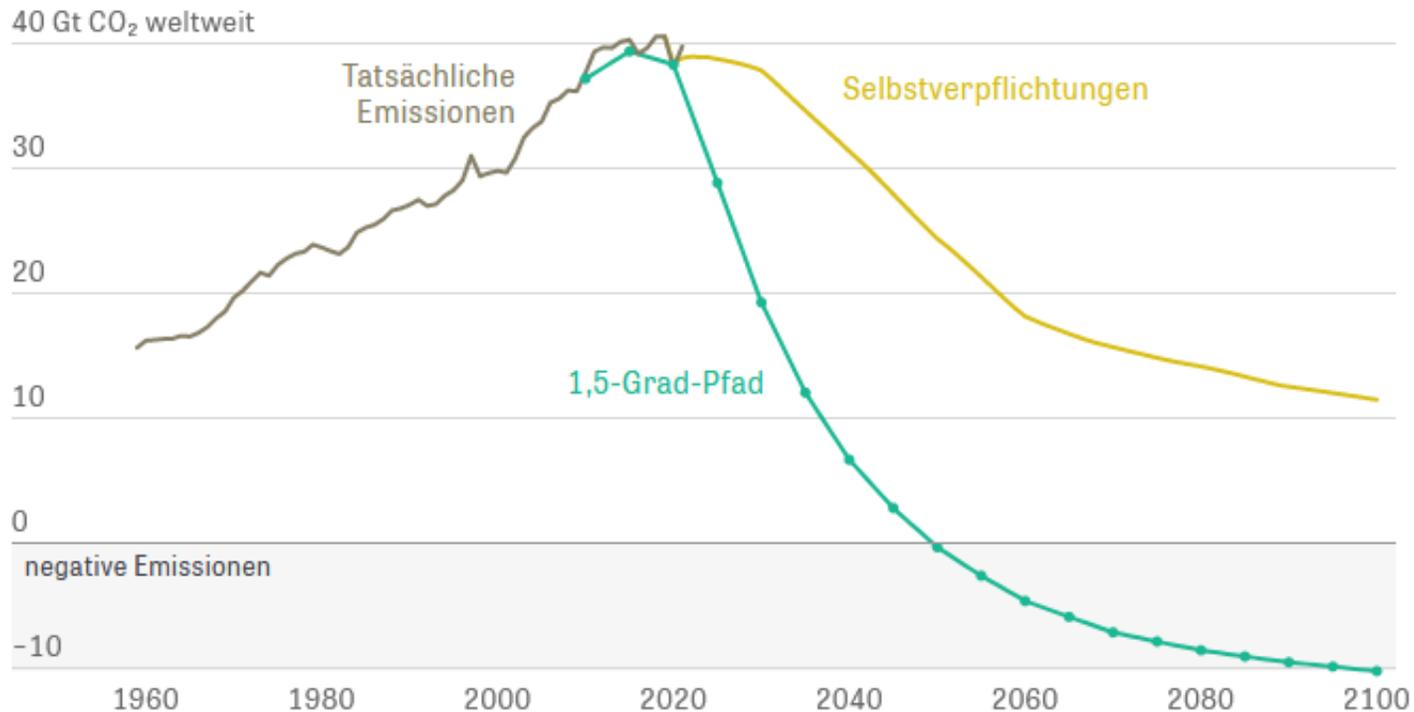
# Ressourcen



# Weltklimarat IPCC - Update 2023

## Die Emissionen müssen schnell sinken

Zu welchen Emissionsreduktionen sich die Staaten verpflichtet haben – und was nötig wäre, um die Erderwärmung auf 1,5 Grad zu begrenzen.

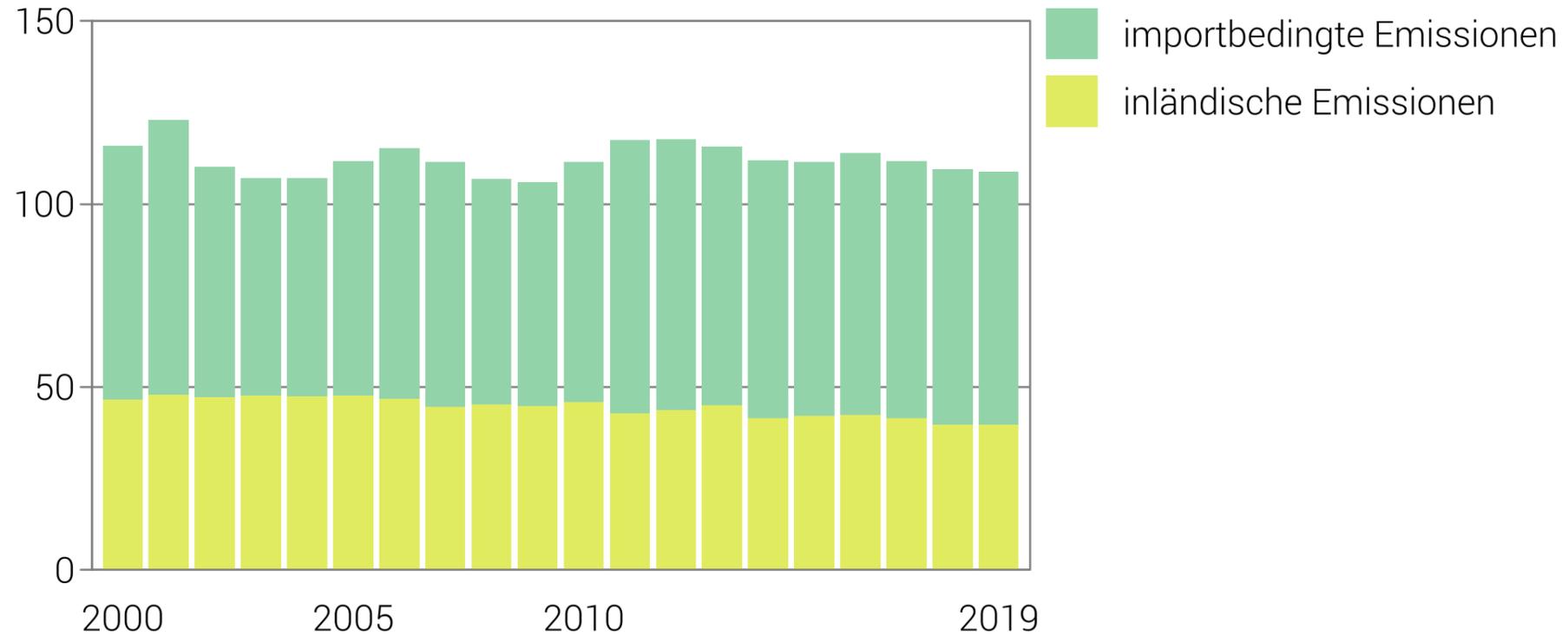


Quelle: Global Carbon Project, IPCC 1.5°C Sonderbericht, Climate Action Tracker, Daten von Niklas Höhne

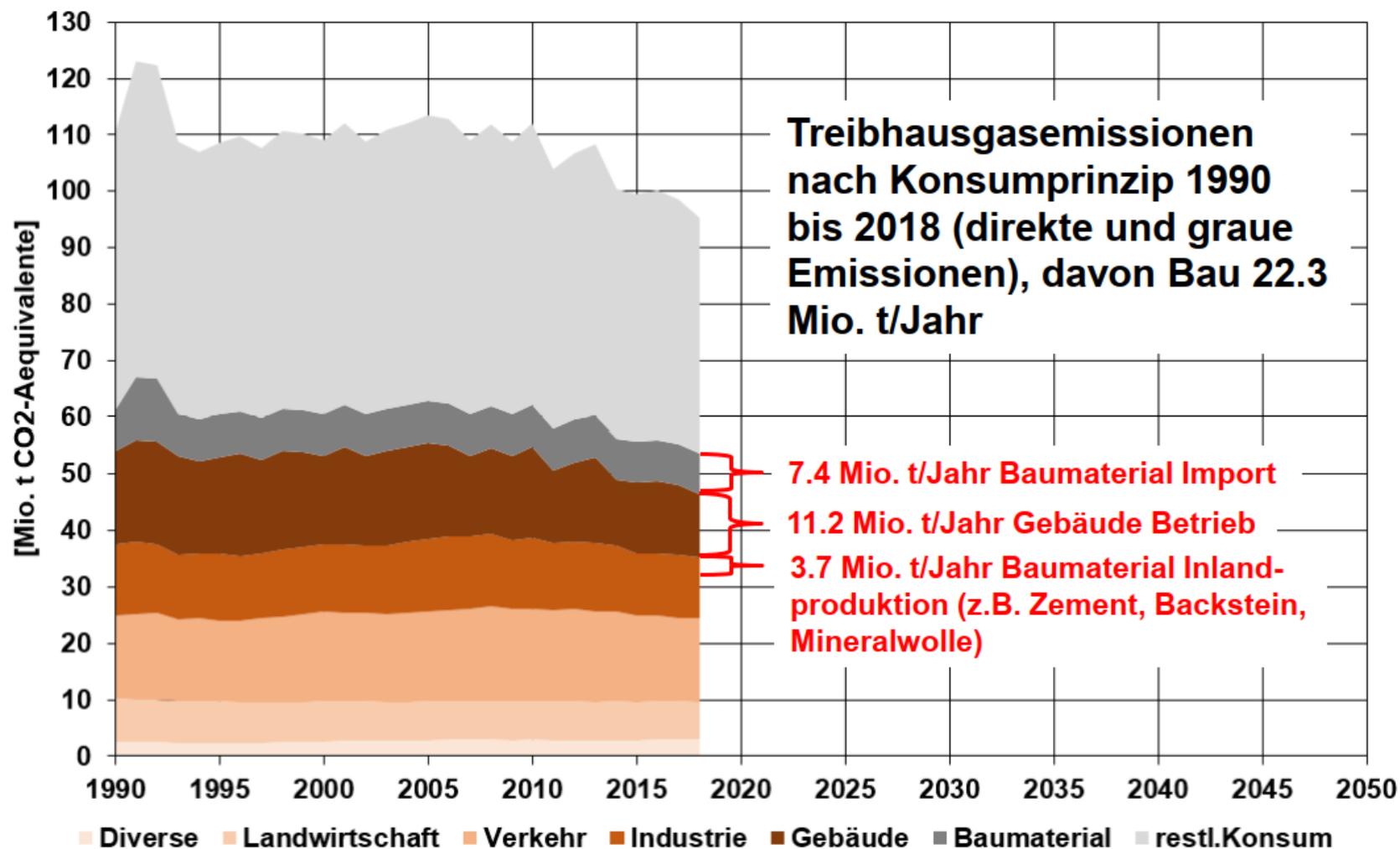
# Treibhausgas Fussabdruck Schweiz

(Auf Basis Endnachfrage)

Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente

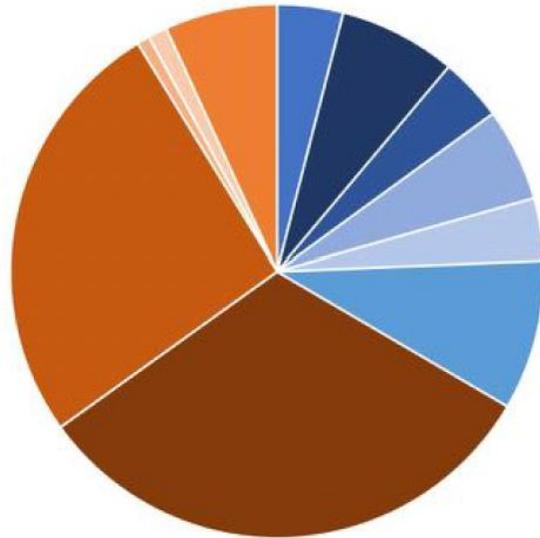


# Treibhausgas Bilanz Schweiz



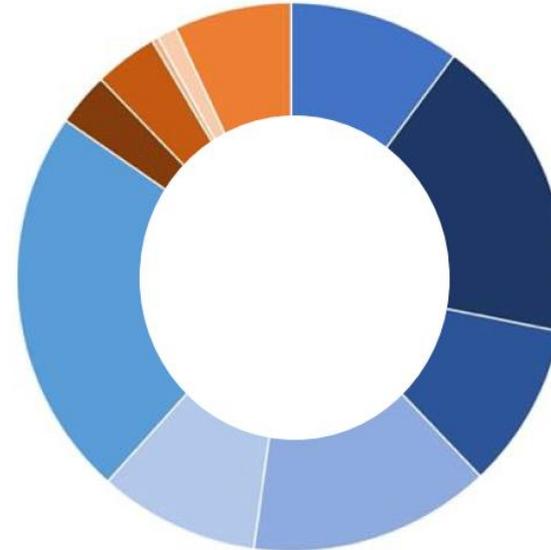
# Treibhausgasfussabdruck Betrieb - Erstellung

Über 60 Jahre:  
1400 Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente



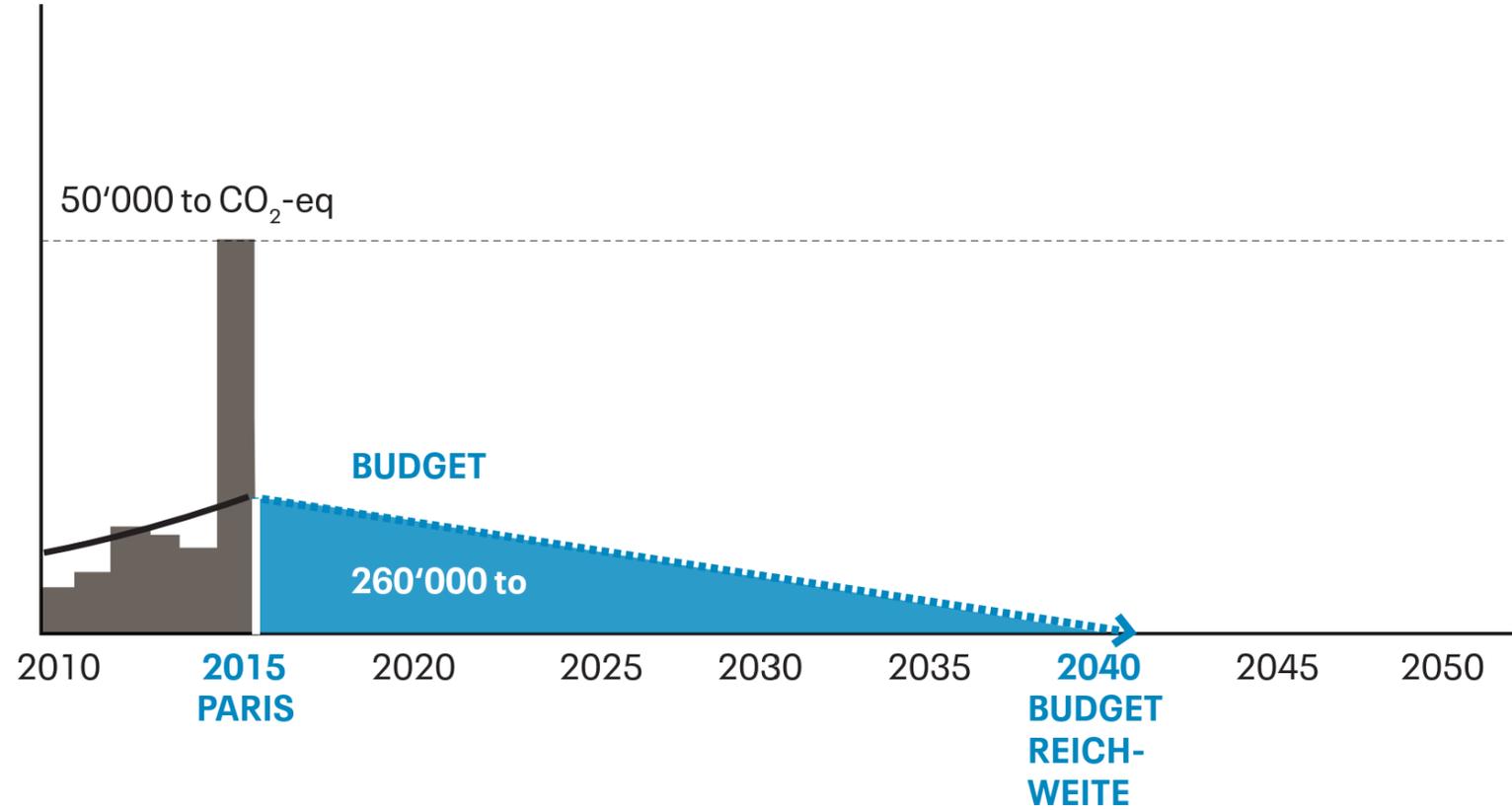
**Neubau mit Heizöl**  
**Betrieb = 2/3**

Über 60 Jahre:  
500 Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente

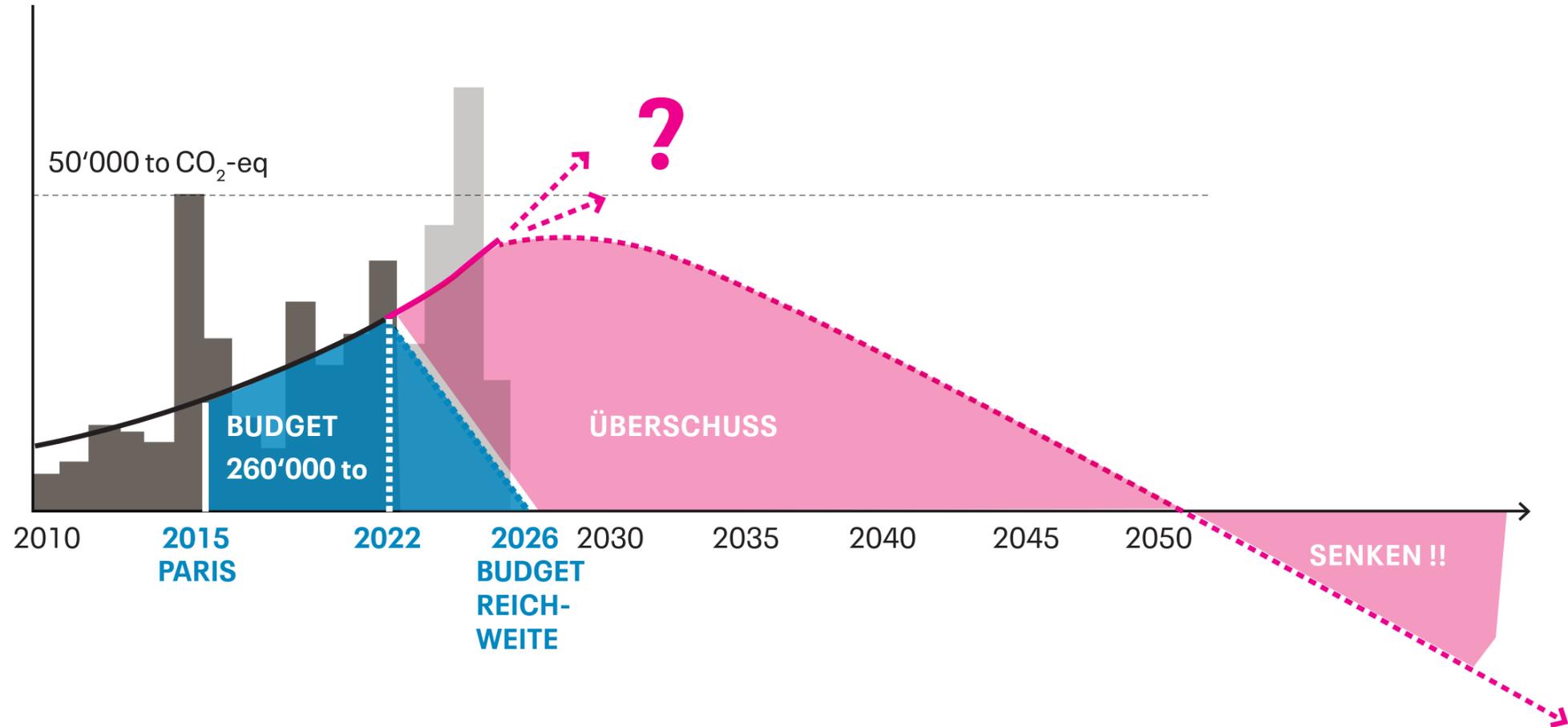


**Neubau mit WP**  
**Betrieb = 1/6**

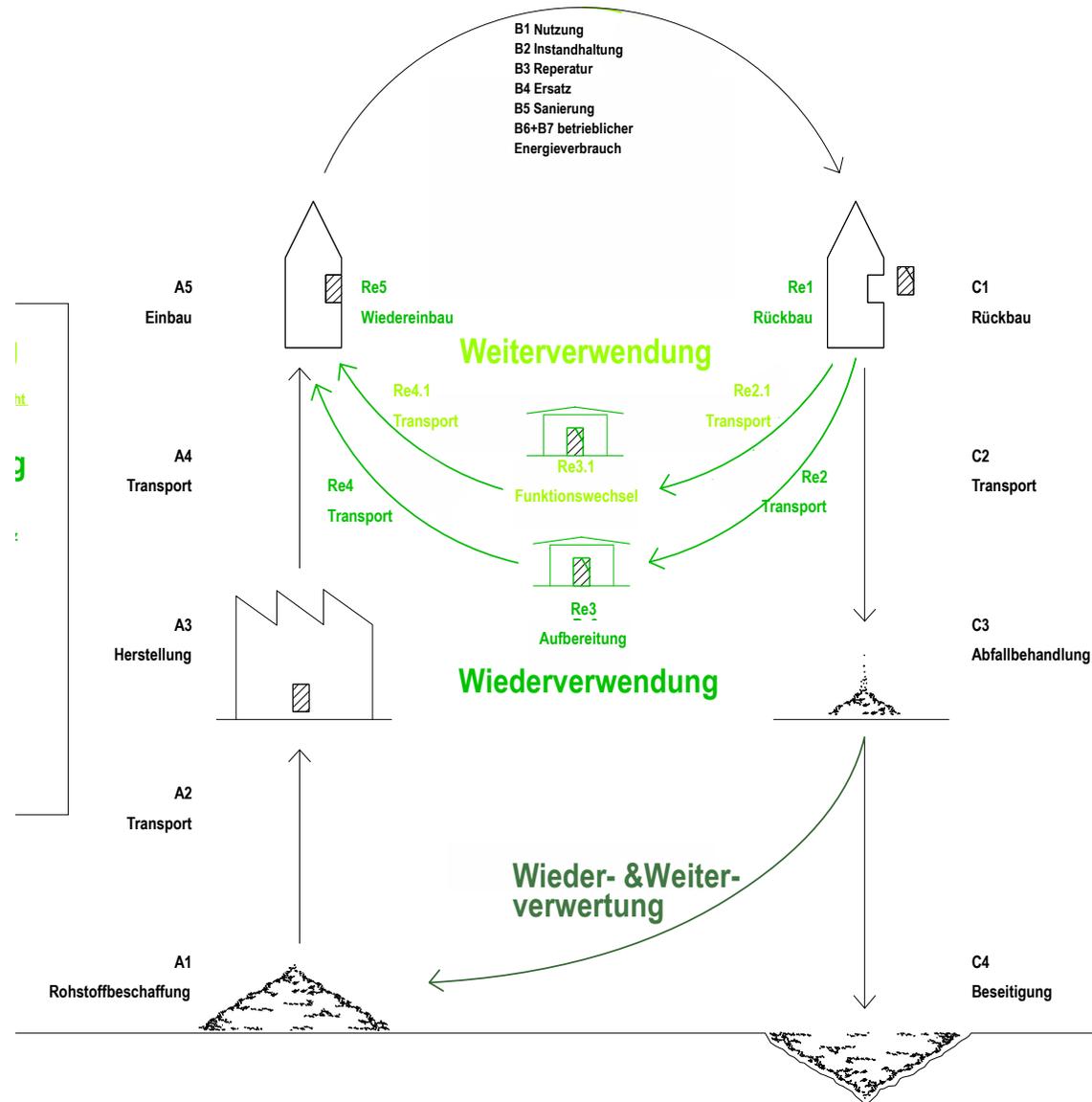
# CO<sub>2</sub> „Bau-Budget“ Stadt Zürich 2015



# CO2 „Bau-Budget“ Stadt Zürich 2022

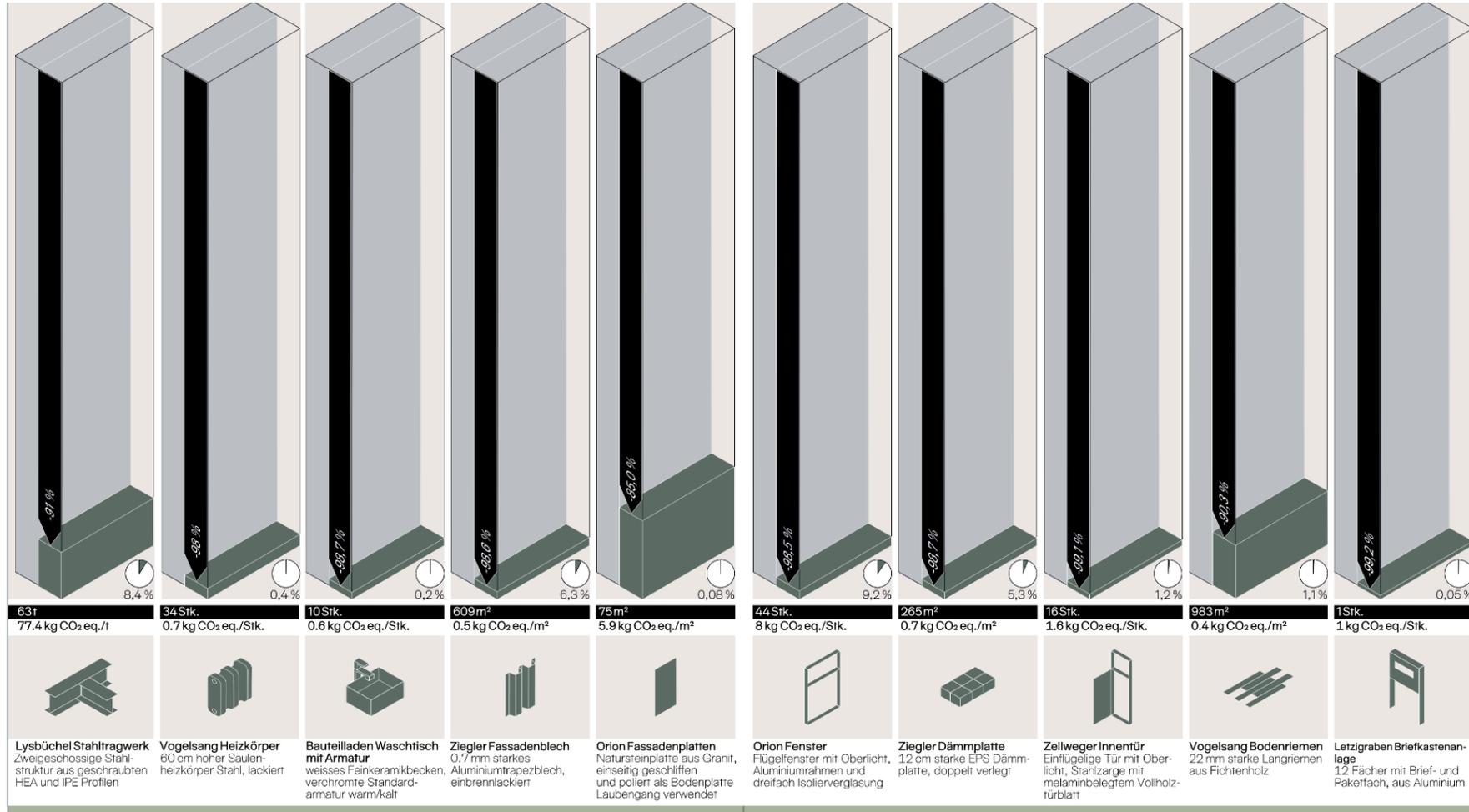


# Wiederverwendung / ReUse



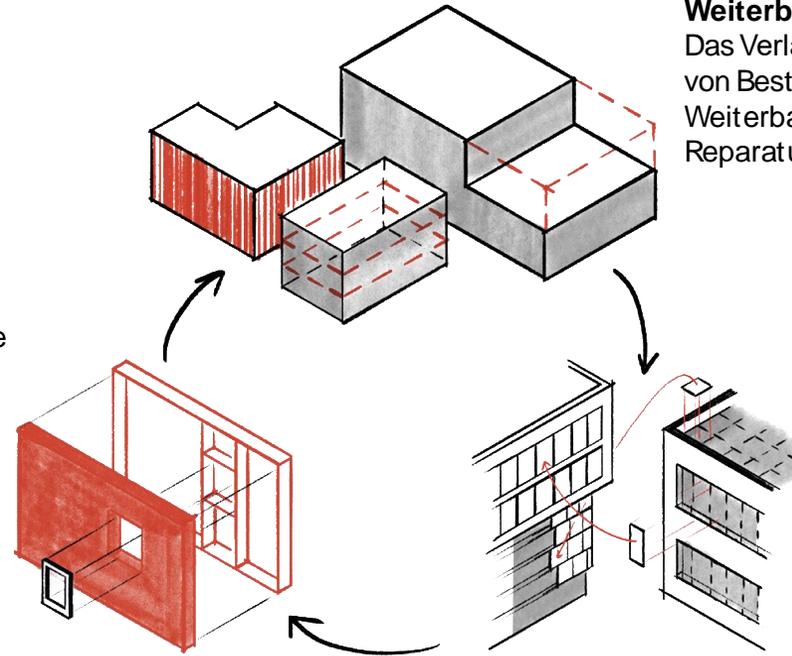
# Wiederverwendung / ReUse

## Reduktion Treibhausgase Beispiel K118



# Bauen im Kreislauf

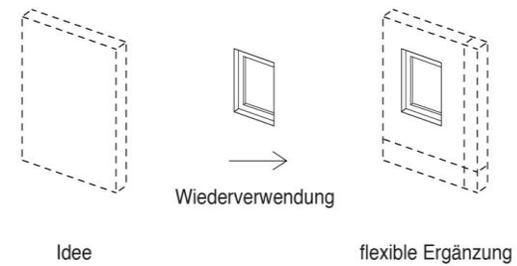
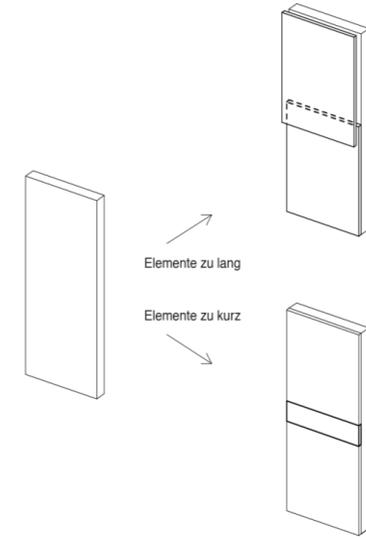
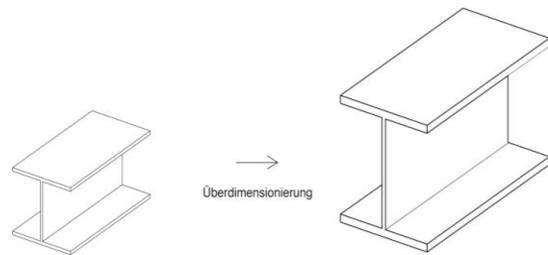
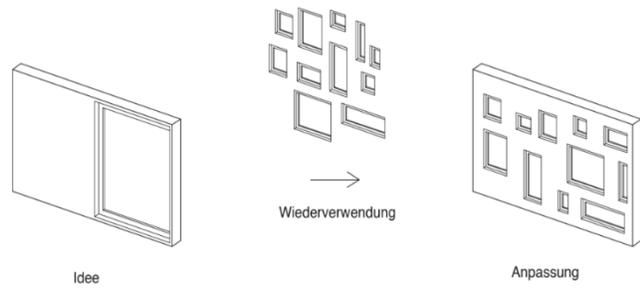
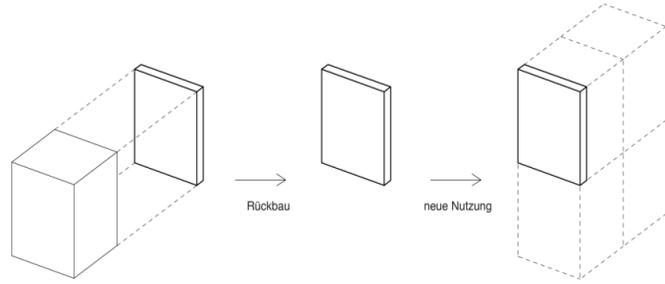
**Ergänzen und Verbinden neuer Bauteile (Design for Re-Use):**  
Was wir mit gezielter Materialwahl neu hinzufügen, wird künftig wiederverwendet. Gebäude von heute sind Materialdepots von morgen.



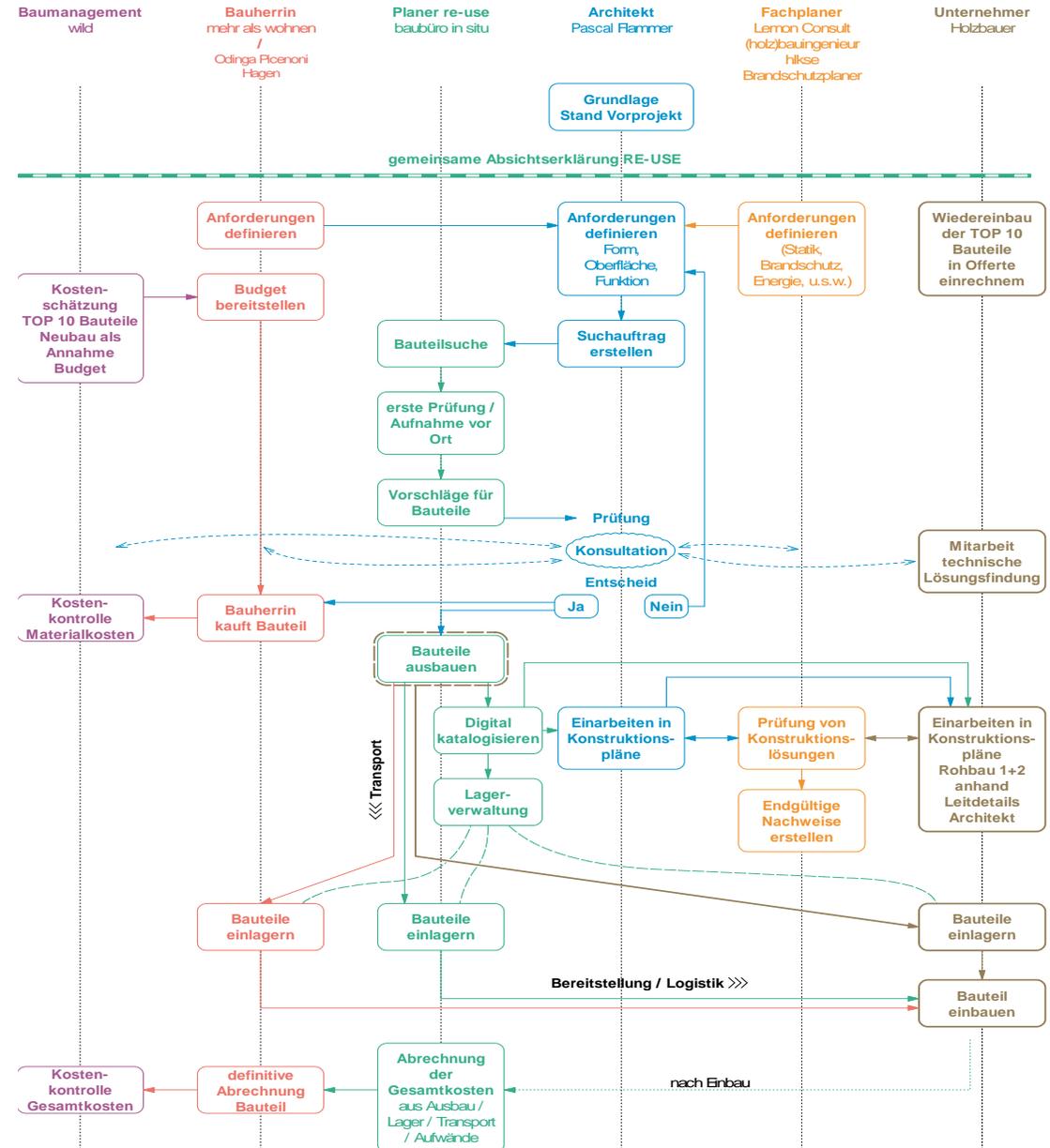
**Weiterbauen im Bestand:**  
Das Verlängern der Lebensdauer von Bestehendem durch gezieltes Weiterbauen, durch Adaption und Reparatur, hat erste Priorität.

**Entwerfen mit Vorhandenem (Design mit Re-Use):**  
Bauteile, die bereits im Kreislauf sind, werden wieder eingesetzt in ihrem ursprünglichen Zweck oder in neuer Funktion.

# ReUse Spielregeln



# ReUse Prozesse

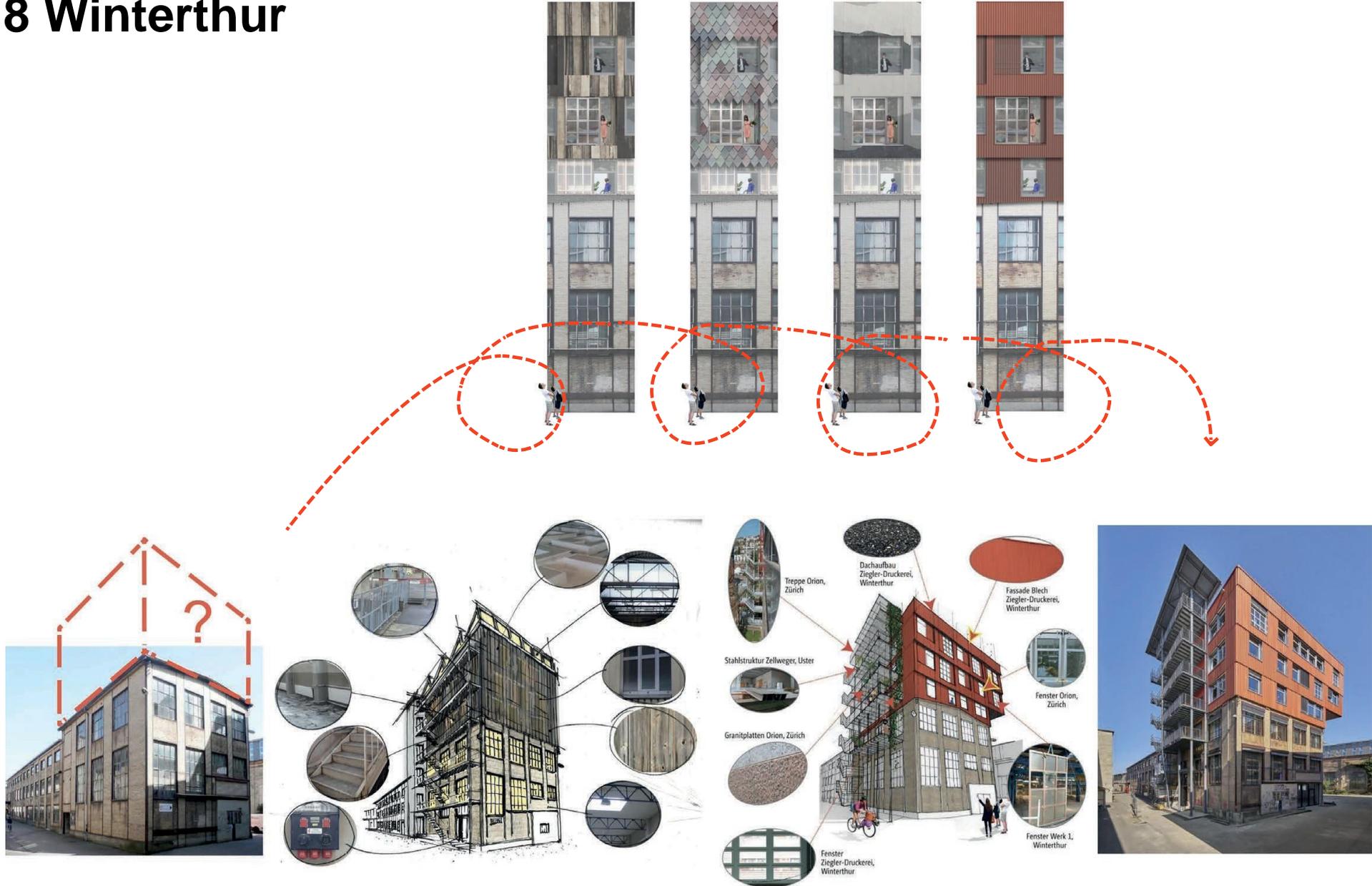


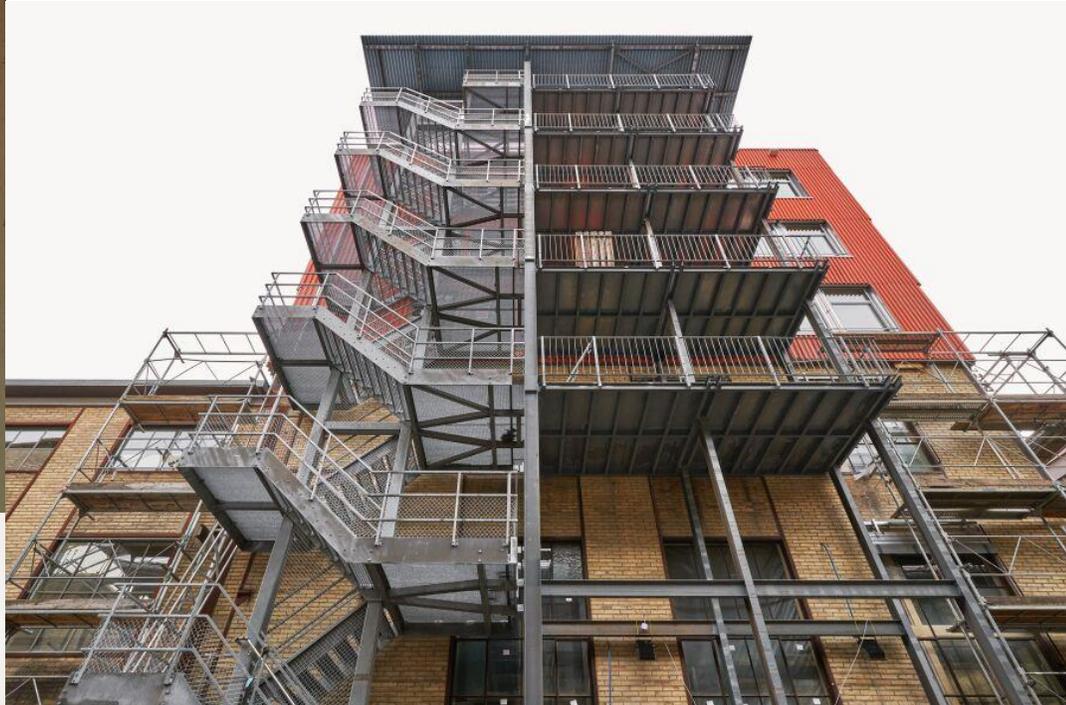


Müller, Basil Rudolf

K118 Winter

# K118 Winterthur





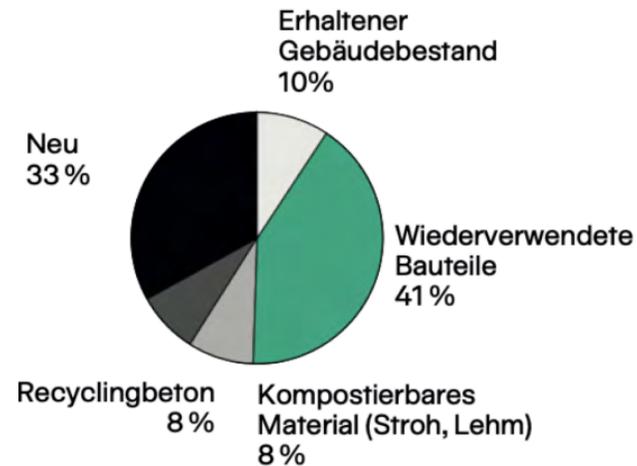
Müller, Basili Rudolf

K118 Winterthu

# K118 Winterthur

## Materialvolumen

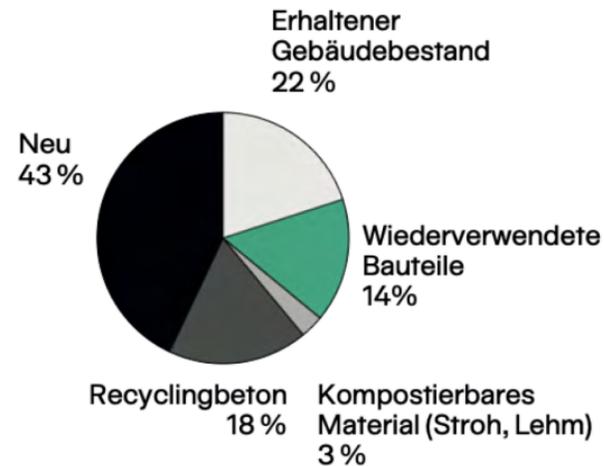
Das totale Volumen von 1200 m<sup>3</sup> des K.118 verteilt sich auf:



Eingespartes  
Primärmaterial:  
645 m<sup>3</sup>

## Materialgewicht

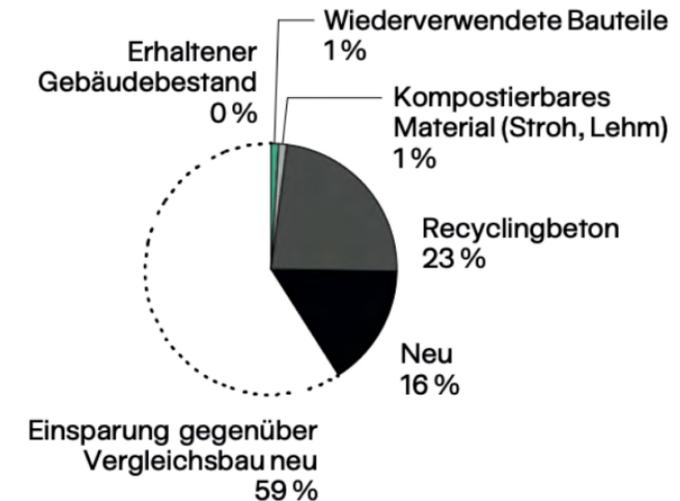
Das totale Gewicht von 1165 t des K.118 verteilt sich auf:



Eingespartes  
Primärmaterial:  
500 t

## Treibhausgase

im Vergleich zu einem gleichartigen Neubau mit einer Emission von total 843 t CO<sub>2</sub> eq **3** stammen beim K.118 die Treibhausgase von:



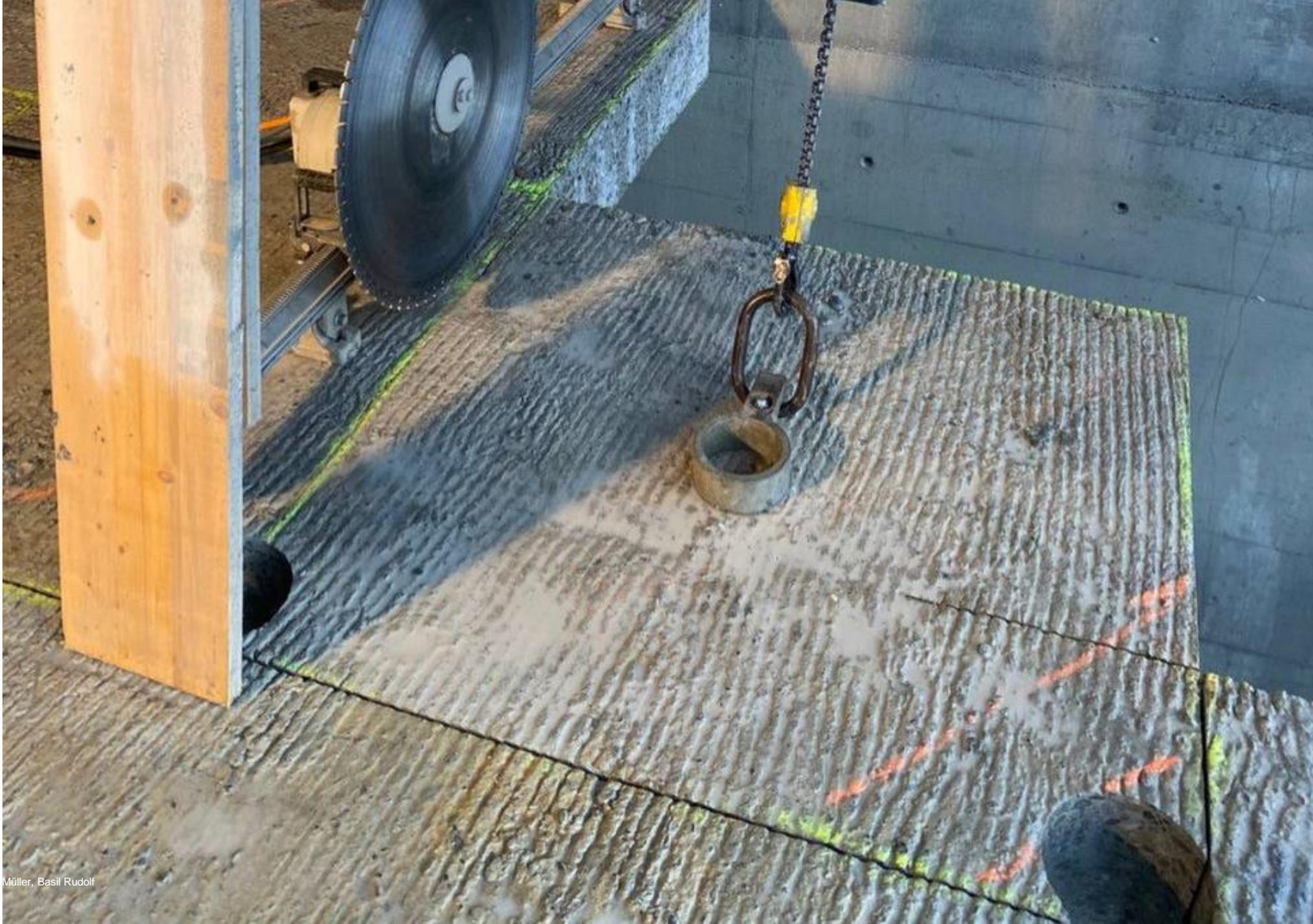
Eingesparte  
Treibhausgasemissionen:  
494 t

# Holz

















Areal Walkeweg Nord Basel –  
Wohnüberbauung Baufelder C+D  
mit Bauteil-Wiederverwendung («Re-Use»)

Anonymer Projektwettbewerb im offenen Verfahren nach  
GATT/WTO für Generalplanerteams

Wettbewerbsprogramm



Areal Walkeweg Nord Basel, Aufnahme 2020 (Quelle: Geoportal BS / abgerufen im April 2022)



Wohnbauprogramm 1000+

Mehrfamilienhaus mit Kindergarten  
«Pilotprojekt Schliengerweg Netto Null 2040»  
Schliengerweg 31, Basel

Anonymer Projektwettbewerb im offenen Verfahren nach  
GATT/WTO für Generalplanerteams

Wettbewerbsprogramm



Klybeckquartier mit Horburgpark







0

### Struktur

### Flächen

### Elemente

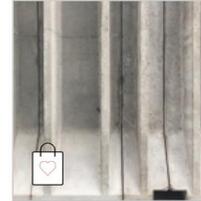
Alle Bauteile



Rippenplatte  
Stahlbeton /  
L=5.79m,B=1.495m



Rippenplatte  
Stahlbeton /  
L=5.99m,B=1.495m



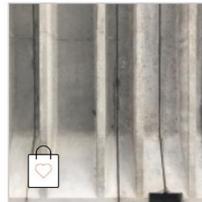
Rippenplatte  
Stahlbeton /  
L=6.54m,B=1.495m



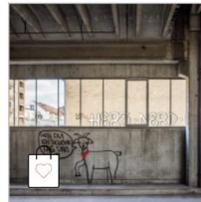
Rippenplatte  
Stahlbeton /  
L=6.84m,B=1.495m



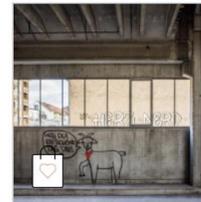
Rippenplatte  
Stahlbeton /  
L=8.97m,B=1.495m



Rippenplatte  
Stahlbeton /  
L=10.39m,B=1.495m



Unterzug  
Stahlbeton / I-  
Träger 10.62m



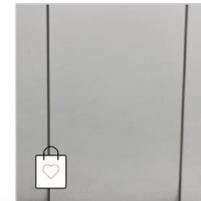
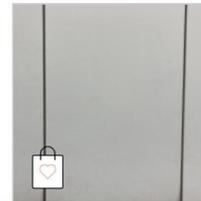
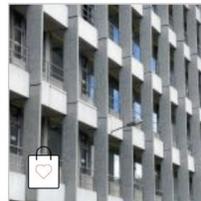
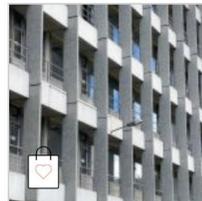
Unterzug  
Stahlbeton / I-  
Träger 9.20m



Unterzug  
Stahlbeton / I-  
Träger 7.07m



Stütze Stahlbeton



Bei der Untersuchung der Träger konnte deren effektive Tragfähigkeit für Biegung und Schub nachgewiesen werden. Die Karbonatisierungstiefe von 2 cm hat die Bewehrung erreicht. Falls Wasser Zutritt, werden die Eisen rosten Abplatzungen des Betons zur Folge haben. Dies ist bei der Umnutzung zu Wohnraum in den Nasszellen speziell zu beachten. Die hohe Luftfeuchtigkeit in solchen Räumen könnte Rost auslösen. Diesem Umstand kann entweder mit entsprechender Lüftung oder einer zusätzlichen Schutzschicht (Hydrophobierung) begegnet werden.

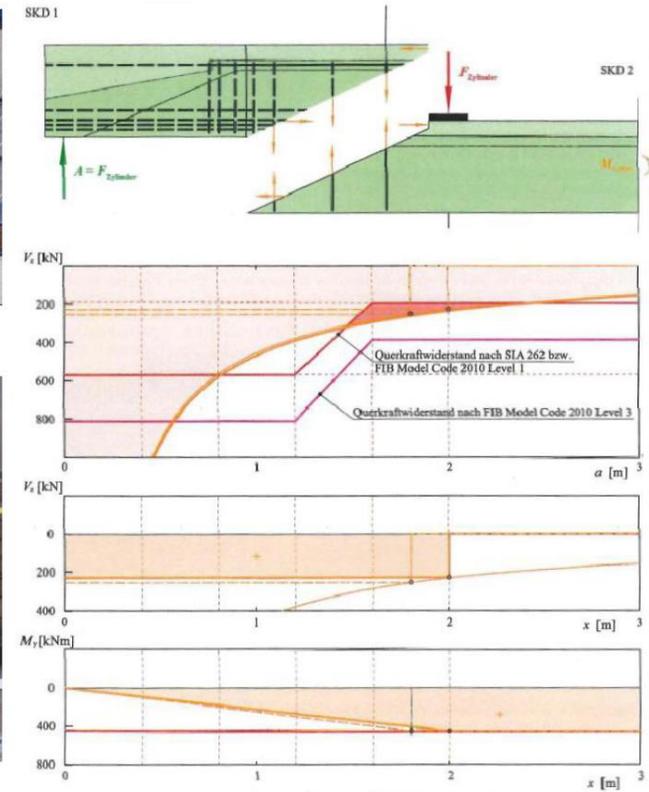


**PRÜFRAHMEN**  
Versuchsbericht FHNW 2022,  
Prof. Dr. Simon Zweidler, Beat Häfeli

Das durch die Versuche ermittelte Tragverhalten der Prüfkörper kommt praktisch vollständig im prognostizierenden Bereich zu liegen. Das Tragverhalten ist damit durch die experimentellen Versuche vollständig verifiziert und bestätigt.

**KARBONATISIERUNG**  
Versuchsbericht FHNW 2022,  
Prof. Dr. Simon Zweidler, Beat Häfeli

Die Untersuchung zeigt eine sehr homogene Abbild der Karbonatisierungstiefe von ungefähr 2cm, sowie einem Chloriddepot im Überbeton. Der Wiederverwendung der Rippenplatte ist daher nur für eine trockene Exposition vorzusehen.



**QUERKRAFTWIDERSTAND**  
Versuchsbericht FHNW 2022, Prof. Dr. Simon Zweidler, Beat Häfeli



## Parking Lysbüchel – Basel

### Resource assessment of structural elements

#### Factsheet LYS01 – Ribbed Plate Stahlton

Version 1.2 – July 2022

Authors: Julie Devènes, Maléna Bastien-Masse, Corentin Fivet

The parking Lysbüchel is a building located at Elsässerstrasse in Basel, erected in 1970. It consists of four floors including a parking, storage spaces and mezzanines with offices. Floors 1 to 3, which are the largest area of the building, were designed as parking. Immobilien Basel-Stadt is planning its deconstruction.

The building is composed of prefabricated prestressed concrete elements. The ribbed slabs are placed on transversal beams which are supported by columns. A thickness of 8 cm of cast-in-place concrete is placed on the top surface of the prefabricated slabs, creating a continuous slab system. The slabs and transversal beams were manufactured by Stahlton AG.

#### Existing reports used for the elaboration of the factsheet:

- A. CSD Ingénierie AG, Volta Nord - Rückbau Baufeld 4 – Konzept Kreislaufwirtschaft, Basel, 03.06.2022
- B. Zweidler, Simon & Häfeli, Beat. Versuchsbericht: vorgespannte Rippenplatten – ReUse Parkhaus Lysbüchel, Basel, Fachhochschule Nordwestschweiz, Muttenz, 05.05.2022.

#### Factsheet list for this building:

- Factsheet LYS01 – Ribbed plate Stahlton
- Factsheet LYS02 – Supporting Beam Stahlton
- Factsheet LYS03 – Column

Type LYS01

Category: Slab elements

### Ribbed Plate Stahlton

Location

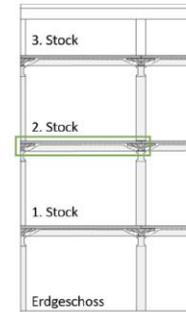


Figure from CSD Ingénierie, reference A

Photo from: Zirkular AG

Ribbed plate Stahlton



Photos from: Zirkular AG

Parking Lysbüchel – Resource assessment of structural elements

July 2022

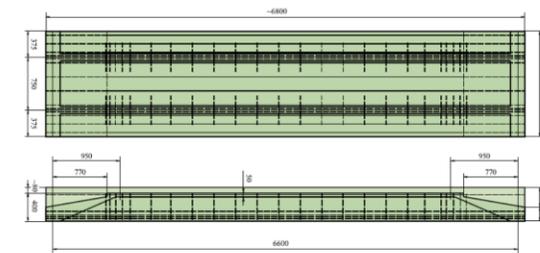
Type LYS01

Category: Slab elements

### Ribbed Plate Stahlton

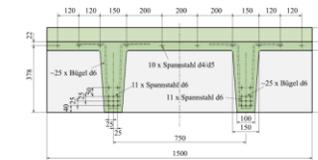
Subtype n° 4, dimensions

1:500

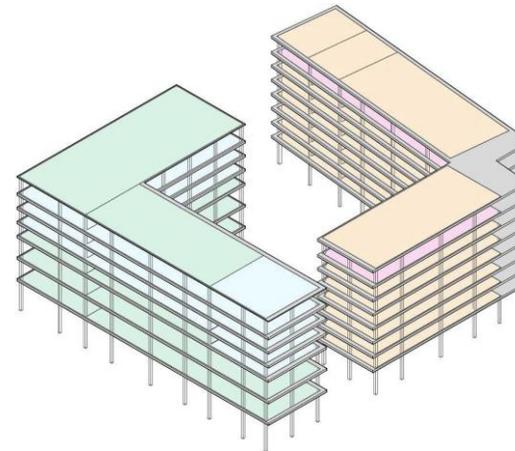
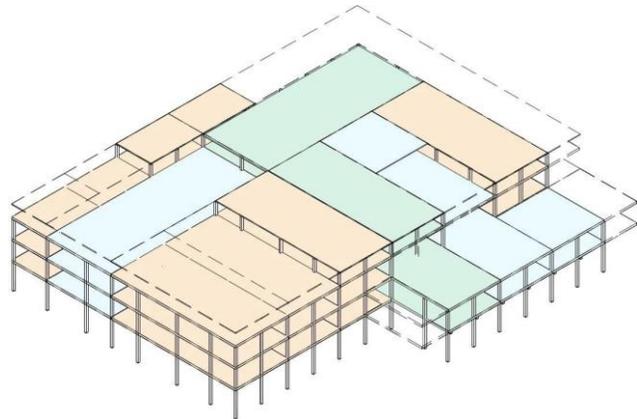
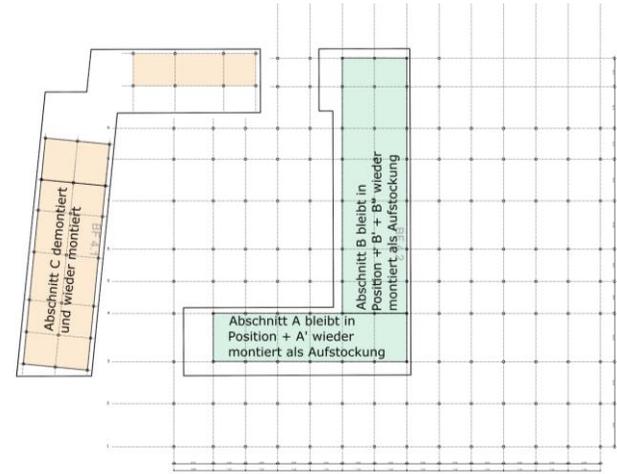


Subtype n°4, cross-section dimensions

1:20



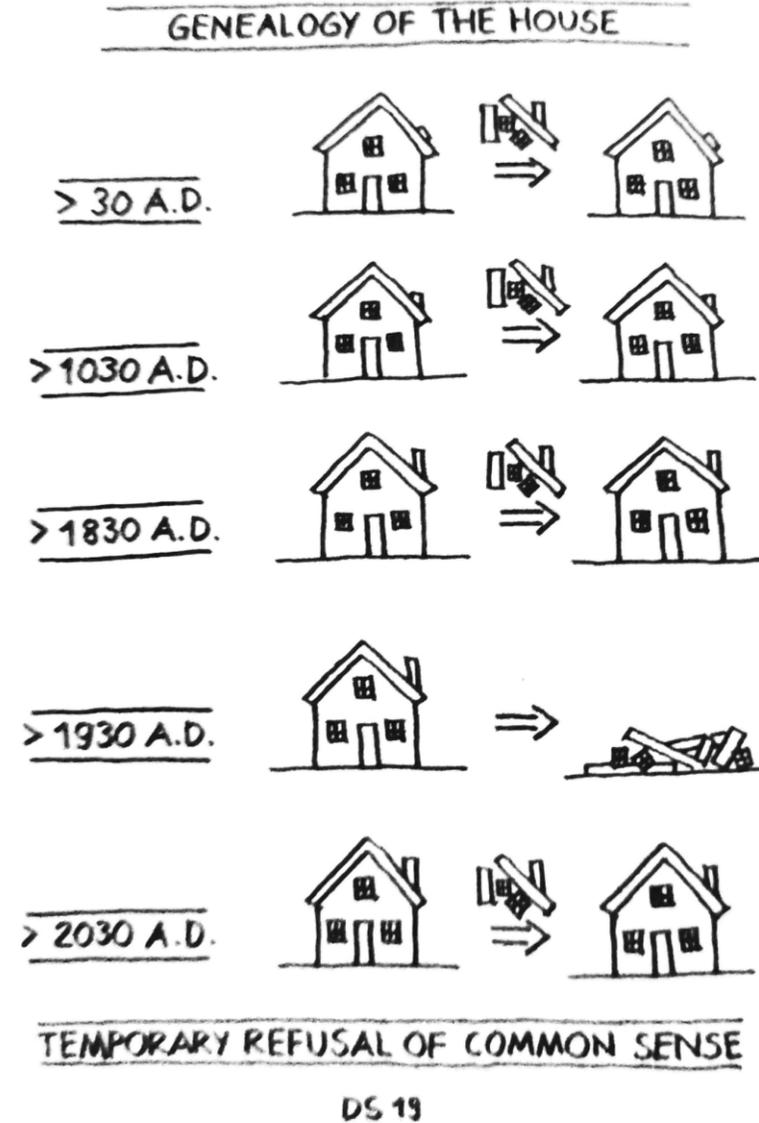
Figures from Fachhochschule Nordwestschweiz, reference B.



# Was ist ReUse? Warum ReUse?

Bauphysik-Apéro FHNW

Kerstin Müller, Basil Rudolf



Kurzlebige Einwegbauwerke als temporäre Erscheinung des 20. Jahrhunderts.  
Thesenskizze als Uminterpretation von Leon Krier's Skizze "Genealogy of the House  
- Temporary <refusal of the Archetype", 1988. Upcycling, University of Liechtenstein.

# ReUse

## Bauphysikalische Fragestellungen

Prof. Roger Blaser Zürcher

28. März 2023



# Anwendung

ReUse kann bei unterschiedlichen Bauelementen und -teilen sowie Komponenten erfolgen. Diese können sowohl Bestandteile der Innen- als auch Aussenbauteile sein.

Mehrheitlich weisen diese aufgrund der Lage und Funktion auch bauphysikalische Anforderungen auf, welche oft als unüberwindbare Hürden betrachtet werden. Dies liegt sicherlich an den grundsätzlichen Anforderungen, welche umschreiben, dass bei Neubauten, Umbauten und Umnutzungen die heutigen Anforderungen an Wärme-, Feuchte-, Schall-, Brandschutz und dgl. eingehalten werden müssen.

# Anwendung

Die Definition von Umbauten und Umnutzungen kann differenziert formuliert werden.

Nach Norm SIA 180:2014, Art. 0.1.3

Massgebliche Umbauten sind z.B. Ersatz der Fenster, Fassadenerneuerungen (Wärmedämmung, neuer Putz, neue Bekleidung), Dacherneuerung.

Nach Norm SIA 181:2020, Art. 1.1.1.3

Umbauten liegen dann vor, wenn die Eingriffstiefe eine Verbesserung des Schallschutzes ermöglicht, wenn weiche Bodenaufbauten durch Hartbeläge ersetzt oder wenn Nutzungseinheiten neu erstellt oder verändert werden.

Die Anforderungen gelten für die vom Umbau betroffenen Bauteile.

# Anwendung

Der Hinweis von Abweichungen im Normenwerk SIA wird oft vernachlässigt.

Nach Norm SIA 180:2014 und 181:2020, Art. 0.3.1

Abweichungen von der vorliegenden Norm sind zulässig, wenn sie durch Theorie oder Versuche ausreichend begründet werden oder wenn neue Entwicklungen und Erkenntnisse dies rechtfertigen.

Nach Norm SIA 181:2020, Art. 0.3.2

Falls in einem Bauvorhaben einzelne Bestimmungen dieser Norm nicht eingehalten werden können, sind die Abweichungen im Rahmen der Verhältnismässigkeit festzulegen.

Nach Norm SIA 181:2020, Art. 0.3.3

Die Abweichungen sind in den Bauwerksakten mit nachvollziehbarer Begründung zu dokumentieren.

# Inhalt

Allgemeines (bereits erfolgt)

Anforderungen an Bauteile/Gebäudehülle an die Bauphysik aus gesetzlichen und/oder normativen Randbedingungen in Bezug:

- > Behaglichkeit
- > Thermische Energie
- > Lärmschutz
- > Brandschutz

Anforderungen an Bauteile/Gebäudehülle aus allgemeinen Überlegungen

- > Sicherheit

# Behaglichkeit

Nach SIA 4001:2022 ist Behaglichkeit in etwa gleichzusetzen mit Komfort und Wohlbefinden.

- > Thermische Bedingungen (winterlicher und sommerlicher Wärmeschutz, Luftdichte, ...)
- > Raumluftqualität (Luftdichte, Baustoffe, ...)
- > Akustische Einflüsse (Luftdichte, ...)
- > Optische Einflüsse
- > weitere Einflüsse

Bauphysik-Apéro FHNW 2014, 2017, 2018, 2019

- > [www.fhnw.ch/de/weiterbildung/architektur-bau-geomatik/fachveranstaltungen/archiv](http://www.fhnw.ch/de/weiterbildung/architektur-bau-geomatik/fachveranstaltungen/archiv)

# Behaglichkeit

Kategorie	Operative Temperatur		Zugluft		Lufttemperaturdifferenz Kopf – Fussgelenk		Fussbodentemperatur		Asymmetrie der Strahlungstemperatur					
	PPD	PMV <sup>4</sup>	DR	Maximale Luftgeschwindigkeit <sup>a)</sup>		PD	Temperaturdifferenz <sup>b)</sup>	PD	Temperaturbereich	PD	Warme Decke	Kühle Wand	Kühle Decke	Warme Wand
	%		%	Winter m/s	Sommer m/s <sup>c)</sup>	%	K	%	°C	%	K	K	K	K
I	< 6	-0,2 bis +0,2	10	0,10	0,12	3	2	10	19 bis 29	5	< 5	< 10	< 14	< 23
II	< 10	-0,5 bis +0,5	20	0,16	0,19	5	3	10	19 bis 29	5	< 5	< 10	< 14	< 23
III	< 15	-0,7 bis +0,7	30	0,21	0,24	10	4	15	17 bis 31	10	< 7	< 13	< 18	< 35

a) Ausgehend von einem Aktivitätsgrad von 1,2 met, einem Turbulenzgrad von 40% sowie einer Lufttemperatur, die gleich der operativen Temperatur von etwa 20°C im Winter und 23°C im Sommer ist.

b) Unterschied zwischen 1,1 m und 0,1 m über dem Boden.

c) Bei Lufttemperaturen über 25°C sind höhere maximale Luftgeschwindigkeiten zulässig und häufig sogar bevorzugt (Zugluft wird zur angenehmen Brise), allerdings ausschliesslich unter der Voraussetzung, dass die Gebäudenutzer die Luftgeschwindigkeit direkt regeln können.

Nach SN EN 16798-1 wird zwischen konditionierten und natürlich belüfteten Räumen differenziert.

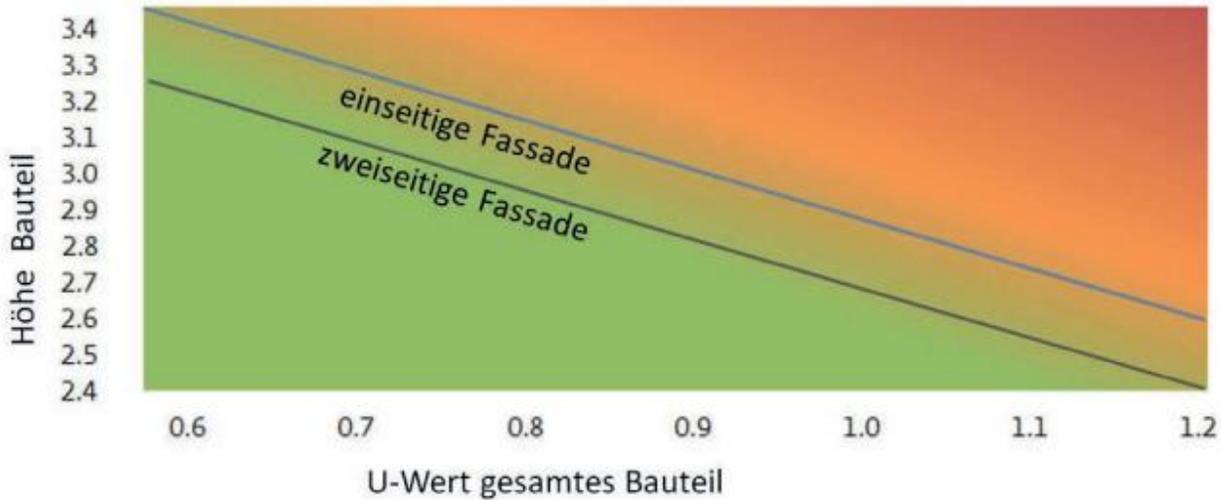
Für beide Systeme definiert die Norm drei mögliche Anforderungskategorien.

Ohne Vereinbarung geht die Norm SIA 180:2014 von der Kategorie 2 aus.

Nach ArGV3, Kap. 2, Art. 16 ist für Büroräume (Beispiel) die Raumkategorie 2 erstrebenswert.

Die Anforderungen nach den Kategorien sind im Aufenthaltsbereich einzuhalten.

# Behaglichkeit



In Merkblatt 1, Forum Energie Zürich, Fachgruppe Bauphysik wird der Einfluss des Kaltfallwindes auf die thermische Behaglichkeit in Abhängigkeit des U-Wertes und der Bauteilhöhe abgehandelt.

↑ zweiseitig, ab 1990  
↑ einseitig, ab 1975

# Thermische Energie

Nach Norm SIA 380/1:2016 werden die Anforderungen an die Gebäudehülle alternativ als Grenz- und Zielwerte für den Heizwärmebedarf (Systemanforderungen) oder für die Wärmedurchgangskoeffizienten der Einzelbauteile (Einzelanforderungen) definiert. Dies entspricht ebenfalls der MuKE n und den meisten KEnG.

Hierbei sind jedoch die Mindestanforderungen an den Winterlichen Wärmeschutz nach Norm SIA 180:2014 zu berücksichtigen, damit die Anforderungen an die Behaglichkeit und die Bauschadensfreiheit gewährleistet werden können.

- > Winterlicher Wärmeschutz
- > Luftdichte
- > Sommerlicher Wärmeschutz

# Thermische Energie – Winterlicher Wärmeschutz

Bauteil	Bauteil gegen Aussenklima oder im Erdreich bis 2 m	unbeheizte Räume	mehr als 2 m im Erdreich <sup>1)</sup>
Dach	0,4 <sup>2)</sup>	0,5	0,6
Wand	0,4 <sup>3)</sup>	0,6	0,6
Fenster, Fenstertüren, Türen, Tore	2,4 <sup>3)</sup>	2,4	–
Rollladenkasten	2,0	2,0	–
Boden	0,3 <sup>4)</sup>	0,6	0,6

- 1) Höhere Werte sind zulässig, wenn mittels Berechnung der Wärmeströme und Oberflächentemperaturen nach SN EN ISO 10211 belegt wird, dass die Behaglichkeit gesichert ist und keine Gefahr von Oberflächenkondensation und Schimmelbildung besteht.
- 2) Unter Vorbehalt von 5.2.2.1
- 3) Unter Vorbehalt von 4.1.3
- 4) 0,4 bei Boden auf Erdreich

## Maximal zulässige U-Werte nach Norm SIA 180:2014

Bezeichnung	Verglasung	$U_g$ -Wert	$g$ -Wert	$U_f$ -Wert			
		[W/m <sup>2</sup> K]	[%]	= 1,4 [W/m <sup>2</sup> K]	= 1,9 [W/m <sup>2</sup> K]	= 2,5 [W/m <sup>2</sup> K]	= 3,3 [W/m <sup>2</sup> K]
Winterfenster Altbauten	Doppelverglasung mit Luft- zwischenraum > 7 cm	2,7	75	2,5	2,6	2,6	3,5
DV bis 1980	Doppelverglasung	2,7	75	2,5	2,6	2,6	3,5
2-IV bis 1990	Isolierverglasung mit einem Scheibenzwischenraum > 12 mm						
	a) Luftfüllung	2,9	75	2,7	2,8	3,0	3,5
	b) Gasfüllung (Argon)	2,7	75	2,6	2,7	2,8	3,0
3-IV bis 1990	3-fach-Isolierverglasung mit zwei Scheibenzwischenräumen > 9 mm						
	a) Luftfüllung	2,0	70	2,0	2,1	2,3	2,5
	b) Gasfüllung (Argon)	1,9	70	1,9	2,0	2,2	2,4
2-IV-IR ab 1990	Wärmeschutzglas mit einem Scheibenzwischenraum > 10 mm und einer selektiven Schicht mit Gasfüllung (Argon)	1,8	62	1,9	2,0	2,2	2,4
		1,6	62	1,7	1,8	2,0	2,2
		1,4	62	1,6	1,7	1,9	2,1
		1,3	62	1,5	1,6	1,8	2,0
3-IV-IR ab 1990	Wärmeschutzglas mit zwei Scheibenzwischenräumen > 9 mm und einer selektiven Schicht mit Gasfüllung (Argon)	1,5	60	1,7	1,8	1,9	2,1
		1,4	60	1,6	1,7	1,8	2,0
		1,2	60	1,4	1,6	1,7	1,9
		1,1	60	1,3	1,5	1,6	1,8
3-IV-IR-IR ab 1990	Wärmeschutzglas mit zwei Scheibenzwischenräumen > 9 mm und zwei selektiven Schichten mit Gasfüllung (Argon)	1,2	45	1,5	1,6	1,7	1,9
		1,1	45	1,4	1,5	1,6	1,8
		0,9	45	1,2	1,4	1,5	1,7
		0,8	45	1,1	1,3	1,4	1,6

$U_W$ -Wert nach  
Merkblatt Fenster 2021, EnDK

# Thermische Energie - Luftdichte

Die Anforderungen an die Luftdichtheit betreffen nach Norm SIA 180:2014 nicht nur die thermische Gebäudehülle, sondern situationsbedingt auch Trennbauteile innerhalb eines Gebäudes. Dies entspricht ebenfalls der MuKE und den meisten KEnG.

Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass nicht nur energetische Aspekte das Mass der erforderlichen Luftdichte beeinflussen, sondern ebenfalls die thermische Behaglichkeit (Zugluft, Schall, ...) und besonders die Bauschadensfreiheit.

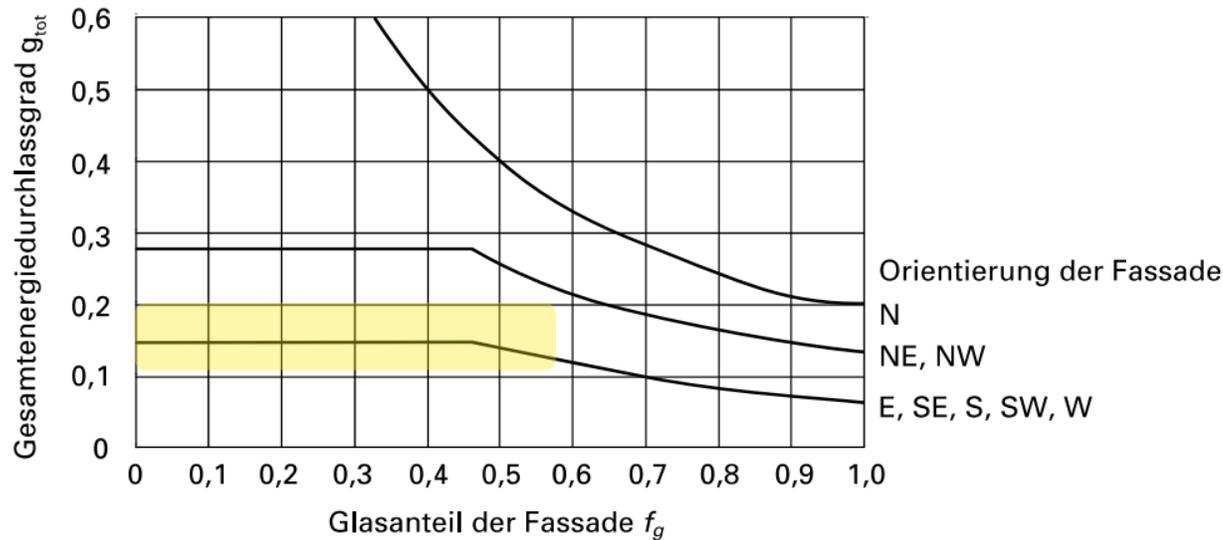
# Thermische Energie – Sommerlicher Wärmeschutz

Nach Norm SIA 180:2014 ist ein Gebäude so zu planen und zu realisieren, dass bei Nutzungen mit mässigen internen spezifischen Wärmeeinträgen die Behaglichkeitsanforderungen bei bestimmungsgemässer Bedienung der beweglichen Sonnenschutzeinrichtungen und bei bedarfsgerechter natürlicher Lüftung ohne aktive Kühlung eingehalten werden können.

Bauphysik-Apéro FHNW 2014

> [www.fhnw.ch/de/weiterbildung/architektur-bau-geomatik/fachveranstaltungen/archiv](http://www.fhnw.ch/de/weiterbildung/architektur-bau-geomatik/fachveranstaltungen/archiv)

# Thermische Energie – Sommerlicher Wärmeschutz



Für die Nachweiserbringung stehen grundsätzlich drei Verfahren zur Verfügung.

Exemplarisch nach dem Verfahren 2 und Art. 5.2.4.1 dürfen die gezeigten Werte für die Verglasung mit dem beweglichen, heruntergelassenen Sonnenschutz nicht überschritten werden.

Berechnung nach SN EN ISO 52022-1:2017

$$g_{tot} = \tau_{e,B} \cdot g + \alpha_{e,B} \frac{G_{ext}}{G_2} + \tau_{e,B}(1 - g) \frac{G_{ext}}{G_1}$$

# Schallschutz

Die LSV, Kap. 1 regelt u.a. den Schallschutz gegen Aussen- und Innenlärm an Gebäuden mit lärmempfindlichen Räumen. Die Norm SIA 181:2020 bildet hierbei einen Bestandteil der LSV,

Nach Norm SIA 181:2020 gelten drei Anforderungsstufen (Mindestanforderungen, erhöhte oder spezielle Anforderungen).

- > Bauteilnachweis nach Norm SIA 181:2020
- > Luftdichtigkeitsnachweis und Lüftungskonzept nach Norm SIA 180:2014

Bauphysik-Apéro FHNW 2017

- > [www.fhnw.ch/de/weiterbildung/architektur-bau-geomatik/fachveranstaltungen/archiv](http://www.fhnw.ch/de/weiterbildung/architektur-bau-geomatik/fachveranstaltungen/archiv)

# Brandschutz

Die gesetzlichen Grundlagen für die Planung und Ausführung des Brandschutzes in Gebäuden stellen die Brandschutzvorschriften der VKF dar. Diese bestehend aus der VKF-Brandschutznorm und der VKF-Brandschutzrichtlinien.

Die Klassifikation von Baustoffen erfolgt nach SN EN 13501-6:2014. Die Einteilung erfolgt hierbei nach dem Brandverhalten, besonders nach der Dauer des Feuerwiderstandes.

Bei nicht klassifizierten Baustoffen entscheidet die Brandschutzbehörde des jeweiligen Kantons respektive die kantonalen Feuer- oder Gebäudeversicherungen.

Bauphysik-Apéro FHNW 2015

> [www.fhnw.ch/de/weiterbildung/architektur-bau-geomatik/fachveranstaltungen/archiv](http://www.fhnw.ch/de/weiterbildung/architektur-bau-geomatik/fachveranstaltungen/archiv)

# Sicherheit

Es müssen ebenfalls allgemeine Anforderungen an Bauelementen und -teilen sowie Komponenten des Gebäudes erfüllt werden.

- > Einbruchschutz
- > Durchfallschutz (Fenstertüren)
- > ...

# Fazit

ReUse kann als Chance in der Bauphysik betrachtet werden. Es bedarf jedoch

- > ein Systemverständnis
- > hohe bauphysikalische Kompetenzen
- > Motivation und Überzeugungsarbeit

# 3D Bauphysik Huth GmbH gegründet 2010

## Baubiologisch nachhaltige Bauphysik

UNSERE GEBaute UMWELT GESUND UND NACHHALTIG GESTALTEN

# BAUPHYSIK APÉRO REUSE

## ANWENDUNGEN UND ERFAHRUNGEN MIT REUSE

ZU WELCHEN ZEITPUNKT IST BAUPHYSIK SINNVOLL ?

WORIN LIEGEN DIE UNTERSCHIEDE ?

AUFGABEN DER BAUPHYSIK BEI REUSE OBJEKTEN

OHNE KREATIVITÄT UND ERFAHRUNG GEHT ES NICHT

EXKURS GRAUE ENERGIE

# DER ZEITPUNKT FÜR DIE BAUPHYSIK

BABARA BUSER SAGTE BEI EINER FRÜHEN BESPRECHUNG,  
DASS REUSE BAUEN EBEN AUCH BEDEUTET, DASS DIE  
ARCHITEKTUR UND DAS DESIGN DEM MATERIAL FOLGT.

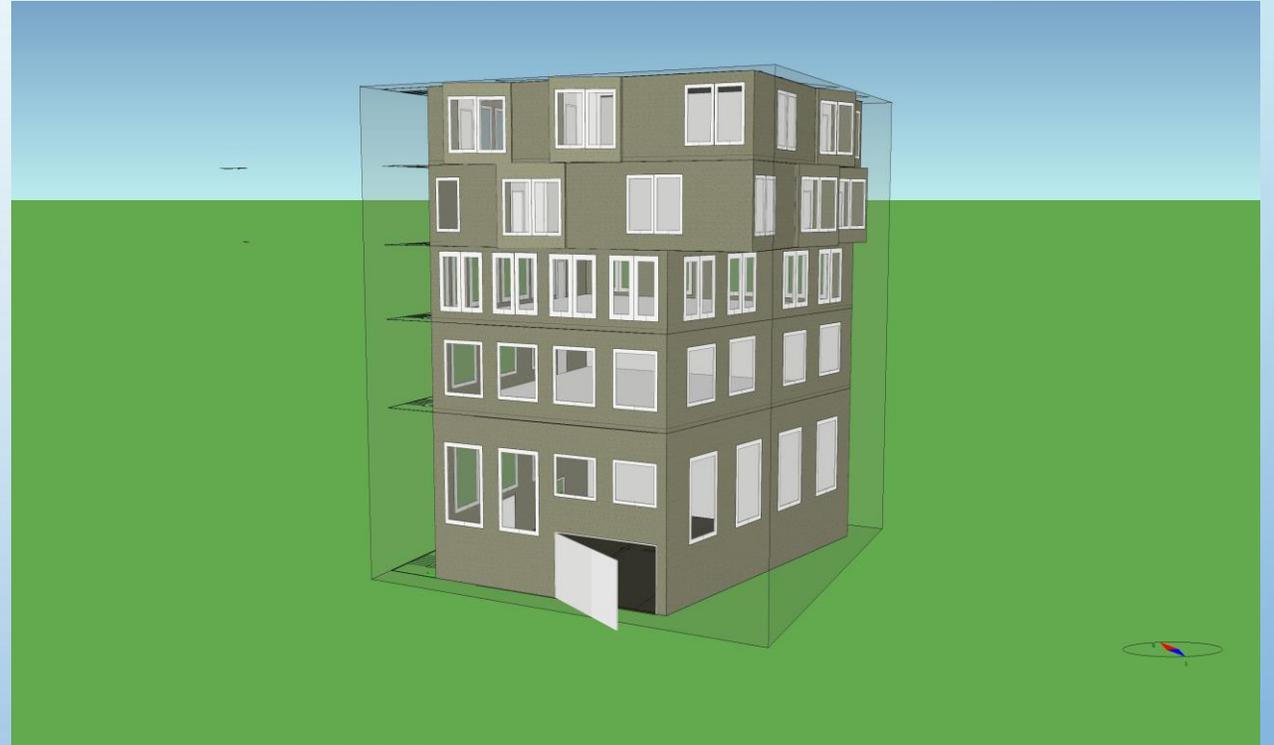
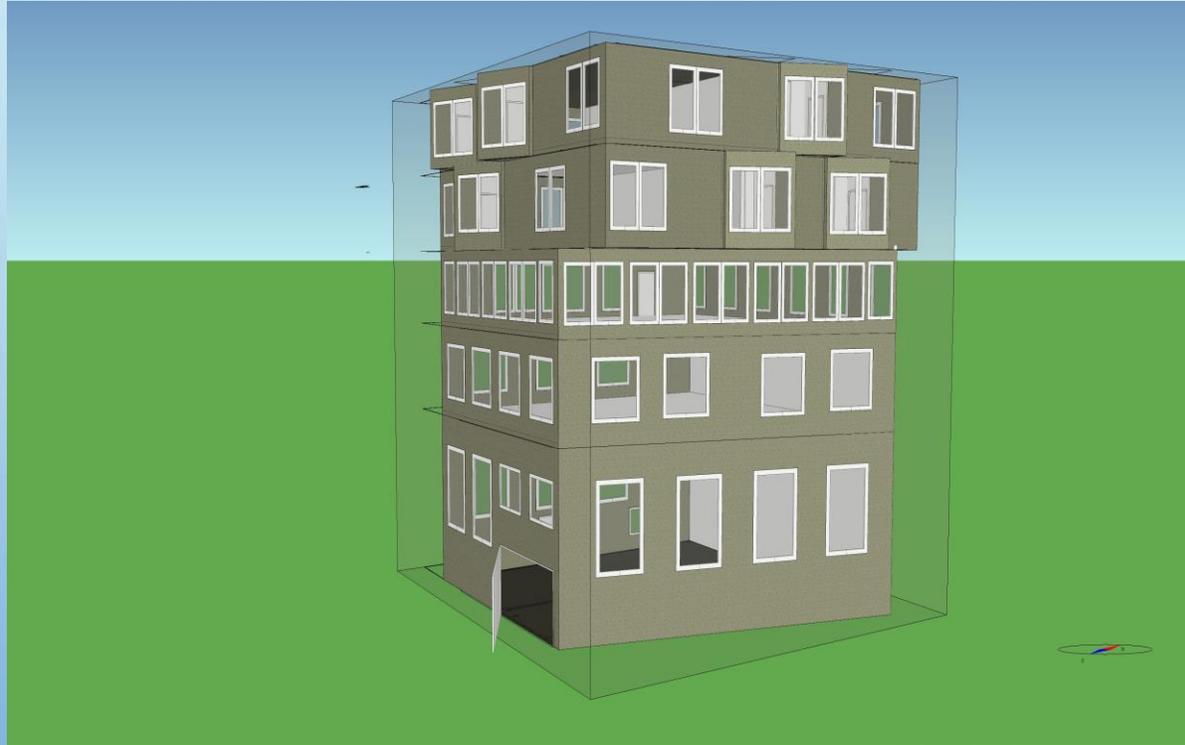
SOMIT GIBT EBEN AUCH DAS MATERIAL DIE  
LÖSUNGSAUFGABE FÜR DIE BAUPHYSIK VOR.

# K118 KOPFBAU LAGERPLATZ SULZERAREAL BAUPHYSIK

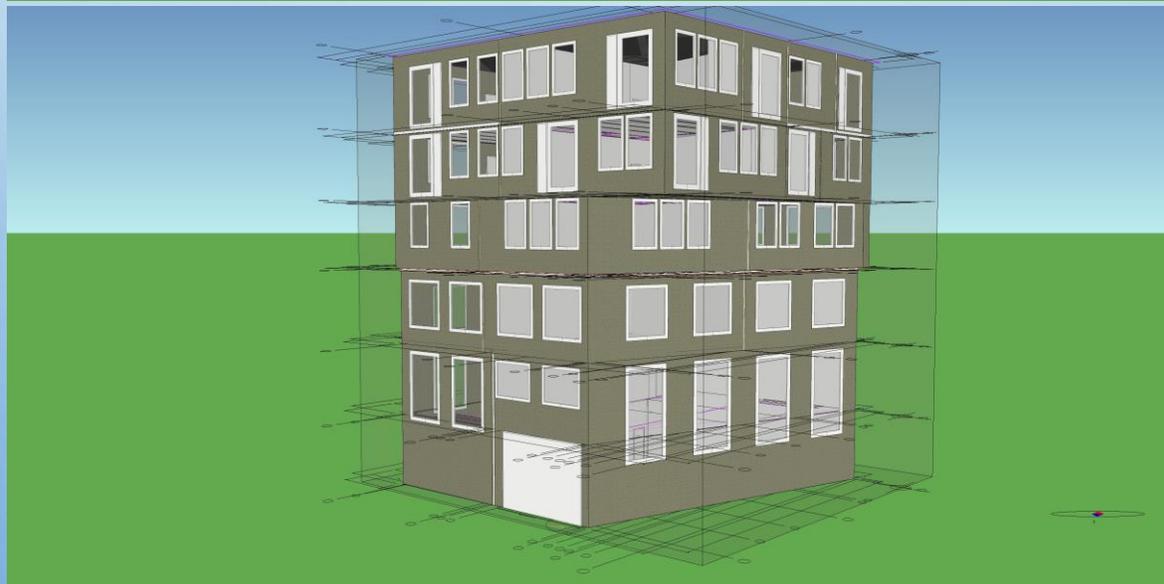
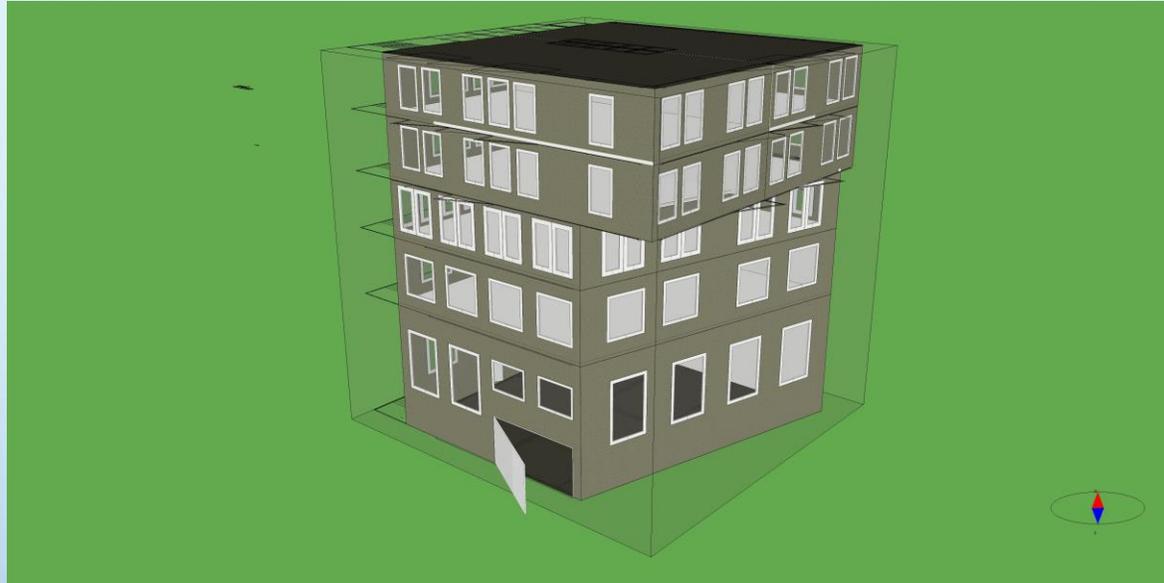


DA DIESES GEBÄUDE DEN HÖCHSTEN ANTEIL VON WIEDERVERWENDETEN BAUSTOFFEN AUFZEIGT UND DIE PLANUNG VON BEGINN AN DARAUF AUSGERICHTET WAR, KANN ES AUCH ALS MUSTERBEISPIEL, WAS DIE BAUPHYSIK FÜR SOLCHE PROJEKTE LEISTET, ANGESEHEN WERDEN.

# DER ZEITPUNKT FÜR DIE BAUPHYSIK



# DER ZEITPUNKT FÜR DIE BAUPHYSIK



# DER ZEITPUNKT FÜR DIE BAUPHYSIK

	Endenergiebedarf		Bedarf	Energiekosten		CO <sub>2</sub>		Primärenergie	
	kWh	kWh/m <sup>2</sup>		CHF	CHF/m <sup>2</sup>	kg	kg/m <sup>2</sup>	kWh	kWh/m <sup>2</sup>
Beleuchtung	13362	10.3	4.58	1162	0.9	2068	1.6	39685	30.6
Betriebseinrichtungen	18918	14.6	4.98	1907	1.5	2929	2.3	56186	43.4
Lüftung	21246	16.4	3.31	2022	1.6	3289	2.5	63101	48.7
Kühlung, Entfeuchtung	0	0.0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Hilfsenergie	0	0.0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Gesamt, Strom-zentral	53526	41.3		5091	3.9	8286	6.4	158972	122.7
Wärme für Raumheizung	97457	75.2	38.49	6333	4.9	3508	2.7	118898	91.7
Gesamt, Treibstoff-zentral*	97457	75.2		6333	4.9	3508	2.7	118898	91.7
Gesamt	150983	116.5		11424	8.8	11794	9.1	277870	214.4

\*Heizwert

	Endenergiebedarf		Bedarf	Energiekosten		CO <sub>2</sub>		Primärenergie	
	kWh	kWh/m <sup>2</sup>		CHF	CHF/m <sup>2</sup>	kg	kg/m <sup>2</sup>	kWh	kWh/m <sup>2</sup>
Beleuchtung	14530	11.2	4.58	1288	0.9	2249	1.7	43154	33.3
Betriebseinrichtungen	18918	14.6	4.98	1907	1.5	2929	2.3	56186	43.4
Lüftung	21197	16.4	3.31	2017	1.6	3281	2.5	62955	48.6
Kühlung, Entfeuchtung	0	0.0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Hilfsenergie	0	0.0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Gesamt, Strom-zentral	54645	42.2		5212	4.0	8459	6.5	162295	125.2
Wärme für Raumheizung	80717	62.3	38.16	5247	4.0	2906	2.2	98475	76.0
Gesamt, Treibstoff-zentral*	80717	62.3		5247	4.0	2906	2.2	98475	76.0
Gesamt	135362	104.4		10459	8.1	11365	8.8	260770	201.2

\*Heizwert

	Endenergiebedarf		Bedarf	Energiekosten		CO <sub>2</sub>		Primärenergie	
	kWh	kWh/m <sup>2</sup>		CHF	CHF/m <sup>2</sup>	kg	kg/m <sup>2</sup>	kWh	kWh/m <sup>2</sup>
Beleuchtung	13945	10.8	4.58	1225	0.9	2159	1.7	41415	31.9
Betriebseinrichtungen	18918	14.6	4.98	1906	1.5	2929	2.3	56186	43.4
Lüftung	21162	16.3	3.3	2013	1.6	3276	2.5	62851	48.5
Kühlung, Entfeuchtung	0	0.0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Hilfsenergie	0	0.0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Gesamt, Strom-zentral	54025	41.7		5144	4.0	8364	6.5	160452	123.8
Wärme für Raumheizung	88248	68.1	38.49	5736	4.4	3177	2.5	107663	83.1
Gesamt, Treibstoff-zentral*	88248	68.1		5736	4.4	3177	2.5	107663	83.1
Gesamt	142273	109.8		10880	8.4	11541	8.9	268115	206.9

\*Heizwert

	Endenergiebedarf		Bedarf	Energiekosten		CO <sub>2</sub>		Primärenergie	
	kWh	kWh/m <sup>2</sup>		CHF	CHF/m <sup>2</sup>	kg	kg/m <sup>2</sup>	kWh	kWh/m <sup>2</sup>
Beleuchtung	13865	10.7	4.58	1217	0.9	2146	1.7	41178	31.8
Betriebseinrichtungen	18920	14.6	4.98	1906	1.5	2929	2.3	56192	43.4
Lüftung	21171	16.3	3.3	2014	1.6	3277	2.5	62878	48.5
Kühlung, Entfeuchtung	0	0.0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Hilfsenergie	0	0.0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Gesamt, Strom-zentral	53956	41.6		5137	4.0	8352	6.4	160248	123.6
Wärme für Raumheizung	86047	66.4	38.49	5593	4.3	3098	2.4	104977	81.0
Gesamt, Treibstoff-zentral*	86047	66.4		5593	4.3	3098	2.4	104977	81.0
Gesamt	140003	108.0		10730	8.3	11450	8.8	265225	204.6

\*Heizwert

	Endenergiebedarf		Bedarf	Energiekosten		CO <sub>2</sub>		Primärenergie	
	kWh	kWh/m <sup>2</sup>		CHF	CHF/m <sup>2</sup>	kg	kg/m <sup>2</sup>	kWh	kWh/m <sup>2</sup>
Beleuchtung	13412	10.4	4.43	1168	0.9	2076	1.6	39833	31.0
Betriebseinrichtungen	18919	14.7	4.98	1907	1.5	2929	2.3	56189	43.7
Lüftung	21052	16.4	3.29	2003	1.6	3259	2.5	62524	48.7
Kühlung, Entfeuchtung	0	0.0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Hilfsenergie	0	0.0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Gesamt, Strom-zentral	53383	41.6		5078	4.0	8264	6.4	158546	123.4
Wärme für Raumheizung	93141	72.5	38.49	6054	4.7	3353	2.6	113632	88.5
Gesamt, Treibstoff-zentral*	93141	72.5		6054	4.7	3353	2.6	113632	88.5
Gesamt	146524	114.1		11132	8.7	11617	9.0	272178	211.9

\*Heizwert

# FAZIT

NACHDEM DIE GRUNDSTRUKTUR DURCH BAUINGENIEUR UND ARCHITEKTUR STANDEN, HABEN WIR DIE SIMULATION ALS GEEIGNETES MITTEL ANGESEHEN, UM RICHTUNGSENTSCHEIDE ALS ENTWURFSHILFE BEIZUSTEUERN.

JEDES DER GEPRÜFTEN MODELLE HAT NEBEN DEN ENERGIEKENNWERTEN WICHTIGE ERGEBNISSE FÜR DIE BAUTEILSUCHE UND DIE ANFORDERUNGEN AN DIESE BAUTEILE ERGEBEN.

# WORIN LIEGEN DIE UNTERSCHIEDE

DIE KENNWERTE SIND VORHANDEN, DOCH DAS MATERIAL IST UNBEKANNT !

WIR SUCHEN ALSO NICHT AUS, WELCHE DÄMMUNG WIR FÜR EIN OPTIMALES ERGEBNIS BENÖTIGEN, NEIN, WIR MÜSSEN SEHEN, WAS ZUR VERFÜGUNG STEHT ODER WAS GERADE GEFUNDEN WIRD.

WIR MÜSSEN FLEXIBEL SEIN. DENN NEUE BAUTEILFUNDE STELLEN ENTWURFSENTSCHEIDE IMMER WIEDER IN FRAGE.

WENN EIN BAUTEIL DIE KENNWERTE NICHT GANZ ERFÜLLT, SO MÜSSEN WIR PRÜFEN, OB WIR BAUSCHADENFREI BLEIBEN UND OB WIR AN ANDERER STELLE KOMPENSIEREN KÖNNEN.

OHNE DIE VORANGEGANGENE KENNWERTBILDUNG UND EIN GEFÜHL FÜR DAS ERGEBNIS GEHT ES NICHT.

DIE KUNST DES REAGIERENS, KOMBINIERENS UND ZUSAMMENFÜGENS ERFORDERT FLEXIBLE KONSTRUKTIONSPRINZIPIEN UND SINN FÜRS SAMPLING.

# WORIN LIEGEN DIE UNTERSCHIEDE

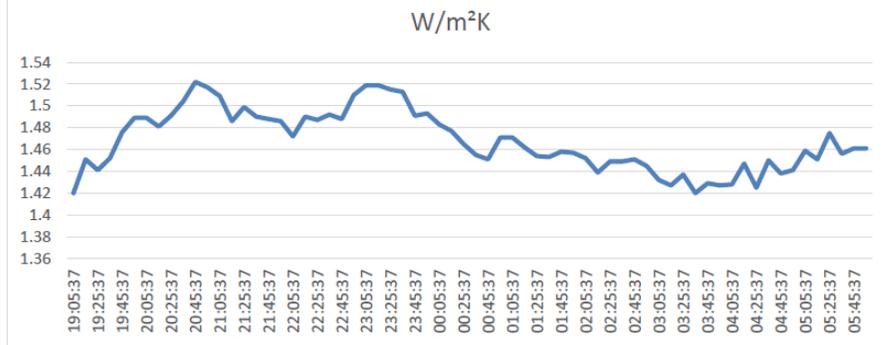
## DIE KOMMUNIKATION MIT BEHÖRDEN

ANHAND DER SIMULATIONEN KANN BEREITS SEHR FRÜH DEN BEHÖRDEN AUFGEZEIGT WERDEN, DASS DAS GEPLANTE GEBÄUDE DIE GESETZTEN ANFORDERUNGEN ERFÜLLEN KANN. DASS DIE BAUPHYSIK FEST INS PLANUNGSTEAM EINGEBUNDEN IST, SORGT FÜR VERTRAUEN.

LEIDER IST DIE AKZEPTANZ FÜR DIE SIMULATIONSERGEBNISSE NOCH NICHT VORHANDEN, SO DASS ZU EINEM SPÄTEREN ZEITPUNKT (BEI ReUse NACH ALLEN ENERGIERELEVANTEN ARBEITEN) EIN SEPARATER SIA 380 NACHWEIS ERBRACHT WERDEN MUSS.

# GEFUNDENE BAUTEILE INTEGRIEREN

Nacht 3 Gerät TESTO AG



U-Wert Mittelwert: 1.4679697 W/m<sup>2</sup> K



## Messergebnisse:

### Loggerdaten:

Seriennr.: 319564  
Messgerät Typ: U-Wert Messsystem  
Sensitivität: 16.2  $\mu\text{V}/(\text{W}/\text{m}^2)$

### Mittelwerte:

Wärmefluss (HF): -32.4  $\text{W}/\text{m}^2$   
Innentemperatur (T1): 16.6 °C  
Aussentemperatur (T2): -5.2 °C  
Messdauer (t): 72.17 Std.

### U-Wert Analyse basierend auf Mittelwertmethode (Kapitel 7.1, ISO 9869-1:2014):

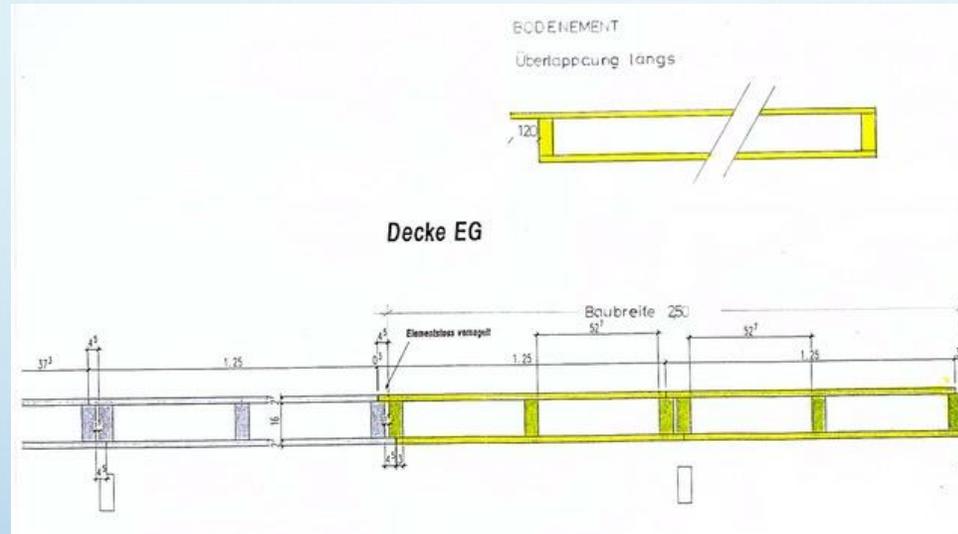
Analyse Start:	2018-02-27 10:45:46	U-Wert ohne letzte 24h (U24):	1.52 $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$
Analyse Ende:	2018-03-02 10:45:46	U-Wert erste 2/3 von Ta (U2/3s):	1.52 $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$
Analysierte Zeitdauer (Ta):	72 Std.	U-Wert letzte 2/3 von Ta (U2/3e):	1.46 $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$
U-Wert:	1.48 $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	dU24:	-2.8 %
		dU2/3:	4.3 %
		dR24:	3.8 %
		dR2/3:	-5.7 %

BEISPIEL DER ORION FENSTER, ALUMINIUM THERMISCH  
GETRENNT UND 3 FACH VERGLASUNG.

U-WERT-MESSUNG MIT ZWEI UNABHÄNGIGEN MESSGERÄTEN.

# GEFUNDENE BAUTEILE SCHNELL BEWERTEN

PASCAL HENTSCHEL,  
PROJEKTLER IN SITU,  
RUFT AN UND FRAGT,  
OB WIR DIESE  
ELEMENTE FÜRS DACH  
VERWENDEN KÖNNEN.  
WIR MÜSSEN SCHNELL  
REAGIEREN, SONST  
WERDEN DIESE  
ENDGÜLTIG  
ENTSORGT.





# GEFUNDENE BAUTEILE SCHNELL BEWERTEN

ERFAHRUNG UND UNSERE EIGENE DATENSAMMLUNG

«PASCAL RUFT AN UND BERICHTET ER HABE EINE  
GEFÄLLSDÄMMUNG BEIM ZIEGLERAREAL GEFUNDEN»



# DATENBANK

Sika Sarnafil AG, Industriestrasse, 6060 Sarnen  
 Telefon 041 666 99 66, Telefax 041 666 98 17  
 info@sarnafil.ch  
 www.sika.ch



## Produktdatenblatt

### Sarnatherm norma

Eigenschaften	Einheit	Wert
Rohstoffbasis		Polystyrol expandiert
Farbe		weiss
Abmessungen	Länge x Breite	m 1.00 x 1.00
	Plattendicken ohne Stufenfalz	mm 20
	Plattendicken mit Stufenfalz	mm 40 - 200
Rohdichte ca.	kg/m <sup>3</sup>	27
Wärmeleitfähigkeit λ <sub>D</sub> (Merkblatt SIA 2001)	W/(m·K)	0.034
Diffusionswiderstandszahl μ *		60
Wasserdampfdurchlässigkeit δ <sub>s</sub> *	mg/(m·h·Pa)	0.012
Druckspannung bei 10% Stauchung	kPa	170 (+/-20)
<b>Dauerdruckfestigkeit bei Zeitstandversuch SIA 279/14 Ausgabe 1988</b>	<b>N/mm<sup>2</sup></b>	<b>0.04</b>
Maximale Dauertemperatur	°C	70
Brandkennziffer (VKF)	BKZ	5.1

SIA = Schweiz. Ingenieur- und Architektenverein  
 VKF = Vereinigung kantonaler Feuerversicherungen

\* δ<sub>s</sub> = 0.72 mg/(m·h·Pa)  
 \*\* dickenabhängig

Erstellt am: 10. März 2004 / wg

SOMIT KONNTE  
 SCHNELL  
 ENTSCHIEDEN  
 WERDEN !

Roofing  
 Produktdatenblatt  
 Version CH-04 2014  
 Version no. 03

## S-Therm Roof Polystyrol-Wärmedämmung / ohne HBCD

<b>Produktbeschreibung</b>	S-Therm Roof ist eine Wärmedämmung aus expandiertem Polystyrol und wird mittels pentanentsorgter Produktion ohne HBCD formgeschäumt. Die Platten sind mit einem rundum laufenden Stufenfalz versehen und werden auf eine trittfeste Unterlage verlegt.
<b>Anwendung und Verlegesystem</b>	Wärmedämmung für: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Flach- und Steildächer</li> </ul>
<b>Leistungsmerkmale / Vorteile</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ HBCD-freie Produktion</li> <li>■ Hoher Dämmwert</li> <li>■ Geringes Gewicht</li> <li>■ Einfach verarbeitbar</li> <li>■ recycelbar</li> </ul>
<b>Zulassungen / Normen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ SIA 279 / SIA Merkblatt 2001</li> <li>■ Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen</li> <li>■ Externe Qualitätsnachweise und nationale Zulassungen</li> <li>■ Qualitätsmanagement System gemäß DIN EN ISO 9001</li> </ul>
<b>Aussehen</b>	Farbe: weiss
<b>Lieferform</b>	Dickenabhängige Plattenanzahl in PE-Folie geschrumpft
<b>Lagerbedingungen</b>	Platten sollen vor Nässe geschützt gelagert werden.

### Technische Daten

<b>Länge</b>	1.00 m	SN EN 13163
<b>Breite</b>	1.00 m	SN EN 13163
<b>Einbaumass</b>	1.0 x 1.0 m	
<b>Ebenheit (Planlage)</b>	erfüllt	SN EN 13163
<b>Effektive Dicke</b>	40 – 200 mm	SN EN 13163
<b>Rohdichte</b>	ca. 25 kg/m <sup>3</sup>	SN EN 1602
<b>Verformung unter Druck- und Temperaturbelastung</b>	Stufe DLT (2)5 erfüllt	SN EN 1605 SN EN 13163
<b>Druckspannung bei 10% Stauchung</b>	Stufe CS(10)120 erfüllt > 120 kPa	SN EN 826 SN EN 13163
<b>Dauerdruckfestigkeit</b>	30 kPa (< 2% Stauchung)	SN EN 1605
<b>Wärmeleitfähigkeit λ<sub>D</sub></b>	0.034 W/(m·K)	SIA 279 / Merkblatt SIA 2001
<b>Diffusionswiderstand μ</b>	60	SN EN 13163
<b>Wasserdampfdurchlässigkeit δ<sub>s</sub> *</b>	0.012 mg/(m·h·Pa)	SN EN 13163
<b>Brandkennziffer</b>	BKZ 5.1	Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen
<b>Temperaturbelastung</b>	Max 70°	
<b>Recyclinganteil</b>	3 - 6 %	

Roofing



## Wärmeleitfähigkeiten Sarnatherm und Sarnapur im Zeitablauf (Stand 3. Februar 2011)

### EPS Sarnatherm / S-Therm

Bis Ende 1997 sind die normalen (30 kg/m<sup>3</sup>) und die druckfesten (45 kg/m<sup>3</sup>) Sarnatherm Platten mit einem Lambda von 0.036 W/(m·K) und die damalige "Basic" Platte (20 kg/m<sup>3</sup>) mit 0.038 W/(m·K) deklariert worden. Diese Angaben basierten auf Messungen und einer Eigenüberwachung im Werk (kontrollierte Qualität). Ab 1998 haben wir uns der Fremdüberwachung unterstellt und so die heute noch gültigen Wärmeleitfähigkeiten λ<sub>D</sub> deklariert (Publikation im Merkblatt SIA 2001).

Das Gebäudeprogramm akzeptiert nur Lambdawerte von Wärmedämmmaterialien mit einem offiziellen Zertifikat des SIA.

Dies haben wir erst seit 1998. Somit muss für alle früher verlegten EPS Platten der Wert aus der Spalte „nicht überwacht“ (Tabelle 1 / Neue Norm SIA 279:2010 Seite 18) in der Berechnung eingesetzt werden.

### Folgende Werte gelten für expandiertes Polystyrol:

Bestehende Wärmedämmungen Raumgewicht > 15 kg / m<sup>3</sup>

**Nicht überwacht: Lambda 0.045 W/(m·K)**

Bestehende Wärmedämmungen Raumgewicht < 15 kg / m<sup>3</sup>

**Nicht überwacht: Lambda 0.050 W/(m·K)**

### Offizielle Deklaration mit Zertifikat des SIA

### Deklarierte und fremd überwachte Wärmeleitfähigkeit λ<sub>D</sub> ab 1998:

Sarnatherm / S-Therm Roof und S-Therm Duro λ<sub>D</sub> 0.034 W/(m·K)

Sarnatherm RC 20 / S-Therm Basic λ<sub>D</sub> 0.037 W/(m·K)

**NEU ab 2009: S-Therm Plus λ<sub>D</sub> 0.029 W/(m·K)**

**NEU ab 2011: S-Therm Duro λ<sub>D</sub> 0.032 W/(m·K)**

**NEU ab 2011: S-Therm Basic λ<sub>D</sub> 0.035 W/(m·K)**

Gefälledämmung EPS weiss 100 kPa λ<sub>D</sub> 0.037 W/(m·K)

Gefälledämmung EPS weiss 120 kPa λ<sub>D</sub> 0.035 W/(m·K)

Gefälledämmung EPS grau 100 kPa λ<sub>D</sub> 0.030 W/(m·K)

Gefälledämmung EPS grau 120 kPa λ<sub>D</sub> 0.030 W/(m·K)

## ANDERES PROJEKT - ANDERE AUFGABE



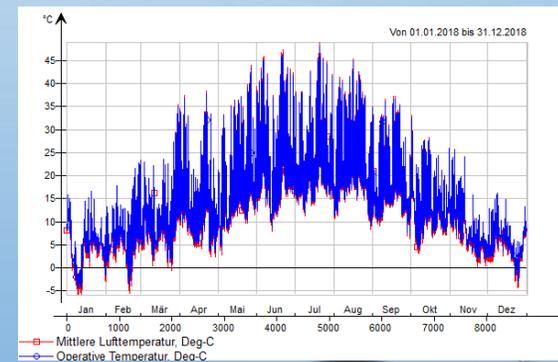
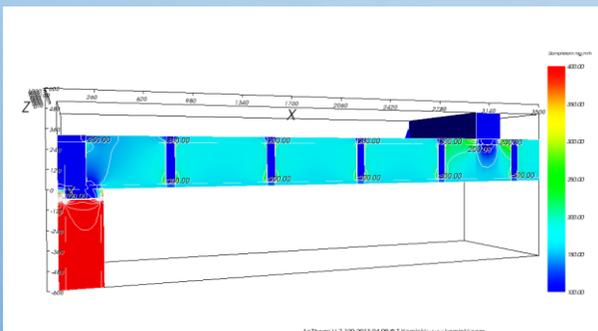
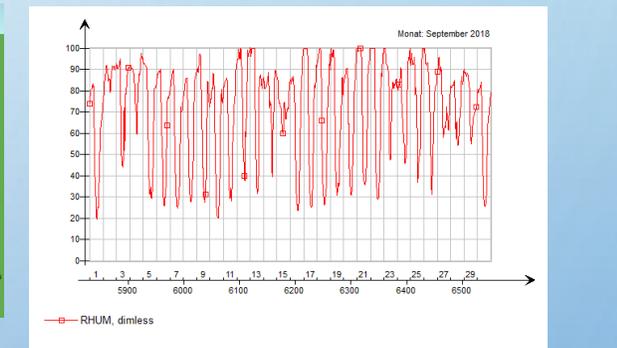
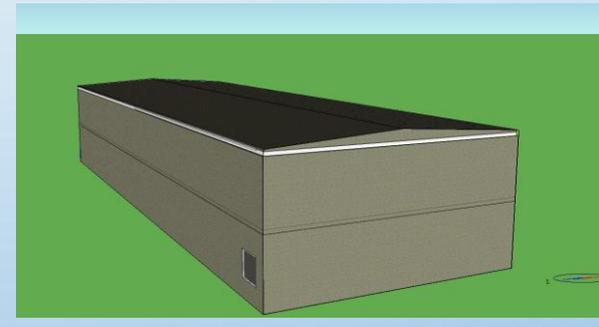
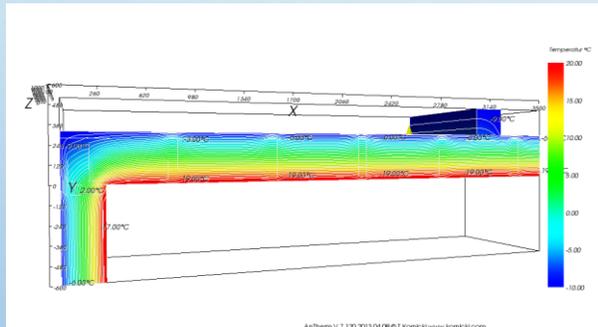
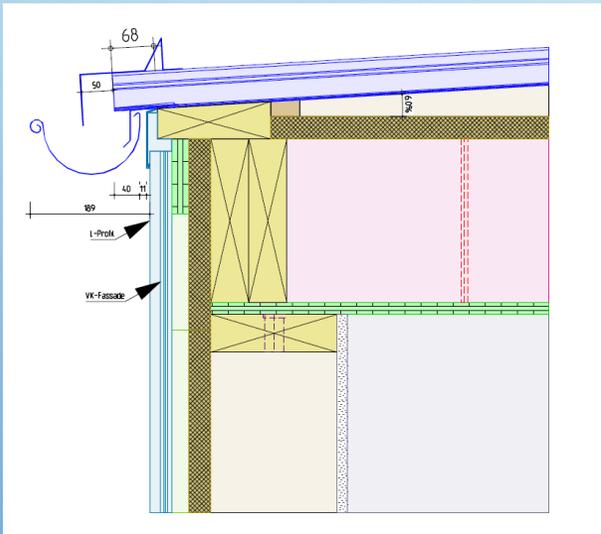
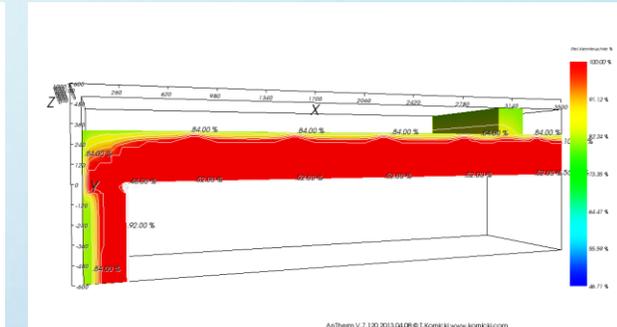
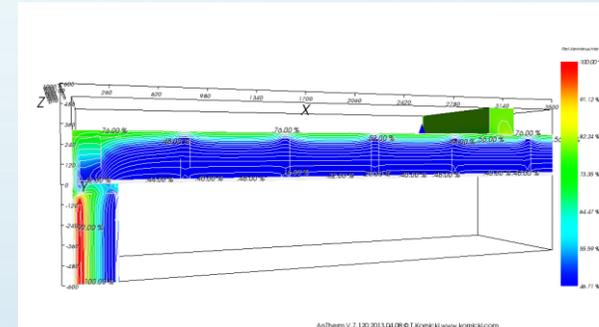
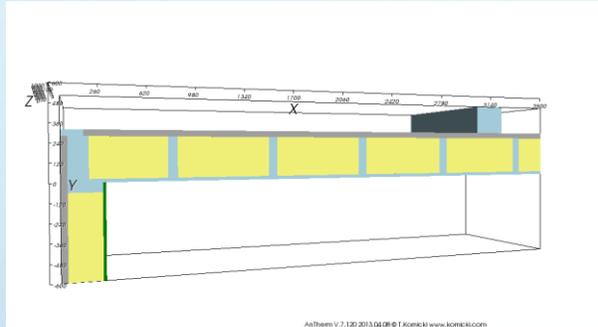
MODUL GEBÄUDE 5 GESCHOSSE DEMONTIERBAR

WIEDERVERWENDETE BAUTEILE: FASSADEN WELLBLECHE  
DACH VON DER HALLE, WELCHE AUF DEM GRUNDSTÜCK  
RÜCKGEBAUT WURDE

3D BAUPHYSIK HAT AUCH HIER DIE ENERGETISCHE  
BAUPHYSIK MIT ALLEN DETAILLÖSUNGEN BEIGESTEUERT

BESONDERE ANFORDERUNGEN WAREN DIE STATISCH  
NOTWENDIGEN STAHELEMENTE IN DER  
MODULSTRUKTUR SOWIE DAS DACHELEMENT MIT  
SOMMERLAST

# ANDERES PROJEKT - ANDERE AUFGABE



## Auswertung:

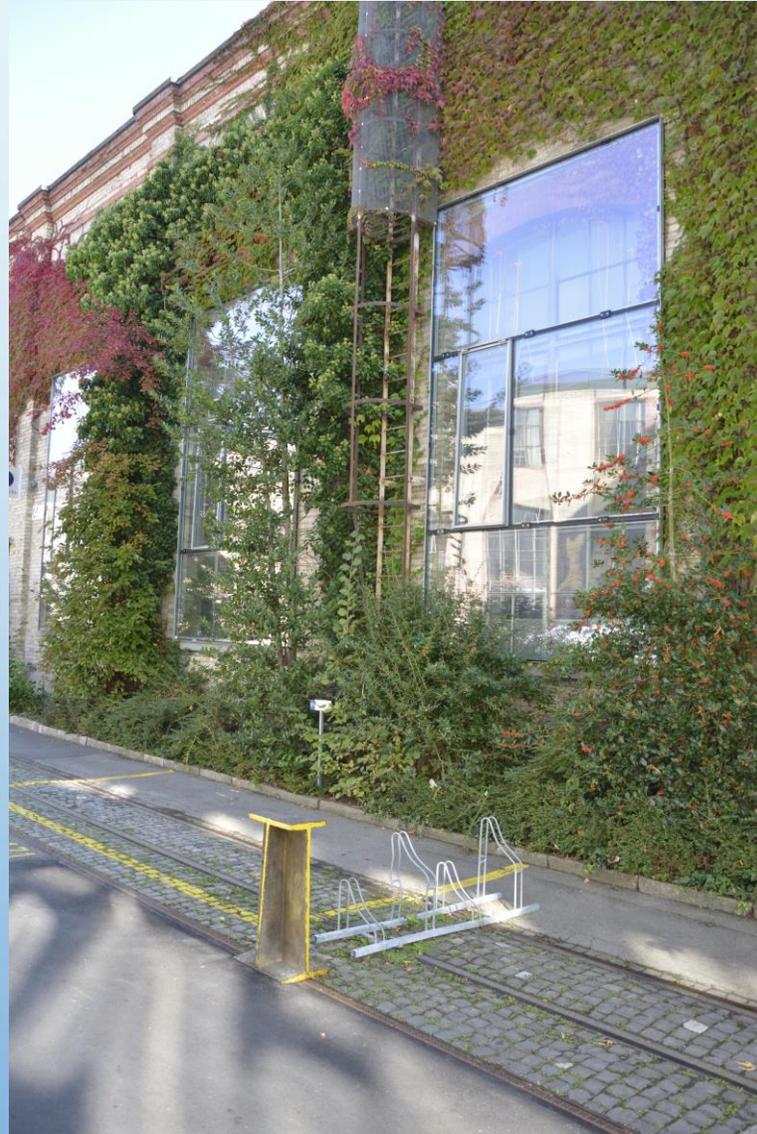
Es kann festgehalten werden, dass bei dieser Konstruktionsart von Gebäuden eine erheblich grössere freie Querschnittsfläche für die Unterlüftung zu berücksichtigen ist. Hier sind die Minimalanforderungen der SIA 271 deutlich nicht ausreichend. Durch eine weitere Durchörfnung der an den Giebelseiten angerachteten Öffnungen mit je 3 Quadratmeter gesamt Fläche kann die Konstruktion langfristig schadensfrei gehalten werden.

# OHNE KREATIVITÄT GEHT ES NICHT

ALTE FENSTER VERWENDEN OHNE DIE BETRIEBSENERGIE  
EINES GEBÄUDES AUSSER ACHT ZU LASSEN.

FRÜH KAM DIE ANREGUNG UND DIE FRAGESTELLUNG, OB  
WIR BEI DEM PROJEKT NEBEN DEN ORION-FENSTERN DIE  
BESTEHENDEN INDUSTRIEVERGLASUNGEN ERHALTEN  
KÖNNEN.

# OHNE KREATIVITÄT GEHT ES NICHT



OHNE KREATIVITÄT GEHT ES NICHT

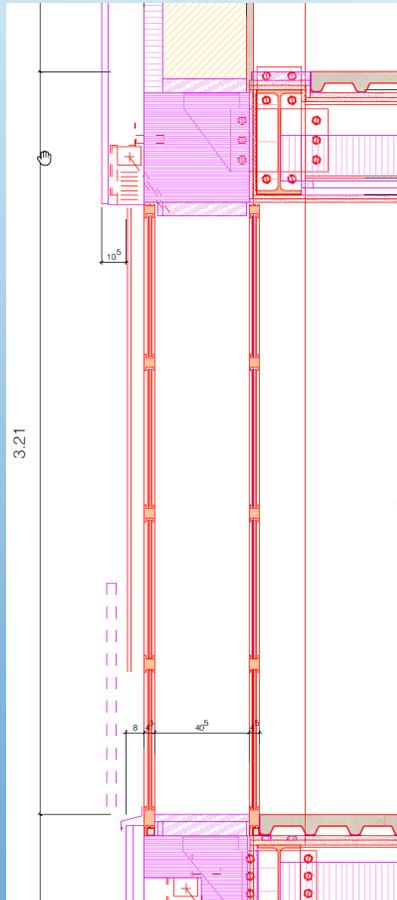
DIE HERAUSFORDERUNG BESTEHT BEI DIESEN  
AUFDOPPLUNGEN, EINE KONDENSATION IM  
ZWISCHENRAUM ZU VERMEIDEN.

DICHTE LÖSUNG ?

MINIMALE DURCHLÜFTUNG ?

# OHNE KREATIVITÄT GEHT ES NICHT

## BERECHNUNGEN SIND KOMPLEX



### Angaben zur Modellierung der Bauteilkonstruktion

Räume :  
 Raumbez.: 1 Aussen  
 Rs=0.0400 m<sup>2</sup>/K/W : EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse  
 Raumbez.: 2 Innen  
 Rs=0.1300 m<sup>2</sup>/K/W : EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rsi

Wärmequellen : keine

Baustoffe :  
 λ= 1.4112 W/(m K) μ= 1.0 ρ= 1.247 kg/m<sup>3</sup> c= 1.005 kJ/(kg K) : Cavity Horizontal d=312 w=500 dT=5  
 λ= 0.058 W/(m K) μ= 1000000 ρ= 1000 kg/m<sup>3</sup> c= 1 kJ/(kg K) : Zweischeiben-ISO-Verglasung mit Luft [4-12-4] o. Besch.

### Schichtaufbauten und U-Wert Berechnungen

1 Aussen <-> 2 Innen @ BottomBack: (0, 0, 0) x (352, 0, 0)

Baustoff / Oberfläche	λ [W/mK]	d [mm]	Rs [m <sup>2</sup> /K/W]	α [W/m <sup>2</sup> K]	R [m <sup>2</sup> /K/W] Raum
1 Aussen/EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse			0.0400	25.0000	0.0400 1 Aussen
Zweischeiben-ISO-Verglasung mit Luft [4-12-4] o. Besch. Cavity Horizontal d=312 w=500 dT=5	0.0580	20.0000			0.3448
Zweischeiben-ISO-Verglasung mit Luft [4-12-4] o. Besch. 2 Innen/EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rsi			0.1300	7.6923	0.1300 2 Innen
	<b>352.0000</b>		<b>U-Wert:</b>	<b>0.9253 [W/m<sup>2</sup>K]</b>	

### Angaben zur Modellierung der Bauteilkonstruktion

Räume :  
 Raumbez.: 1 Aussen  
 Rs=0.0400 m<sup>2</sup>/K/W : EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse  
 Raumbez.: 2 Innen  
 Rs=0.1300 m<sup>2</sup>/K/W : EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rsi

Wärmequellen : keine

Baustoffe :  
 λ= 1.253 W/(m K) μ= 1.0 ρ= 1.247 kg/m<sup>3</sup> c= 1.005 kJ/(kg K) : Cavity Horizontal d=272 w=500 dT=5  
 λ= 0.1766 W/(m K) μ= 1000000 ρ= 1000 kg/m<sup>3</sup> c= 0.92 kJ/(kg K) : Metallrahmen (Alu) mit schlechter wärmet. Trennung d=36mm

### Schichtaufbauten und U-Wert Berechnungen

1 Aussen <-> 2 Innen @ BottomBack: (0, 0, 0) x (352, 0, 0)

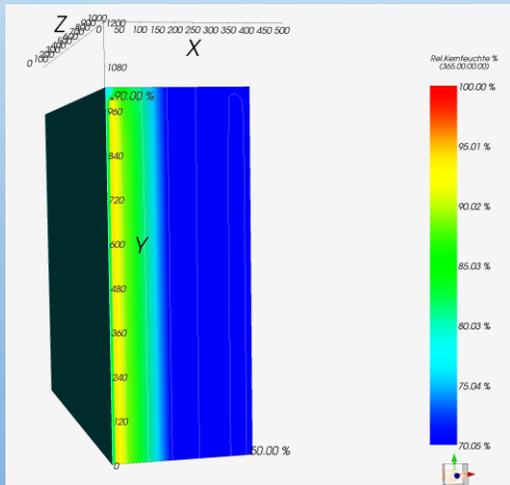
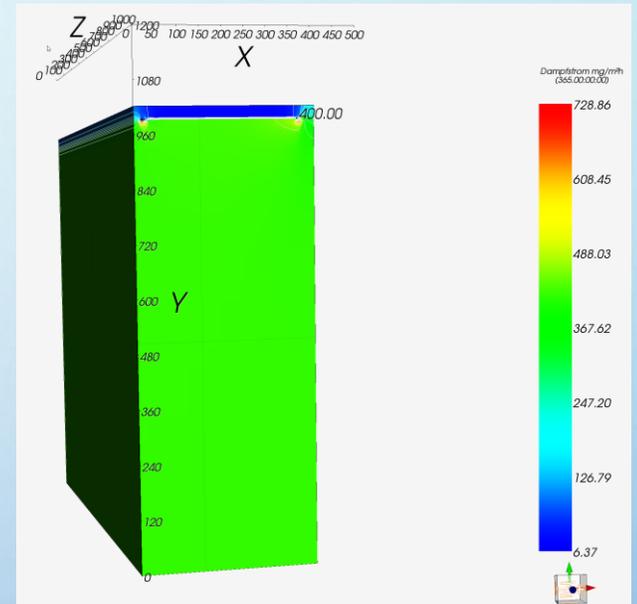
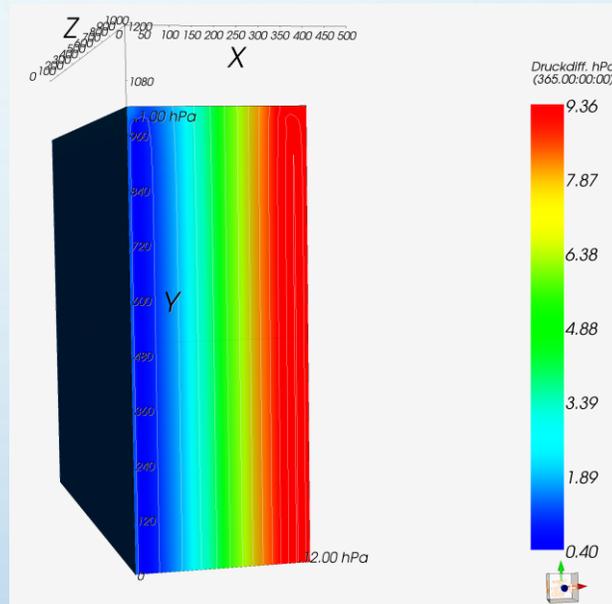
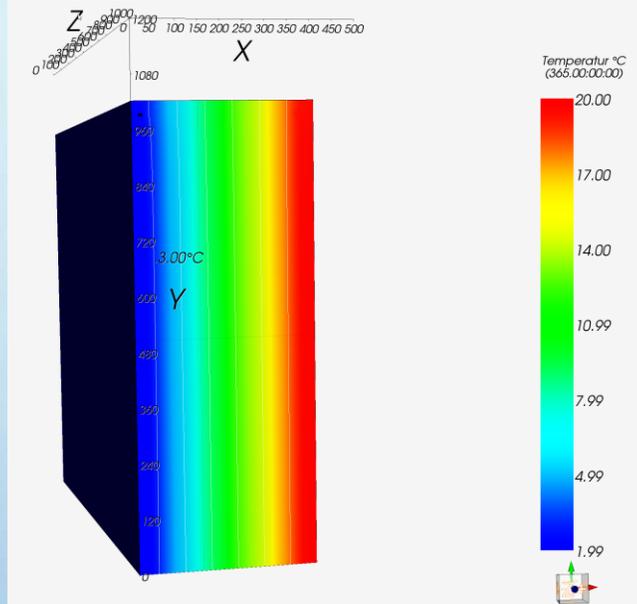
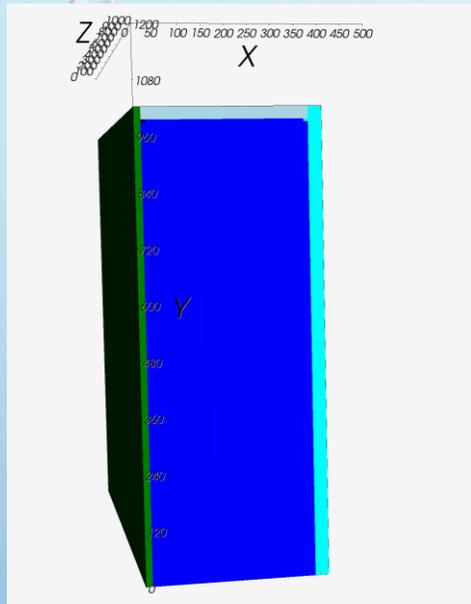
Baustoff / Oberfläche	λ [W/mK]	d [mm]	Rs [m <sup>2</sup> /K/W]	α [W/m <sup>2</sup> K]	R [m <sup>2</sup> /K/W] Raum
1 Aussen/EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rse			0.0400	25.0000	0.0400 1 Aussen
Metallrahmen (Alu) mit schlechter wärmet. Trennung d=36mm	0.1766	40.0000			0.2265
Cavity Horizontal d=272 w=500 dT=5	1.2530	272.0000			0.2171
Metallrahmen (Alu) mit schlechter wärmet. Trennung d=36mm	0.1766	40.0000			0.2265
2 Innen/EN ISO 6946:1996 Exterior wall (not ventilated) Rsi			0.1300	7.6923	0.1300 2 Innen
	<b>352.0000</b>		<b>U-Wert:</b>	<b>1.1904 [W/m<sup>2</sup>K]</b>	

OHNE NEUES ZU PROBIEREN GEHT ES NICHT

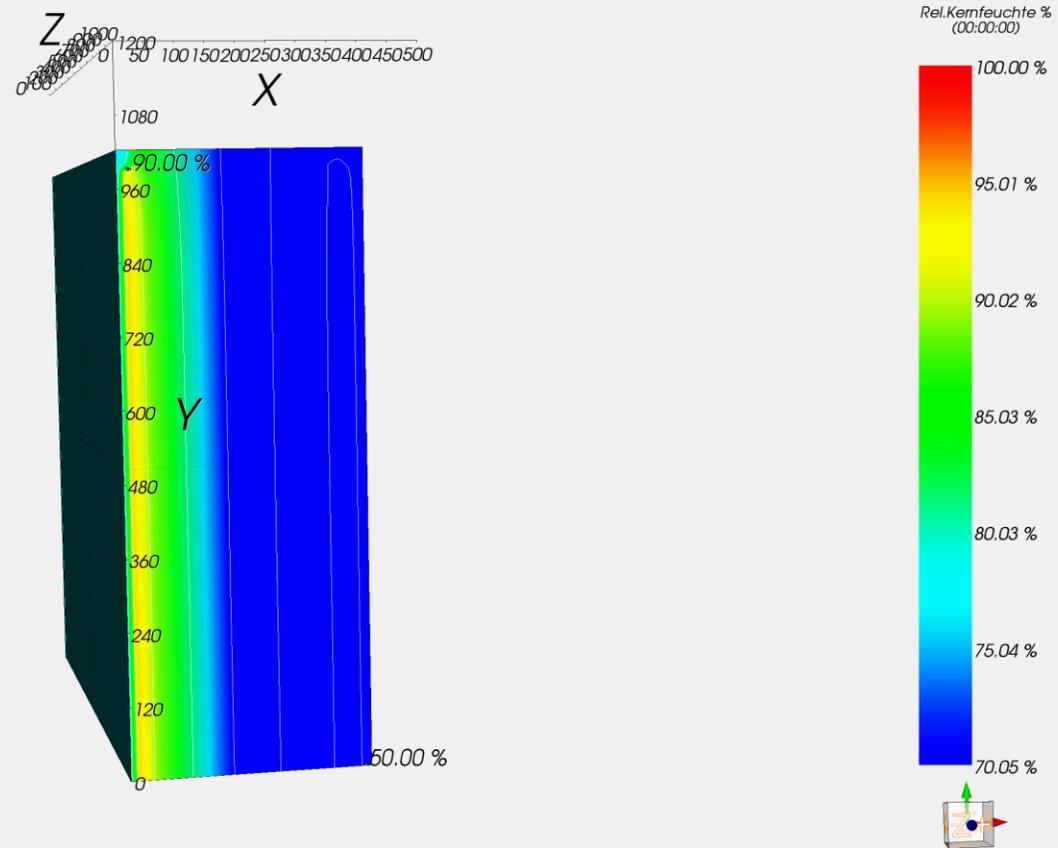
LEHM/STROH/BRANDSCHUTZPLATTE

ENTGEGEN ALLER EMPFEHLUNGEN DES STROHBALLENBAUS  
MUSSTE AUF DER AUSSENSEITE EINE PLATTE VERWENDET  
WERDEN. DIE HIERDURCH ENTSTEHENDEN HOHLRÄUME  
STELTEN BAUPHYSIKALISCH EINE BESONDERE AUFGABE.

# OHNE NEUES ZU PROBIEREN GEHT ES NICHT



# OHNE NEUES ZU PROBIEREN GEHT ES NICHT



# KONTROLLE IST NOTWENDIG



## BESONDERHEIT

DIE RAUMSEITE DES LEHMPUTZES ZEIGTE  
EINEN WESENTLICH HÖHEREN  
FEUCHTEGHEALT AN. SOMIT FINDET IM LEHM  
DER FEUCHTETRANSPORT NICHT LINEAR  
STATT WIE DIES IN ALLEN  
BERECHNUNGSPROGRAMMEN  
ANGENOMMEN WIRD.

BEI PUTZEN UND EINIGEN MINERALISCHEN  
BAUSTOFFEN BESTEHT DIESBEZÜGLICH NOCH  
EIN GROSSER FORSCHUNGSBEDARF.

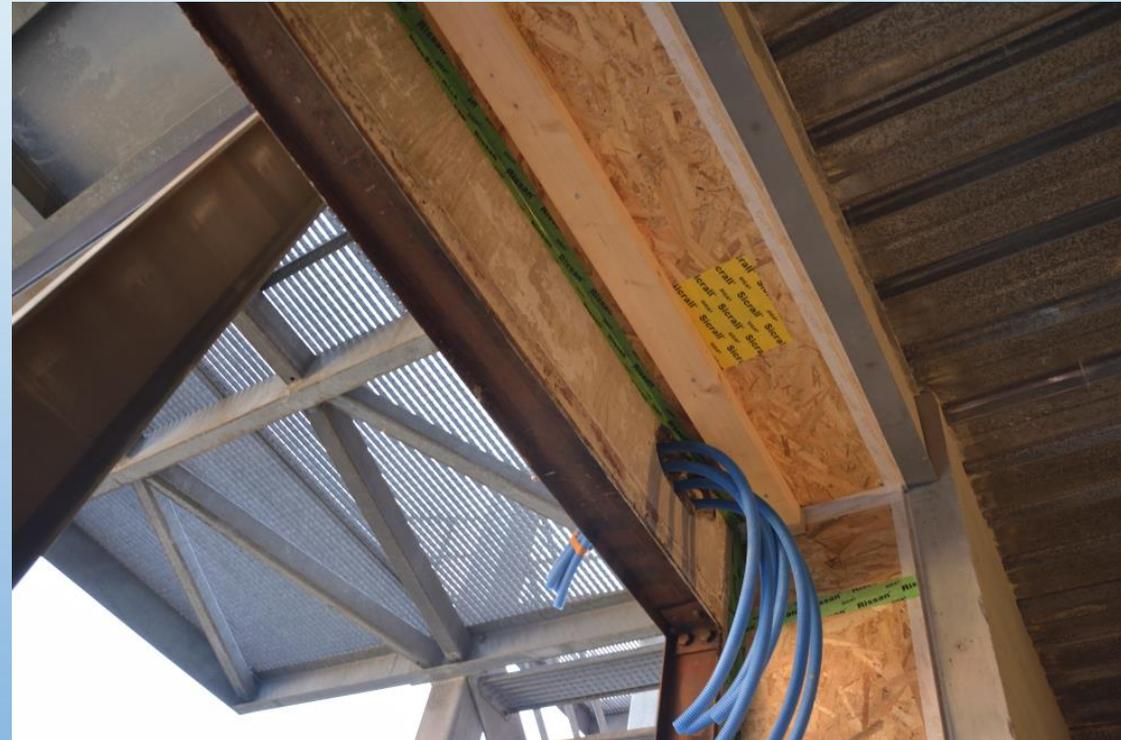
# OHNE FACHBAULEITUNG GEHT DAS ERGEBNIS IN LUFT AUF

KLASSIKER: HOLZBAU ALLES SAUBER ABGEKLEBT, DER ELEKTRIKER MACHT EIN PAAR LÜFTUNGSLÖCHER



ES KONNTE NATÜRLICH SCHNELL GEKLÄRT WERDEN UND DIE INSTALLATION MIT DEN ENTSPRECHENDEN STOPFEN MIT KABELDURCHGANG VERSCHLOSSEN WERDEN.

DER WANDDURCHGANG WURDE SORGFÄLTIG ABGEKLEBT. HOLZBAUER.



BEI ALLER KREATIVITÄT MUSS DAS ERGEBNIS STIMMEN

DOCH DER BAUPHYSIKER MUSS AUCH DIE ERGEBNISSE  
ERBRINGEN, WELCHE DEN AKTUELLEN NORMEN  
ENTSPRECHEN UND DIES NACHWEISEN.

K118 NUTZUNGSBEREICH ZHAW

# ERGEBNISSE

## 10G Büro 2 Sommer:

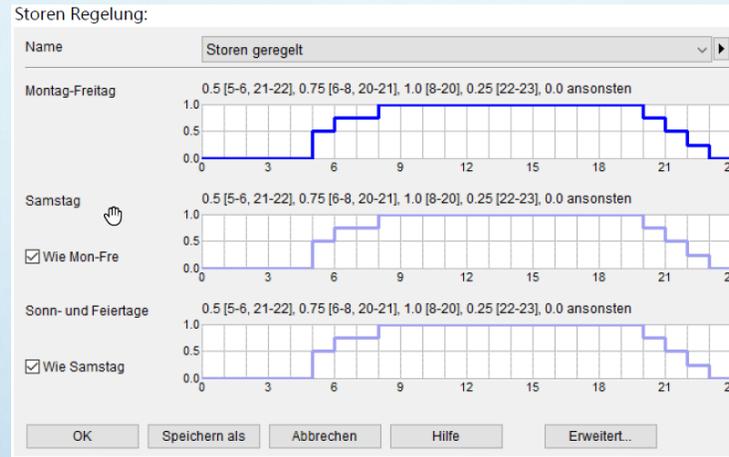
Grundlagen:

Nutzung: Einzel-/Gruppenbüro

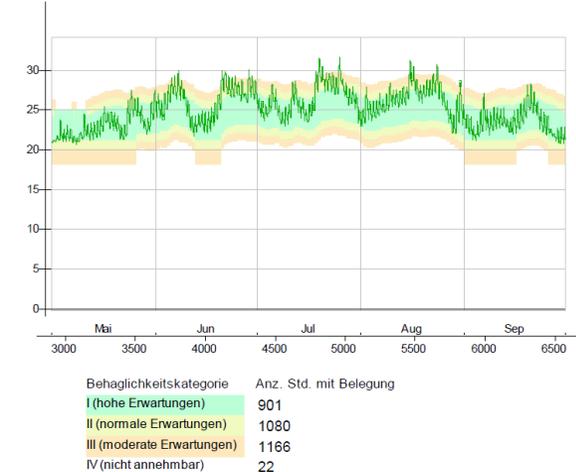
Fensterlüftung: siehe Grafik

Lüftungsgerät: Zuluft 20 m<sup>3</sup>/h

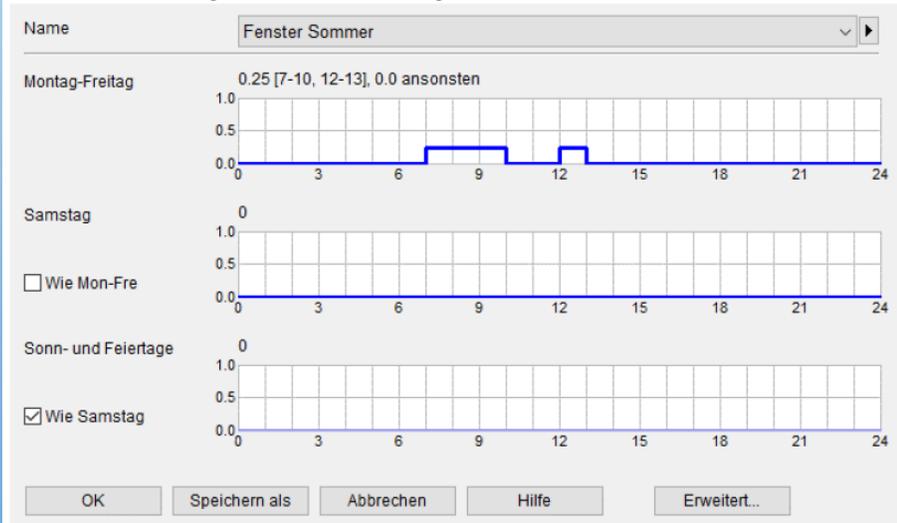
Heizung: 1 x 1300 Watt



Die vierte Grafik zeigt die Auswertung nach EN 15251



Grafik für die Nutzung der Fenster zur Lüftung:

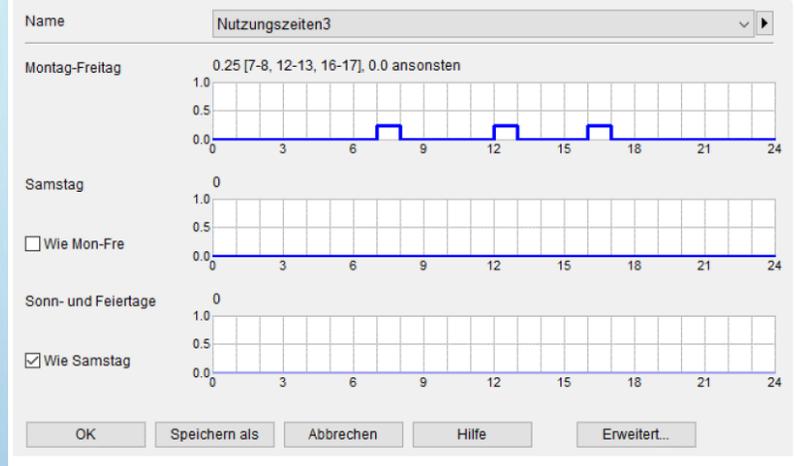


Die Tabelle zeigt die Auswertung nach Fanger gemäss SIA 180

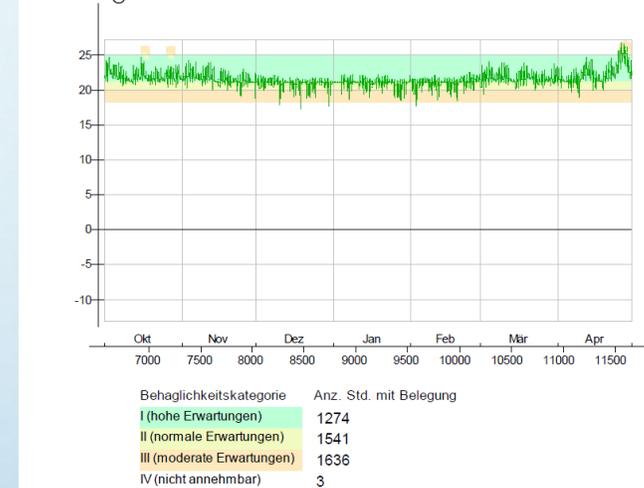
	Variablen	
	PPD (Vorausgesagter Prozentsatz unzufriedener Personen), bei Person 1, %	PMV (Vorausgesagtes mittleres Votum), bei Person 1
Mai	2.2	0.0
Juni	7.1	0.3
Juli	6.8	0.3
August	6.1	0.2
September	2.8	0.1
Mittel	5.0	0.2
Mittel*3672.0 h	18326.9	596.4
min	2.2	0.0
max	7.1	0.3

# ERGEBNISSE

Grafik für die Nutzung der Fenster zur Lüftung:



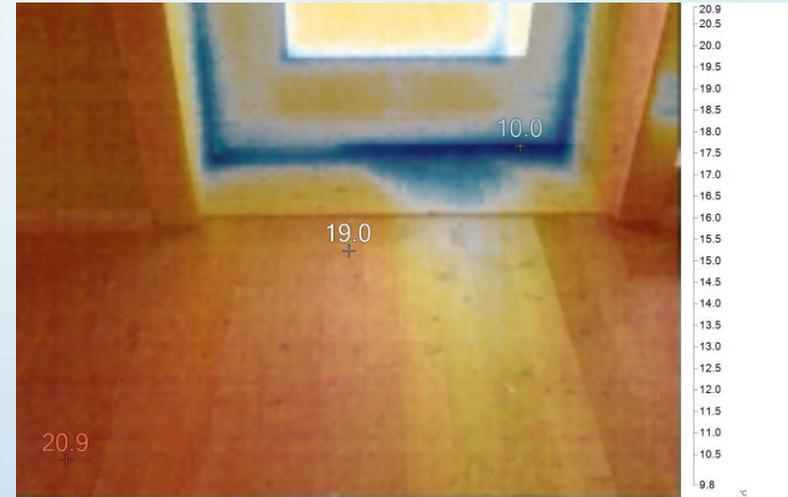
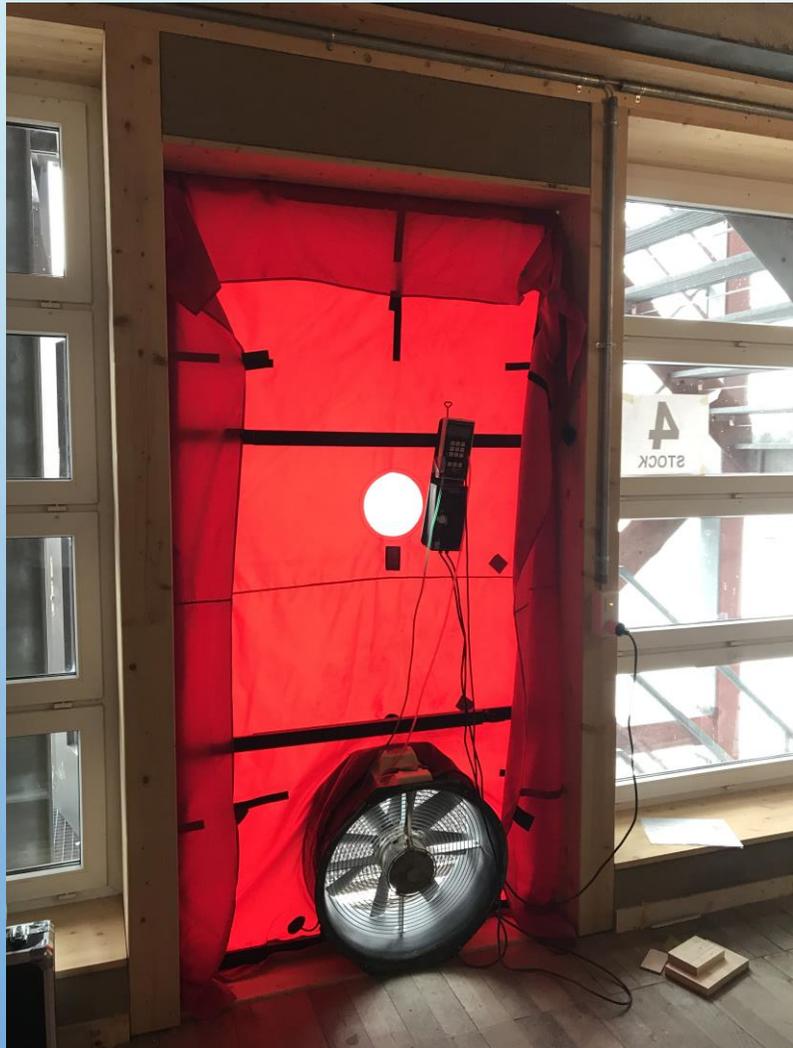
Die vierte Grafik zeigt die Auswertung nach EN 15251



Die Tabelle zeigt die Auswertung nach Fanger gemäss SIA 180

	Variablen	
	PPD (Vorausgesagter Prozentsatz unzufriedener Personen), bei Person 1, %	PMV (Vorausgesagtes mittleres Votum), bei Person 1
Oktober	2.2	-0.0
November	2.5	-0.1
Dezember	2.2	-0.1
Januar	2.1	-0.1
Februar	2.3	-0.1
März	2.6	-0.1
April	2.6	-0.0
Mittel	2.4	-0.1
Mittel*5088.0 h	12107.6	-338.2
min	2.1	-0.1
max	2.6	-0.0

# ERGEBNISSE



# ERGEBNISSE

K1 18 ENERGIEVERBRAUCH IN DER NUTZUNG

DER ENERGIEBEDARF GEMÄSS SIA 380 BETRÄGT  $43.6 \text{ kWh/m}^2$

DER ENERGIEVERBRAUCH MIT KORREKTUR DER HEIZGRADTAGE

$35.5 \text{ kWh/m}^2$

DIES ZEIGT GEBRAUCHTE BAUTEILE MÜSSEN IM BETRIEB KEIN NACHTEIL SEIN.

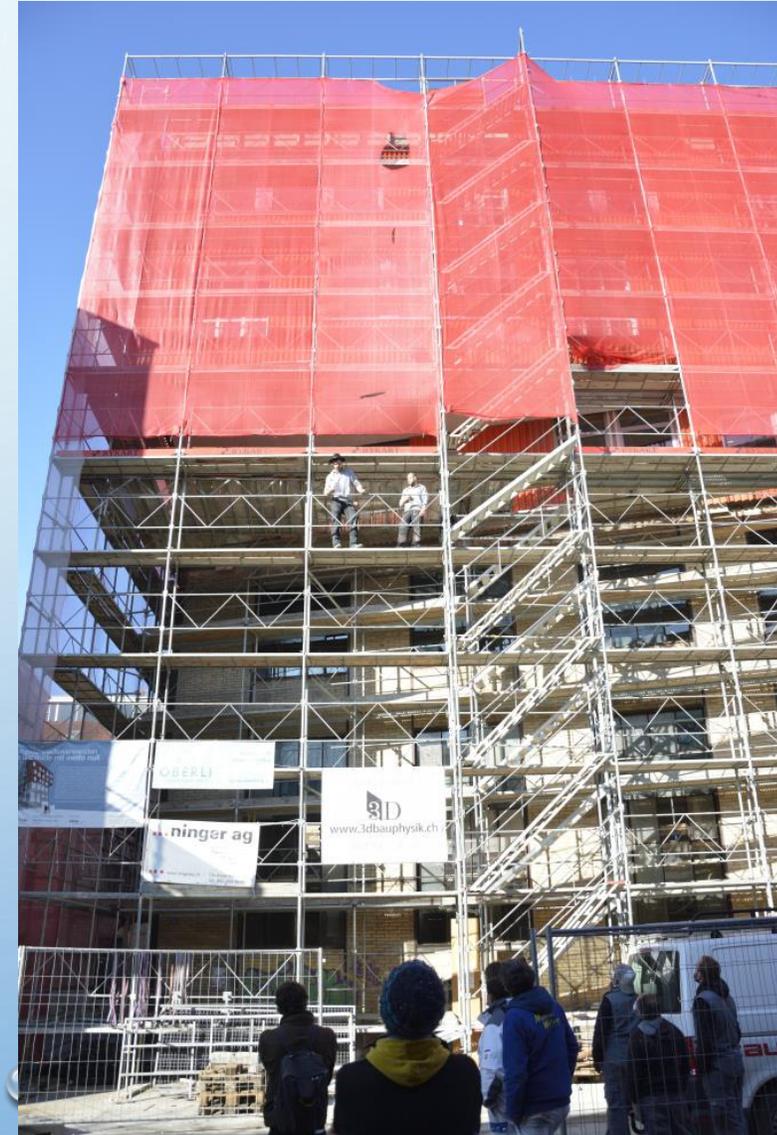
# Zirkuläre Architektur Architecture circulaire Architettura circolare

2021



Bauten, Konzepte und Zukunftsstrategien  
Bâtiments, concepts et stratégies d'avenir  
Edifici, concerti e strategie per il futuro

## ERGEBNISSE



# ERGEBNISSE

## AM BAU BETEILIGTE

**Bauherrschaft:** Stiftung Abendrot, Basel

**Architektur und Technologie:**

Baubüro in situ, Zürich

**Tragwerksplaner:**

Oberli Ingenieurbüro, Winterthur

**Planung Holzbau / Fassade:**

Josef Kolb, Winterthur

**Bauphysik:** 3D Bauphysik Huth,  
Glashütten

## FACTS & FIGURES

**Gebäudevolumen (SIA 416):** 5809 m<sup>3</sup>

**Geschossfläche (SIA 416):** 1534 m<sup>2</sup>

**Energie-Standard:** SIA 2040

**Bausumme:** CHF 4.9 Mio Grundausbau

«Wer zu früh abreisst, müsste eine CO<sub>2</sub>-Hypothek bekommen»

Es war zwingend, als Bauphysiker vor der Baueingabe involviert zu sein. Schliesslich kann man nicht am Ende das Glas mit dem passenden U-Wert bestimmen, sondern muss umgekehrt denken: Welche Fenster mit welchen Eigenschaften haben wir? Wie viele dürfen wir also verbauen? Was bedeutet das für den Wandaufbau rundherum? Der SIA-Energie-nachweis war einfach, der Minergie-Eco-Nachweis dagegen hochkomplex. Für jedes Bauteil mussten wir vier Werte hinterlegen und mit den KBOB-Abschreibungsfristen verrechnen. Zwei Beispiele: Bei Fenstern gelten dreissig Jahre, weshalb von unseren 28-jährigen noch eine Restmenge von zwei Jahren in die Bilanz kam. Bei konstruktiven Bauteilen gelten sechzig Jahre. Bei den 15-jährigen Stahlträgern wurden uns darum drei Viertel der grauen Energie und des CO<sub>2</sub> angerechnet. Das Absurde daran: Sämtliche Nachhaltigkeits-labels gehen von unbelasteten und unüberbauten Grundstücken aus. Darum kann der Besitzer, der ein Gebäude so früh abreisst, problemlos einen zertifizierten Ersatzneubau hochziehen. Konsequenterweise müssten in solchen Fällen aber energetische Hypotheken auf den Parzellen verbleiben. Das schüfe Anreize, das CO<sub>2</sub> zu kompensieren oder jene zu bezahlen, die Bauteile und damit Schulden übernehmen. Denkt man die Kreislaufwirtschaft zu Ende, sind sechzig Jahre als maximale Lebensdauer freilich ohnehin viel zu wenig. Abschreiben dürfte man erst, sobald die Gesellschaft weniger Treibhausgase ausstösst, als der Planet abbauen kann.



Harald Huth (54) leitet die Firma 3D Bauphysik Huth in Glashütten und in Wettingen. Er ist Baubiologe und findet, seine Arbeit beginne erst mit der U-Wert-Berechnung.

# ERKENNTNISSE

ES WÄRE WÜNSCHENSWERT, WENN BAUTEILE, DIE ZUR WIEDERVERWENDUNG EINGESETZT WERDEN KÖNNEN, VOR IHREM EINSATZ NOCH BESSER GEPRÜFT WERDEN KÖNNEN.

UM DIES IN ZUKUNFT ZU ERMÖGLICHEN, SOLL DAS ENERGY RESEARCH LAB DER FHNW FÜR DIESEN THEMENSCHWERPUNKT AUSGERÜSTET WERDEN.

DANKE

## Bauphysik-Apéro FHNW

Bauphysik-Apéro FHNW 2023

> [www.fhnw.ch/de/weiterbildung/architektur-bau-geomatik/fachveranstaltungen/archiv](http://www.fhnw.ch/de/weiterbildung/architektur-bau-geomatik/fachveranstaltungen/archiv)

Newsletter FHNW

> [www.fhnw.ch/de/weiterbildung/architektur-bau-geomatik](http://www.fhnw.ch/de/weiterbildung/architektur-bau-geomatik)

