

# Optimierung der grauen Energie – ja klar! ...aber die Gebäudetechnik?

Gedanken aus der Forschung

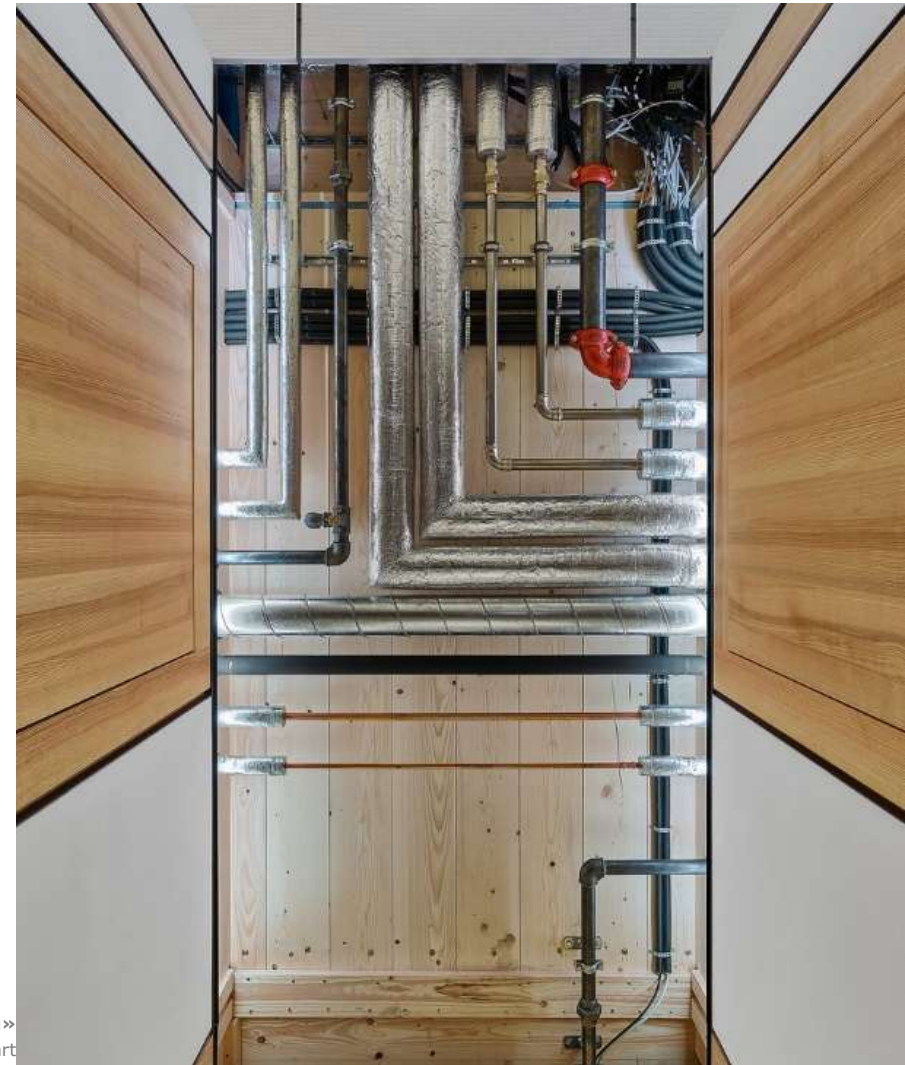
Generalversammlung KGTV & Sommerworkshop  
Veranstaltung am FHNW Campus Brugg-Windisch

**Technik & Architektur**  
18. Mai 2026

Gianrico Settembrini  
<https://www.hslu.ch/gebaeudetechnik-und-energie>

FH Zentralschweiz

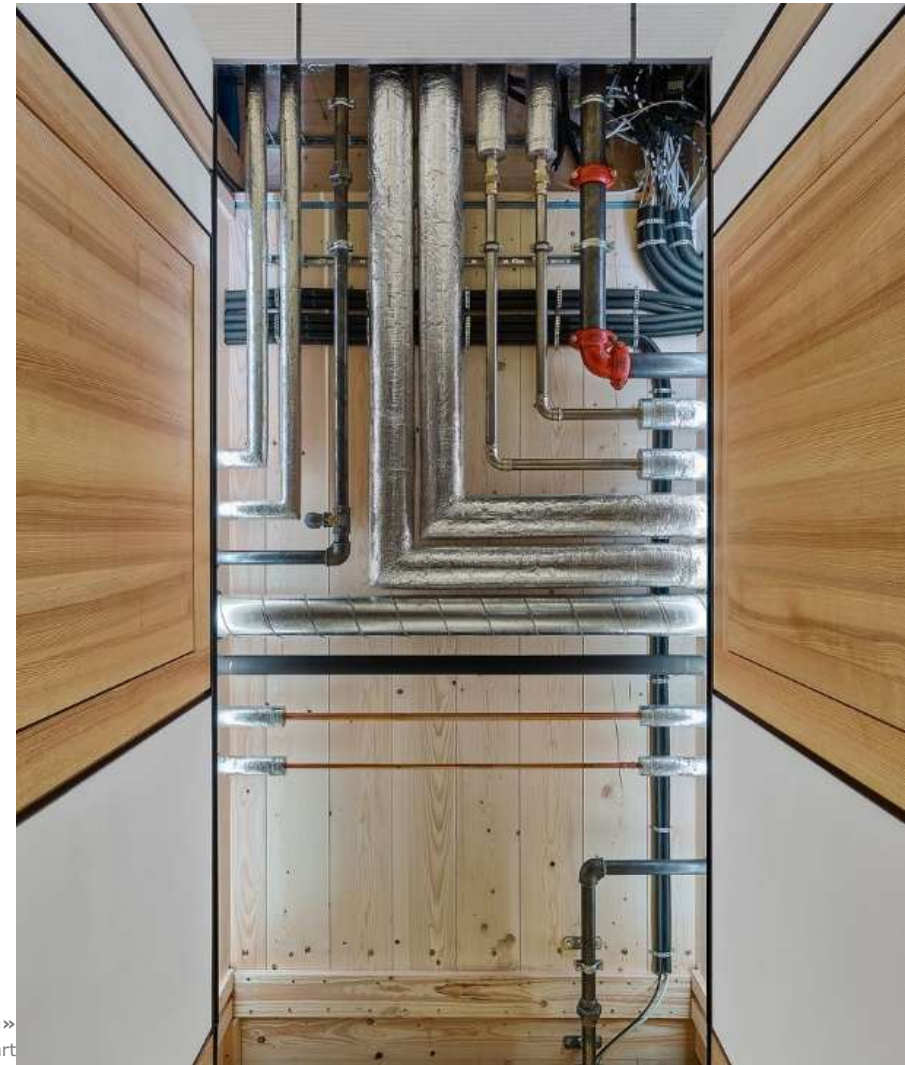
NEST-Unit «Urban Mining & Recycling»  
Foto © Zoëy Braun, Stuttgart



# Agenda

## Input

- Gebäudepark, Dekarbonisierung und die Rolle der Gebäudetechnik
- Relevanz, Varianz und Einflussnahme
- **Zirkuläres Denken und die Gebäudetechnik**
- Ausgewählte Forschungsprojekte



# Gianrico Settembrini

## Theorie...

- Dipl. Arch. ETH SIA
- NDS Holzbau
- MAS EN Bau

## ... und Praxis

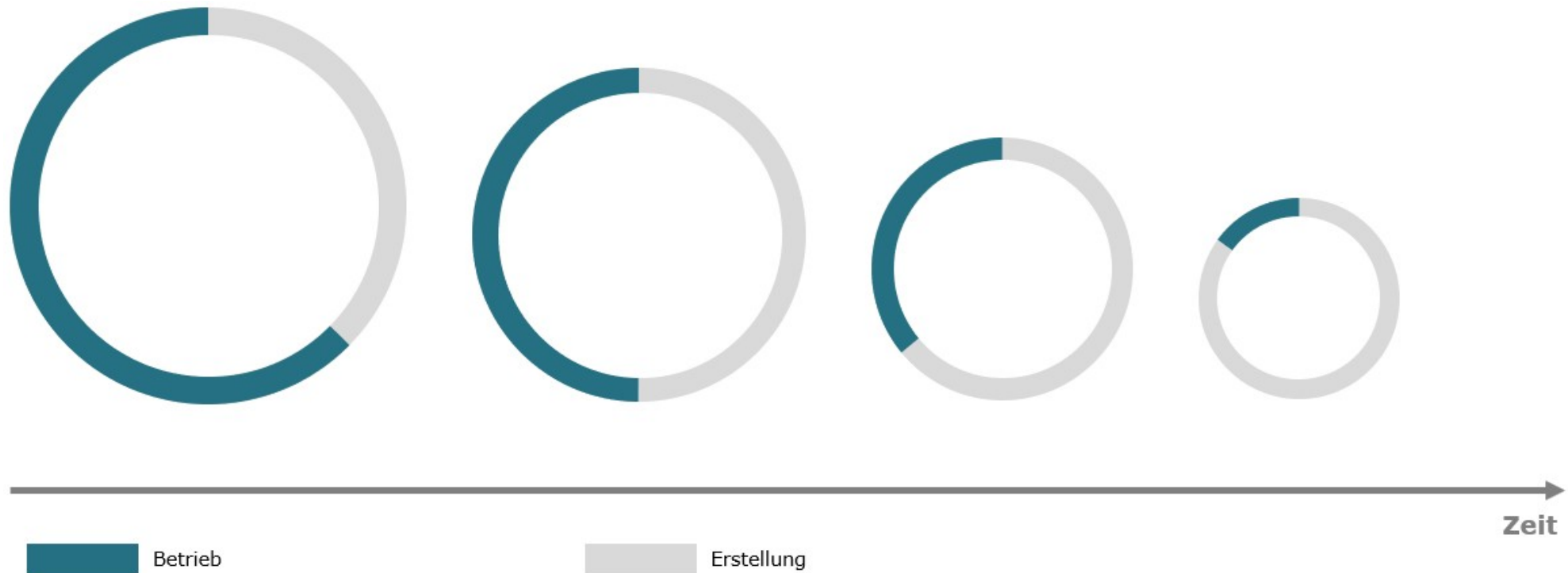
- Quarella Architekten, St. Gallen
- Halle 58 Architekten, Bern
- Hochschule Luzern Technik & Architektur  
Institut für Gebäudetechnik und Energie
- **Forschungsgruppe Nachhaltiges Bauen und Erneuern**
- Zertifizierungsstelle MINERGIE / -ECO / SNBS
- Fokus: Bauen – im Klimawandel, zirkulär, zum Wohle des Menschen

[www.hslu.ch/klimawandel](http://www.hslu.ch/klimawandel)



*Wohnüberbauung Oberfeld, autofreie Siedlung Ostermundigen BE  
Modellbearbeitung und Baustelle, Halle 58 Architekten Bern*

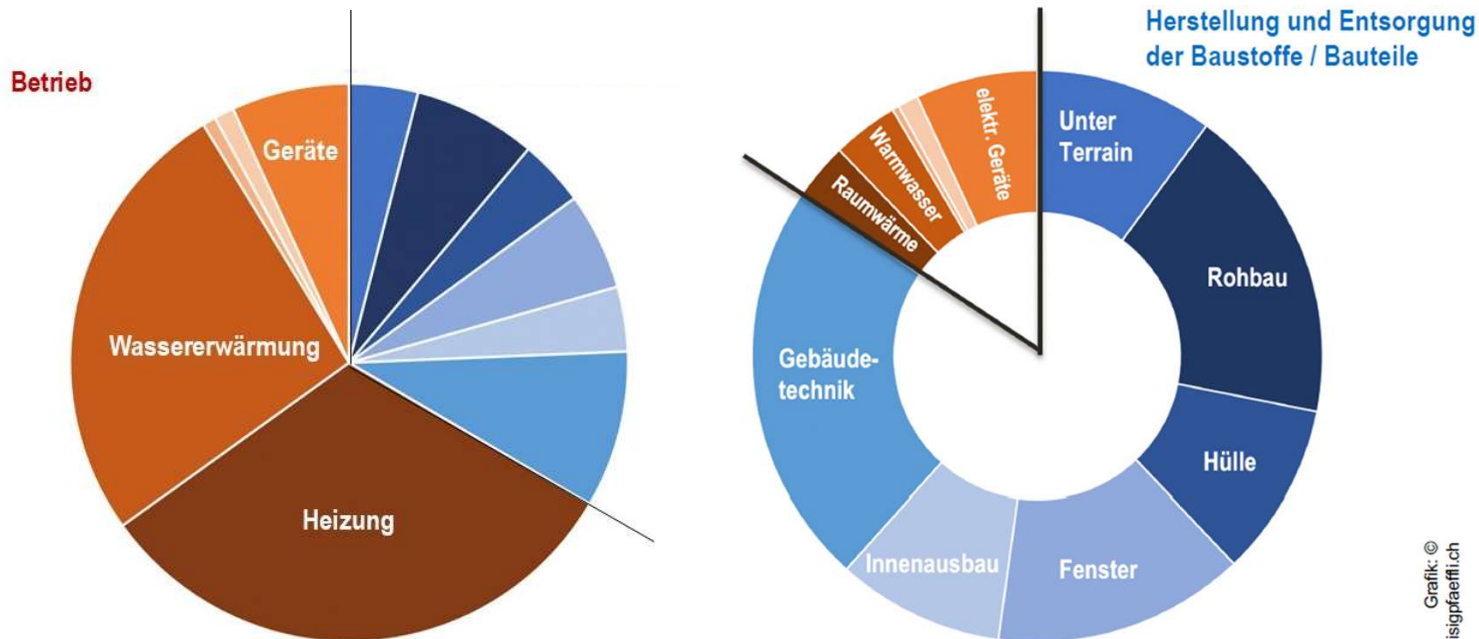
# Gebäudepark, Dekarbonisierung und die Rolle der Gebäudetechnik



*Entwicklung und Trend der Treibhausgasemissionen im Lebenszyklus von Gebäuden, aufgeteilt nach Betrieb und Erstellung*

*Quelle: The Embodied Carbon Review, One Click LCA Ltd, 2018*

# Der Weg zu Netto Null



Über den ganzen Lebenszyklus gesehen verantwortet der Betrieb eines Gebäudes noch rund 15-20% der gesamten Treibhausgasemissionen.

80% der Emissionen kommen aus der Erstellung.  
**Hier liegt der Fokus und hier liegt das Potenzial!**

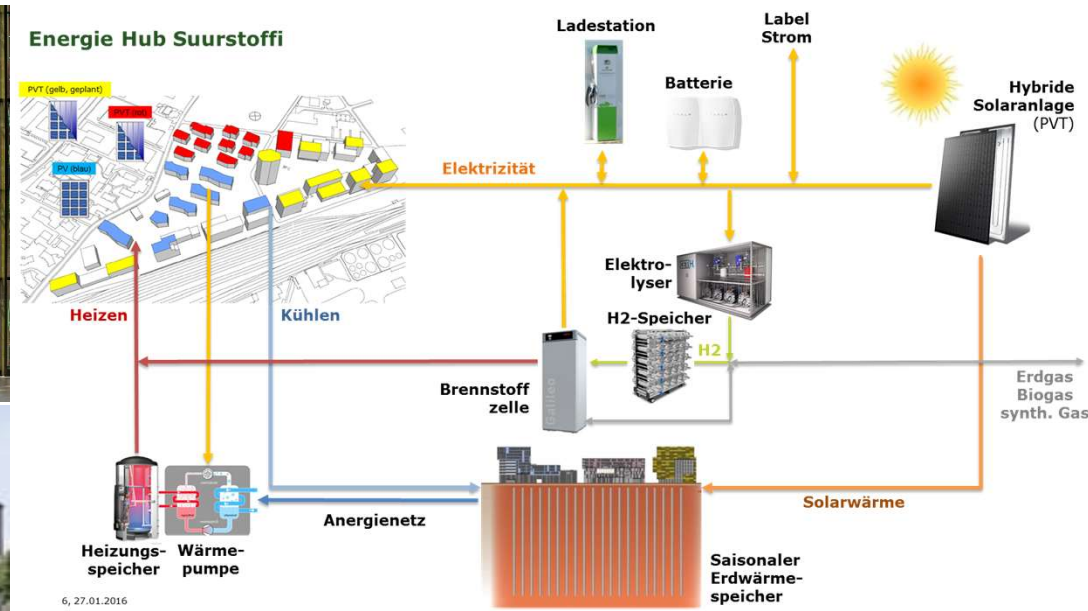
THGE eines kleinen MFH über einen Lebenszyklus von 60 Jahren.  
 Links das Beispiel mit Fossiler Wärmeerzeugung, rechts mit einer Erdsonde.  
 Wegleitung Kreislaufwirtschaft in der Gebäudetechnik, Suissetec 2026

Datenquelle: «Areale und Quartiere Nachhaltig entwickeln und betreiben» Heinrich Gugerli

Grafik: © preisigpfaeffli.ch

Input Katrin Pfäffli  
 Status-Seminar 2024  
 SIA Klimapfad  
 27.8.24

# Der Weg zu Netto Null – „Bilanzpositive“ Gebäudetechnik

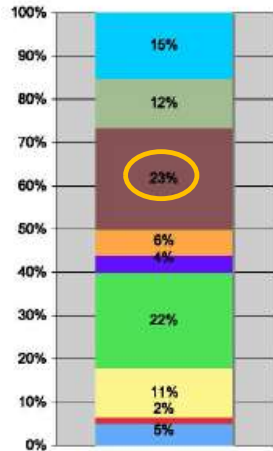


## Energiegewinnung und Speicherung – Bekannte Beispiele

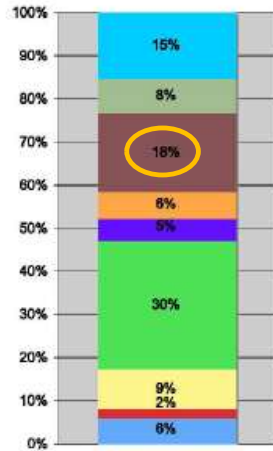
Monte Rosa Hütte; EPFL Campus, Farbstoffsolarzelle DSSC; Parkhaus Vallastaden, Lindköping S; Energieautarkes MFH Brütten; Energie Hub Suurstoffi, Rotkreuz

# Die Rolle der Gebäudetechnik

Graue Energie pro Jahr



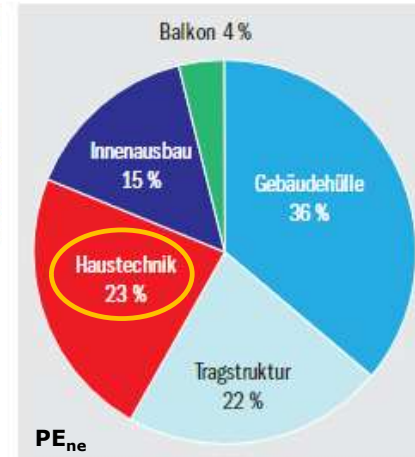
Graue Treibhausgasemissionen pro Jahr



- Ausbau Gebäude
- Fenster und Türen
- Gebäudetechnik**
- Dachkonstruktion
- Balkone
- Tragkonstruktion
- Aussenwand über Terrain
- Aussenwand unter Terrain
- Aushub und Fundament



- G Ausbau Gebäude
- E 3 Fenster und Türen
- D Gebäudetechnik
- C 4.4, F 1 Dachkonstruktion inkl. Dachhaut
- C 4.3 Balkone
- C 2.2, C 3, C 4.1 Tragkonstruktion
- C 2.1 (B), E 2 Aussenwand über Terrain
- C 2.1 (A), E 1 Aussenwand unter Terrain
- B 6.2, C 1 Aushub und Fundament

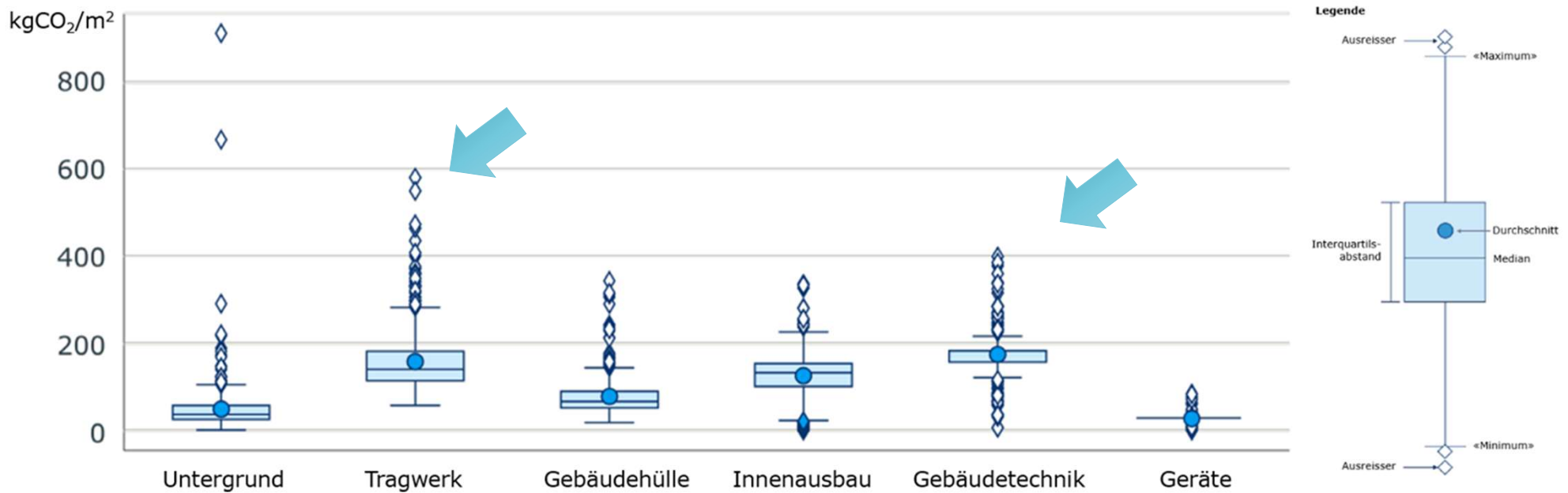


Prozentuale Verteilung der Grauen Energie und der Treibhausgasemissionen nach Elementgruppen  
 MB SIA 2032 Graue Energie von Gebäuden, 2010  
 Gebäudebeispiel Sihlbogen, Zürich  
 Leimbach, Darstellung Faktor Verlag

Bilanzierte Beispiele zeigen:

**Gebäudetechnik** macht **23%** ( $PE_{ne}$ ) / **18%** (THG) des Aufwands für den Bereich «Erstellung» aus

# Die Rolle der Gebäudetechnik



Graue Treibhausgasemissionen über den Lebenszyklus von Gebäuden, aufgeteilt in verschiedene Gebäudeteile. Die Daten basieren auf 769 LCA-Studien von Gebäuden aus verschiedenen Ländern der EU

Towards embodied carbon benchmarks for buildings in Europe  
Martin Röck, Andreas Sørensen, 2022

# Gebäudepark, Dekarbonisierung und die Rolle der Gebäudetechnik

→ *Die frühe Phase der Gebäudetechnikplanung ist entscheidend*

## Fragestellung:

- Welche Komponenten der Gebäudetechnik haben grossen Einfluss auf die Emissionen?  
→ *Relevanz*
- Bei welchen Komponenten ergeben sich grosse Unterschiede?  
→ *Varianz*
- Wo können Planende die Bilanz des Gebäudes optimieren?  
→ *Beeinflussbarkeit*

*Relevanz Graue Energie der Gebäudetechnik!*

*Auslöser einer Vielzahl von Studien.*

*Aktuell: BAFU Studie von Basler Hofmann AG / HSLU*

*„neue Ökobilanzdaten der Gebäudetechnik“*

## Institut für Gebäudetechnik und Energie IGE

Forschungsgruppe: Nachhaltiges Bauen und Erneuern NBuE



# Graue Emissionen der Gebäudetechnik – wichtigste Hebel

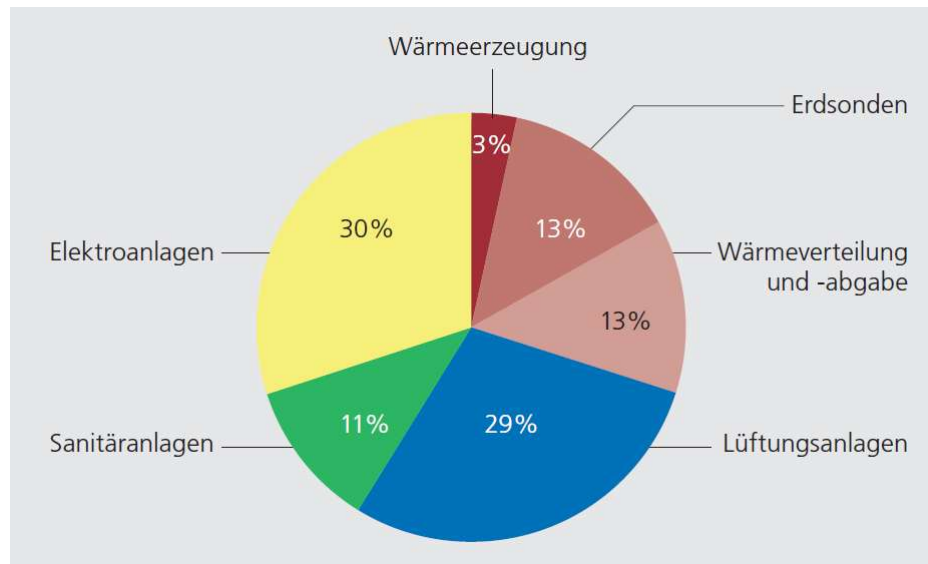
## Elektroanlagen

Kabel und Installationsrohre  
(Kunststoff und Kupfer!)  
Ausrüstungsstandard.

Bei hochtechnisierten Gebäuden: bis  
10% der gesamten Grauen Energie

## Sanitäranlagen

Ausrüstungsstandard!  
(Anzahl Apparate)  
Wasserverteilung  
(Anordnung Steigzonen)



## Heizungsanlagen

Erdwärmesonden!  
Abgabesysteme  
(Radiatoren, Fussbodenheizungen,  
Heiz- und Kühldecken)

## Lüftungsanlagen

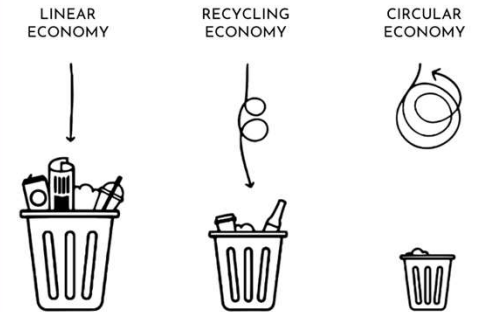
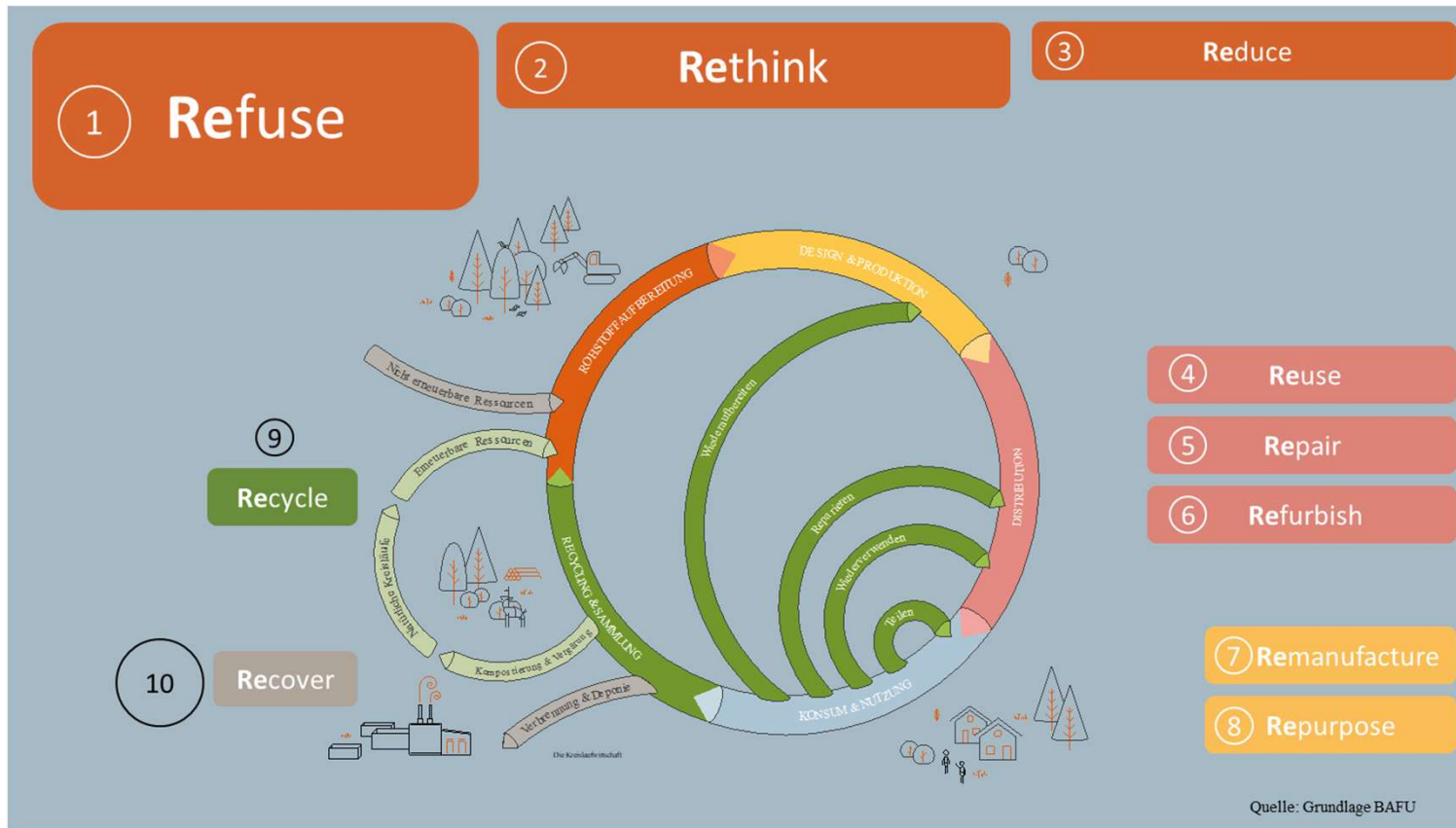
(Verzinkte) Lüftungskanäle  
Lüftungsgeräte  
Erdregister

Beispiel: Die **Lüftungsverteilung** ist für **ca. 60%** der Grauen Emissionen der Lüftungsanlagen verantwortlich

### Graue Energie (Herstellung und Entsorgung) von untersuchten Gebäudetechniksystemen:

Aufteilung Graue Energie der Gebäudetechnik auf verschiedene Systeme und Elementgruppen. Durchschnittliche Anteile gemäss Sachbilanzstudien; Gugerli, Lenel et al., Gesund u. ökologisch Bauen mit Minergie-ECO, 2015; Daten von Klingler et al., Graue Energie von Sanitär- und Elektroanlagen. Sach- und Ökobilanzen von 12 Gebäuden (Wohnen und Büro), BFE 2011; Daten von Klingler et al., Ökobilanzdaten für Lüftungs- und Wärmeanlagen. Sach- und Ökobilanzen von 16 Gebäuden (Wohnen, Schulen und Altersheime), BFE 2014. Aufarbeitung im Projekt SYGREN – Systemkennwerte der Grauen Energie der Gebäudetechnik der HSLU, ZHAW und Aardeplan, BFE 2021, download der Studie: <https://www.aramis.admin.ch/Texte/?ProjectID=38539>

# Zirkuläres Denken



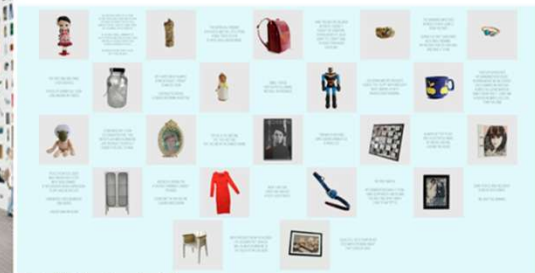
**Prioritäten der 10 R in der Kreislaufwirtschaft**  
 Grafik: M. King (HSLU) in Anlehnung an Grundlage BAFU

# Zirkuläres Denken ...und die Gebäudetechnik

## Hinweise und Ansätze für R1 Refuse / R2 Rethink / R3 Reduce



Fotos: Barbara Iweins > 12'795 photos of 12'795 objects



objects: 'what I would save in a fire'

**Bedarf und Bedürfnisse**

# Zirkuläres Denken ...und die Gebäudetechnik

## Hinweise und Ansätze für R1 Refuse / R2 Rethink / R3 Reduce



**HOCH  
PART  
ERRE**

### Keine Technik. Nirgends?

Einst musste Dietmar Eberle noch beweisen, dass sein Haus in Vorarlberg fast ohne Technik funktionieren kann. Nun beginnt das System «2226» abzuheben. Ein Besuch bei zwei neuen Häusern und einem Projekt.

Axel Simon 30.03.2020 12:03



**Konzept «2226»**  
«2226 Schlieren» CH,  
30'000m<sup>2</sup> neue Bürofläche,  
«Wohnen ohne Heizung Erlenmatt» CH,  
Degelo Architekten,  
«2226 Lustenau» A,  
«2226 Emmenweid» CH,  
«2226 Lingenau» A,  
Baumschlager Eberle  
Fotos: Barbara Bühler, Roger Frei,  
Jens Ellensohn

# Zirkuläres Denken ...und die Gebäudetechnik

## Hinweise und Ansätze für R1 Refuse / R2 Rethink / R3 Reduce

Ökobilanz-Kennwerte für die verschiedenen Apparate (pro Stück).

Apparate	Gewicht (kg)	PE gesamt [MJ/Stk.]	PE nicht erneuerbar [MJ/Stk.]	Treibhausgasemissionen [kg CO <sub>2</sub> -eq/Stk.]	Gesamtumweltbelastung [UEP /Stk.]
Wandklosett	29.9	1513	1458	94.8	128460
Urinoir	28.0	1110	1071	63.3	90516
Waschtisch	21.9	1026	977	57.9	188223
Waschtisch Büro	30.4	1274	1216	73.6	218710
Kleiner Waschtisch	13.3	631	596	35.6	157510
Doppelwaschtisch	40.2	1903	1810	107.5	365537
Badewanne	56.7	2423	2291	147.6	385475
Duschwanne Wohnen	21.0	978	923	58.9	204488
Duschwanne Andere Nutz.	32.3	1258	1191	76.4	245715
Spiegelschrank Wohnen	6.3	368	322	19.6	24534
Spiegel für Doppelwaschtisch	8.8	196	181	12.0	14260
Spiegel Andere Nutz.	4.4	98	91	6.0	7130
Handtuch- und Badetuchhalter	1.2	115	103	6.8	13268
Papierhalter	0.4	32	29	1.9	3745
Papierhandtuchspender	1.4	133	119	7.8	15408
Abfallbehälter	2.5	227	203	13.4	26215
Waschmaschine	63.0	2856	2572	193.0	443250
Wäschetrockner	47.5	2154	1939	145.5	334196
Waschtrog (1 teilig)	6.5	597	536	35.2	69122
Waschtrog (2 teilig)	13.1	1211	1086	71.4	140170



Hebel:	Auswirkung auf:			
	Graue Energie Geräte	Soziale Funktion (z.B. Begegnung)	Nutzungskomfort	Marktwert der Wohnungen
Gemeinschaftliche Waschküche	↘	↗	↘	↘
Waschturm in der Wohnung	↗	↘	↗	↗

Ökobilanz-Kennwerte von Sanitärapparaten  
Darstellungen aus dem Projekt «SYGREN»

# Zirkuläres Denken ...und die Gebäudetechnik

Hinweise und Ansätze für R1 Refuse / R2 Rethink / R3 Reduce



# Zirkuläres Denken ...und die Gebäudetechnik

## Hinweise und Ansätze für R1 Refuse / R2 Rethink / R3 Reduce

### 6 Küche, Salon, Partyraum

Lange war das Waschen harte körperliche Arbeit, die gemeinschaftlich verrichtet wurde. Erst in den letzten Generationen führten technischer Fortschritt und steigender Wohlstand zu einer Verlagerung in immer kleinere, privateren Rahmen. In jüngster Zeit zeigt sich indes ein neuer Trend zum Waschen als gesellschaftliches Ereignis – unter veränderten architektonischen Vorzeichen.

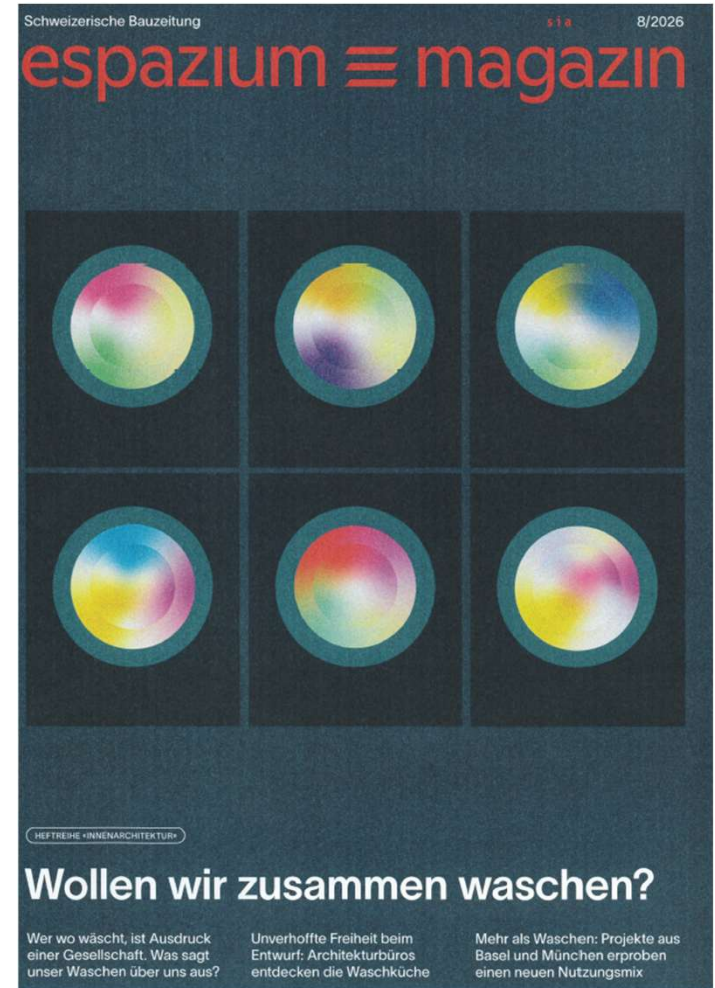
JUDIT SOLT



### Mehr als Waschen 11

Die Gemeinschaftswaschküche ist ein blinder Fleck auf der architektonischen Landkarte: In Mehrfamilienhäusern gehört sie zum gängigen Raumprogramm, wurde aber bisher meist ungestaltet im Keller versorgt. Zwei Beispiele aus München und Basel zeigen, wie aus dem architektonischen Stiefkind ein Mehrwert für ein Haus werden kann.

TINA CIESLIK



# Zirkuläres Denken ...und die Gebäudetechnik

Hinweise und Ansätze für R1 Refuse / R2 Rethink / R3 Reduce

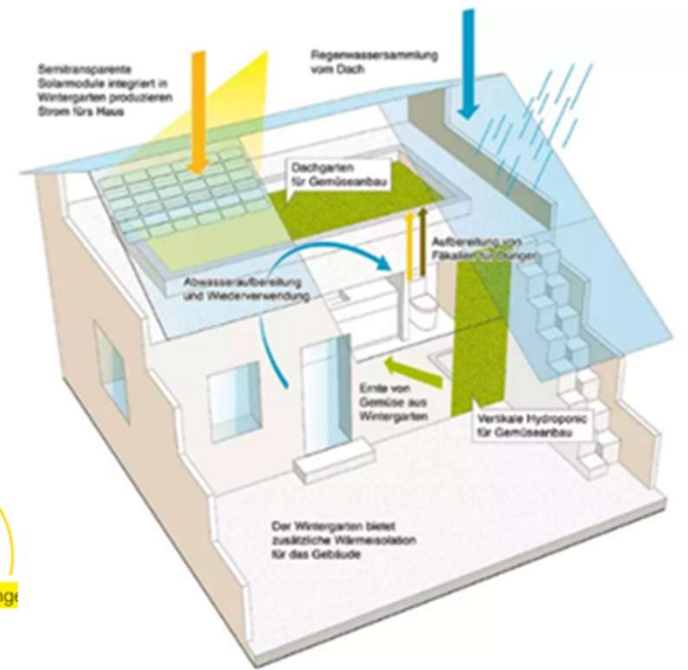
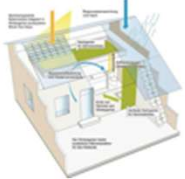
**Wasserkreisläufe schliessen,  
Nutzung von Regen- und  
Grauwasser**

Vuna - geschlossene Wasser- und Nährstoffkreisläufe

- Schliessen von Wasser- und Abwasserkreisläufen
- Grauwasser Wiedernutzung durch Trennung der Abwasserströme
- Nährstoffkreislauf

Weiteres Beispiel dazu:

KREIS-Haus der ZHAW



# Zirkuläres Denken ...und die Gebäudetechnik

## Hinweise und Ansätze für R4 Reuse



- ✓ verwenden, was da ist
- ✓ kein Erstellungsaufwand
- ✓ Ressourcen schonen

Bauteile  
wiederverwenden

### Baubüro in situ

links: Umbau Transa in Zürich

rechts: Umnutzung ELYS Kultur- & Gewerbehäus

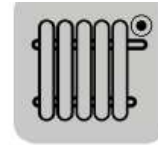


# Zirkuläres Denken ...und die Gebäudetechnik

## Hinweise und Ansätze für R4 Reuse

### Elemente auf Bauteilbörsen

Einfach zu finden auf Secondhand-Plattformen und gut wiederzuverwenden – Sanitärapparate und Heizkörper



# Zirkuläres Denken ...und die Gebäudetechnik

## Hinweise und Ansätze für R4 Reuse



# Zirkuläres Denken ...und die Gebäudetechnik

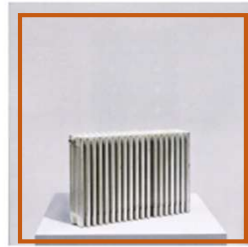
## *Beispiel zirkulär (Halle K 118)*



Steel structure



Steel profiles



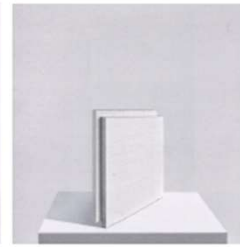
Heating element



Facade sheet metal



Industrial windows



Insulation board



External staircase



Photovoltaic system



Sink



Facade panel



window



Interior door



Wood parquet (spruce)



Wooden panel (spruce)



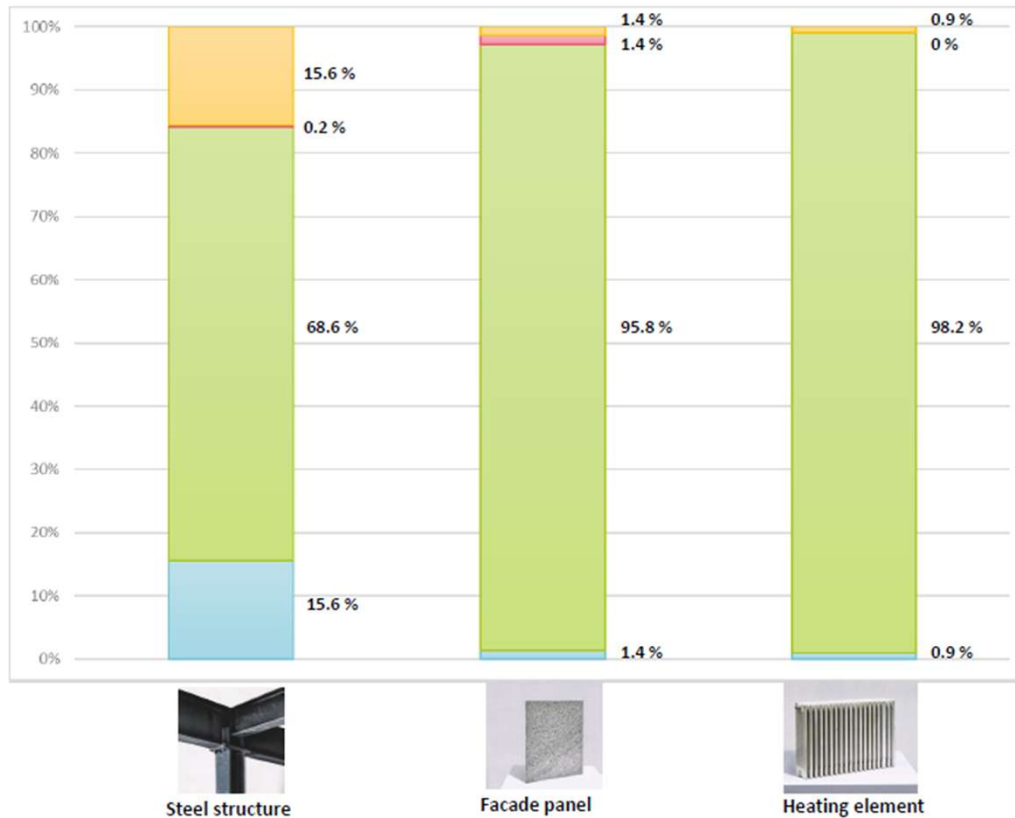
Mailboxes

© Buch «Bauteile wiederverwenden»

# Zirkuläres Denken ...und die Gebäudetechnik

## Beispiel zirkulär (Halle K 118)

© Buch «Bauteile wiederverwenden»



CO<sub>2</sub>-emissions from the reuse of components,  
3 components in comparison

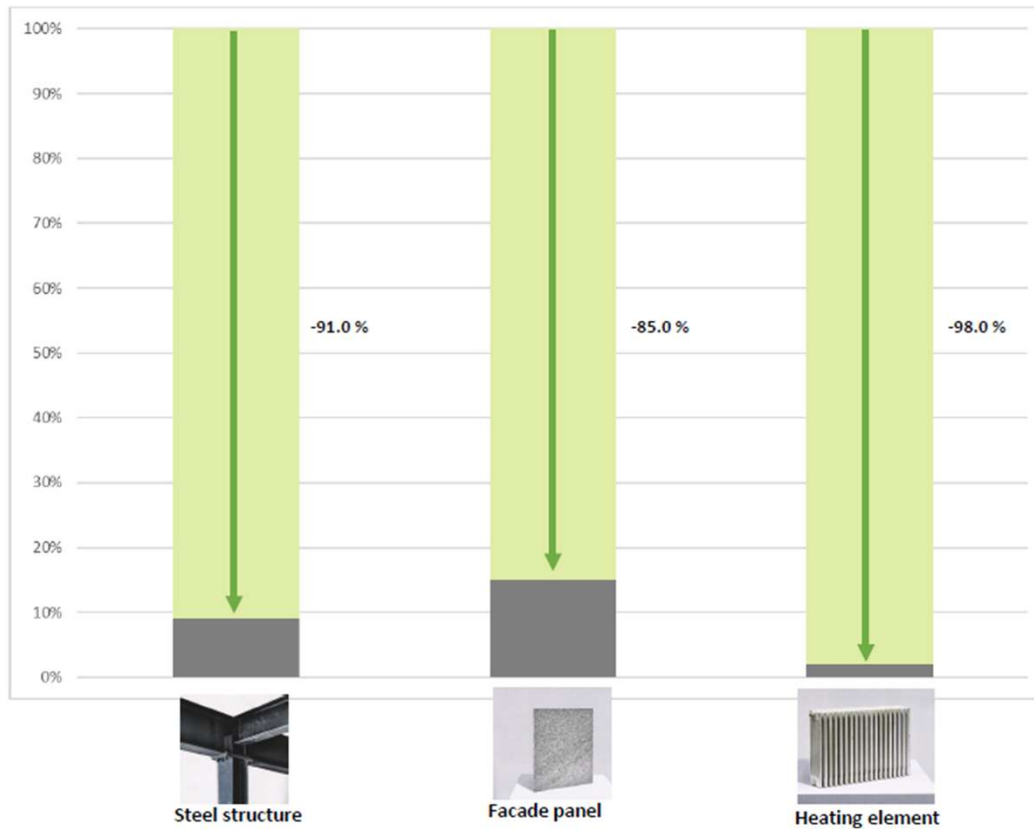
### Legend

- Reinstallation
- Preparation
- Transport ←
- Deconstruction

# Zirkuläres Denken ...und die Gebäudetechnik

## Beispiel zirkulär (Halle K 118)

© Buch «Bauteile wiederverwenden»



CO<sub>2</sub>-emissions from the reuse of components, 3 components in comparison

### Legend



Saving

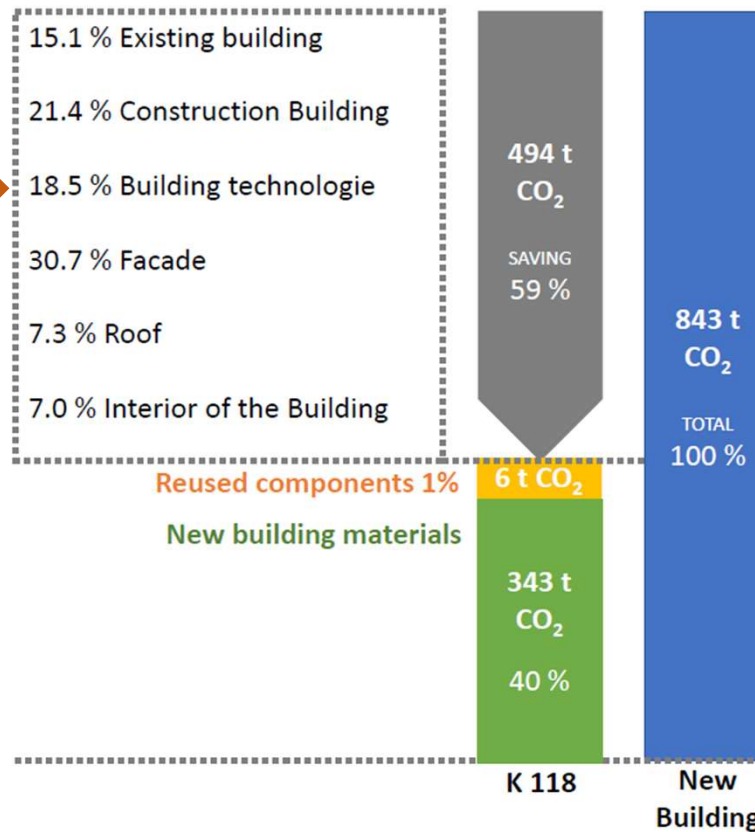
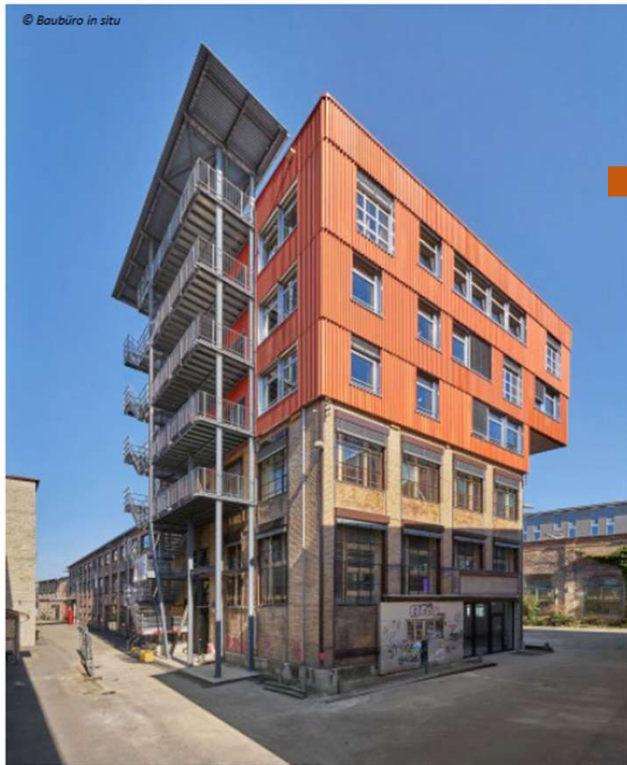


Emissions Reuse

(Reinstallation, Preparation, Transport, Deconstruction)

# Zirkuläres Denken ...und die Gebäudetechnik

## Beispiel zirkulär (Halle K 118)



### POTENTIAL OF REUSE

# Zirkuläres Denken ...und die Gebäudetechnik

Hinweise und Ansätze für R4 Reuse / R5 Repair

**Systemtrennung**



Sichtbar geführte Leitungen



Siedlung Burgunder, Bern

- ✓ weniger Material (Deckenaufbau)
- ✓ gut zugänglich und reparierbar
- ✓ demontierbar und trennbar

**gut demontierbar, zugänglich und dadurch wartungs- und reparierfreundlich**



# Ansätze der Optimierung – *Systemtrennung*

## R2 Rethink / R3 Reduce / R4 Reuse



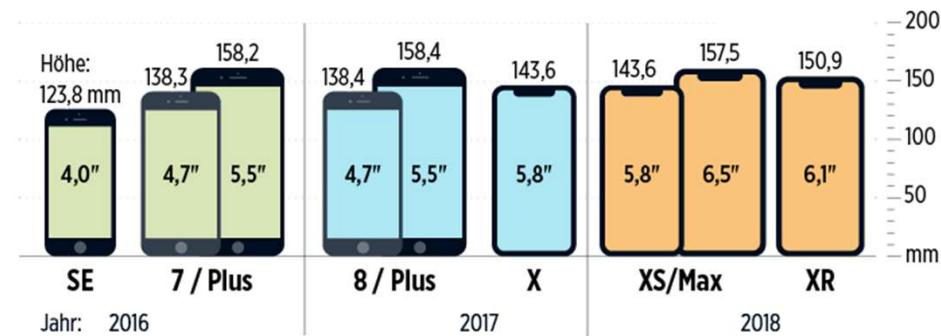
→ Projekt «sind 16 cm genug?», HSLU 2025

*Amt für Hochbauten Zürich*

<https://www.hslu.ch/de-ch/hochschule-luzern/forschung/projekte/detail/?pid=6033>

## iPhone Größencheck

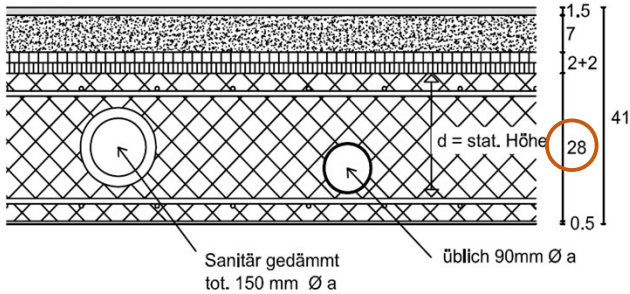
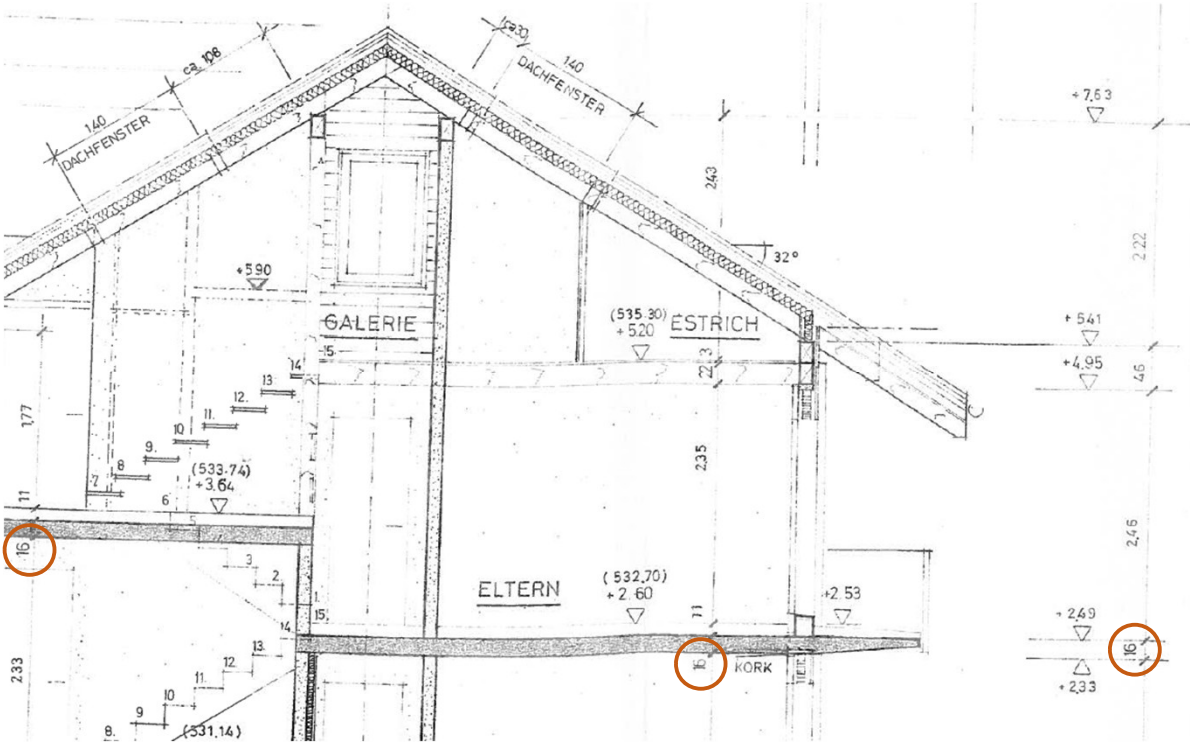
Auswahl ab 2016



info.BILD.de | Quelle: Apple | Stand: September 2018

# Ansätze der Optimierung – «Sind 16 cm Beton genug?»

## R2 Rethink / R3 Reduce / R4 Reuse



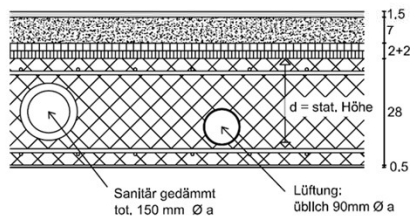
Einlagen aus aktuellen Baubspielen. Rechts: Wohnturm «three point» in Dübendorf  
[www.3-point.ch](http://www.3-point.ch)  
 Titelbild: Extremfall aus baudokumentaion.ch

# Ansätze der Optimierung – «Sind 16 cm Beton genug?»

## R2 Rethink / R3 Reduce / R4 Reuse

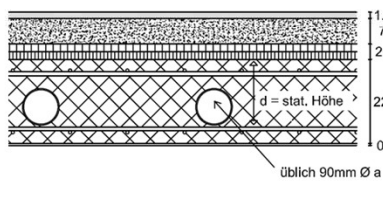
### VARIANTE 0: 28cm Beton (tot. 41cm)

Sämtliche Gebäudetechnikleitungen eingelegt



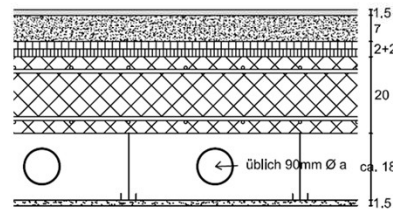
### VARIANTE 1: (Referenz) 22cm Beton (tot. 35cm)

Leitungen optimiert eingelegt



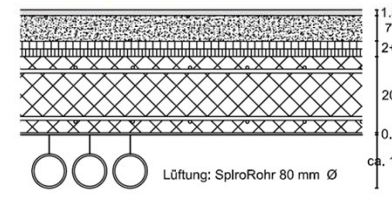
### VARIANTE 2: 20cm Beton (tot. 52cm)

Abgehängte Decke, Beton nach Schall Mindestanforderungen dimensioniert



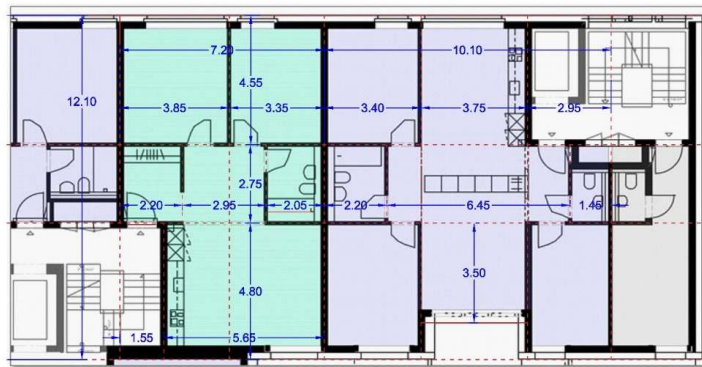
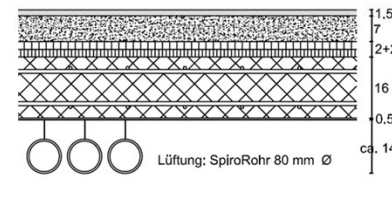
### VARIANTE 3: 20cm Beton (tot. 33/47cm)

Leitungen sichtbar, Beton nach Schall Mindestanforderungen dimensioniert



### VARIANTE 4: 16cm Beton (tot. 29/43cm)

Leitungen sichtbar, Beton nach Statik dimensioniert

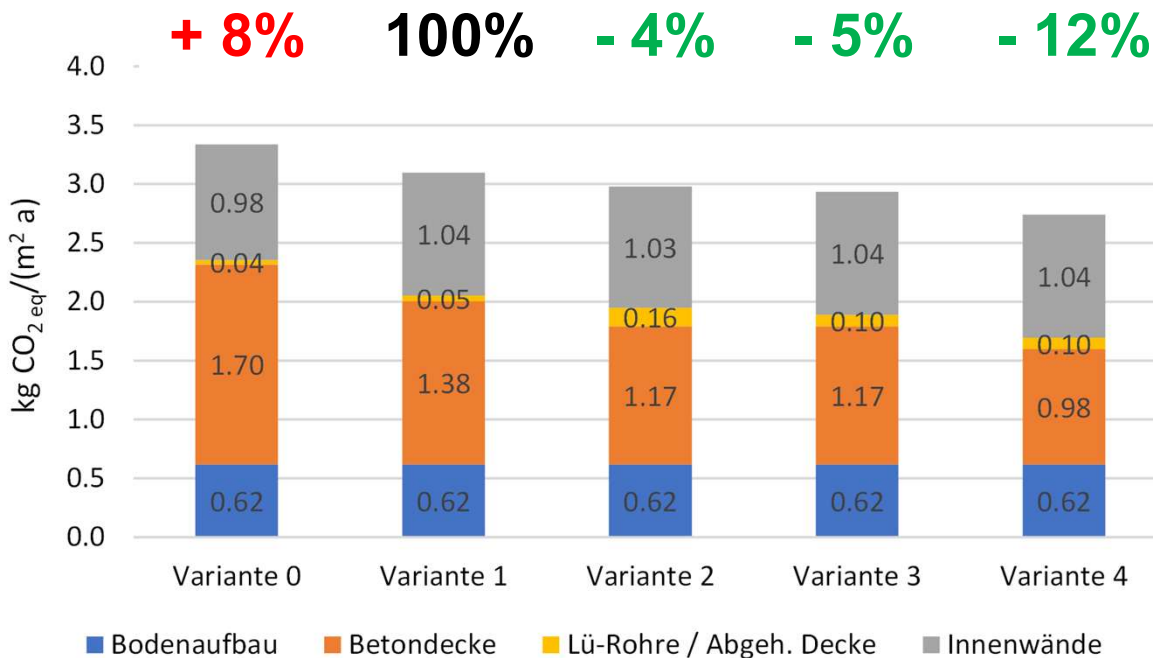


Exemplarischer Grundriss anhand einer Wohnung der Wohnsiedlung Leutschenbach der LSZ (Liegenschaften Stadt Zürich)



# Ansätze der Optimierung – «Sind 16 cm Beton genug?»

## R2 Rethink / R3 Reduce / R4 Reuse



Erstellungsaufwand für die 5 untersuchten Varianten anhand der Treibhausgasemissionen

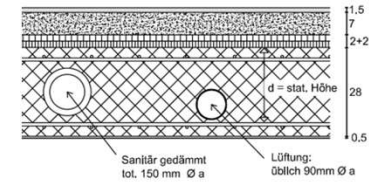
mit verschiedenen Betonsorten:

hier: Hochbaubeton NPK C, CEM II/A(45%) II/B(45%) I(10%), aus Primärrohstoffen (ungünstig)

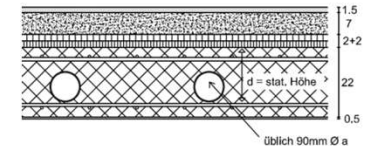
Hochbaubeton, NPK A, CEM III/B, RC-C (Basis Standard AHB)

Hochbaubeton NPK A, CEM III/B, RC-C, 10kg/m<sup>3</sup> CO<sub>2</sub> Einspeicherung (günstige)

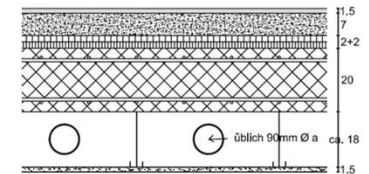
HSLU 18. Mai 2026



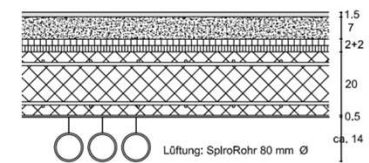
**V0: 28cm Beton (tot. 41cm)**  
Sämtliche Gebäudetechnikleitungen eingelegt  
**Flexibilität Spannweite**



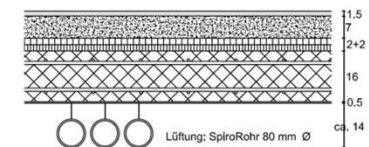
**V1: (Referenz) 22cm Beton (tot. 35cm)**  
Leitungen optimiert eingelegt  
**Schallschutz erhöht Standard, Kosten!**



**V2: 20cm Beton (tot. 52cm)**  
Abgehängte Decke, Beton nach Schall Mindestanforderungen dimensioniert  
**Systemtrennung Raumhöhen**



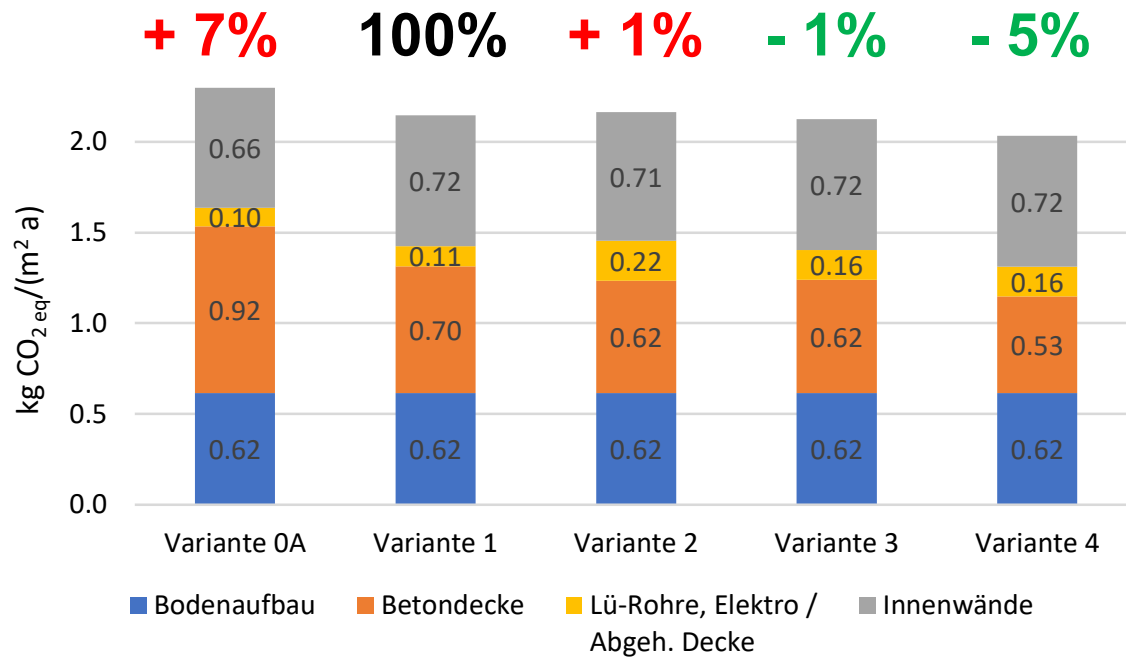
**V3: 20cm Beton (tot. 33/47cm)**  
Leitungen sichtbar, Beton nach Schall Mindestanforderungen dimensioniert  
**Kosten, Akzeptanz**



**V4: 16cm Beton (tot. 29/43cm)**  
Leitungen sichtbar, Beton nach Statik dimensioniert  
**Komfort, Aufwand, Gesetz/Norm?**

# Ansätze der Optimierung – «Sind 16 cm Beton genug?»

## R2 Rethink / R3 Reduce / R4 Reuse



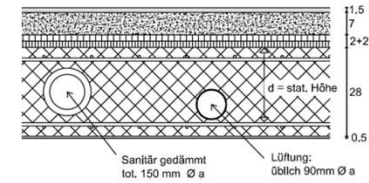
Erstellungsaufwand für die 5 untersuchten Varianten anhand der Treibhausgasemissionen

**mit verschiedenen Betonsorten:**

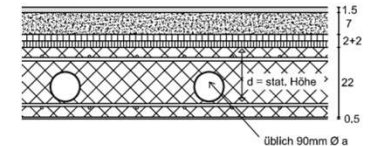
Hochbaubeton NPK C, CEM II/A(45%) II/B(45%) I(10%), aus Primärrohstoffen (ungünstig)

hier: Hochbaubeton, NPK A, CEM III/B, RC-C (Basis Standard AHB)

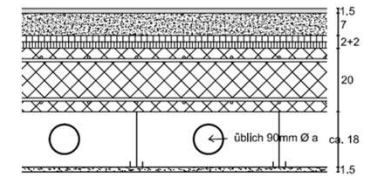
Hochbaubeton NPK A, CEM III/B, RC-C, 10kg/m<sup>3</sup> CO<sub>2</sub> Einspeicherung (günstige)



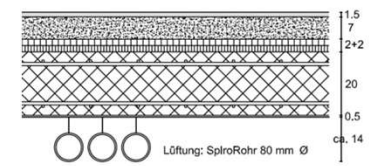
**V0: 28cm Beton (tot. 41cm)**  
Sämtliche Gebäudetechnikleitungen eingelegt  
**Flexibilität Spannweite**



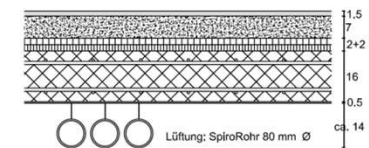
**V1: (Referenz) 22cm Beton (tot. 35cm)**  
Leitungen optimiert eingelegt  
**Schallschutz erhöht Standard, Kosten!**



**V2: 20cm Beton (tot. 52cm)**  
Abgehängte Decke, Beton nach Schall Mindestanforderungen dimensioniert  
**Systemtrennung Raumhöhen**

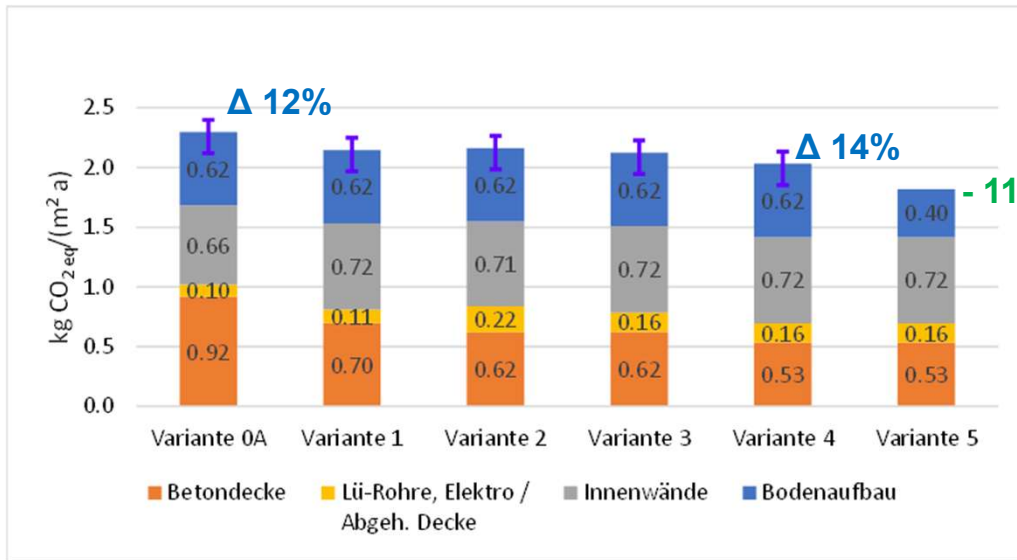
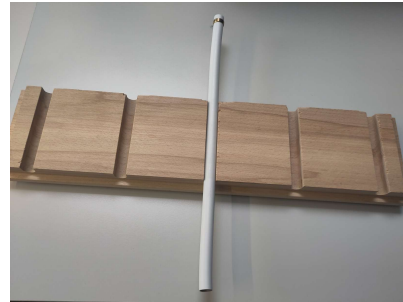


**V3: 20cm Beton (tot. 33/47cm)**  
Leitungen sichtbar, Beton nach Schall Mindestanforderungen dimensioniert  
**Kosten, Akzeptanz**



**V4: 16cm Beton (tot. 29/43cm)**  
Leitungen sichtbar, Beton nach Statik dimensioniert  
**Komfort, Aufwand, Gesetz/Norm?**

# Analyse Bodenaufbauten



Erstellungsaufwand für die 6 untersuchten Varianten anhand der Treibhausgasemissionen

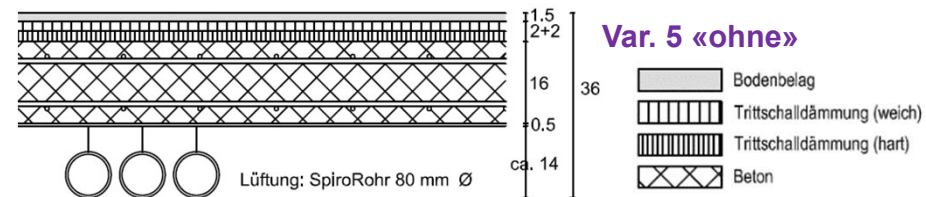
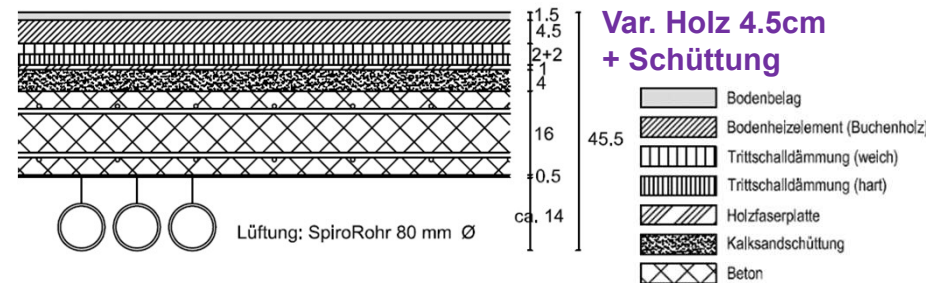
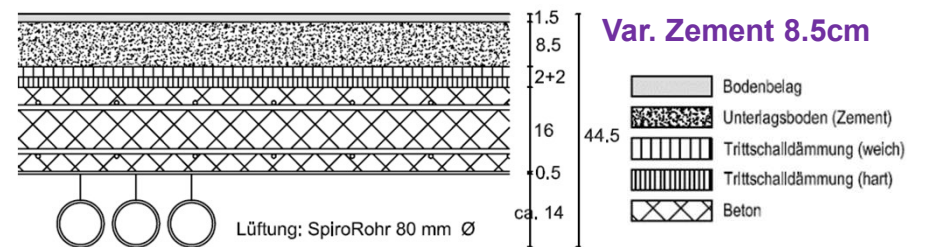
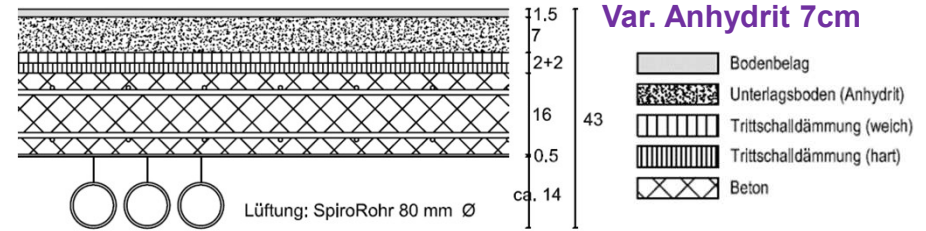
**mit verschiedenen Bodenaufbauten:**

Anhydritunterlagsboden 70mm (Basisaufbau)

Zementunterlagsboden 85mm

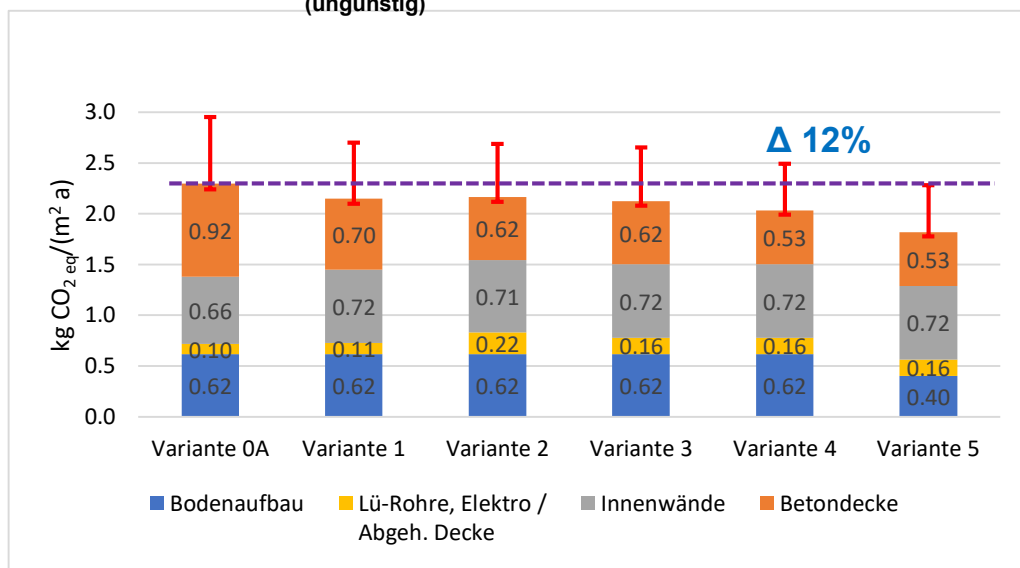
Trockenaufbau mit Bodenheizelement aus Buchenholz 45mm + Schüttung

sowie ohne Unterlagsboden (Variante 5)



# Analyse Betonsorten

**+ 11%** **100%** **- 2%** **- 3%** **- 8%**  
(ungünstig)



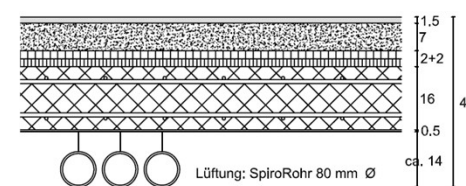
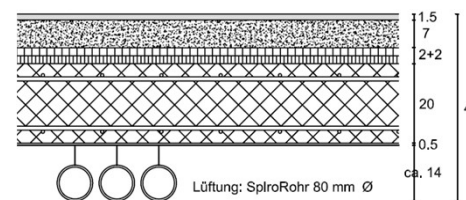
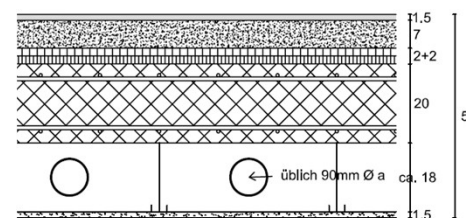
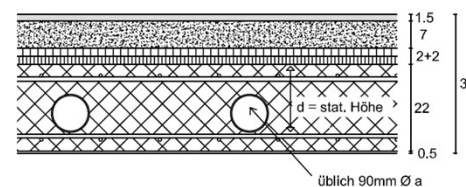
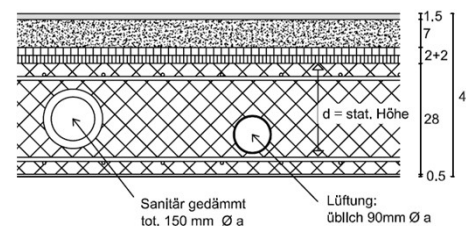
Erstellungsaufwand für die 6 untersuchten Varianten anhand der Treibhausgasemissionen

## mit verschiedenen Betonsorten:

Hochbaubeton NPK C, CEM II/A(45%) II/B(45%) I(10%), aus Primärrohstoffen (ungünstig)

Hochbaubeton, NPK A, CEM III/B, RC-C (Basis Standard AHB)

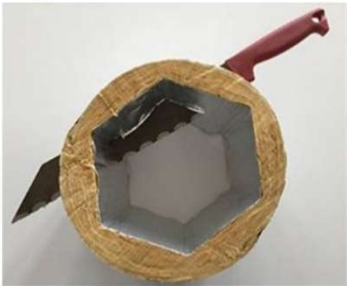
Hochbaubeton NPK A, CEM III/B, RC-C, 10kg/m³ CO₂ Einspeicherung (günstige)



# Ansätze der Optimierung – *Materialwahl*

## R2 Rethink / R4 Reuse / R9 Recycle

Dämmungen als Lüftungskanal



Pilze: Mycelium



Bambus  
(Quelle Materialarchiv)



Holz-Kork-Latexgranulat  
(Quelle Materialarchiv)



Zelluloseplatten  
(Quelle Materialarchiv)



→ Projekte «Alternative Lüftungsmaterialien», «Reuse Lüftungsleitungen» HSLU 2023

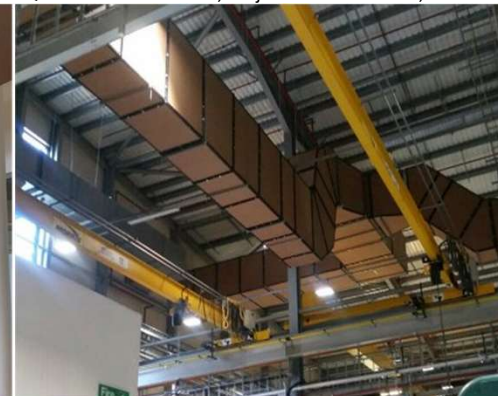
*Amt für Hochbauten Zürich*

**Auslegeordnung alternative Materialien**

Quellen: Materialarchiv, Projekte: The XX Office, Joke Post, 1999, Beispiele GatorDuct (UK)



**Sichtbare Lüftungsrohre**  
Siedlung Burgunder, Bern  
Bürgi Schärer Architekten AG, 2010

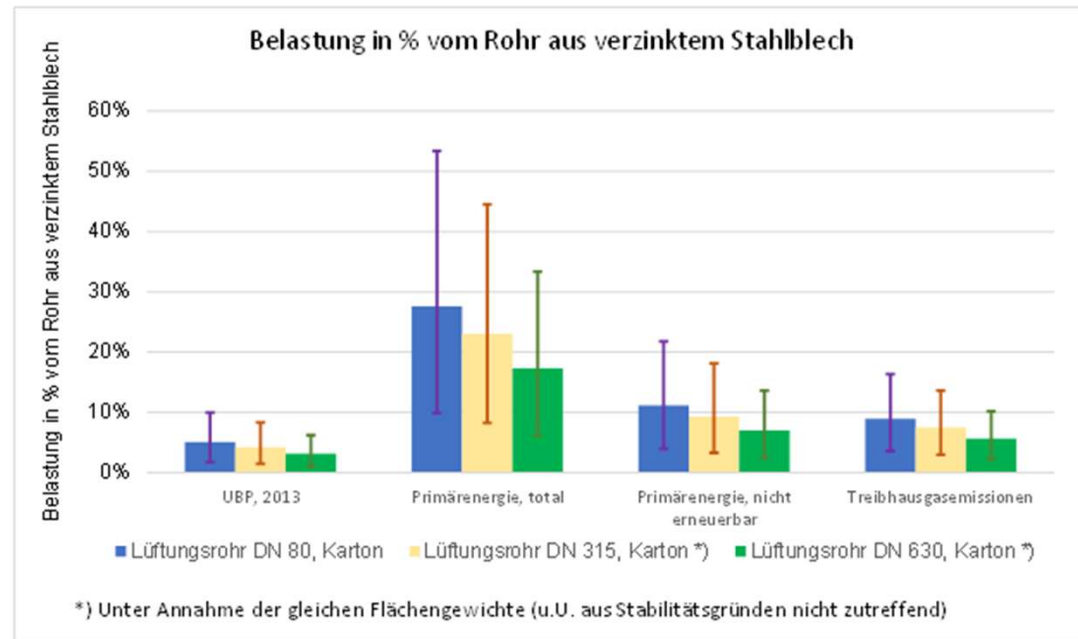


# Ansätze der Optimierung – *alternative Materialien für Lüftungsanlagen*

## R2 Rethink / R4 Reuse / R9 Recycle

Quantifizierung – Vergleich verzinktes Stahl und Karton

- Reduktion der Rohr-Umweltbelastung:  
**80% bis deutlich über 90%** möglich!
- Annahme: gleiche Lebensdauer



Vergleich der Ökobilanz von Lüftungsrohren aus Karton zu konventionellen Wickelfalzrohren

# Ansätze der Optimierung – *alternative Materialien für Lüftungsanlagen*

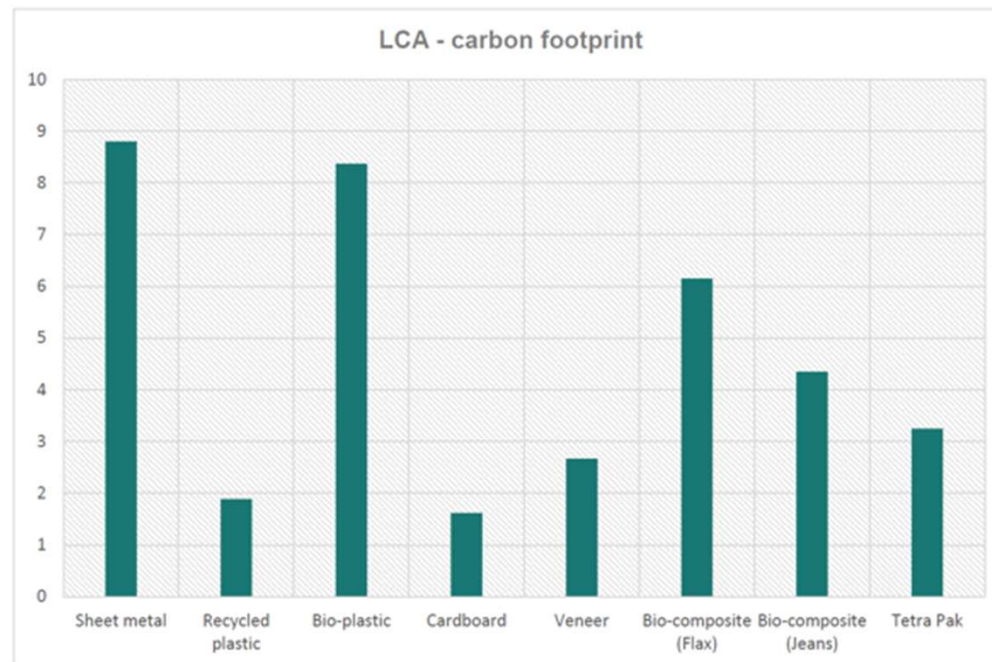
## R2 Rethink / R4 Reuse / R9 Recycle

Quantifizierung – Vergleich verschiedener Materialien mit angepasster Lebensdauer

- Beispiel mit Variation der Lebensdauer:  
Karton: 3 Jahre  
Stahl, Bioplastik, Biokomposit: 40 Jahre
- Relevanz der effektiven Lebensdauer bzw. der Erneuerungszyklen

### Quelle

W. Kevin, «Bio-based air ducts: The applicability of bio-based materials for the construction of air duct components,» TU Delft Architecture and the Built Environment, Delft, 2023.



■ carbon footprint (kg CO2e per kg.m)

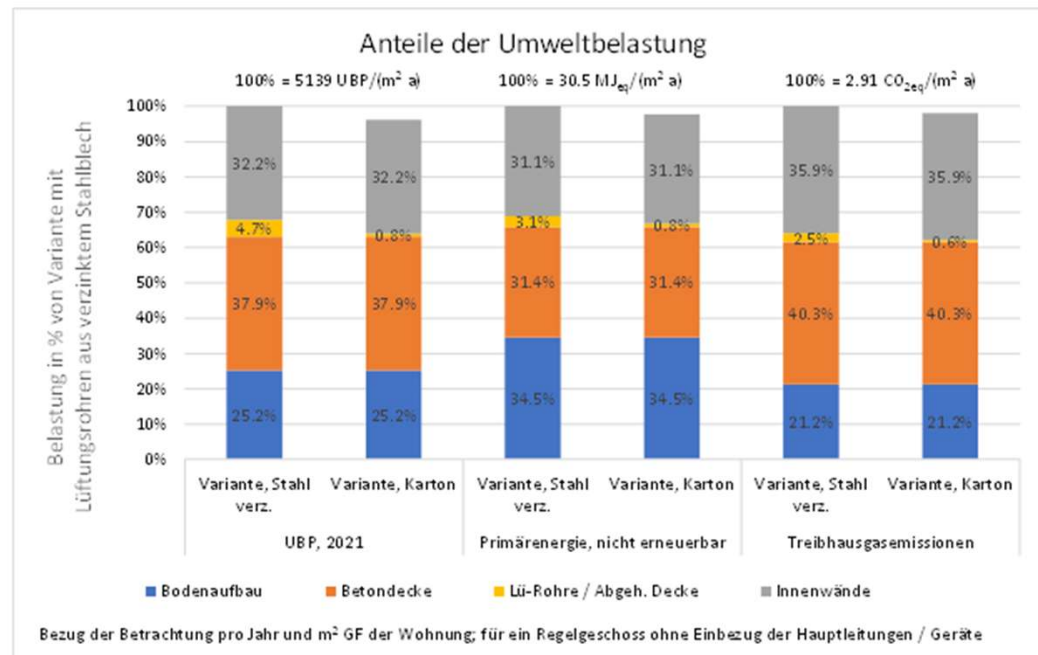
**Treibhausgasbilanz für 1m Lüftungsrohr mit 180mm Durchmesser für verschiedene Materialien**

# Ansätze der Optimierung – *alternative Materialien für Lüftungsanlagen*

## R2 Rethink / R4 Reuse / R9 Recycle

Quantifizierung – Effektiver Einfluss der alternativen Materialisierung in Beispielwohnung

- Einfluss des Materialwechsels in der Horizontalverteilung der Lüftung innerhalb der Wohnung:  
**2-4% der Gesamtbelastung** der im Vergleich berücksichtigten Bauteile (Bodenaufbau, Betondecke, Innenwände und Lüftungsleitungen)
- *Grosses Potential der Reduktion der Umweltbelastung durch Alternativen in der reinen Materialbetrachtung*
- *Je grösser der Anwendungsbereich der alternativen Lüftungsmaterialien umso gewichtiger die Reduktion*



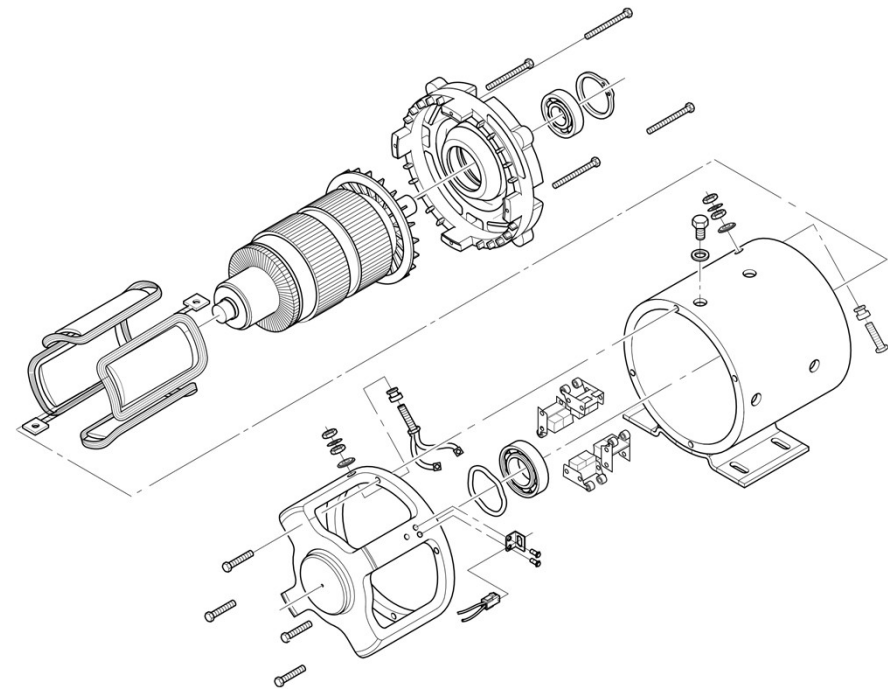
**Vergleich der Materialökobilanz für ein Wohngeschoss:  
Lüftungsrohren aus konventionellen Wickelfalzrohren und Variante mit Kartonverrohrung**

# Ansätze der Optimierung – *(de)montagefreundliche Produkte / D4D*

## R4 Reuse / R5 Repair / R6 Refurbish



“Design for disassembly is a fundamental principle that informs decisions and **material choices**, changing **how materials are joined together** and how they are layered in a way that is **accessible, reversible, and robust.**”

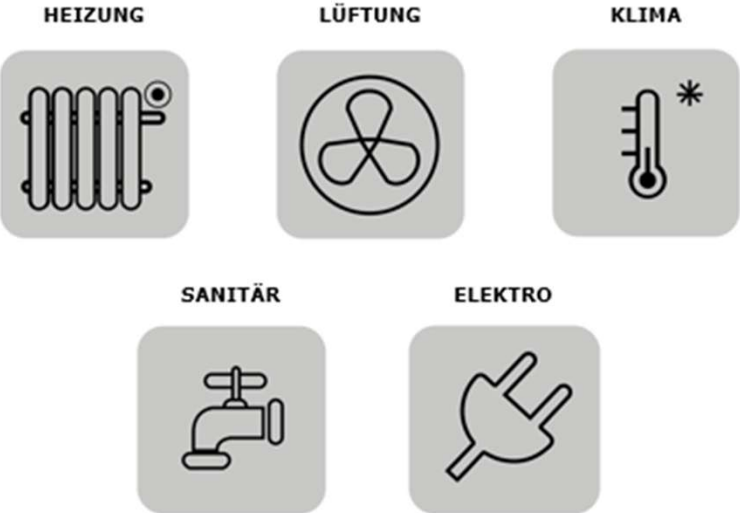
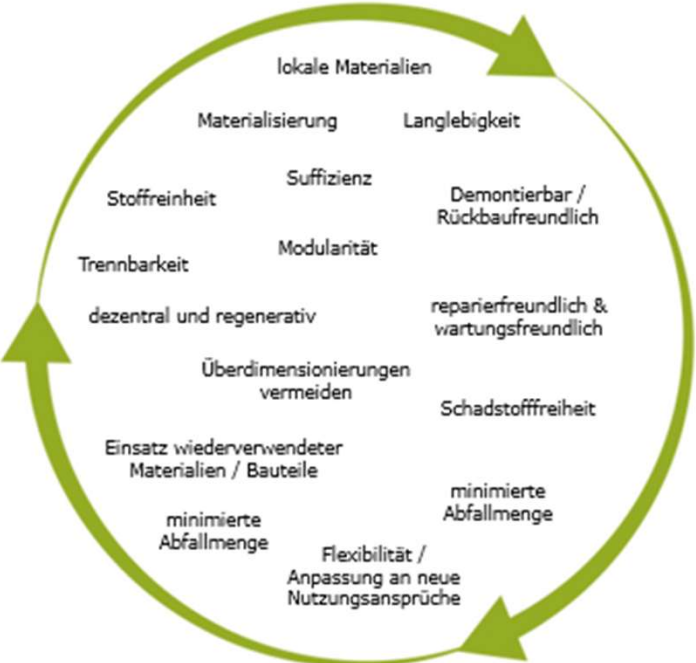


by Sina Büttner, IGE – HSLU T&A

# Ansätze der Optimierung – *(de)montagefreundliche Produkte / D4D*

## R4 Reuse / R5 Repair / R6 Refurbish

### Kreislauffähiges Design



# Ansätze der Optimierung – *(de)montagefreundliche Produkte / D4D*

## R4 Reuse / R5 Repair / R6 Refurbish

### Fügetechniken

Fügen DIN 8593 Hauptgruppe 4	Zusammensetzen	DIN 8593 Teil 1
	Füllen	DIN 8593 Teil 2
	An- und Einpressen	DIN 8593 Teil 3
	Fügen durch Urformen	DIN 8593 Teil 4
	Fügen durch Umformen	DIN 8593 Teil 5
	Fügen durch Schweißen	DIN 8593 Teil 6
	Fügen durch Löten	DIN 8593 Teil 7
	Kleben	DIN 8593 Teil 8
	Textiles Fügen	DIN 8593 Teil 9

### Lösbare Verbindungen

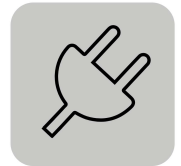
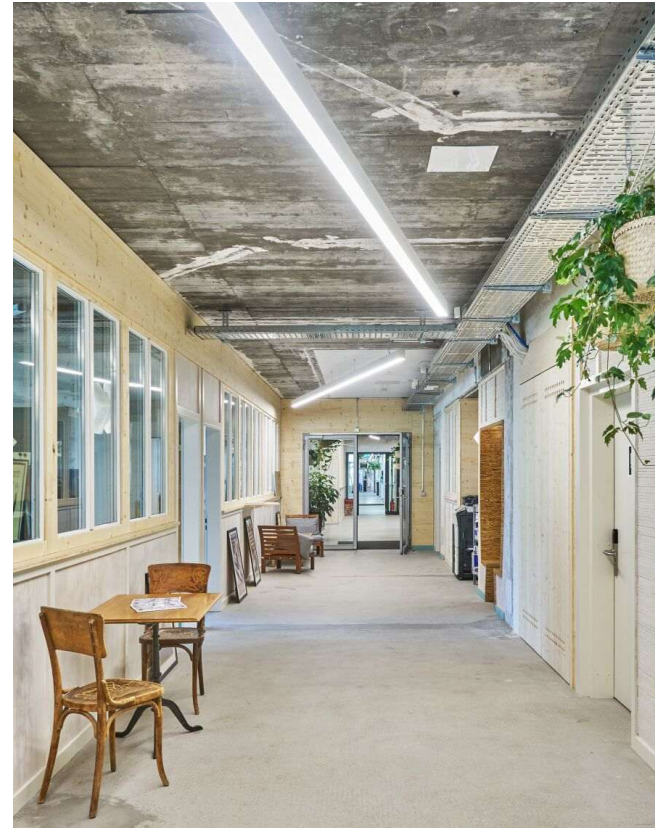
- Auflegen, Aufsetzen, Schichten
- Einlegen, Einsetzen
- Ineinanderschieben
- Einhängen
- Einrenken
- Federnd Einspreizen
- Schrauben (An-, Ein-, Ver-, Festschrauben)
- Klemmen
- Klammern
- Fügen durch Presspassung
- Nageln, Verstiften, Einschlagen
- Verkeilen
- Verspannen
- Fügen durch Umformen drahtförmiger Körper
- Fügen durch Umformen bei Blech-, Rohr- und Profiltteilen



# Ansätze der Optimierung – *(de)montagefreundliche Produkte / D4D*

## R4 Reuse / R5 Repair / R6 Refurbish

- In Projekt Umbau Büroräumlichkeiten Trans Zürich wurde die Elektroinstallation (Kabel, Kabeltrassen etc.) weitestgehend erhalten oder wiederverwendet.
- Elektroinstallation durch Schibli Elektrotechnik [\(LINK\)](#)
- Aus Rücksprachen mit dem Baubüro in situ geht hervor, dass im Bereich Elektro die Wiederverwendung technisch einfach sein kann.



by Sina Büttner, IGE – HSLU T&A

# Zirkuläres Denken und die Gebäudetechnik?



## Impressum

### Herausgeber

Schweizerisch-Liechtensteinischer Gebäudetechnikverband (suissetec)  
Auf der Mauer 11, 8021 Zürich  
suissetec.ch

### Gültigkeit

Version 1.0, Januar 2026

### Artikelnummer

Buch Art.-Nr.: OD10003  
E-Book Art.-Nr.: EBS10003  
Kombi Art.-Nr.: SET10003

### Autoren

Diese Wegleitung (Text und Grafiken) wurde durch die Zentrale Kommission Planer von suissetec in Zusammenarbeit mit der folgenden Organisation erstellt.

**HSLU** Hochschule  
Luzern

Hochschule Luzern - Technik & Architektur  
Institut für Gebäudetechnik und Energie IGE  
Technikumstrasse 21, CH-6048 Horw

...die Rolle der Gebäudetechnik – *Ausblick*

## **LENGTH – verlängerte Lebensdauer der Gebäudetechnik**

### **Netto-Null Beitrag zirkulärer Gebäudetechnik**

Das Projekt identifiziert Gebäudetechnikelemente mit hohem Weiterverwendungs- oder Re-use-Potential und quantifiziert die Einsparung von Treibhausgasemissionen anhand von konkreten Beispielen in Nichtwohngebäuden.

**Auftraggeber**  
BFE, AHB, Suissetec  
Belimo Foundation

**Laufzeit**  
2024 – 2027

**Projektpartner**  
Senn Technology AG  
Baubüro insitu, 7air

**Kontaktperson**  
Silvia Domingo  
FG NBuE



...die Rolle der Gebäudetechnik – *Ausblick*

## Neue Ökobilanzdaten der Gebäudetechnik

### Kennwerte für die KBOB-Ökobilanzdatenliste

Erarbeitung von neuen Ökobilanz-Kennwerten mit verfügbaren Daten zur Gebäudetechnik. Ein Hilfsmittel zur gesamtheitlichen Optimierung der Ökobilanz von Gebäudetechnik. Das Projekt baut auf die Erkenntnisse der SYGREN-Studie auf.

**Auftraggeber**  
Bundesamt für Umwelt  
BAFU

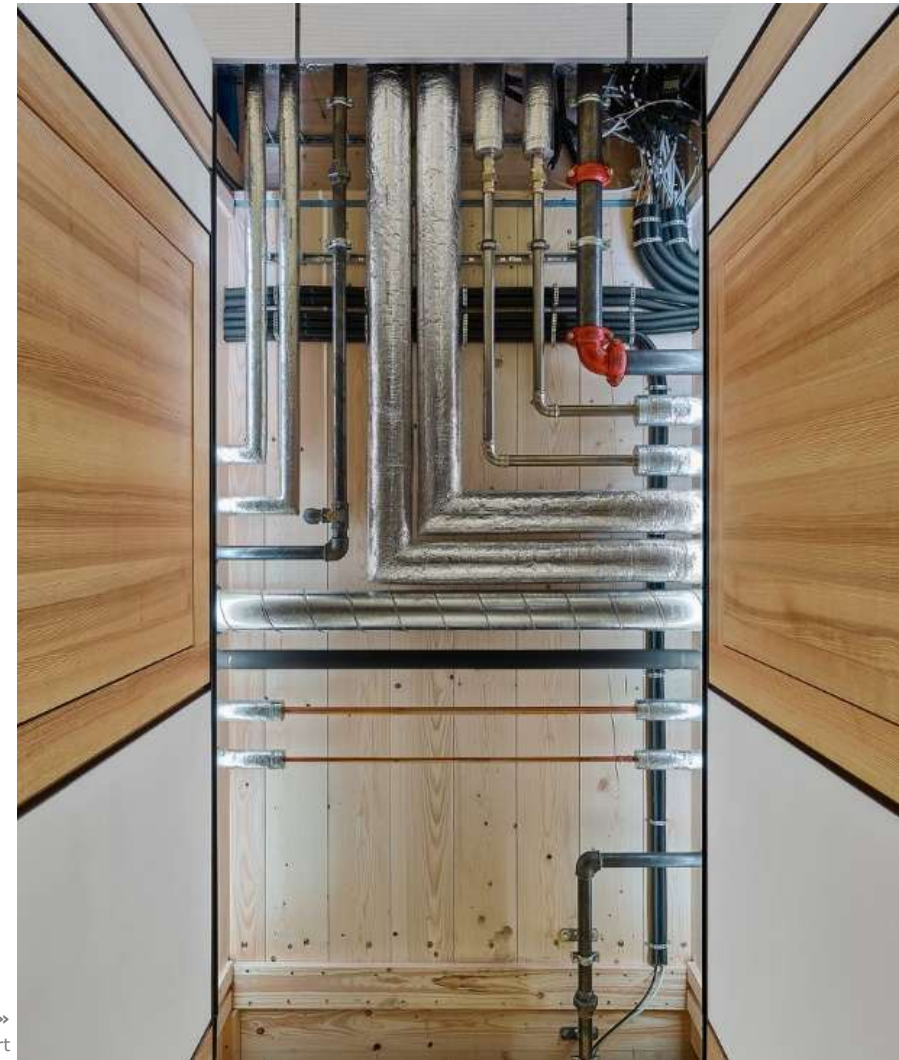
**Laufzeit**  
2022 – 2026

**Kontaktperson**  
Christoph Lehmann  
Basler & Hoffmann  
Gianrico Settembrini  
FG NBuE

# Konklusion

## Netto Null und Zirkuläre Gebäudetechnik

- Gebäudetechnik wird bei der Dekarbonisierung des Gebäudeparks eine **zentrale Rolle** spielen
- Der Aktionsraum bewegt sich zwischen **No-Tech** (Dematerialisierung) und **High-Tech** (Energieproduktion und Speicherung)
- Massgebend für die Treibhausgasemissionen ist die **frühe Phase der Projektplanung**
- Als Entscheidungs- bzw. Optimierungshilfe werden **Ökobilanzdaten der Gebäudetechnik** in ähnlicher Form benötigt, wie sie für die Baumaterialien vorliegen
- **Zirkuläre Ansätze** werden in der Gebäudetechnik ebenfalls einen wichtigen Beitrag leisten (müssen)...



# Danke!

Im Namen von Mitwirkende, Projektpartner:innen und Auftraggebende:  
Davide Bionda, Alina Kretschmer, Alex Primas, Daniel Heinzmann,  
Heinrich Huber, Sina Büttner, Silvia Domingo, Marvin King u.v.m. (HSLU)  
Severin Lenel, Christoph Lehmann (Basler Hofmann AG)  
Franz Sprecher (AHB Zürich), Rolf Moser (BFE), Peter Gerber (BAFU)

**Hochschule Luzern**  
**Technik & Architektur**  
Institut für Gebäudetechnik und Energie IGE  
**Gianrico Settembrini**  
Senior Wissenschaftlicher Mitarbeiter

T direkt +41 41 349 38 16  
gianrico.settembrini@hslu.ch

FH Zentralschweiz

NEST-Unit «Urban Mining & Recycling»  
Foto © Zooney Braun, Stuttgart

