

**sia**

schweizerischer ingenieur- und architektenverein  
société suisse des ingénieurs et des architectes  
società svizzera degli ingegneri e degli architetti  
swiss society of engineers and architects

**g<sup>ii</sup>** gesellschaft ingenieure  
der industrie des **sia**  
groupe ingénieurs  
de l'industrie de la **sia**

# Wärmepumpen und Fassaden im Kontext Ressourceneffizienz und Kreislaufwirtschaft in Gebäuden

# Begrüssung

## Alexandre Kounitzky



- Dipl. Masch. Ing. ETH (MSc.)
- Geschäftsleiter A. Cavegn AG
- Vorstand SIA-GII (Ex-Präsident)
- Präsident CH-Komitee Engineers Europe - WFEO
- Executive Council Member WFEO

# Moderation

## Almut Sanchen



- Dr.-Ing. Biotechnologie, Gebäudeenergieberaterin
- Sanchen Consulting GmbH
- Beratung von Unternehmen in den Bereichen Ressourceneffizienz und Kreislaufwirtschaft
- EnAW-Zielvereinbarungen Energieeffizienz und Treibhausgasemissionen
- Energiestadt-Zertifizierungen

# Motivation

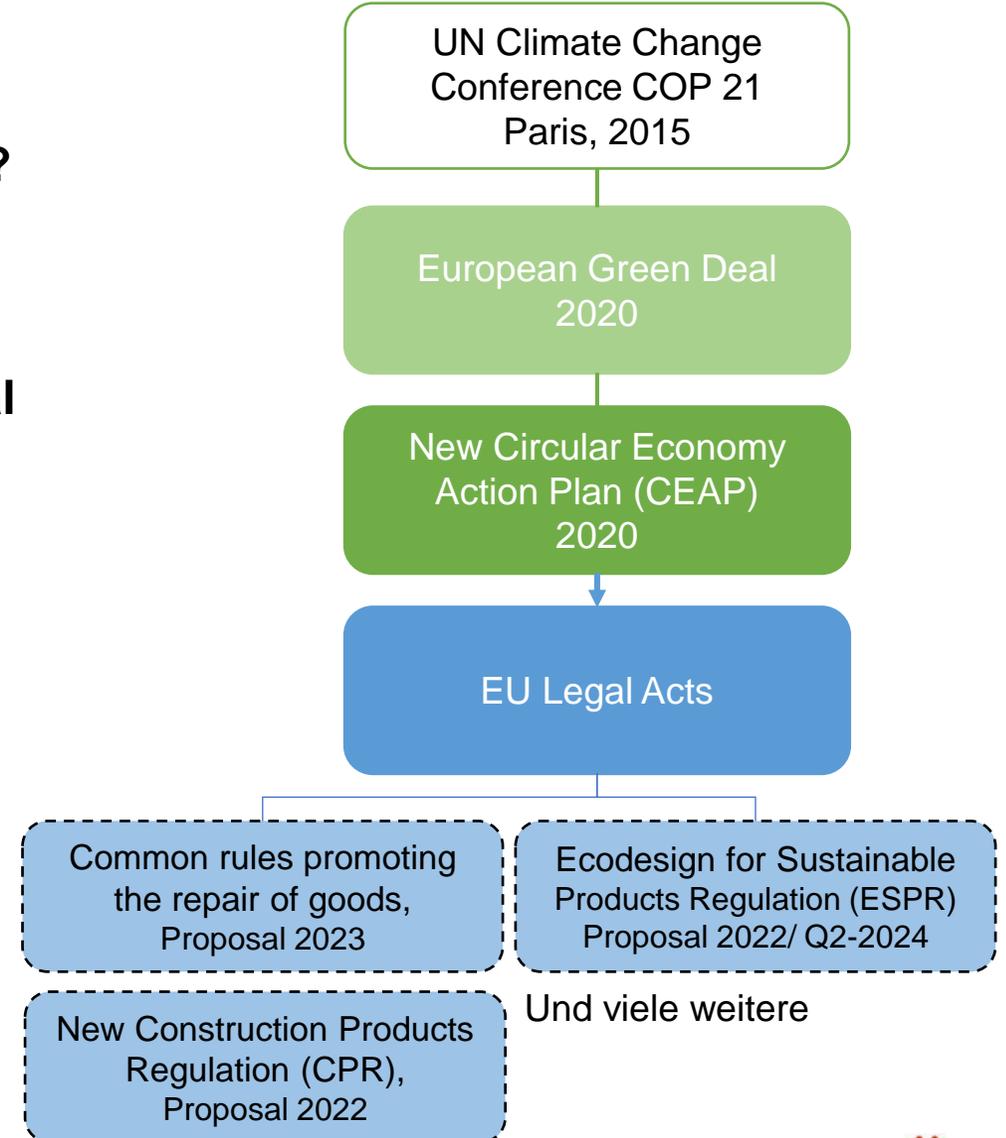
## Warum Ressourcen schonen und Kreisläufe schliessen?

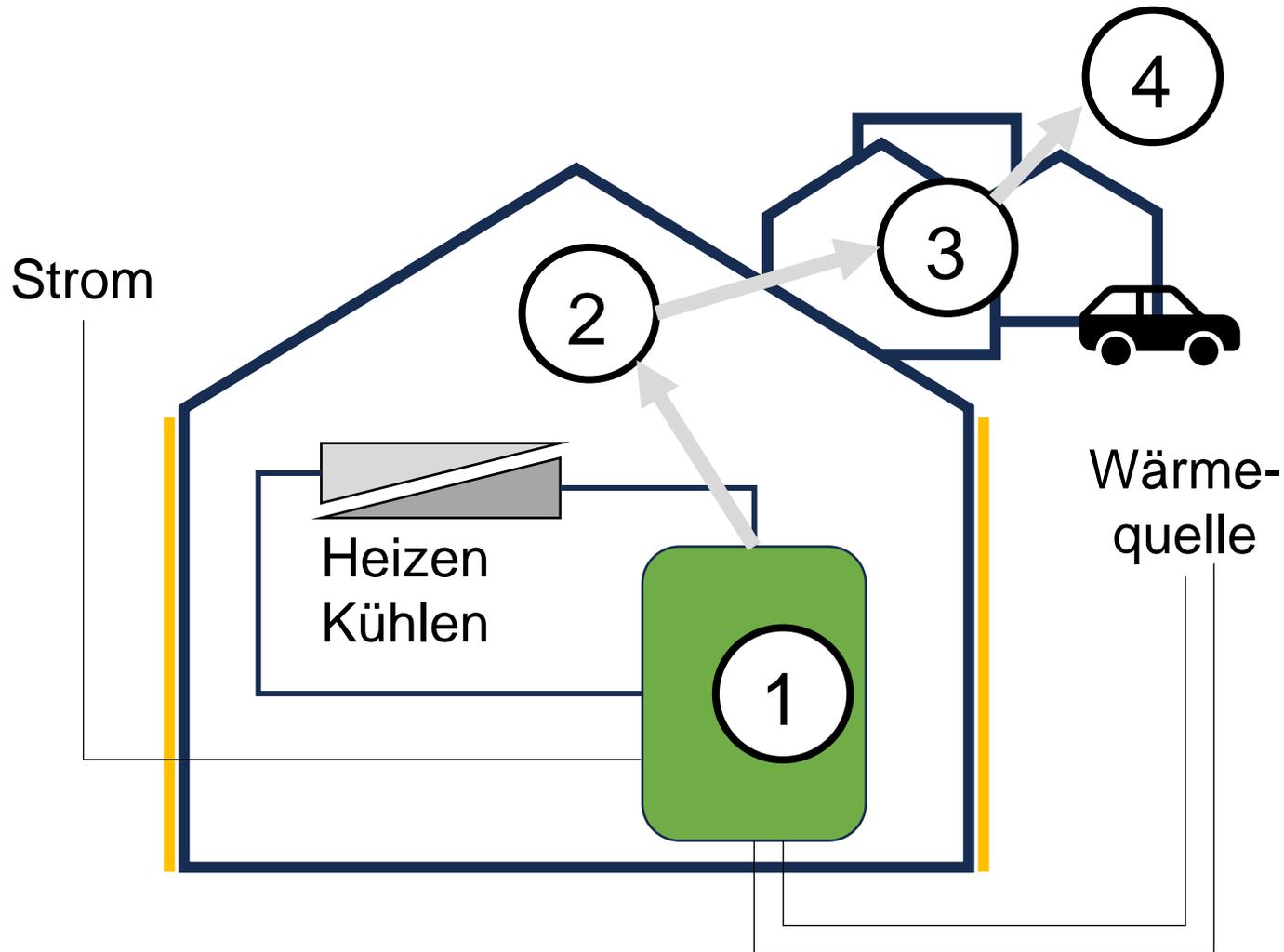
- Beitrag zur Erreichung der Klimaziele, «Netto-Null»
- Verfügbarkeit von Ressourcen sichern
- Nachhaltig wirtschaften: **ökonomisch, ökologisch, sozial**

## EU Aktionsplan Kreislaufwirtschaft

- Nachhaltige Produktpolitik
- Sekundäre Rohstoffe
- Entwicklung von Märkten und Geschäftsmodellen

## CH Parlamentarische Initiative Kreislaufwirtschaft





## Zielgruppen

- Bauherren, Planer

## Fokus

- Gebäude und Technik
- **Fassade** und **Wärmepumpe**

(1) Technische Anlage

(2) Gebäude

(3) Quartier/Areale

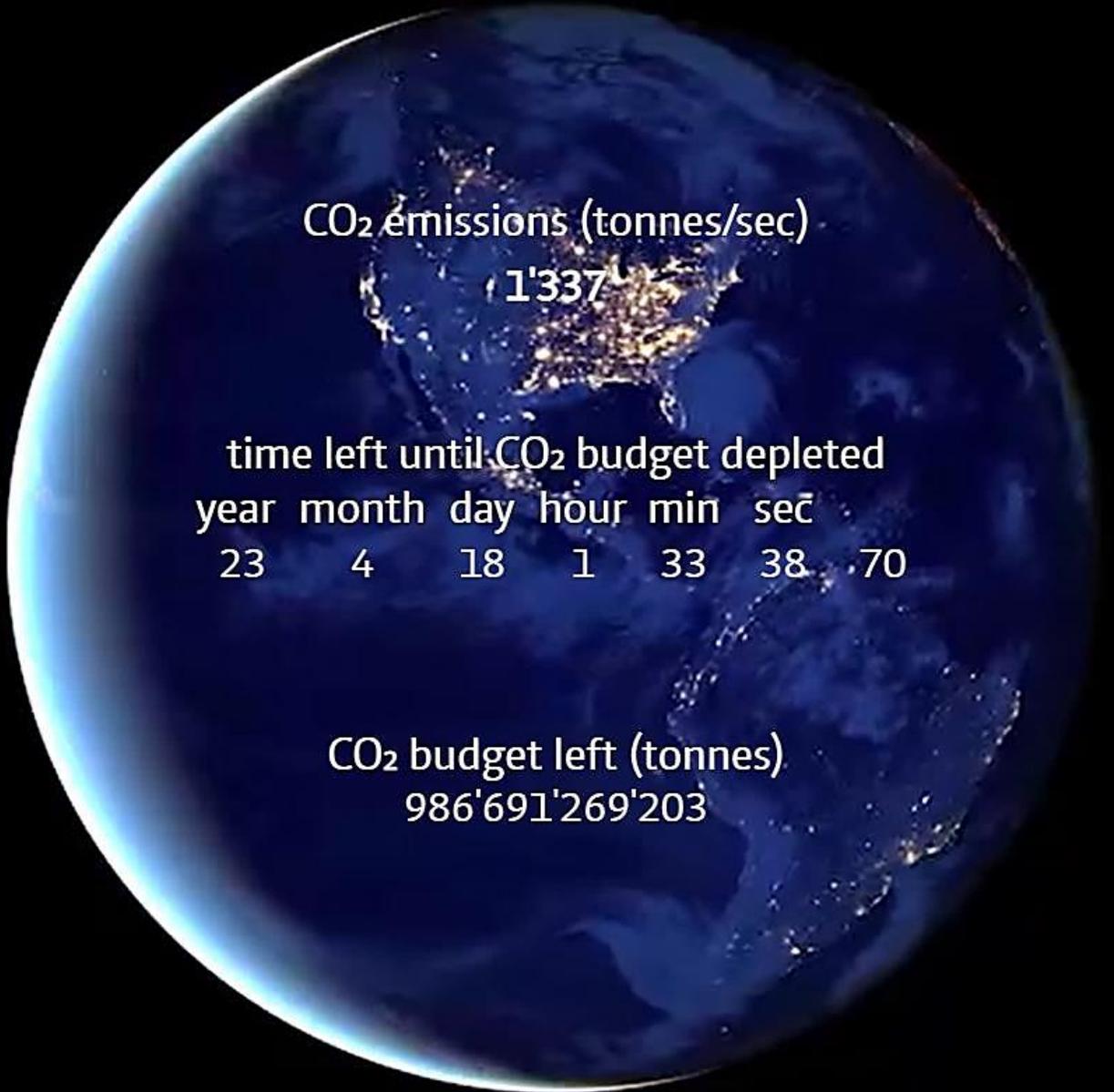
(4) ...

# Industrieller Re-Use und Re-Manufacturing von opaken Wandaufbauten und Fassaden

## Philippe Willareth



- Dipl. Fassadeningenieur FH SIA
- Lüchinger+Meyer
  - Leiter Fassaden- und Leichtbau
  - Mitglied der Geschäftsleitung, VR
- SZFF, Schweizerische Zentrale Fenster und Fassaden
- SIA Berufsgruppe Technik (bgt)
- Beteiligte: Amt für Hochbauten Zürich; Gyso AG; Ekinci Architekten GmbH; Dow Europe GmbH; Surber Metallbau AG; HSLU CC-Gebäudehülle



CO<sub>2</sub> emissions (tonnes/sec)

1'337

time left until CO<sub>2</sub> budget depleted

year month day hour min sec

23 4 18 1 33 38 70

CO<sub>2</sub> budget left (tonnes)

986'691'269'203

# Urbane Mine Gebäudehülle



## Brüstungsgläser

- Direkter Re-Use und Re-Manufacturing Fassadenverkleidungen
- Allg. Recycling

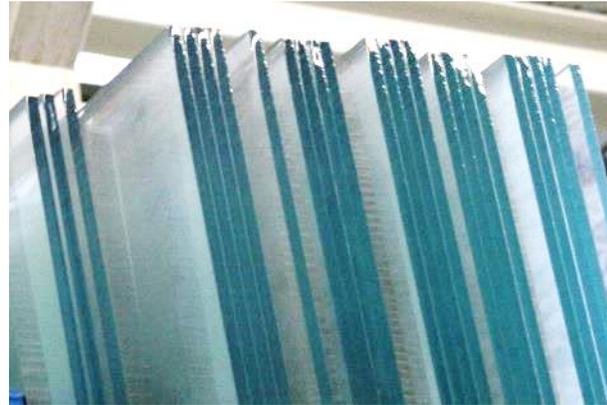
## Fensterglas

- Generischer Re-Use und Re-Manufacturing Fassadenverkleidungen
- Basis für Low-Carbon-Glas

## Metalle

- Fenster- und Fassadenprofile direktes Recycling beispielsweise für Circal 100
- Allg. Recycling

# Re-Use und Re-Manufacturing Inspiration



# Re-Use und Re-Manufacturing Herostrasse 5, Zürich



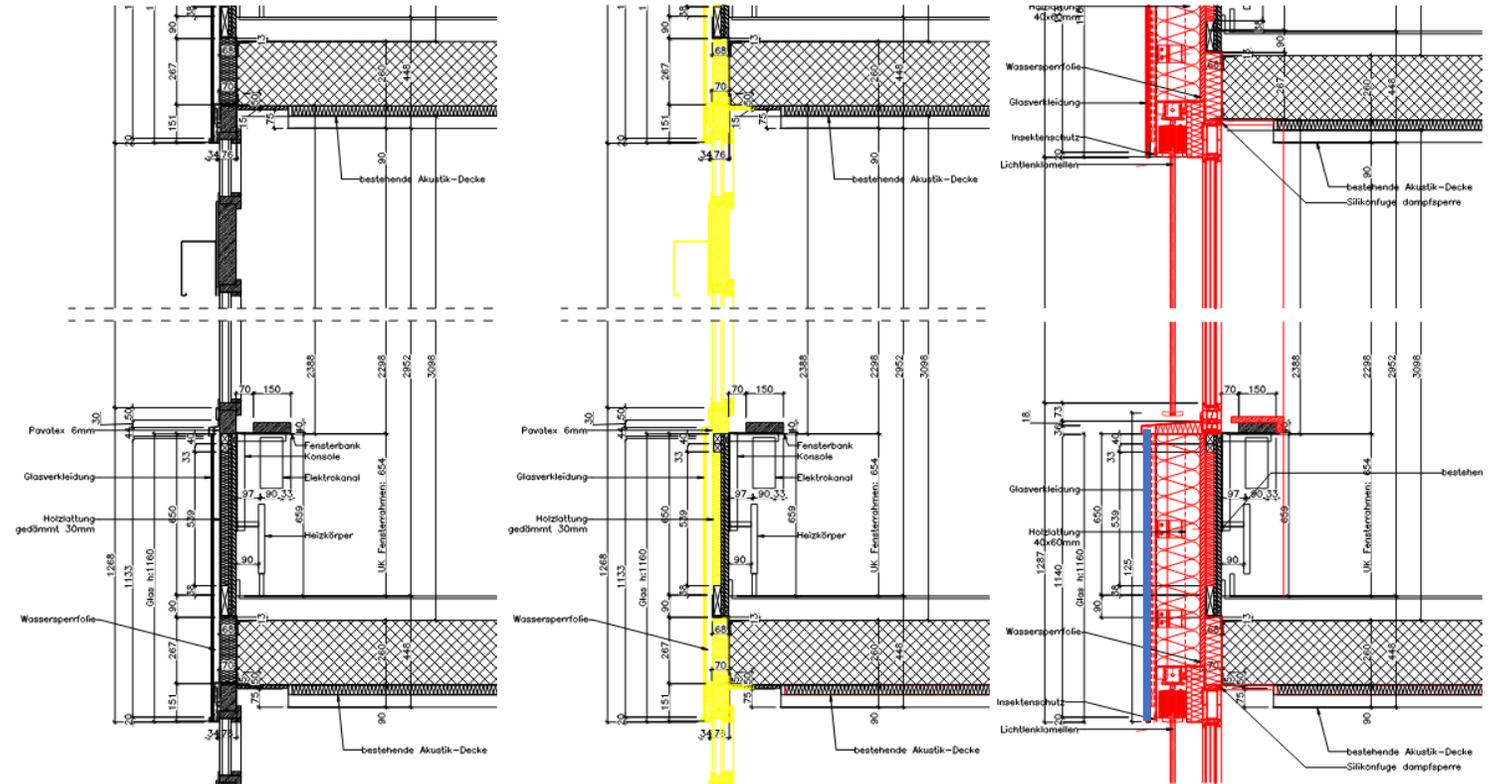
# Re-Use und Re-Manufacturing Herostrasse 5, Zürich



Die Fassadeninstandsetzung stellt einen zentralen Aspekt dar, um die Liegenschaft im Sinne des nachhaltigen Bauens zu ertüchtigen. Die energetischen Kennwerte der Gebäudehülle und der sommerliche Wärmeschutz sollen optimiert und bauökologisch einwandfreie Materialien und Konstruktionssysteme verwendet werden. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen sind in sämtlichen Aspekten des Bauvorhabens auf ein Minimum zu reduzieren. Durch die Instandsetzung soll der Lärmschutz deutlich verbessert und dessen gesetzlichen Anforderungen eingehalten werden.

Auszug Ausschreibung Planerwahlverfahren; 07.09.2021

# Re-Use und Re-Manufacturing Konzept



# Re-Use und Re-Manufacturing Applikation I



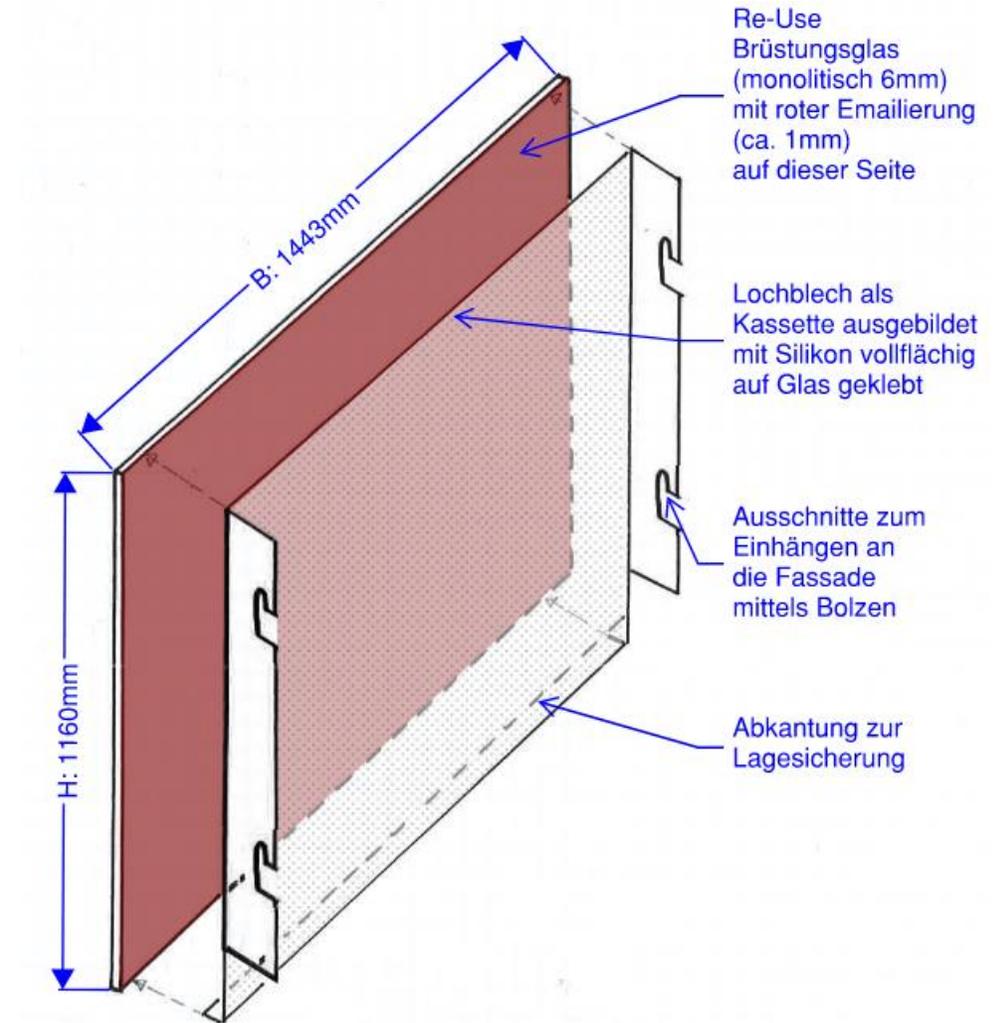
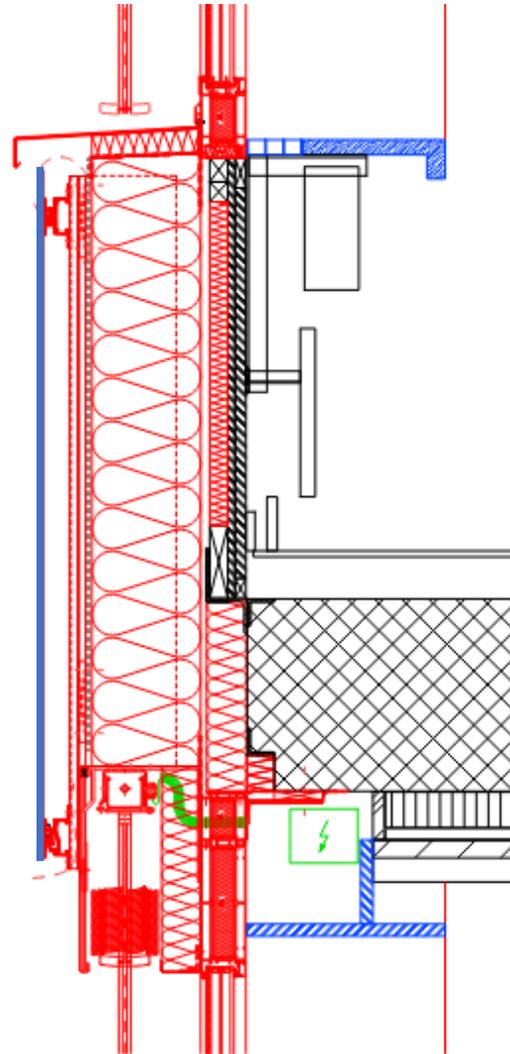
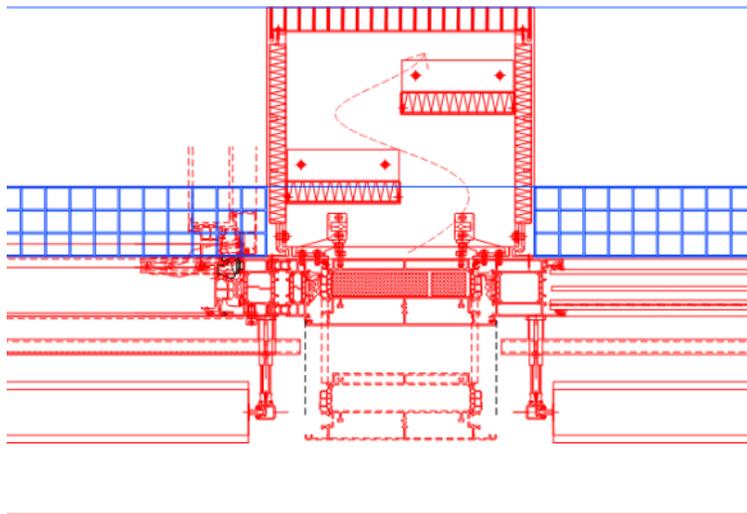
# Re-Use und Re-Manufacturing Applikation II



# Re-Use und Re-Manufacturing Risikomanagement



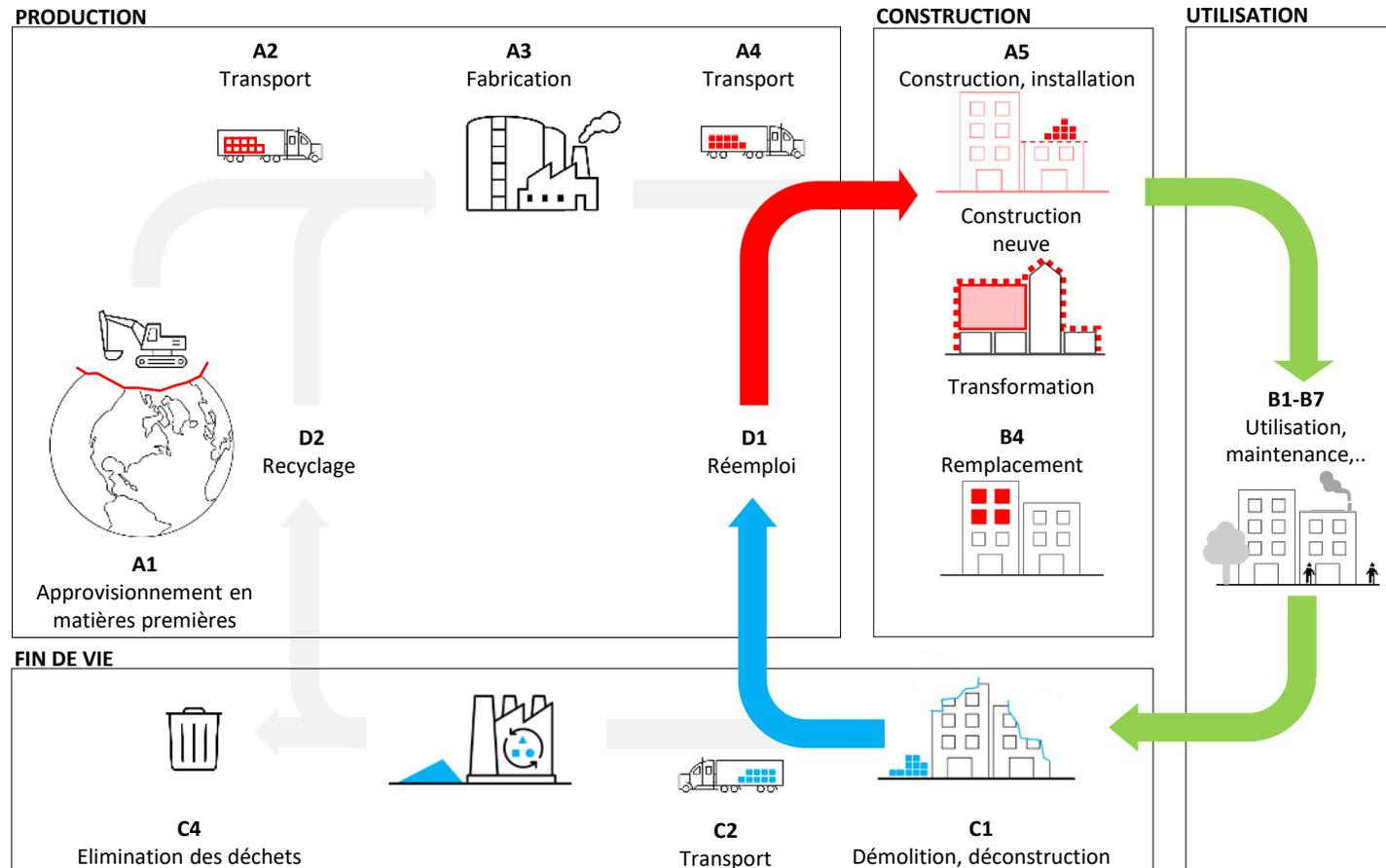
# Re-Use und Re-Manufacturing Konstruktionskonzept



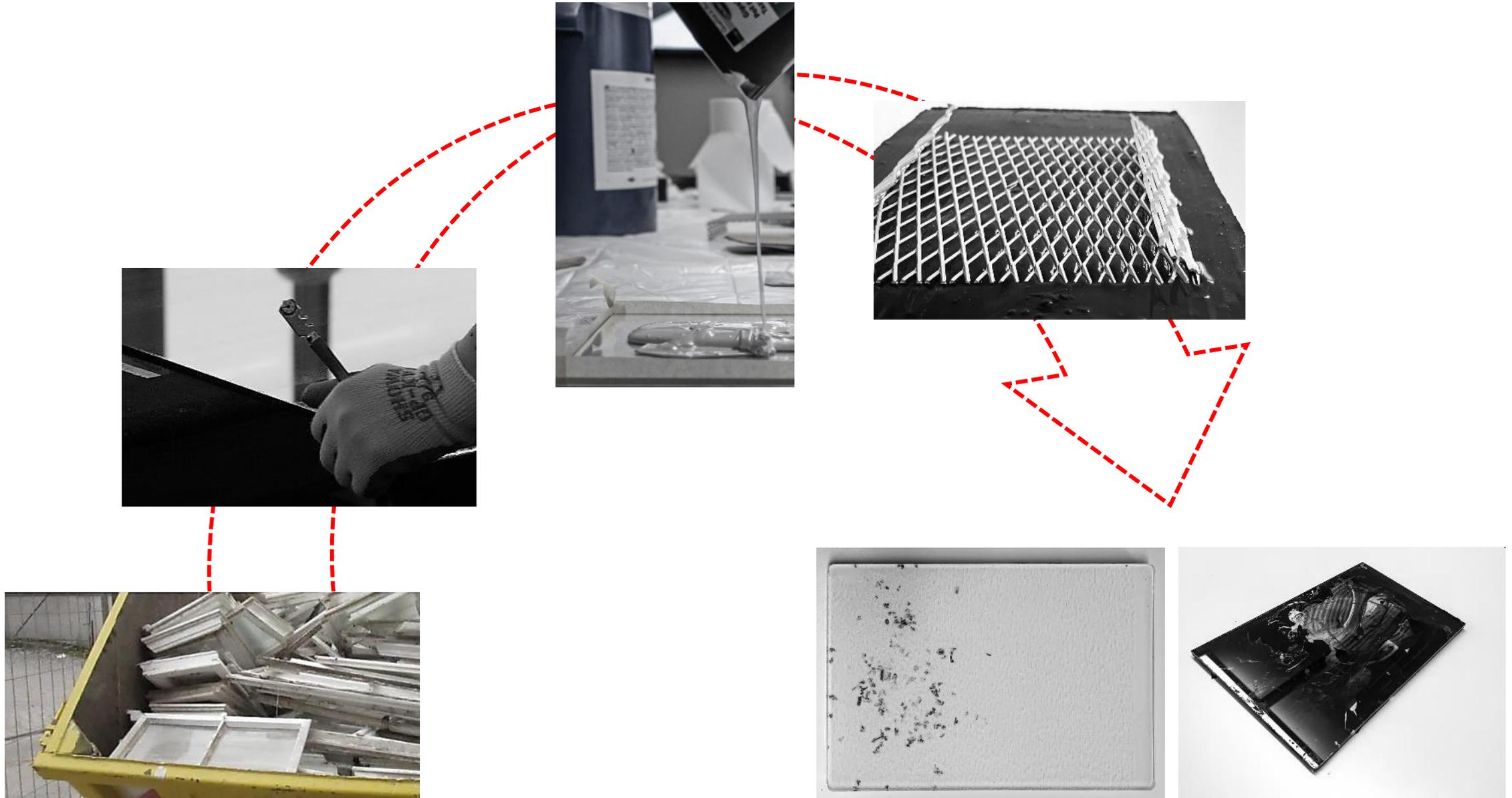
# Re-Use und Re-Manufacturing Herostrasse 5, Zürich



# Re-Use und Re-Manufacturing Bauteil-Zirkularität



# Prozessschritte generischer Re-Use von Fensterglas



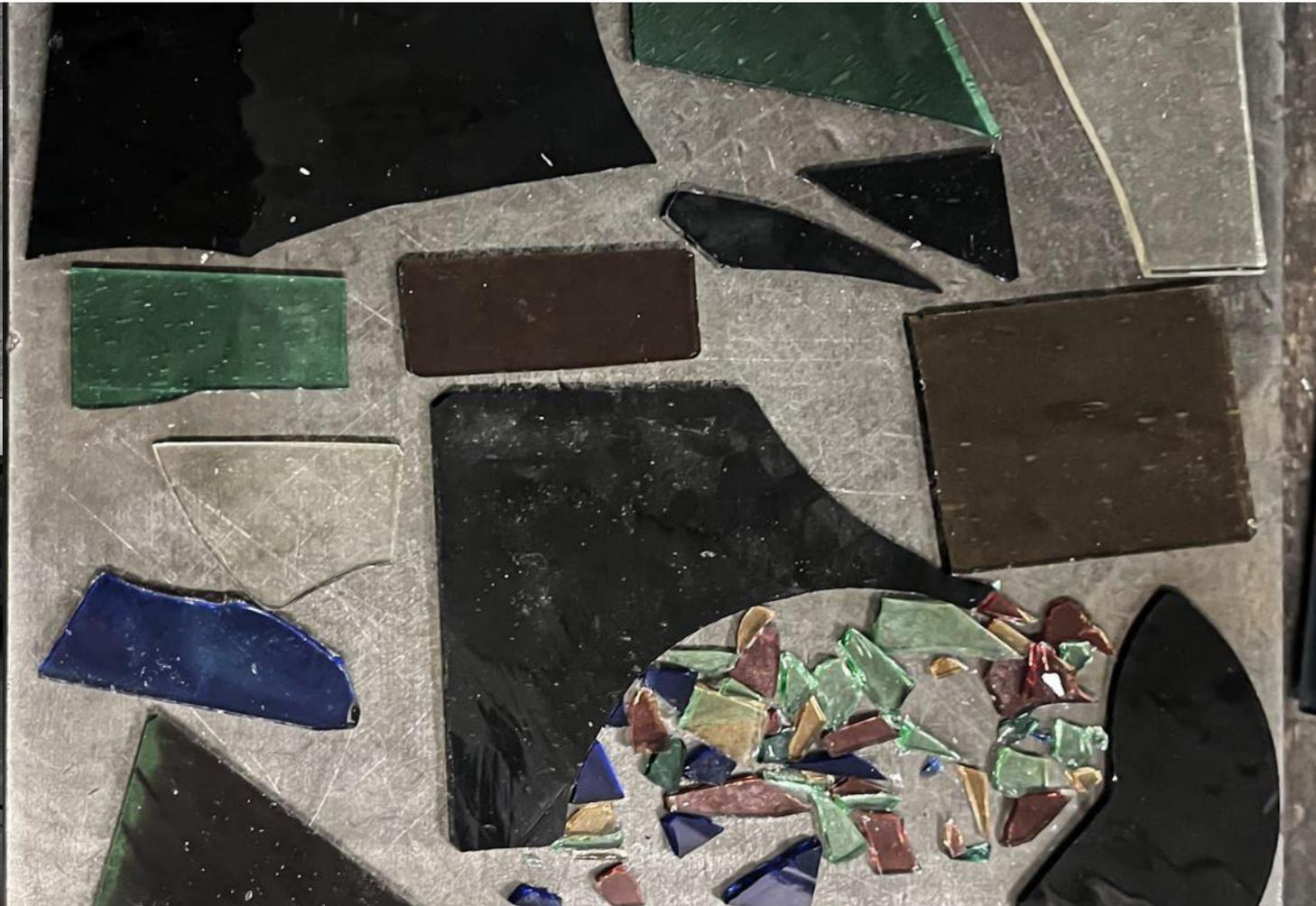
# Industrieller Re-Use und Re-Manufacturing Musterserie I



# Industrieller Re-Use und Re-Manufacturing Musterserie II



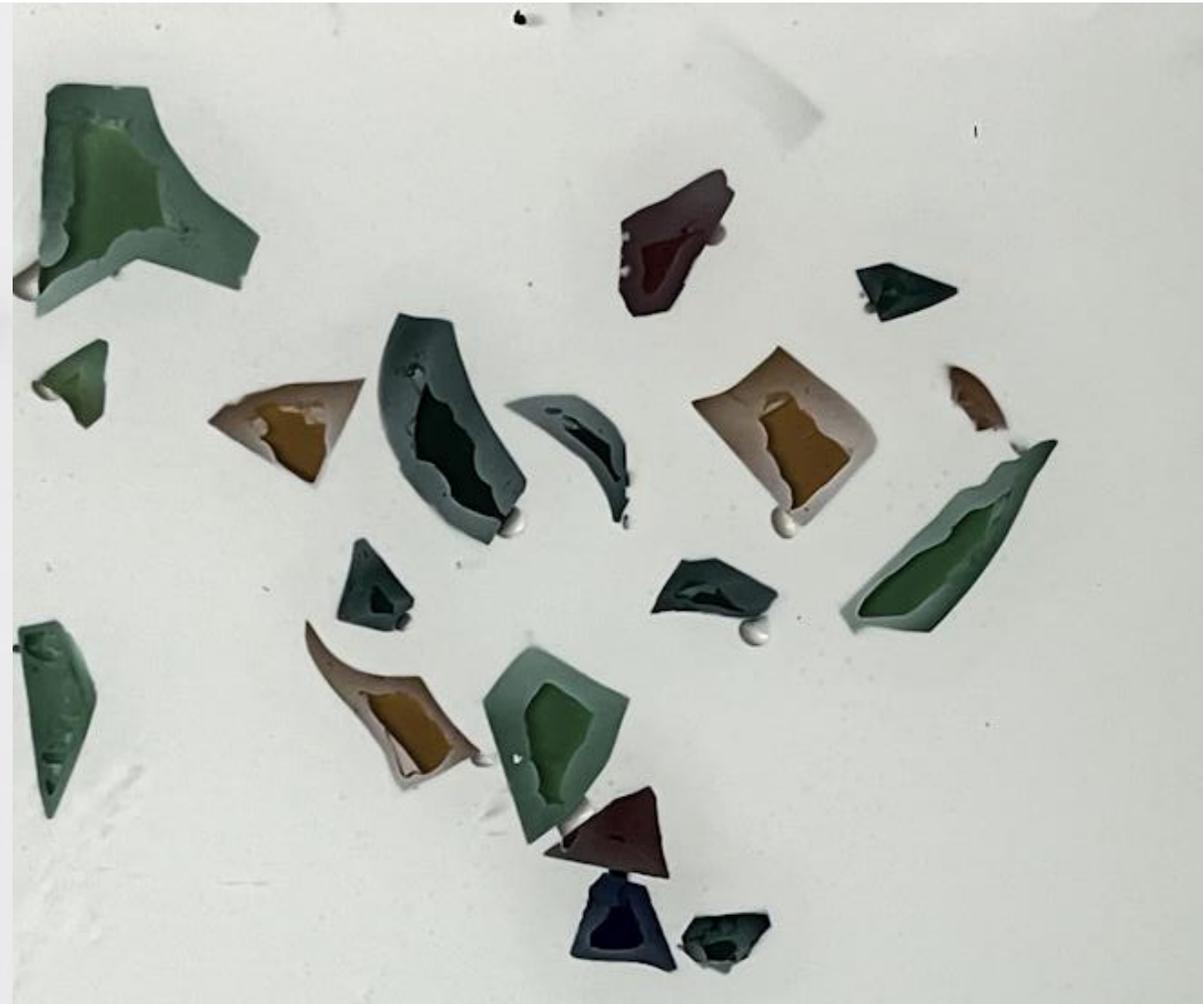
# Industrieller Re-Use und Re-Manufacturing Musterserie II



# Industrieller Re-Use und Re-Manufacturing Musterserie II



# Industrieller Re-Use und Re-Manufacturing Musterserie II



# Industrieller Re-Use und Re-Manufacturing Musterserie II



# Re-Use und Re-Manufacturing Relevanz Anwendung Gebäudehülle

ECOBALANCE, according SIA 2032:2020

Material	Life span [years]	KBOB ID-Number	Thickness [mm]	Weight [kg/m <sup>2</sup> ]	Global Warming Potential (GWP) [kg CO <sub>2</sub> -eq /m <sup>2</sup> /a]	
					Bar	Value
a) Glas ReUse	40		11	19.4		0.67
Aluminium stretch	40	06.001	2	1.4		0.20
Silicone	40	Korrektur DOW Carbon Neutral	3	3		0.47
Glas ReUse	40		6	15		0.00
b) Klinker	40	-	115	253		1.94
c) Prefab concrete elements	40	01.042	120	300		1.53
d) Aluminium 3mm	40	06.001	3	8		1.13
e) Fiberconcrete	40	-	18	39		0.82
f) Terracotta	40	03.010	40	65		1.29
g) Terrabloc	40	02.007.01	115	213		0.30
h) Fibre cement	40	03.003	8	14		0.37
i) Laminated safety glass	40	-	8.8	20.7		1.3



# Anforderungen der Auftraggebenden an Wärmepumpen bei Neubauten und Sanierungen

## Gabriel Borer



- Dipl. HLK-Ingenieur FH  
MAS Umwelttechnik und –management FHNW
- Mitinhaber Waldhauser + Hermann AG

# Themen

- Vorgehensweise und Rahmenbedingungen bei der Evaluation der Art der Wärmeerzeugung
- Fokus Wärmepumpe
- Fragestellungen im Kontext von Wärmepumpen

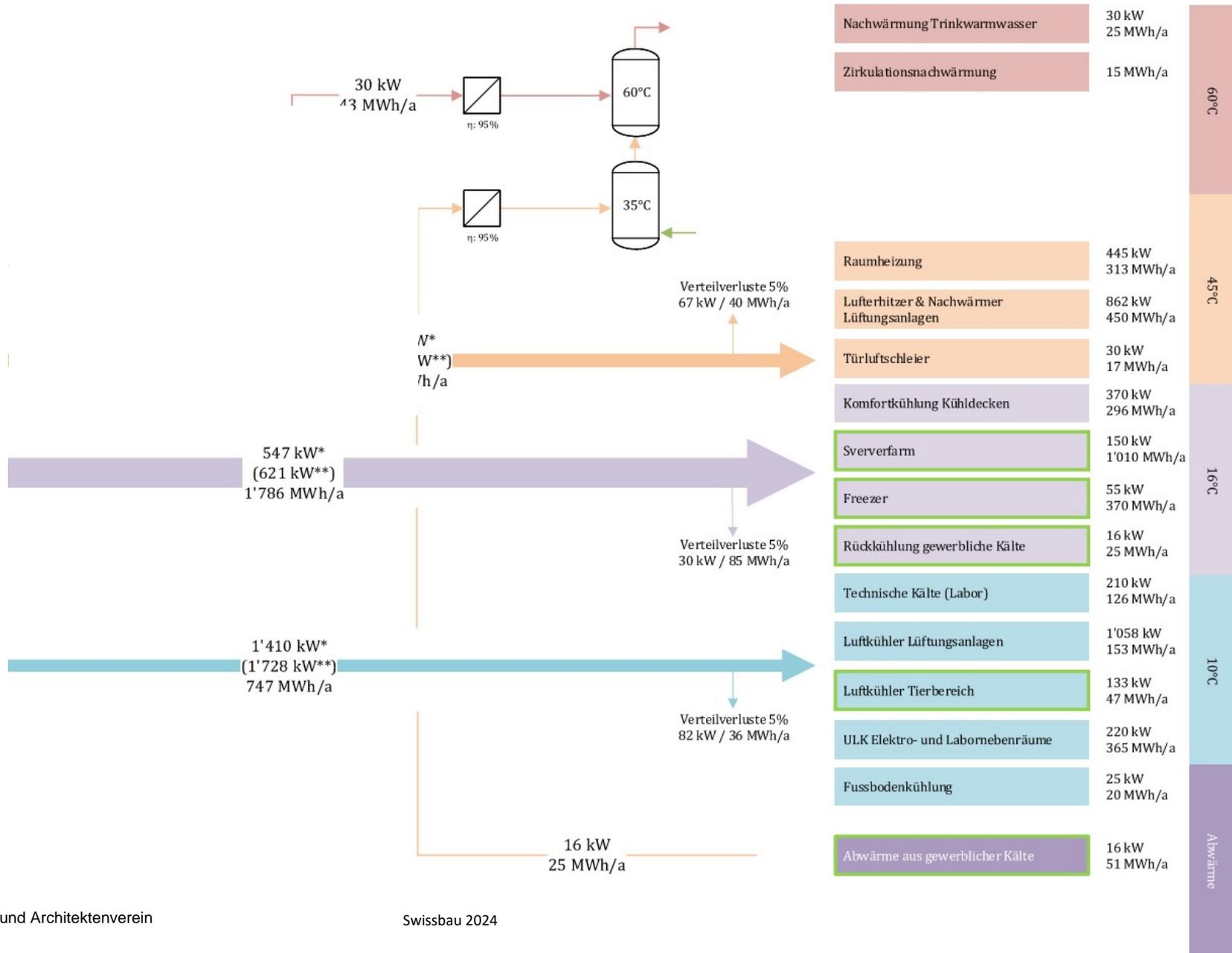
# Vorgehensweise: Zuerst sanieren, dann ersetzen

Grundsatz: Zuerst energetisch sanieren und anschliessend die Wärmeerzeugung ersetzen

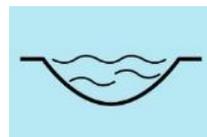
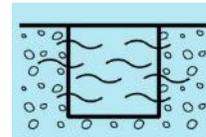
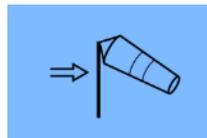
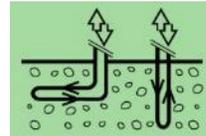
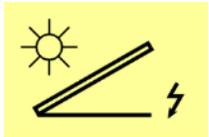
- Reduktion der Leistung
- Reduktion der notwendigen Systemtemperaturen (Temperatur Heizungsvorlauf)
- Reduktion des Energieverbrauches

# Vorgehensweise: Welche Grundlagen braucht es?

- Welchen Medienbedarf muss bedient werden?  
Raumheizung, Trinkwarmwasser, Lüftungsanlagen, Industrieprozesse, Kälte
- Wie hoch ist der Leistungs- und Energiebedarf?
- Welche Temperaturniveaus müssen bedient werden?



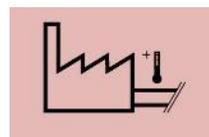
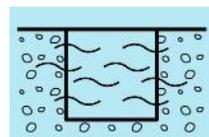
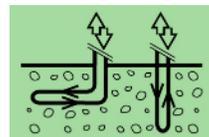
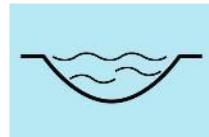
# Rahmenbedingungen: Was gilt es zu beachten?



# Rahmenbedingungen: Was gilt es zu beachten?

- Gesetzliche Anforderungen
- Anforderungen und Wünsche Auftraggebende (Label usw.)
- Finanzielle Möglichkeiten Auftraggebende
- Standort - städtisch, ländlich
- Nutzbare Abwärme in der Nähe vorhanden
- Beschattung durch Gebäude oder Horizont für Solarnutzung
- Erschlossen mit Fernwärme, Nahwärme
- Gewässer (Fluss, See usw.) oder Grundwasser in der Nähe und erlaubt für Nutzung
- Erdwärmennutzung erlaubt und machbar
- Anlieferung von Schnitzel, Pellets mit LKW möglich

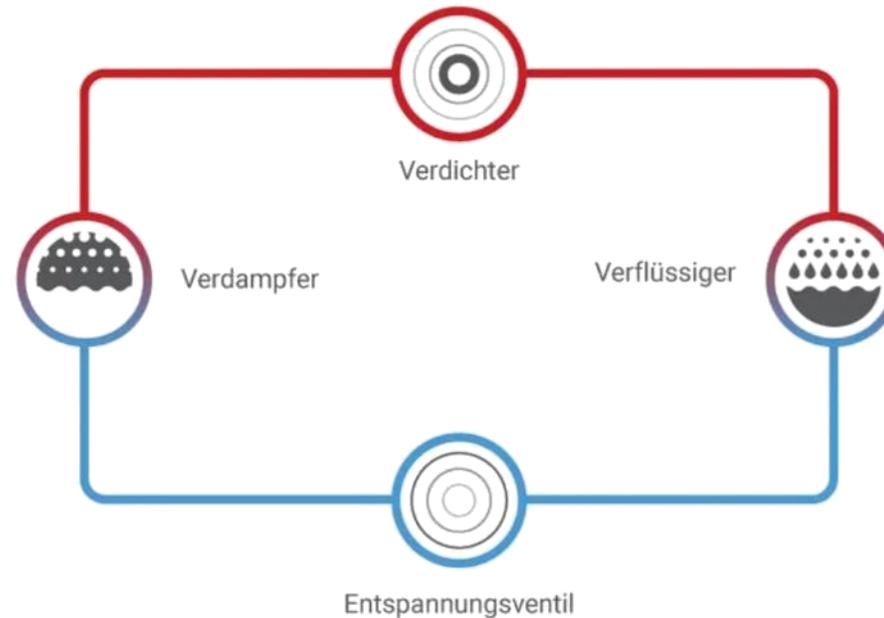
# Fokus Wärmepumpe: Funktionsweise



Umweltwärme



Elektrische Energie

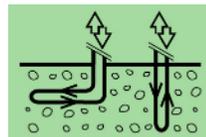
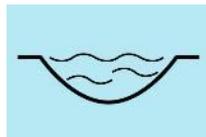
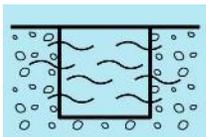
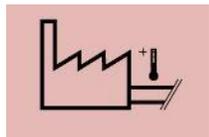


Heizwärme

# Fokus Wärmepumpe: Effizienz

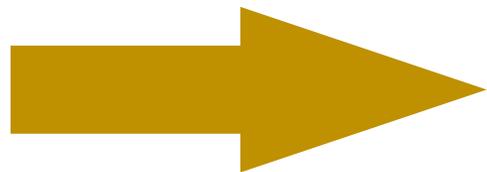


Unterschiedliche Wärmequellen sind unterschiedlich gut verfügbar und gehen mit einer unterschiedlichen Effizienz (COP) der Wärmepumpe einher.

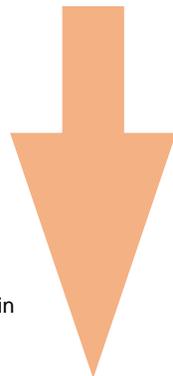


# Fokus Wärmepumpe: Effizienz

100%  
Primärenergie



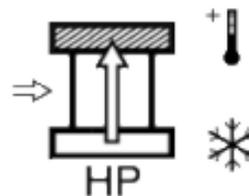
ca. 62%  
Verluste



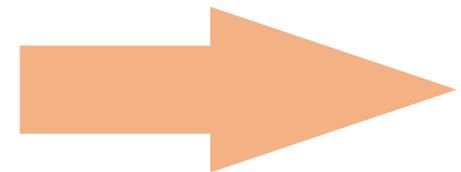
ca. 38%  
Elektrizität



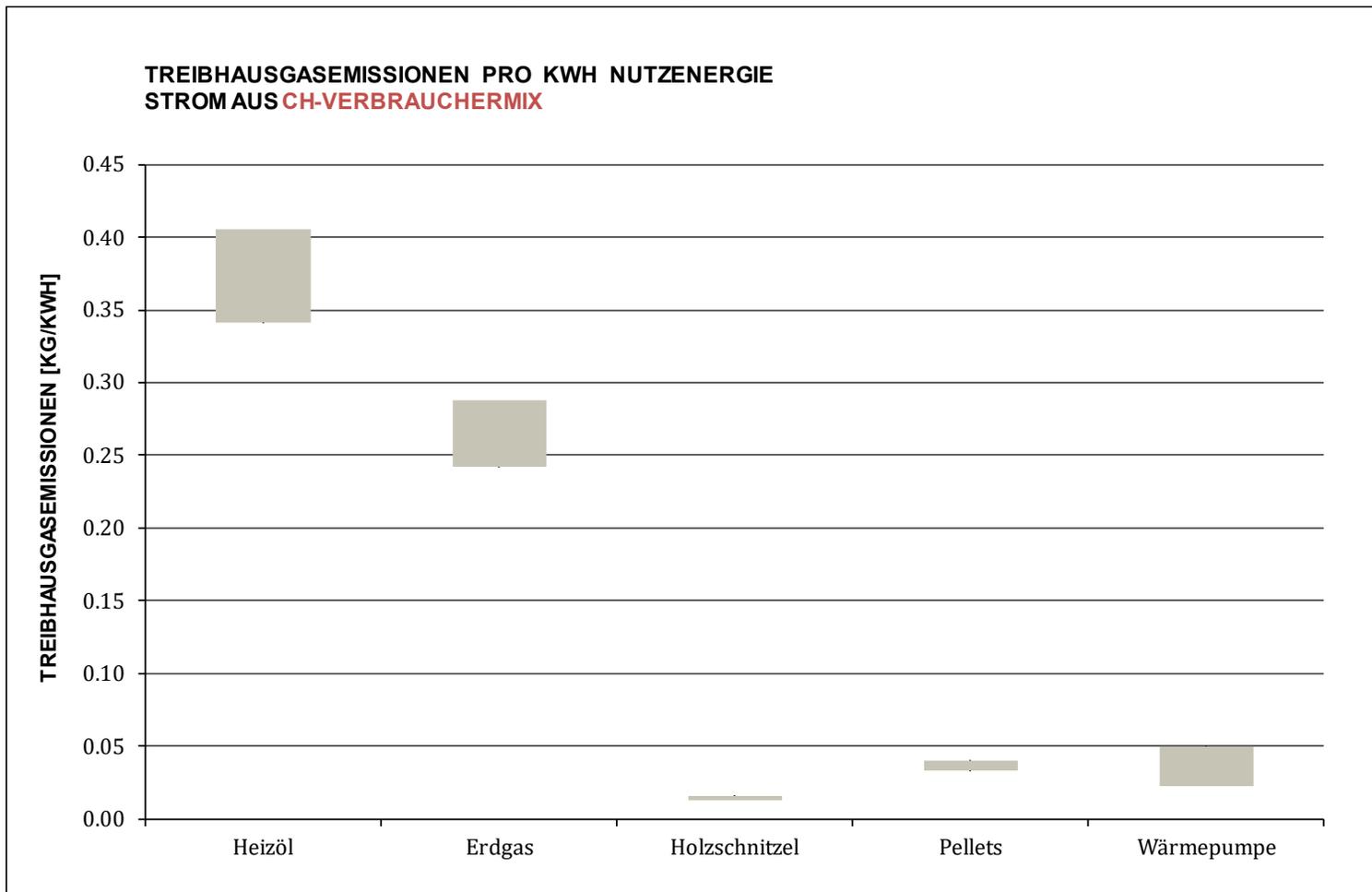
ca. 62%  
Umweltwärme



Leistungszahl  
COP > 2.7

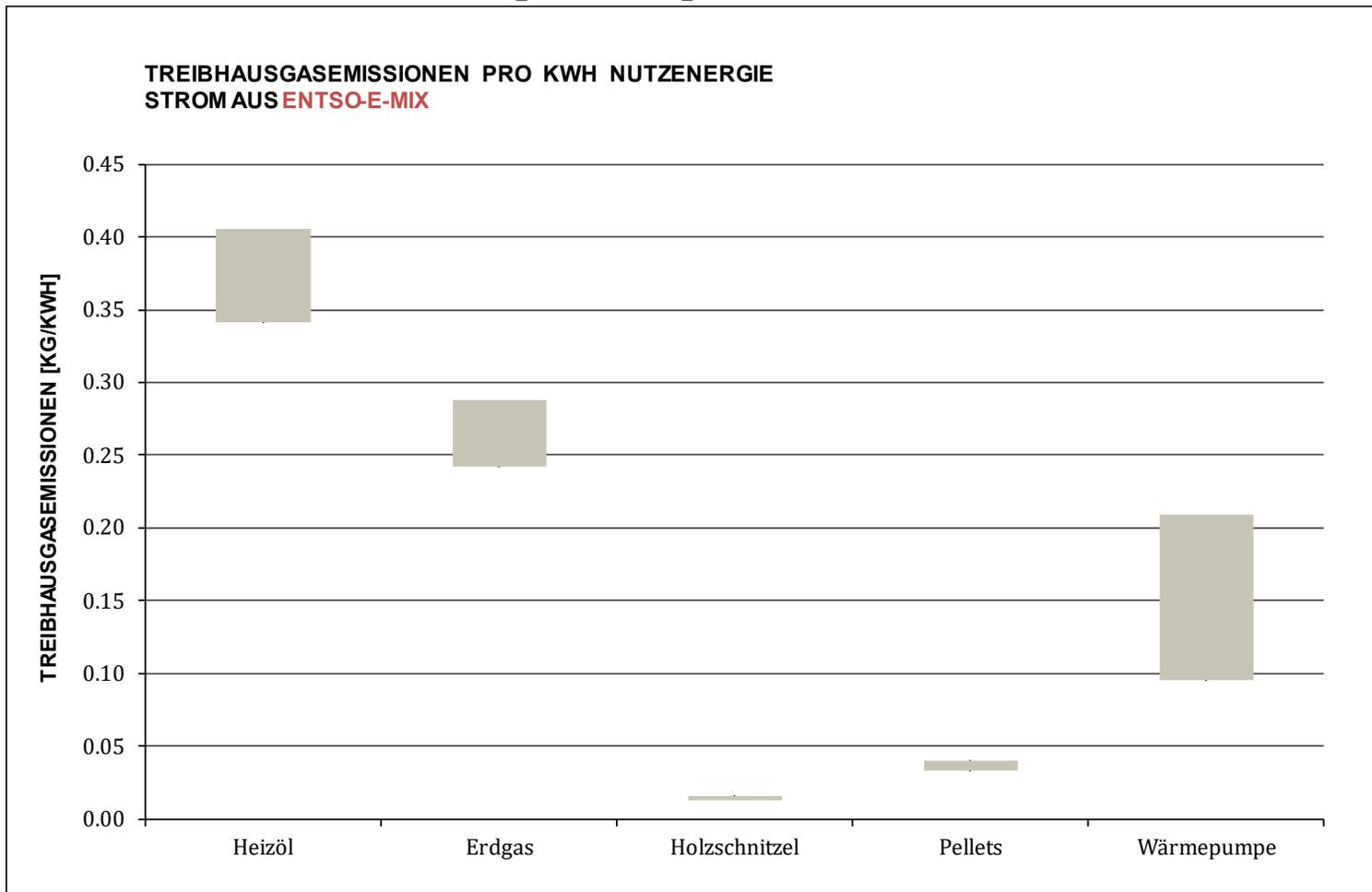


# Fokus Wärmepumpe: Stromherkunft



Mit verschiedenen Wärme-erzeugungen verbundenen Treibhausgasemissionen auf der Stufe Endenergie. Einfluss des verwendeten Strommixes auf die Ökobilanz.

# Fokus Wärmepumpe: Stromherkunft



Mit verschiedenen Wärme-  
erzeugungen verbundenen  
Treibhausgasemissionen auf der  
Stufe Endenergie. Einfluss des  
verwendeten Strommixes auf die  
Ökobilanz.

# Fokus Wärmepumpe: Wann einsetzen?

- Grundsatz: Zuerst energetisch sanieren und anschliessend die Wärmeerzeugung ersetzen
- Wärmepumpe kann effizient betrieben werden (COP mind.  $> 2.7$ )
  - Tiefe Systemtemperaturen reichen aus  
  
und/oder
  - Geeignete Umweltwärme ist vorhanden

# Fokus Wärmepumpe: Fragestellungen

- Aufstellung im Aussenbereich (nur bei Luft/Wasser-Wärmepumpe)
  - Lärmemissionen
  - Ästhetik und Stadtbild
- Zukünftige Nutzung von synthetischen Kältemitteln
  - Verbot in der EU absehbar
  - Auswirkungen auf die eigene Wärmepumpe
  - Kann die Maschine auf ein natürliches Kältemittel umgebaut werden?

# Technische Entwicklungs- und Verbesserungspotenziale von Wärmepumpen

## Mick Eschmann



- Dipl. Ing. FH in erneuerbare Energien
- Nachdiplom in Akustik
- Leiter Wärmepumpen-Testzentrum WPZ

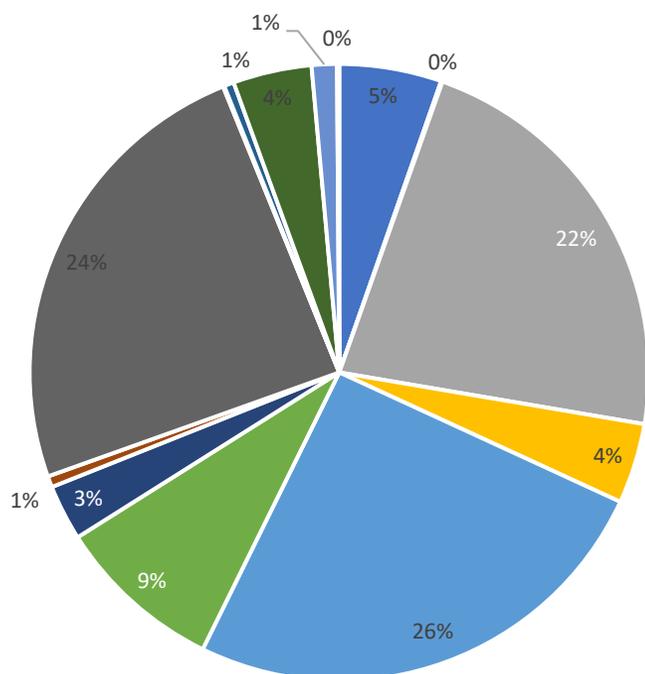
# Themen

- Ressourcenschonung bei Wärmepumpen
- F-Gas-Verordnung

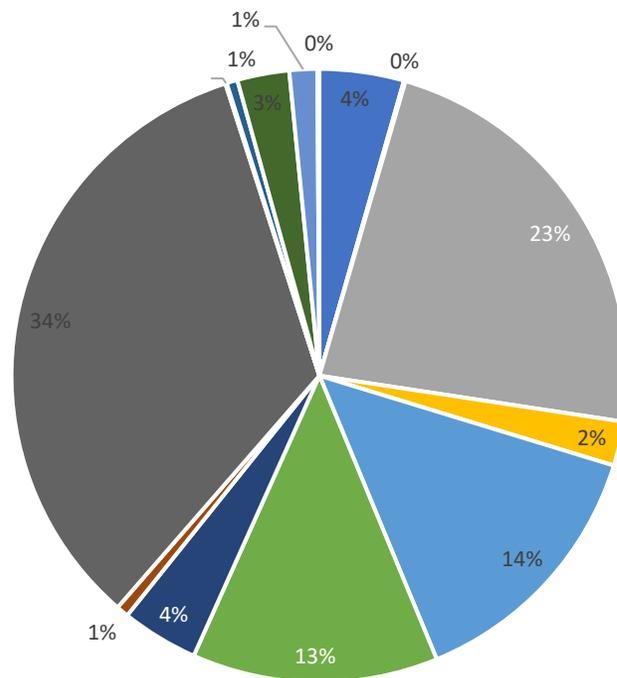
# Ressourcenschonung bei Wärmepumpen

geschätzter Fussabdruck von verschiedenen WP-Komponenten

Materialanteile am CO2e-Fussabdruck, WP 8 kW



Materialanteile am CO2e-Fussabdruck, WP 20 kW

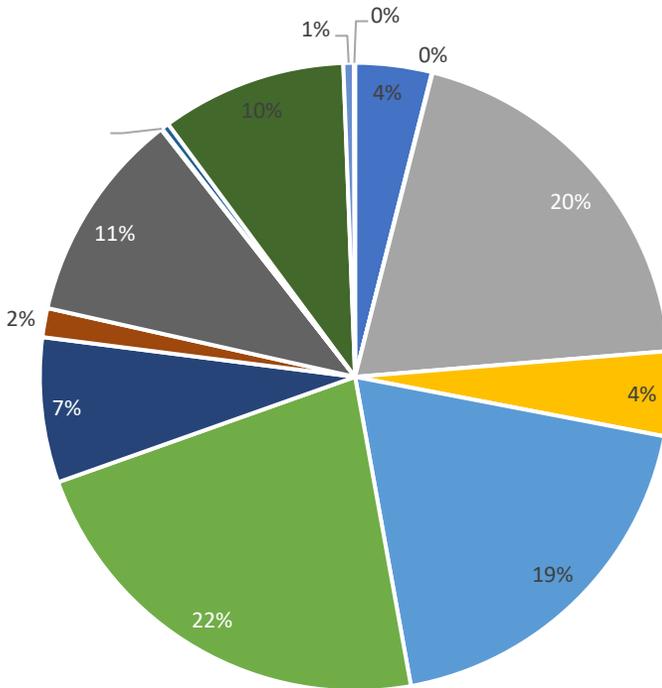


- Stahl, niedrig legiert (Gehäuse)
- Lack (Gehäuse)
- Kompressor (Kompressor)
- Elektronikkomponenten (Steuerung)
- Bestückte Leiterplatte (Steuerung)
- Kupfer (Plattenwärmetauscher)
- Kupfer (Lamellenwärmetauscher)
- Kupfer (Rohrleitung Kältemittel)
- Aluminium (Lamellenwärmetauscher)
- Zinkbeschichtung (Plattenwärmetauscher)
- Chromstahl (Ventile)
- Kabel (Kabel)
- HFC Kältemittel (Kältekreis)
- Propan (Kältekreis)

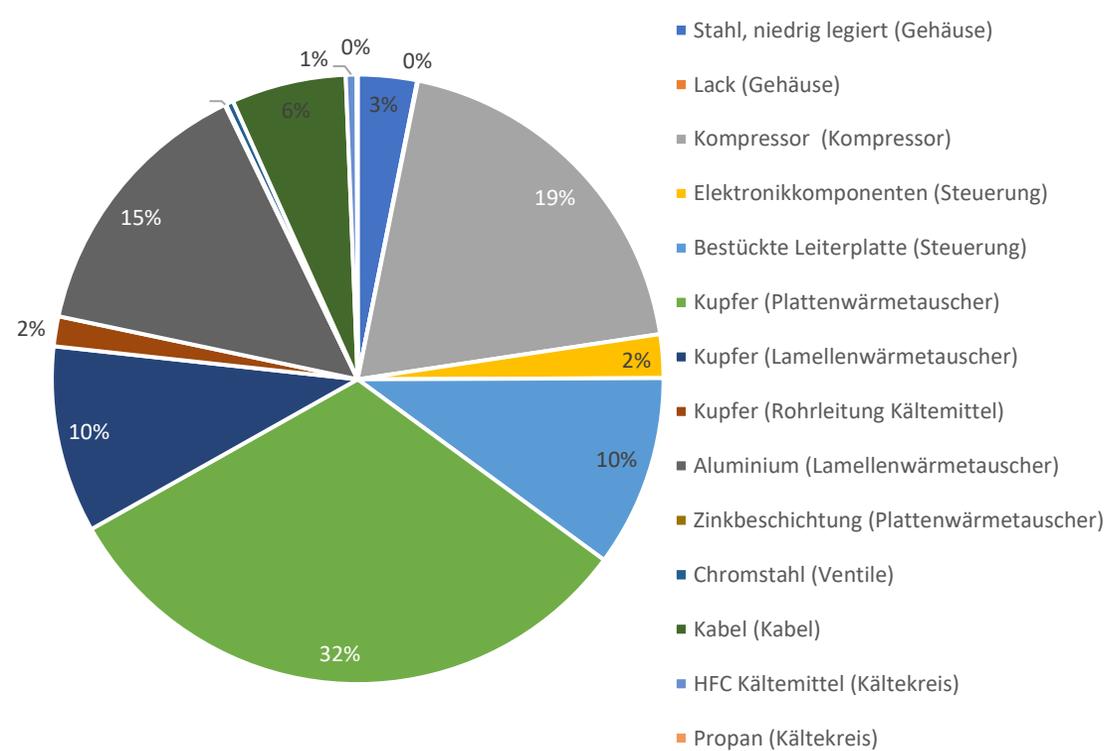
# Ressourcenschonung bei Wärmepumpen

geschätzter Fussabdruck von verschiedenen WP-Komponenten

Materialanteile am UBP-Fussabdruck, WP 8 kW



Materialanteile am UBP-Fussabdruck, WP 20 kW

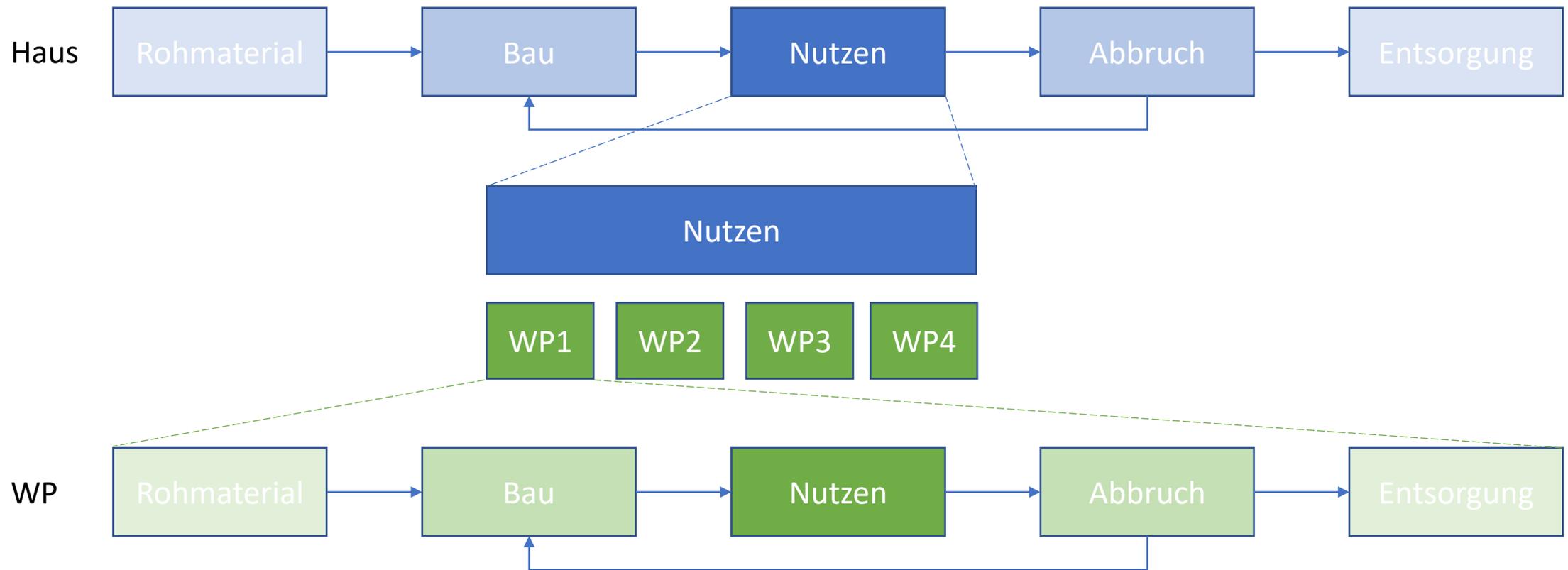


# Ressourcenschonung bei Wärmepumpen

	Lebensdauer	Ressourcenverschleiss
Kältemittel	Lange	Klein bis Mittel (Leckage)
Kompressor	Mittel	Gross
Elektronik/Steuerung	Mittel	Gross
Rohrleitungen	Lange	Klein
Gehäuse	Lange	Mittel
Pumpen	Mittel	Klein
...		

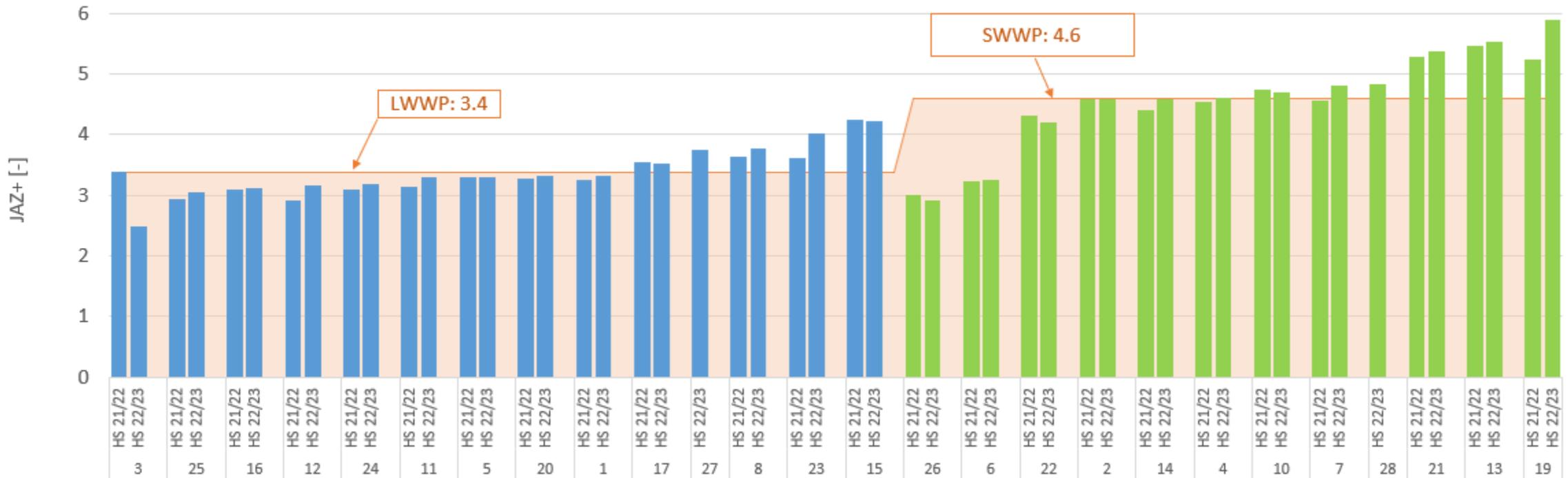
# Ressourcenschonung bei Wärmepumpen

## Lebenszyklus-Analyse



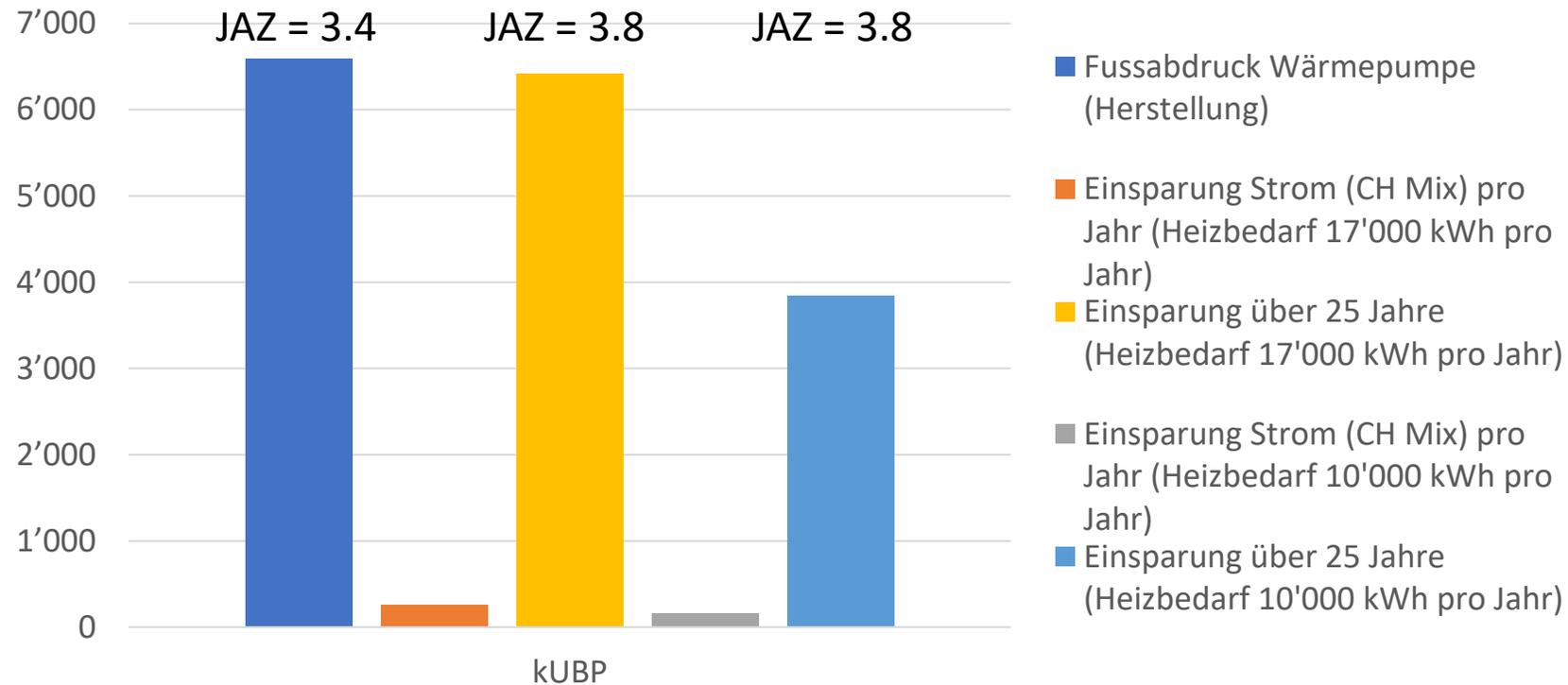
# Ressourcenschonung bei Wärmepumpen

## Effizienz von Wärmepumpen im Feld (BFE-Feldmessung)



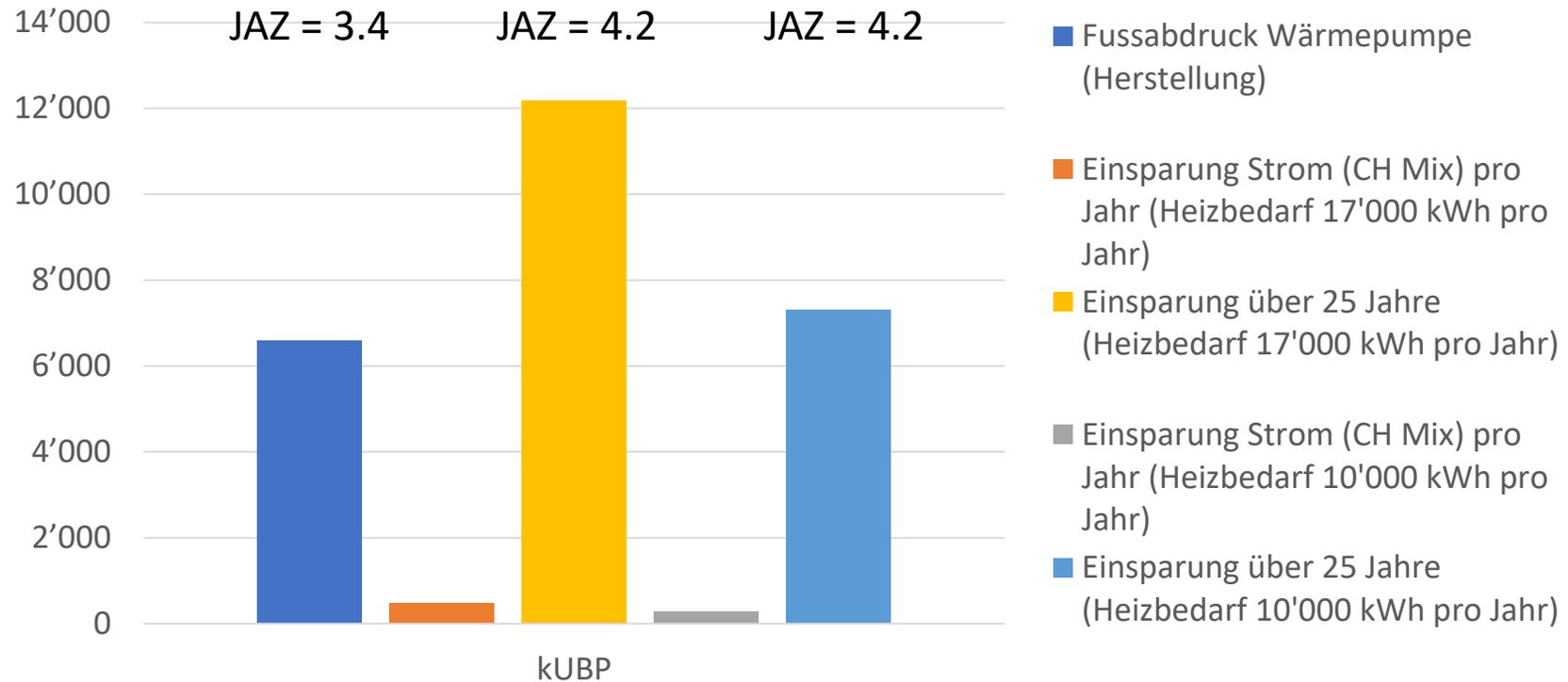
# Ressourcenschonung bei Wärmepumpen

WP-Ersatz durch eine um 10 % effizientere WP (Schätzung)



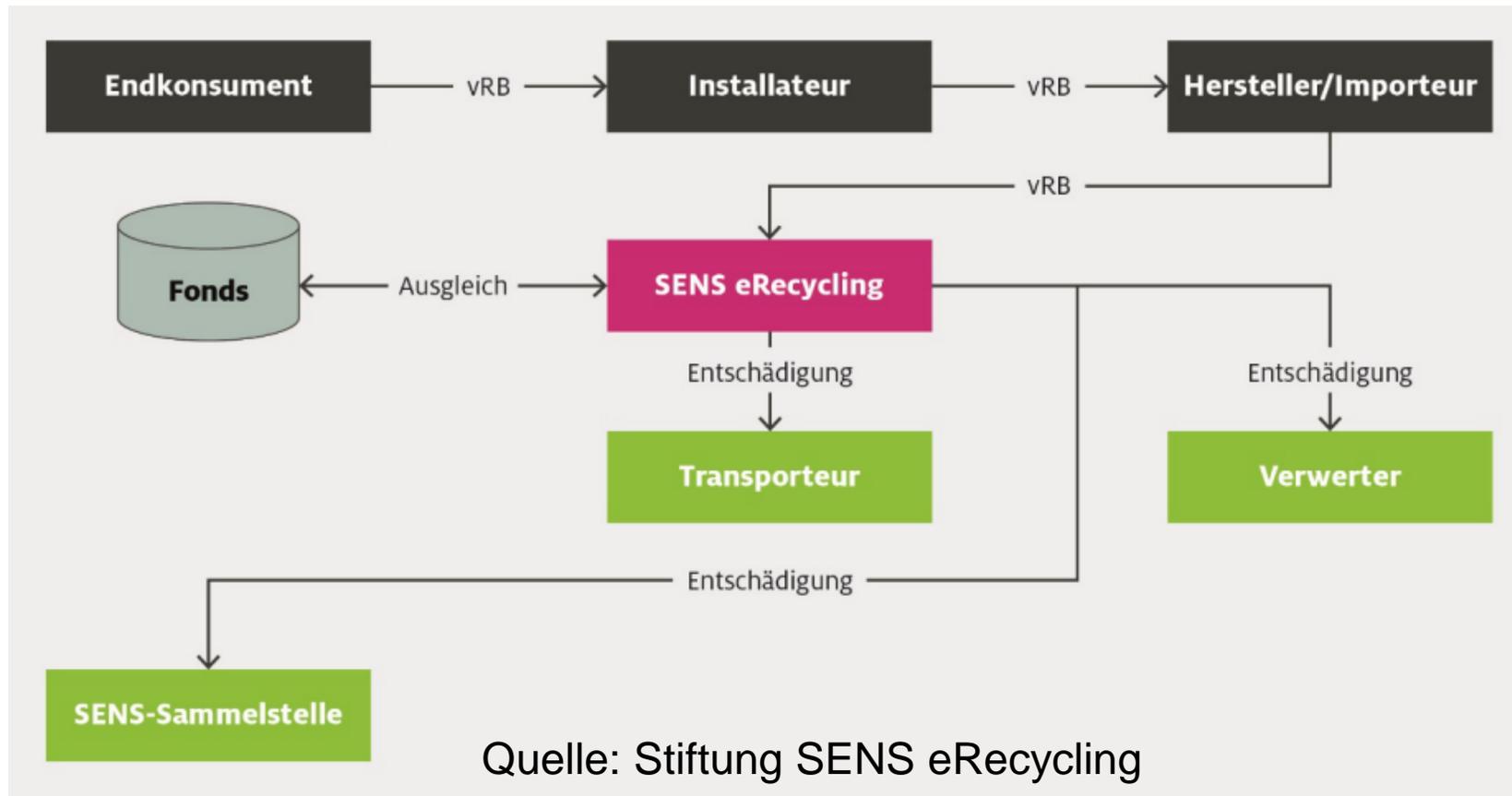
# Ressourcenschonung bei Wärmepumpen

WP-Ersatz durch eine um 20 % effizientere WP (Schätzung)



# Ressourcenschonung bei Wärmepumpen

Branchenlösung für Recycling von Wärmepumpen bis 350 kW



# F-Gas-Verordnung

	2027	2029/2030	2032/2033
Monoblock-Wärmepumpen und -Klimageräten bis 50 kW	GWP150		Verbot von F-Gasen
Monoblock-Wärmepumpen und -Klimageräten ab 50 kW		GWP150	
Split-Luft/Wasser-Wärmepumpen und Klimageräten bis 12 kW	GWP150		Verbot von F-Gasen
Split-Luft/Wasser-Wärmepumpen und Klimageräten ab 12 kW		GWP750	GWP150
Split-Luft/Luft-Wärmepumpen		GWP150	

# F-Gas-Verordnung

- Ein Verbot des Inverkehrbringens stationären Kälteanlagen (Ausnahmen für Chiller) mit F-Gasen mit einem GWP über 150 ab 2030
- Ein Service- und Wartungsverbot für stationäre Kälteanlagen mit F-Gasen mit einem GWP über 750 ab 2032; recyceltes und wiederaufbereitetes Kältemittel ist hiervon ausgenommen

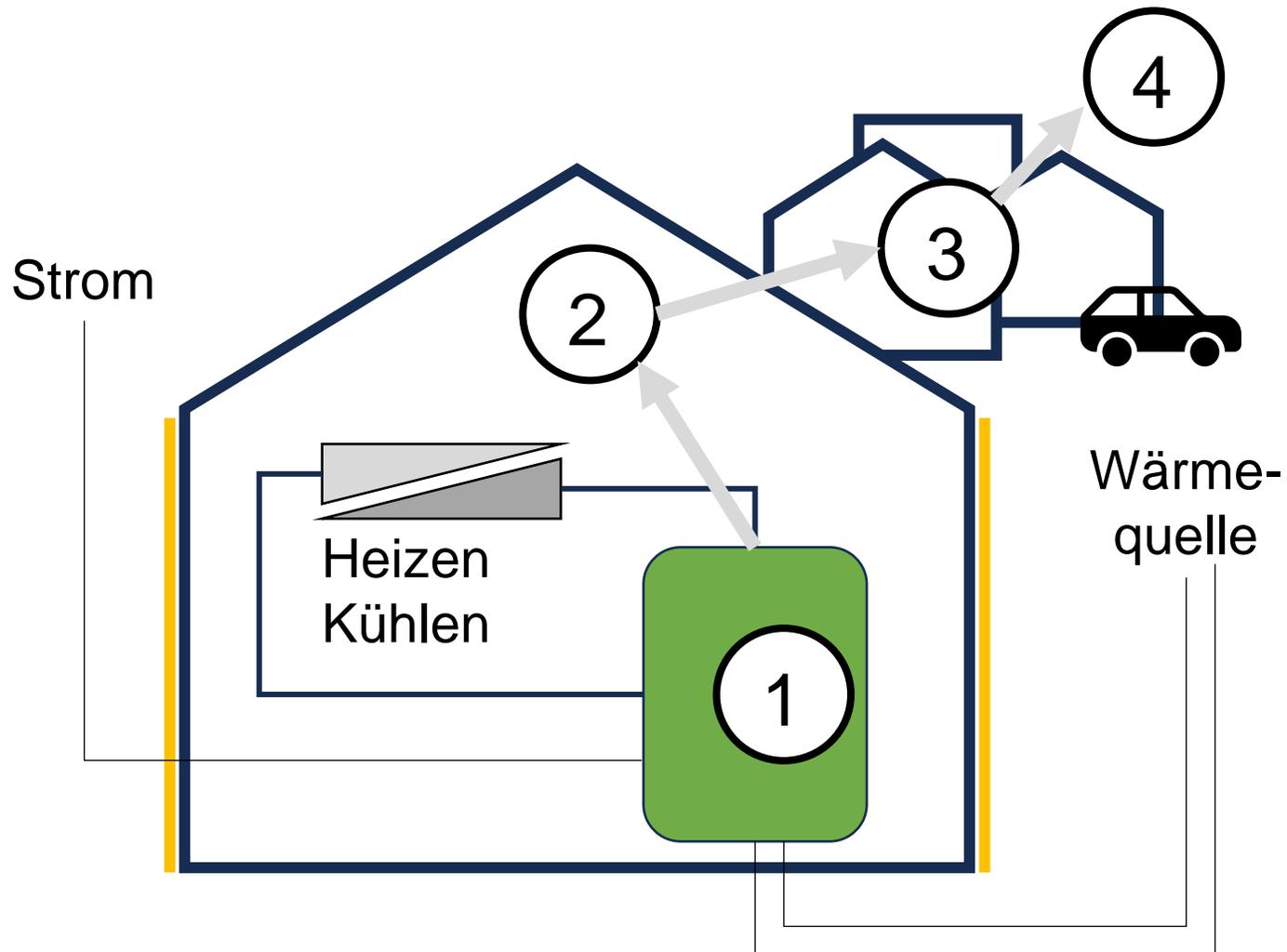
# Zusammenfassung

- Komponenten wie Kompressor und Wärmetauscher haben den grossen UBP-Fussabdruck
- Früherer Wärmepumpentausch durch eine effizientere nur bedingt ökologisch
- Recycling-Projekt (SENS) für Wärmepumpen gestartet
- Für Kleinwärmepumpen ab 2030 nur noch natürliche Kältemittel erlaubt



Ansatzpunkte für Verbesserungen gibt es entlang der gesamten Wertschöpfungskette und des Lebenszyklus

Bild: Eigene Darstellung nach Berner Fachhochschule Wirtschaft, Tobias Stucki



## Fokus

- Gebäude und Technik
- Fassade und Wärmepumpe

- (1) Technische Anlage
- (2) Gebäude
- (3) Quartier/Areale
- (4) ...

# Vielen Dank

## Sie sind herzlich zum weiteren Austausch beim Apéro eingeladen

**sia**

schweizerischer ingenieur- und architektenverein  
société suisse des ingénieurs et des architectes  
società svizzera degli ingegneri e degli architetti  
swiss society of engineers and architects

**g<sup>ii</sup>** gesellschaft ingenieure  
der industrie des **sia**  
groupe ingénieurs  
de l'industrie de la **sia**

# Ihre Fragen ?