



CO₂ Abscheidung und Abwärmennutzung bei KVA: Geht das?

Technology Briefing @Empa, 26.06.2024

Robin Mutschler, Shanshan Hsieh, Binod Koirala,
Matthias Sulzer

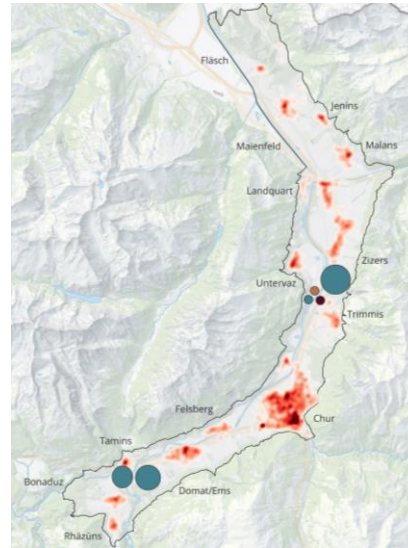
Inhalt



Abfall in der Schweiz



Wärmenutzung aus KVA



Systemoptimierung & CCS





Abfall in der Schweiz

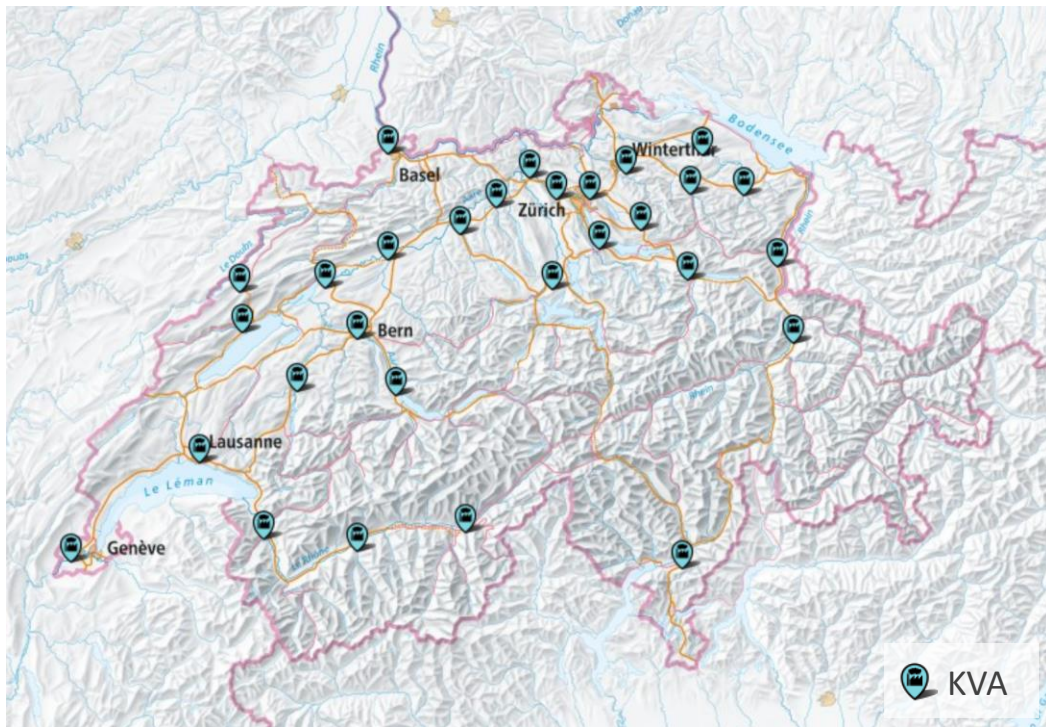
Abfall in der Schweiz



- **700 kg Abfall** fallen pro Person und Jahr an
- Davon werden **420 kg verbrannt**
- Durchschnittliches Gewicht 35 L-Sack: 4.2 kg [1]



Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA) in der Schweiz



29 KVA in der Schweiz

- 4 Mio. t Abfall werden verbrannt
- 5% der nationalen CO₂ Emissionen
- Ø 72 kt_{CO2}/a Emissionen pro KVA
- 52% biogener CO₂ Ausstoss
 - Zählt nicht als Emission

→ Wir werden auch in Zukunft
Abfallverwertungsanlagen benötigen!

Referenzen

Figur: <https://map.geo.admin.ch/>
[1] VBSA Bericht 2022. [2] BAFU 2020



Wärmenutzung aus KVA

Netto-Null Rheintal Projekt



- Die Empa hat im Auftrag des Kantons Graubünden und Partnern aus der Region ein räumlich aufgelöstes **integrales Energiesystem Modell** für die Region "Rheintal" erstellt.
- Evaluation der **kostengünstigsten, ganzheitlichen Lösung**, welche das **Netto-Null Emissionsziel 2050** erfüllt



Das Rheintal aufgenommen vom Montalin 2266 müM. Aufnahme: Lino Schmid

Grossbetriebe im Rheintal



gevag

H4: GEVAG

Kehricht-
verbrennungs-
anlage Untervaz



<https://gevag.ch/>

HOLCIM

H5: Holcim

Zementwerk
Untervaz



<https://www.holcim.ch/de/zementwerk-untervaz>

axpo

H6: Tegra

Holz-
Heizkraftwerk
Domat/Ems



<https://www.axpo.com>

EMS

H7: Ems

Chemiewerk
Domat/Ems



<https://www.ems-group.com>

Siedlungsräume im Rheintal



rhiienergie

IBC

REPOWER

H2: West

H1: Mitte

H3: Nord



Domat/Ems

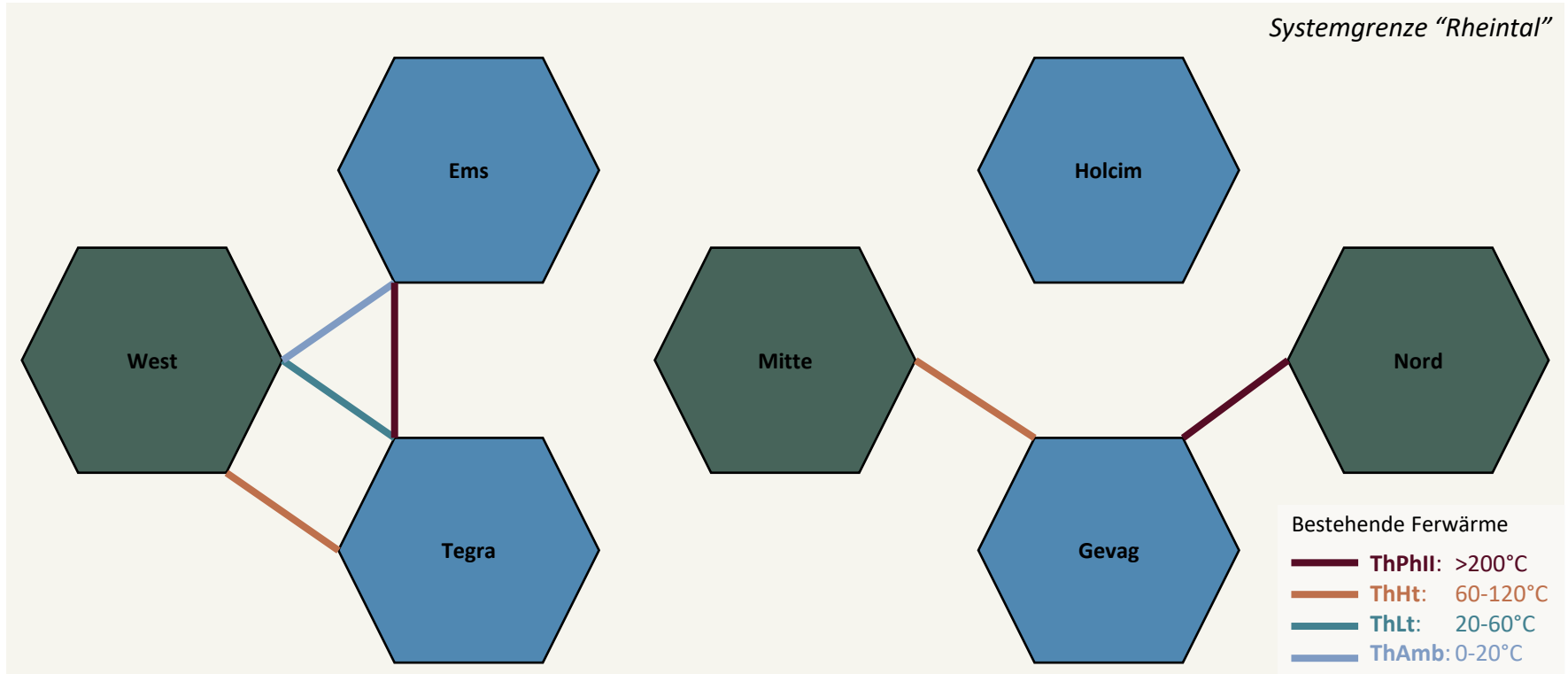


Chur

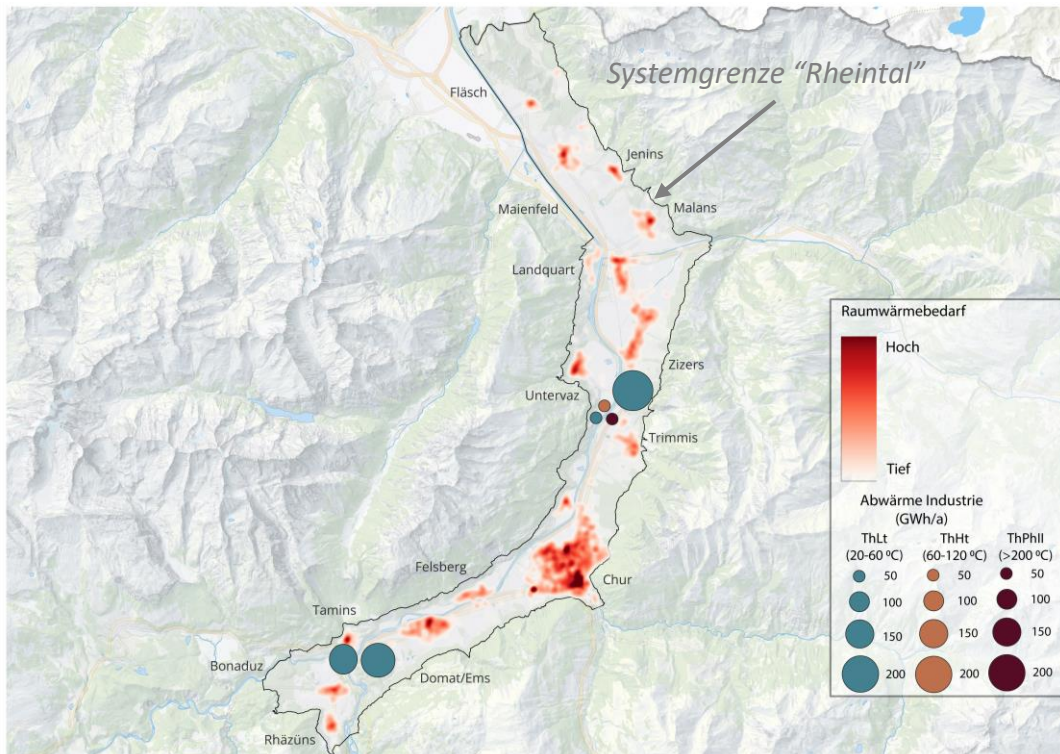


Landquart

Bestehendes Fernwärmenetz zwischen den Hubs



Freie Wärme und Wärmebedarf im Bündner Rheintal



Grossbetriebe



- 548 GWh/a freie Niedertemperaturwärme
- 49 GWh/a freie Hochtemperaturwärme
- 35 GWh/a freie Prozesswärme

Gebäude

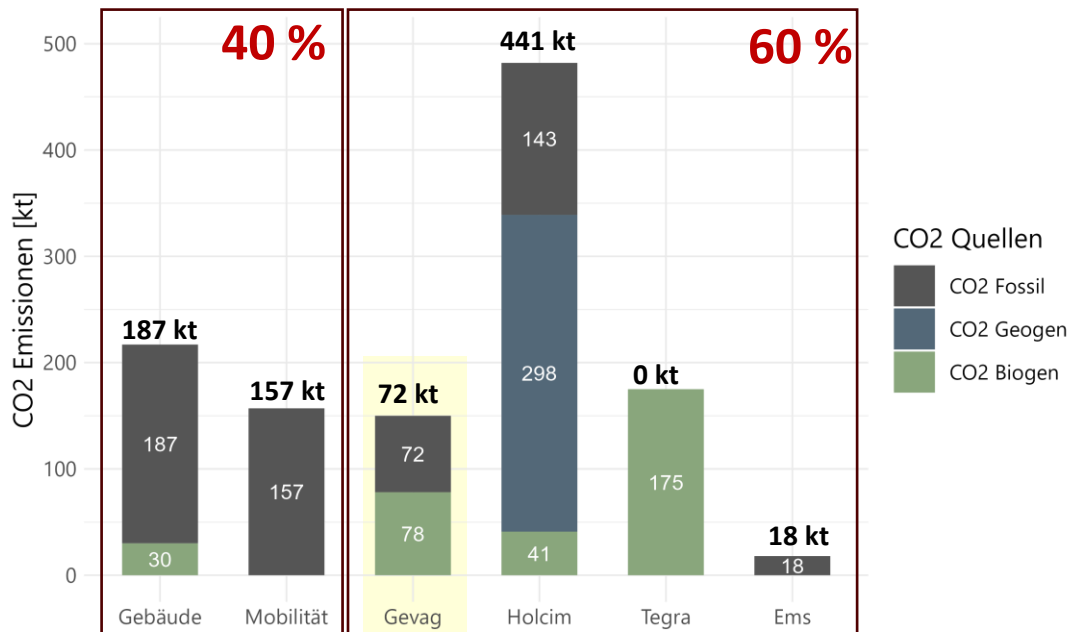


- Gebäudewärme Energiebedarf: Ca. 670 GWh/a Hochtemperaturwärme

CO₂ Emissionen im Bündner Rheintal



Siedlungsraum Grossbetriebe



Bündner Rheintal: 11 t_{CO₂}/ capita

Schweiz: 4 t_{CO₂}/ capita



Systemoptimierung & CCS



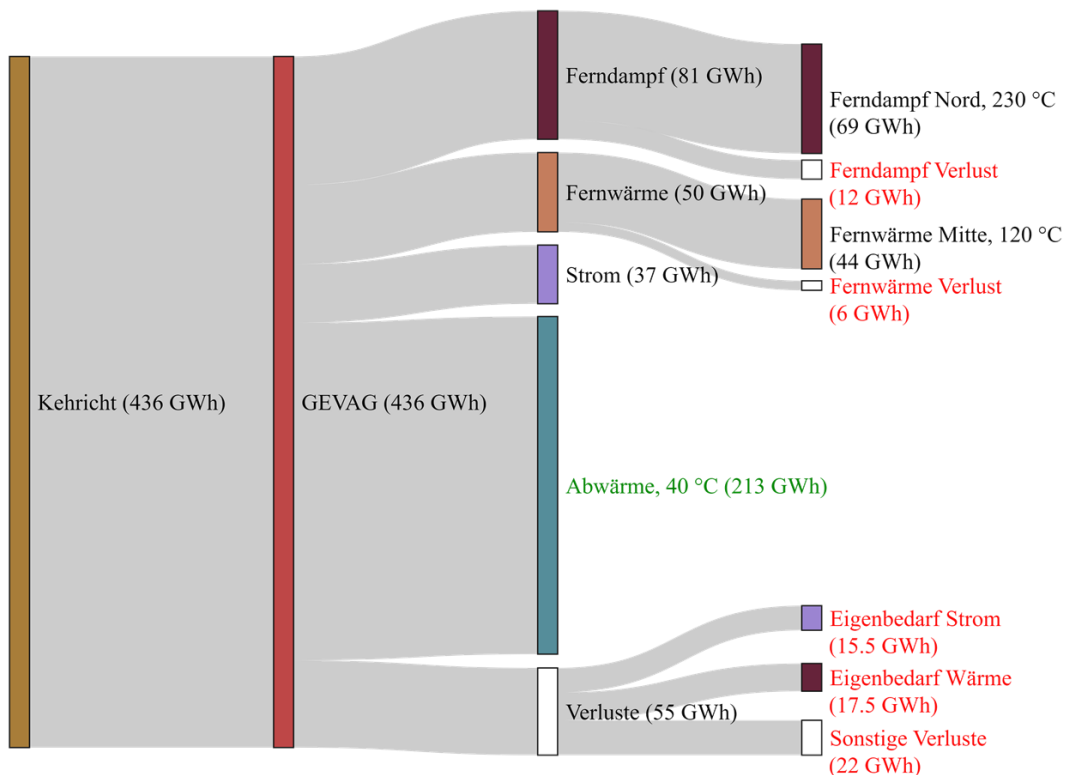
CO₂ Abscheidung und Abwärmennutzung bei KVA: Geht das?

Fragenstellung der GEVAG



- Soll die **Fernwärme** ausgebaut werden?
- Welche **CO₂ Abscheidungstechnologie** ist für die GEVAG attraktiver?
Aminwäsche oder HPC?
- Welche **Dampfturbine** soll für den Ausbau der Anlage gewählt werden?

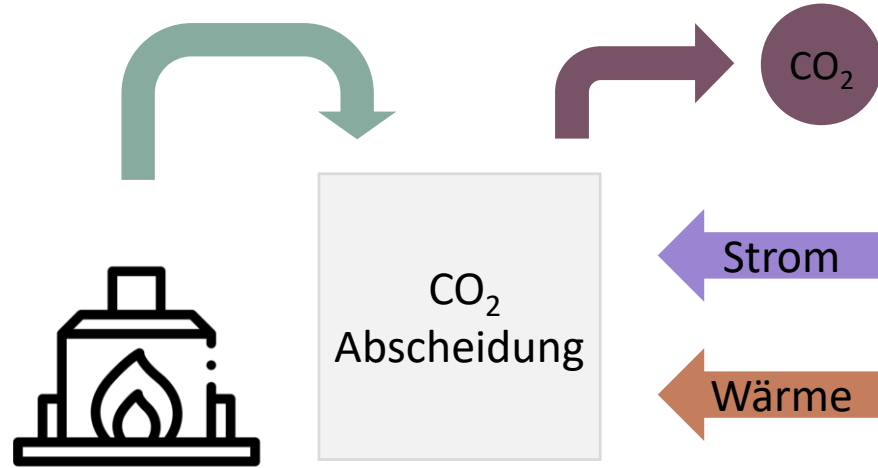
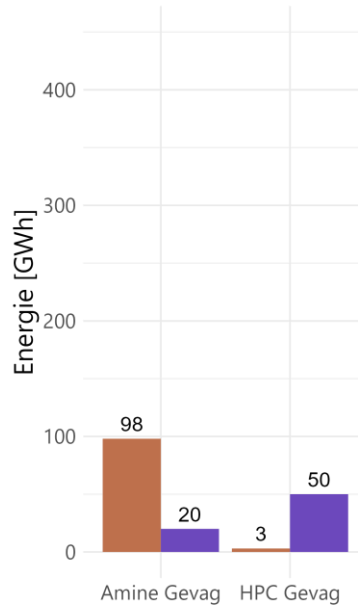
Kennzahlen der GEVAG



- 130 kt/a Abfall
- 72 kt/a CO₂
- 37 GWh/a Strom
- 113 GWh/a Fernwärme

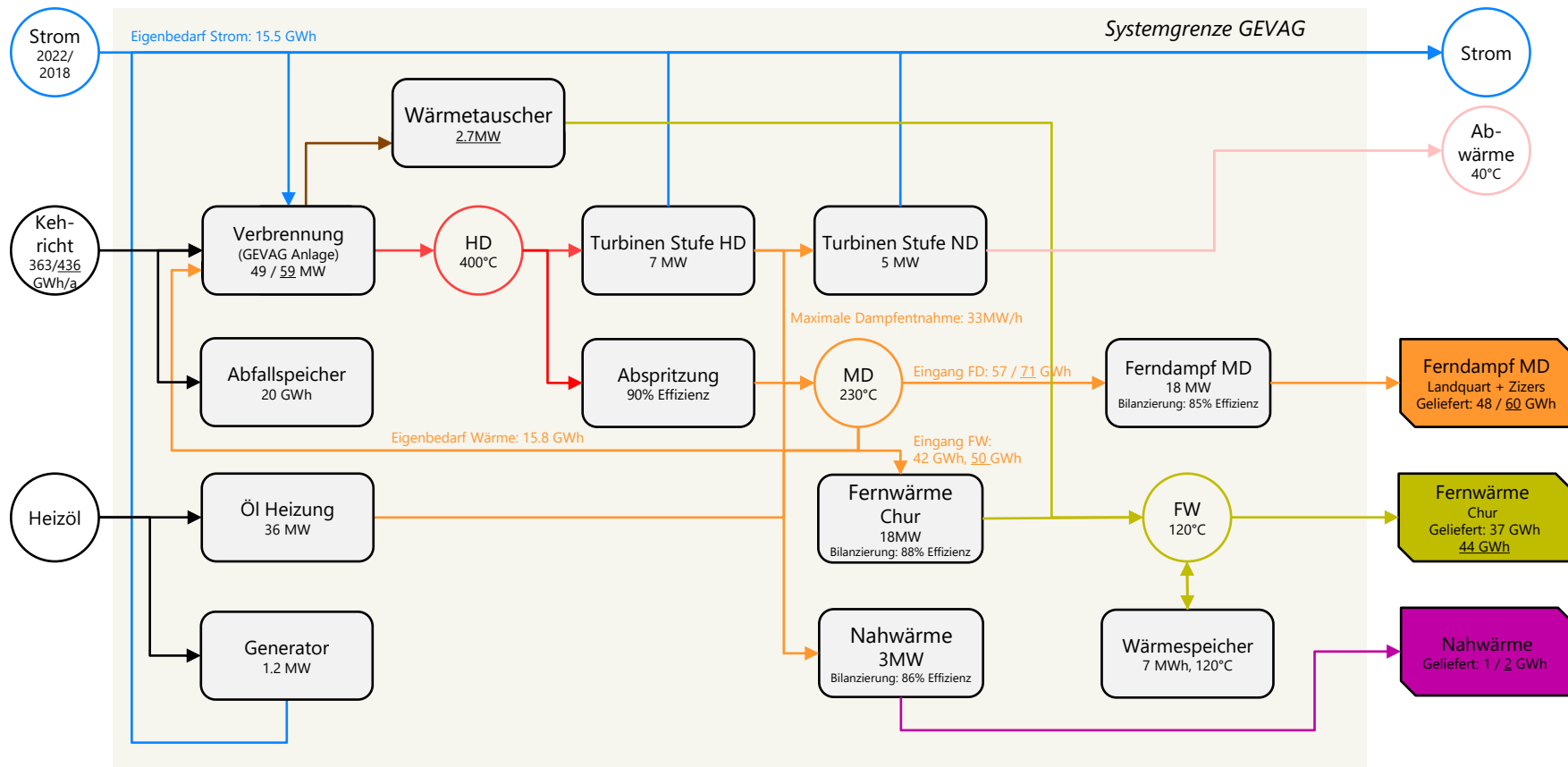
Erklärung Schriftfarbe
Schwarzer Text: Genutzte Energie
Grüner Text: Freie Energie
Roter Text: Verluste/Eigenbedarf

Energiebedarf CO₂ Abscheidung

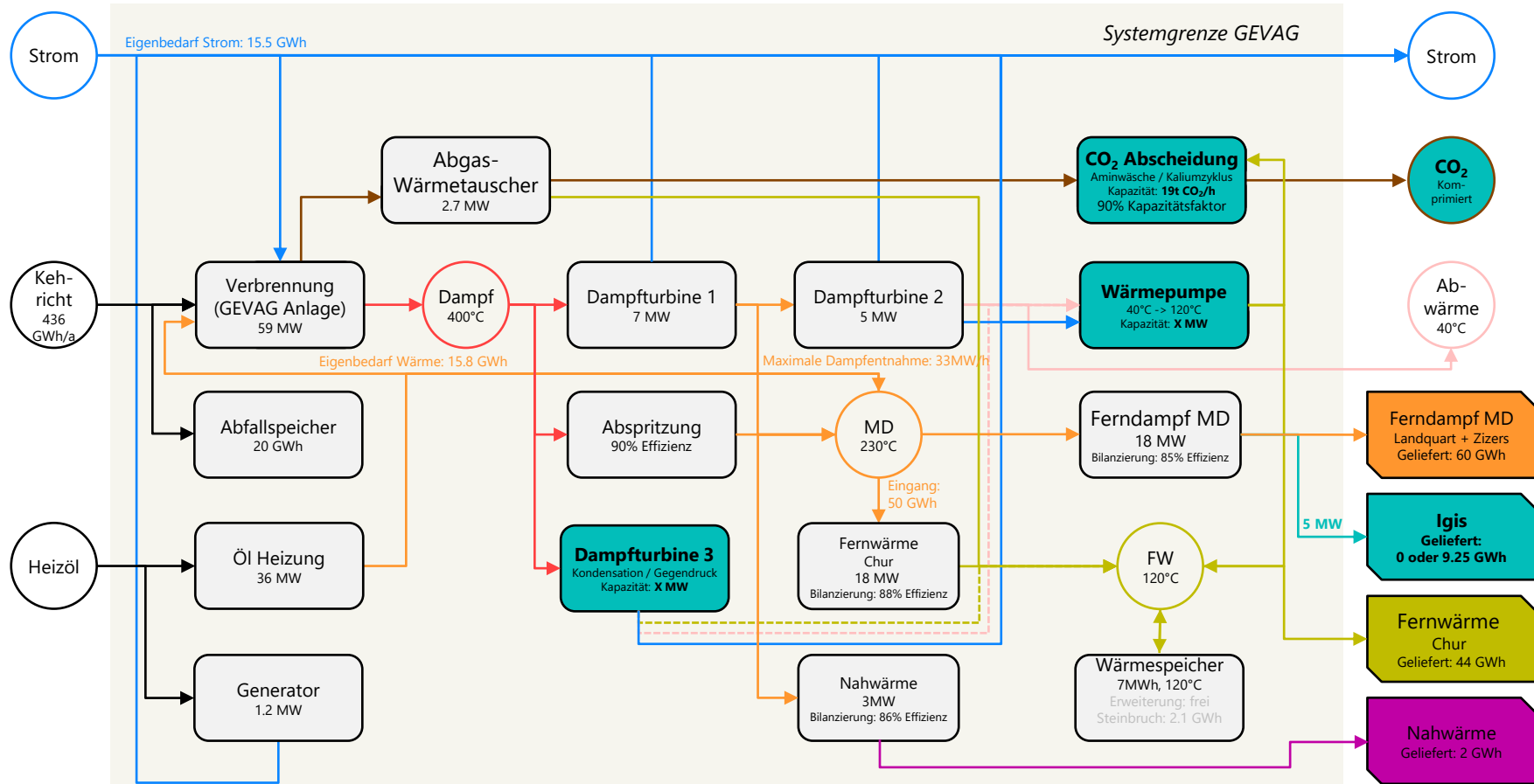


- Die **Aminwäsche** Technologie benötigt v.a. **Hochtemperaturwärme** (~120 °C)
- Die Hot Potassium Carbonate (**HPC**) Technologie benötigt v.a. **Strom**
- Annahme: Die CO₂ Abscheideanlage ist dimensioniert, um alles CO₂ abzuscheiden (Fossil + Biogen)

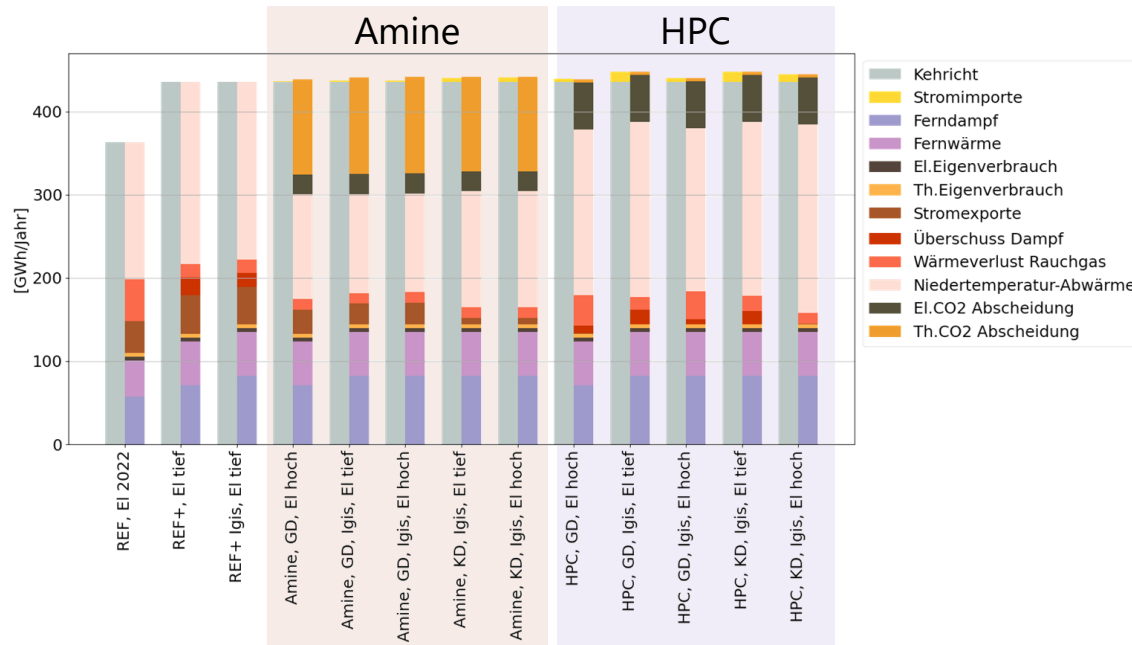
Modellierung und Optimierung der GEVAG



Zukunftsmodell der GEVAG mit CO₂ Abscheidung



Energiebilanz

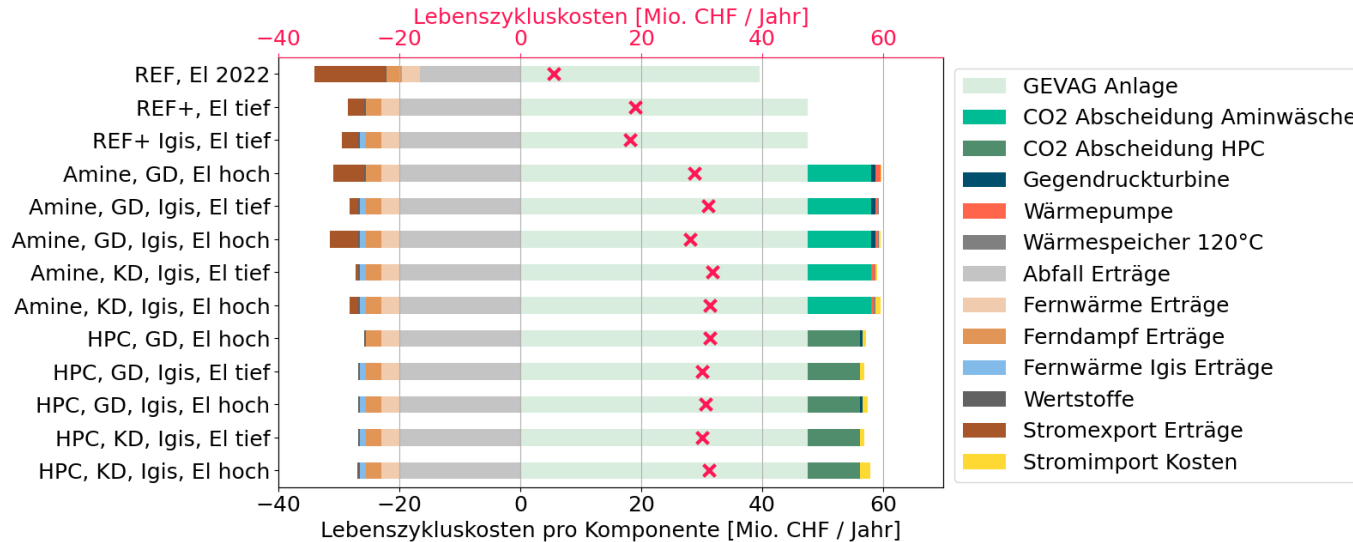


REF+: Ausbau Igis energetisch möglich. Reduktion des Überschussdampfes durch Ausbau Igis.

2050 Amine: Ausbau Igis energetisch möglich. Abwärme wird über Wärmepumpe für CO₂ Abscheidung genutzt. Stromexport weiterhin möglich. Jedoch reduziert im Vergleich zu REF+.

2050 HPC: Ausbau Igis energetisch möglich. Erhöhter Elektrizitätsbedarf wird teilweise durch Importe gedeckt. Kein Stromexport.

Lebenszykluskosten (LZK): Gesamte GEVAG



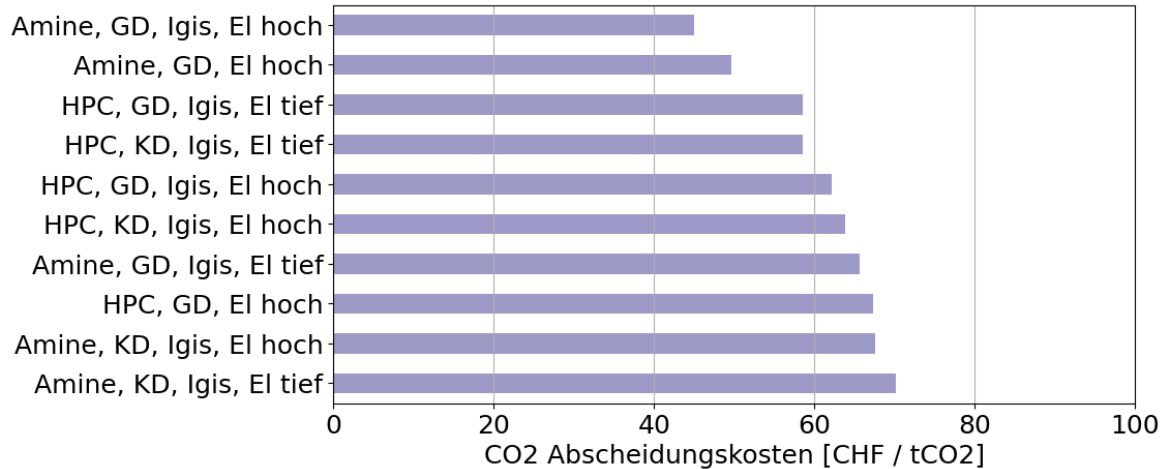
REF+: Tiefere LZK werden mit Igis erreicht

2050 Amine: Höhere LZK im Vergleich mit REF+. Tiefste LZK mit Igis und hohen Strompreisen.

2050 HPC: Leicht höhere LZK im Vergleich mit Aminewäsche. Tiefste LZK mit Igis und tiefen Strompreisen

→ Annahmen: Die Erträge für das REF Modell (2022) stammen von der GEVAG und wurden linear auf das REF+ / 2050 Modell skaliert. Werte siehe Anhang.

CO₂ Abscheidungskosten



Was ist in den netto CO₂ Abscheidungskosten (NCK) enthalten?

$$NCK_n = \frac{\text{Kosten} - \text{Einnahmen}}{\text{CO}_2 \text{ abgeschieden}}$$

Kosten: LCK in direktem Zusammenhang mit der CO₂ Abscheidung.

Einnahmen: Aus Stromverkauf und Fernwärme Igis

2050 Amine: Attraktivstes Szenario mit 45 CHF/tCO₂. Szenario mit Gegendruckturbine, Ausbau Igis und hohen Elektrizitätspreisen.

2050 HPC: Bestes HPC Szenario erreicht 59 CHF/tCO₂ bei tiefen Elektrizitätspreisen, Ausbau Igis und Gegendruckturbine.

→ Die netto **CO₂ Abscheidungskosten liegen zwischen 45 und 70 CHF/tCO₂**

→ In der Anlage werden 95% der 150 ktCO₂/a abgeschieden. Also, 142 ktCO₂/a. 8kt/a entweichen weiterhin in die Atmosphäre. Der biogene Anteil des Abfalls liegt bei 52% was rund 78 ktCO₂/a entspricht. Daher kann die **GEVAG** in Zukunft **70 ktCO₂/y negative Emissionen erreichen oder 70 ktCO₂/y für die Herstellung erneuerbarer Treibstoffe nutzen!**



JA!

**...CO₂ Abscheidung und
Abwärmennutzung bei KVA geht.**

Empa – The Place where Innovation Starts

Dr. Robin Mutschler

Group leader Macro-Energy Systems

Urban Energy Systems Lab

empa.ch

Robin.mutschler@empa.ch



Materials Science and Technology

