



# CO<sub>2</sub> Abscheidung und Abwärmennutzung bei KVA: Geht das?

Technology Briefing @Empa, 26.06.2024

Robin Mutschler, Shanshan Hsieh, Binod Koirala,  
Matthias Sulzer

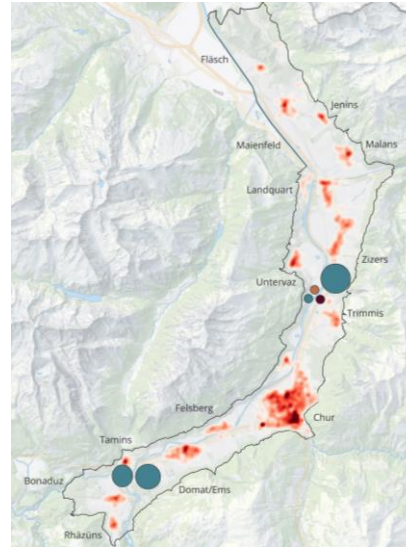
# Inhalt



## Abfall in der Schweiz



## Wärmenutzung aus KVA



## Systemoptimierung & CCS





# Abfall in der Schweiz

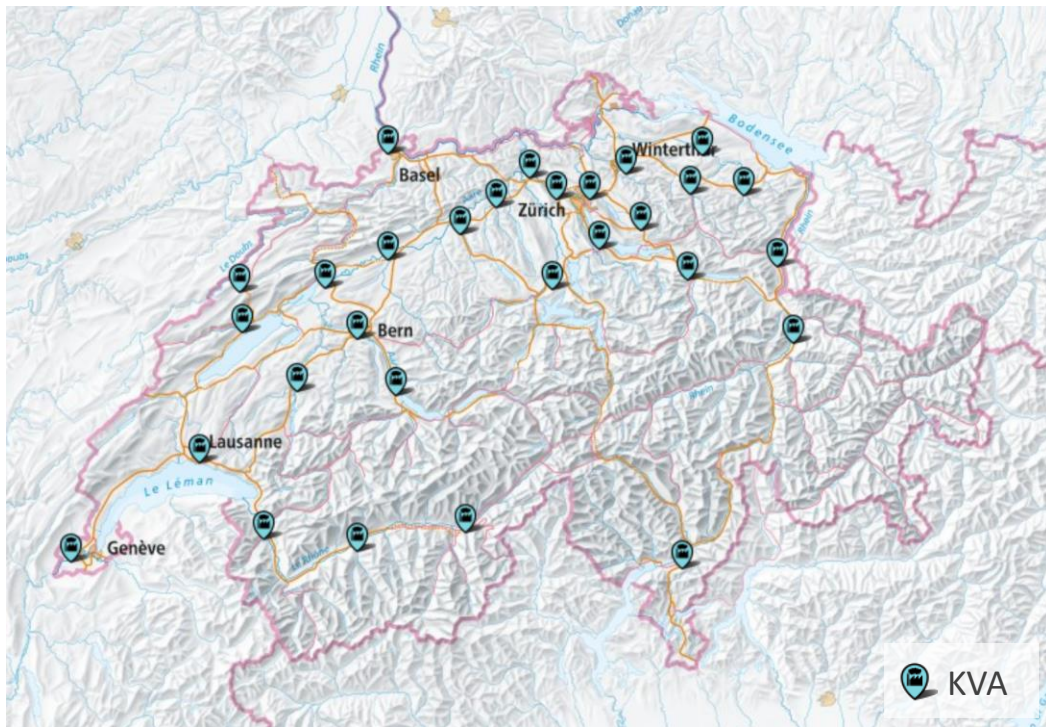
# Abfall in der Schweiz



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



# Kehrrichtverbrennungsanlagen (KVA) in der Schweiz



## 29 KVA in der Schweiz

- 4 Mio. t Abfall werden verbrannt
- 5% der nationalen CO<sub>2</sub> Emissionen
- Ø 72 kt<sub>CO<sub>2</sub></sub>/a Emissionen pro KVA
- 52% biogener CO<sub>2</sub> 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>



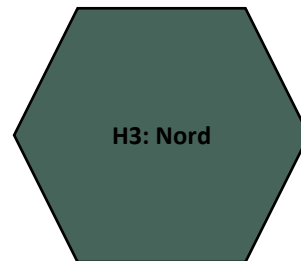
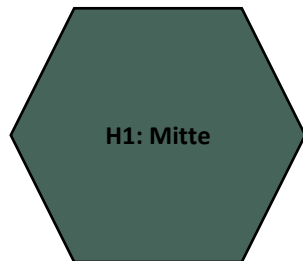
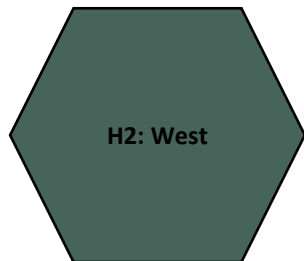
# Siedlungsräume im Rheintal



rhiienergie

IBC

REPOWER



Domat/Ems

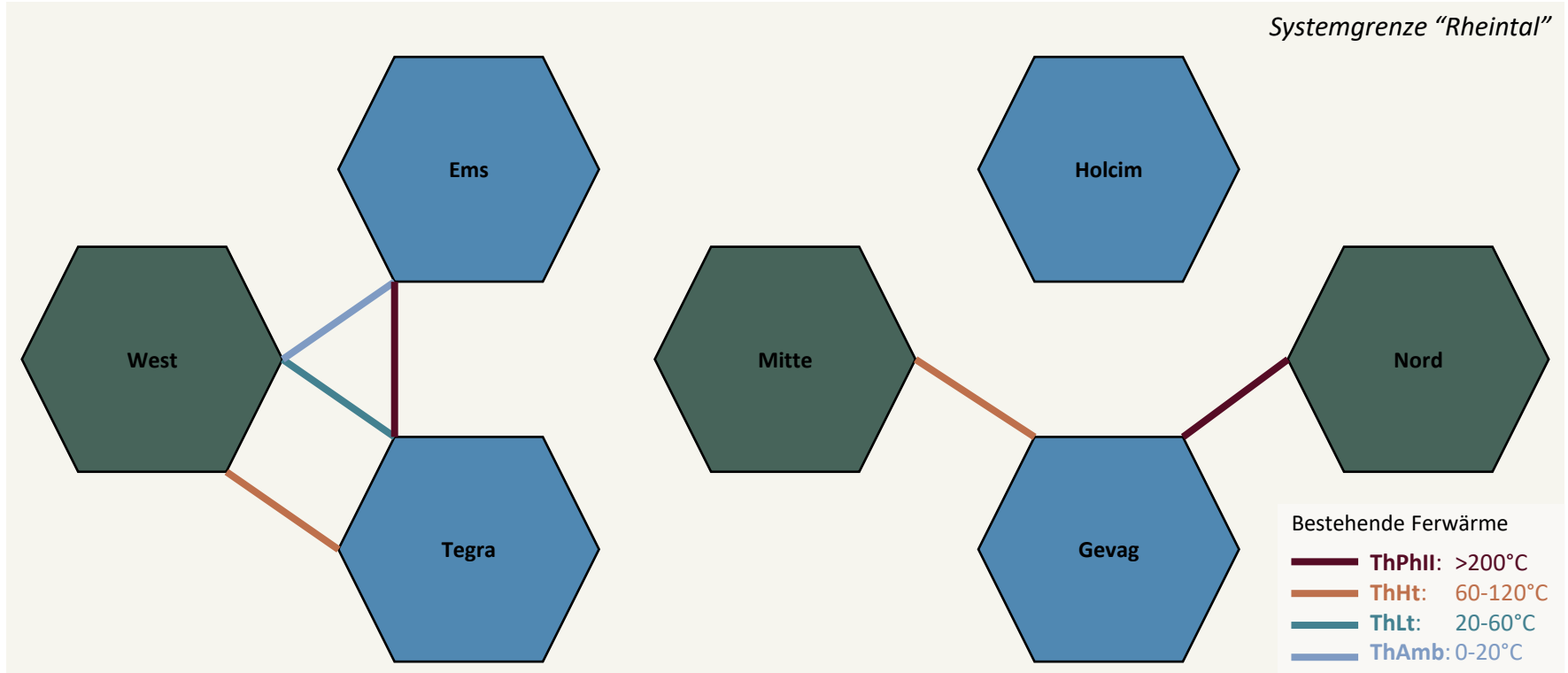


Chur

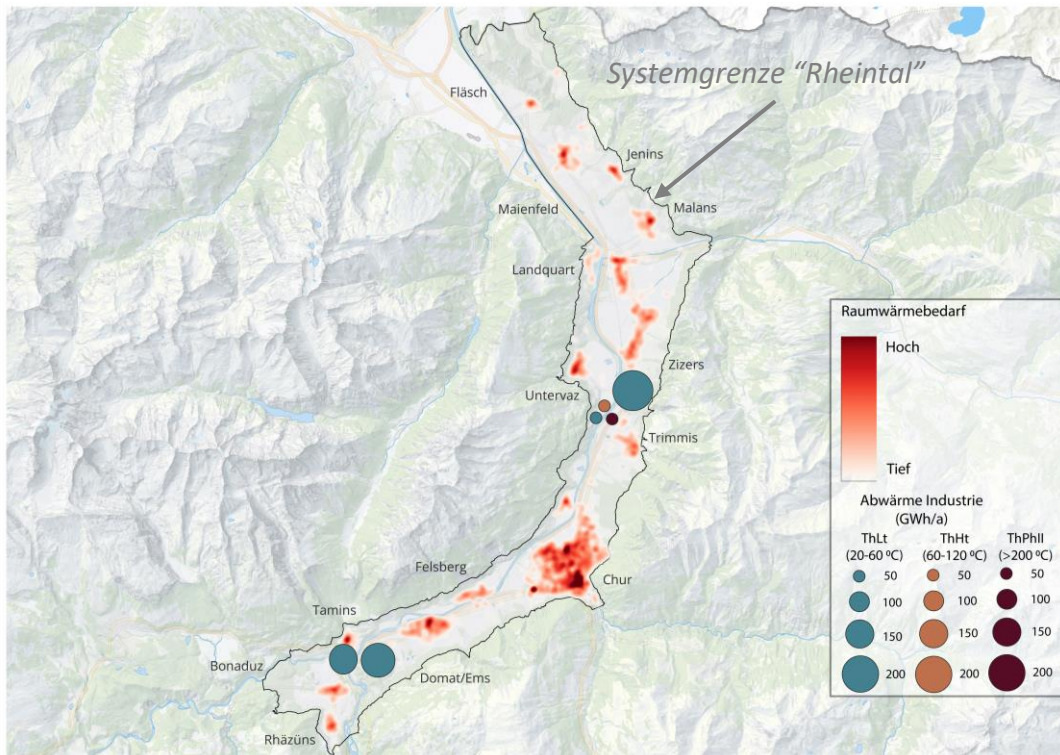


Landquart

# Bestehendes Fernwärmenetz zwischen den Hubs



# Freie Wärme und Wärmebedarf im Bündner Rheintal



## Grossbetriebe



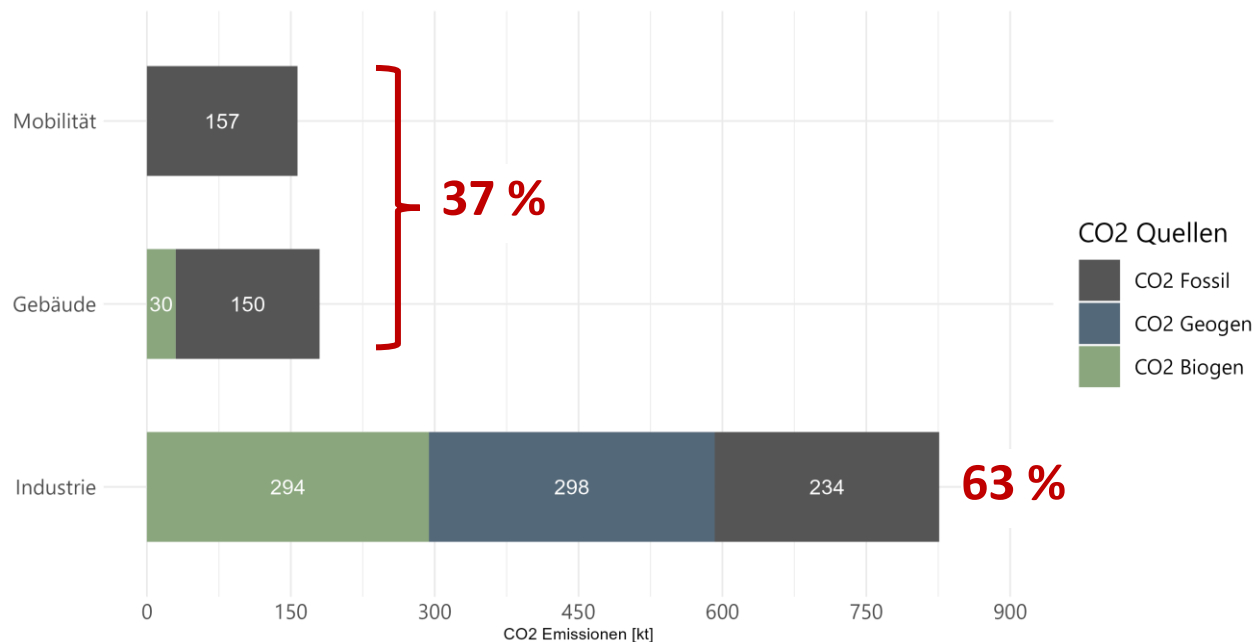
- 548 GWh/a freie Niedertemperaturwärme
- 49 GWh/a freie Hochtemperaturwärme
- 35 GWh/a freie Prozesswärme

## Gebäude



- Gebäudewärme Energiebedarf: Ca. 670 GWh/a Hochtemperaturwärme

# CO<sub>2</sub> Emissionen im Bündner Rheintal



Bündner Rheintal: 11 t<sub>CO<sub>2</sub></sub>/capita

Schweiz: 4 t<sub>CO<sub>2</sub></sub>/capita

GEVAG fossil: 72 kt<sub>CO<sub>2</sub></sub> / Jahr

GEVAG biogen: 78 t<sub>CO<sub>2</sub></sub> / Jahr



# Systemoptimierung & CCS



# **CO<sub>2</sub> Abscheidung und Abwärmennutzung bei KVA: Geht das?**

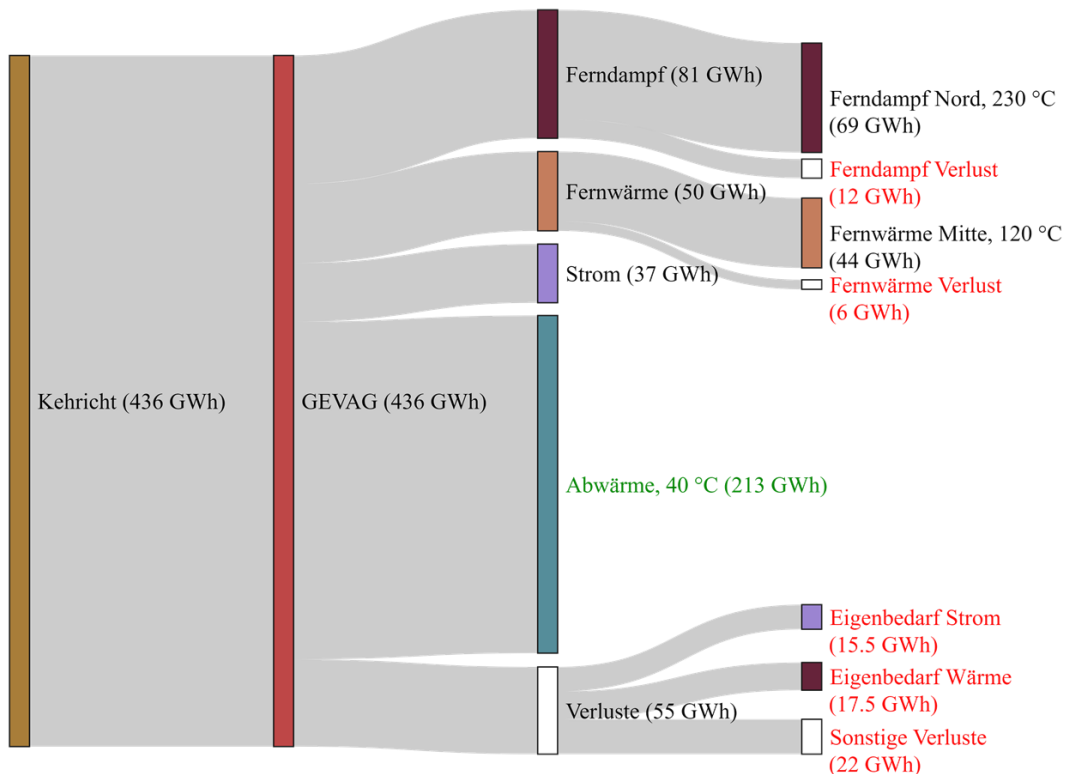


# Fragenstellung der GEVAG



- Soll die **Fernwärme** ausgebaut werden?
- Welche **CO<sub>2</sub> Abscheidungstechnologie** ist für die GEVAG attraktiver?  
Aminwäsche oder HPC?
- Welche **Dampfturbine** soll für den Ausbau der Anlage gewählt werden?

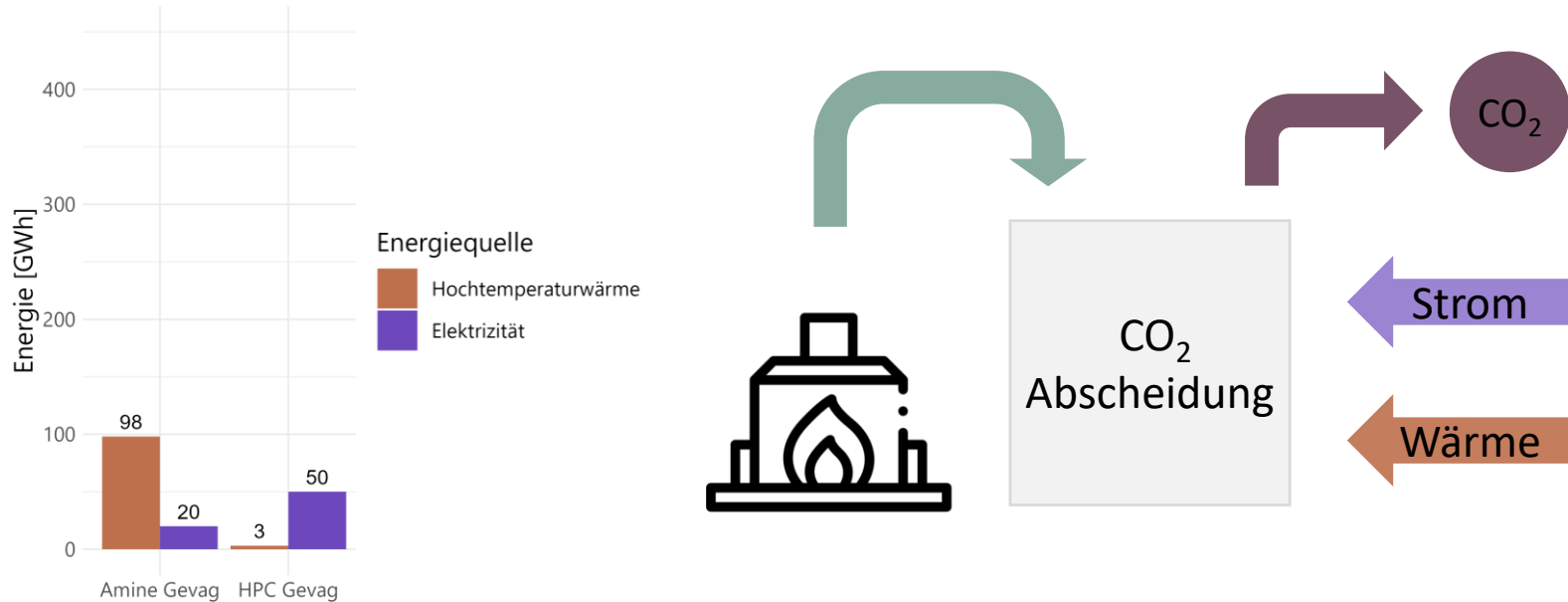
# Kennzahlen der GEVAG



- 130 kt/a Abfall
- 72 kt/a CO<sub>2</sub>
- 37 GWh/a Strom
- 113 GWh/a Fernwärme

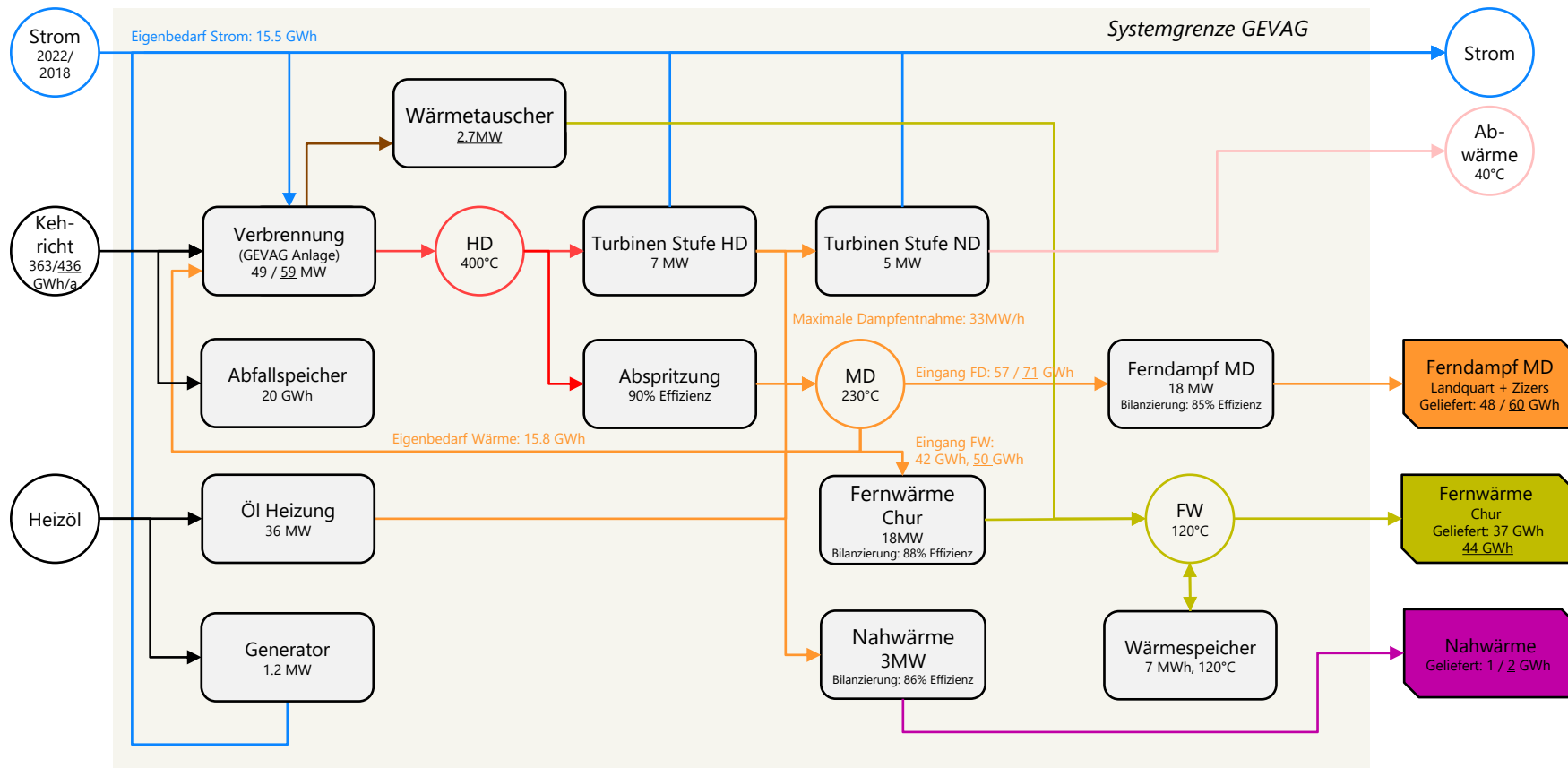
*Erklärung Schriftfarbe*  
*Schwarzer Text: Genutzte Energie*  
*Grüner Text: Freie Energie*  
*Roter Text: Verluste/Eigenbedarf*

# Energiebedarf CO<sub>2</sub> Abscheidung

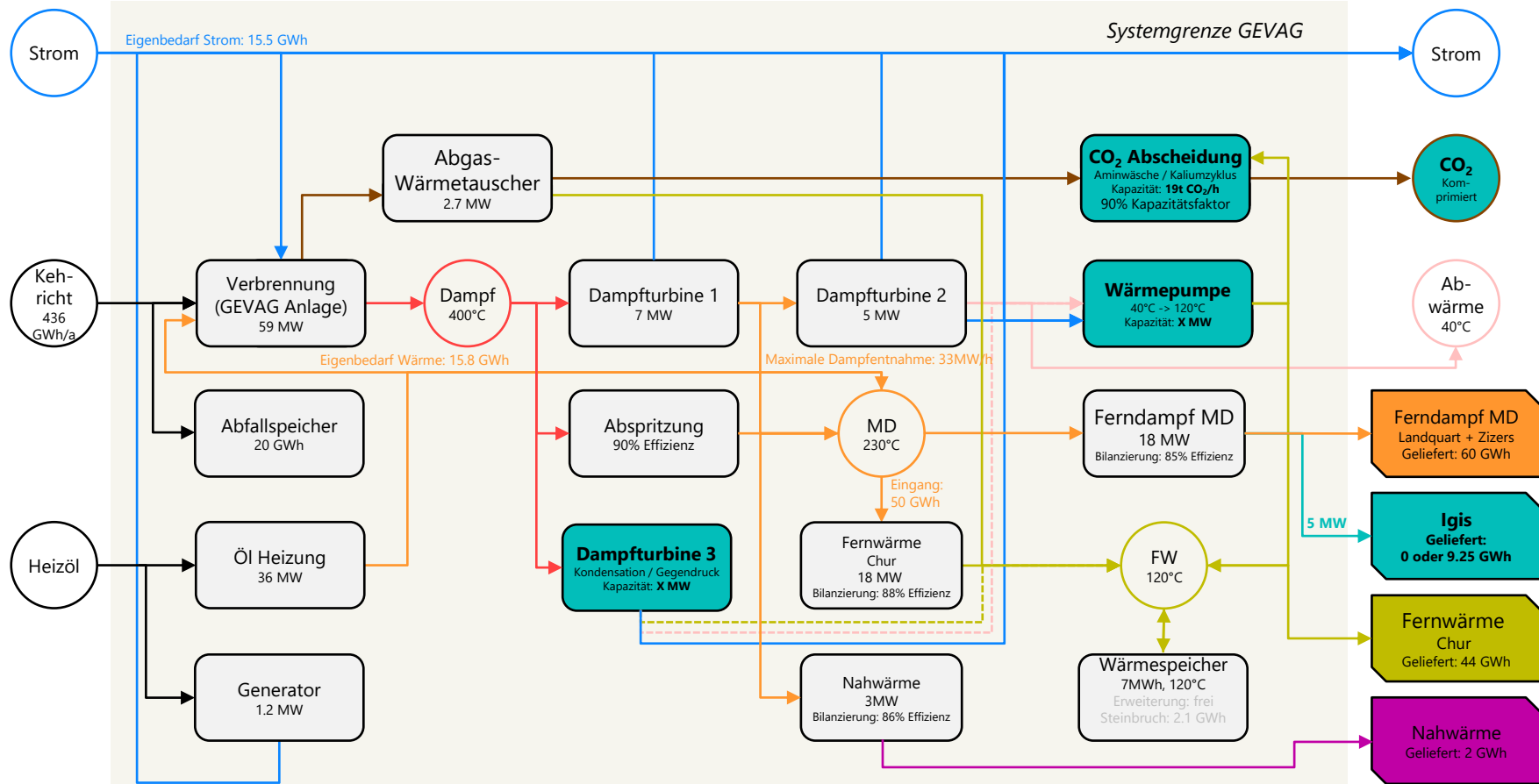


- Die **Aminwäsche** Technologie benötigt vorwiegend **Hochtemperaturwärme** (~120 °C)
- Die Hot Potassium Carbonate (**HPC**) Technologie benötigt vorwiegend **Strom**
- Annahme: Die CO<sub>2</sub> Abscheideanlage ist dimensioniert, um alles CO<sub>2</sub> abzuscheiden (Fossil + Biogen)

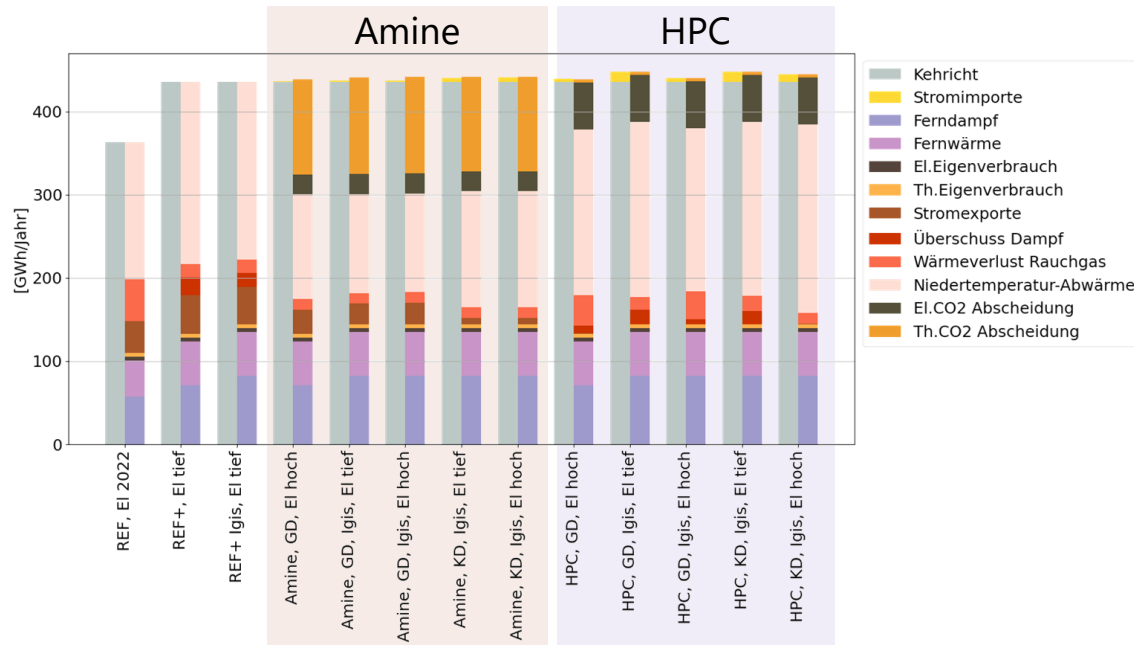
# Modellierung und Optimierung der GEVAG



# Zukunftsmodell der GEVAG mit CO<sub>2</sub> Abscheidung



# Energiebilanz



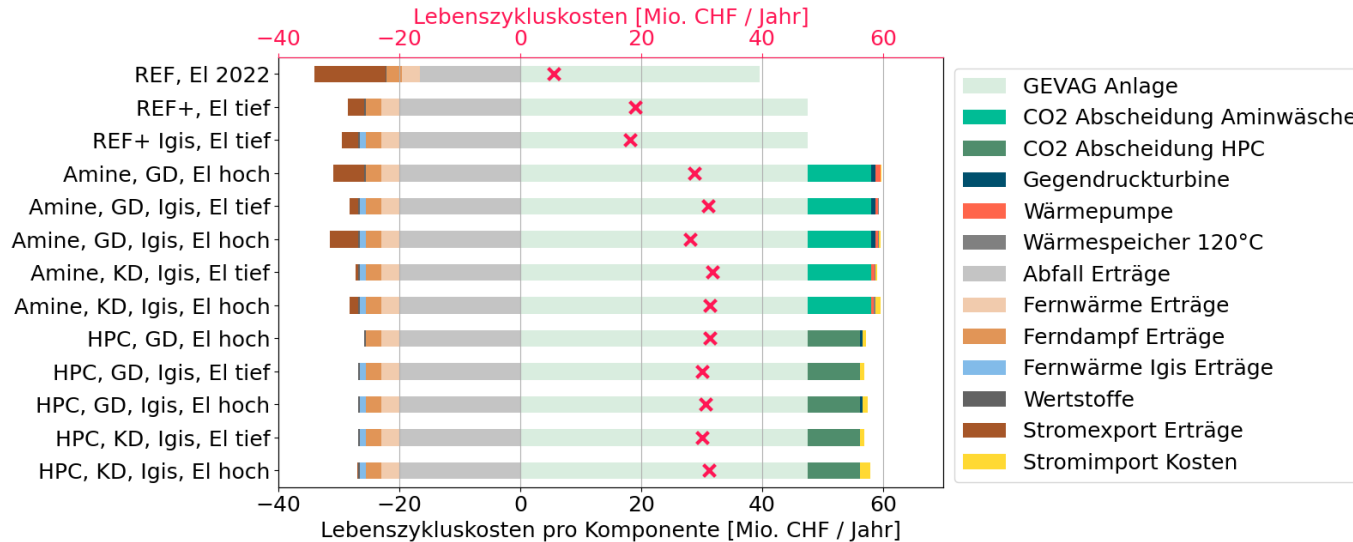
**REF+:** Ausbau Igis energetisch möglich. Reduktion des Überschussdampfes durch Ausbau Igis.

**2050 Amine:** Ausbau Igis energetisch möglich. Abwärme wird über Wärmepumpe für CO<sub>2</sub> 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



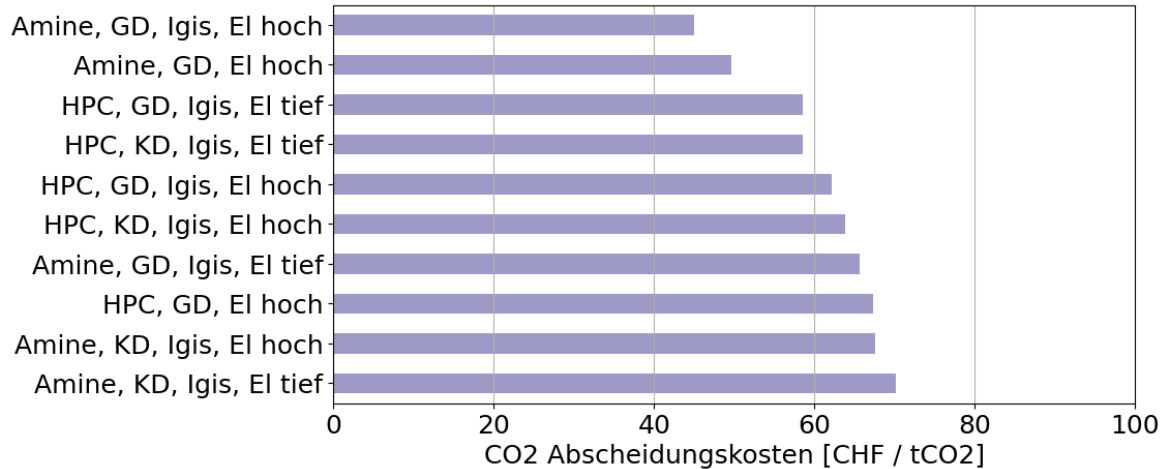
**REF+:** Tiefere LZK werden mit Igis erreicht

**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.

# CO<sub>2</sub> Abscheidungskosten



Was ist in den netto CO<sub>2</sub> Abscheidungskosten (NCK) enthalten?

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

*Kosten*: LCK in direktem Zusammenhang mit der CO<sub>2</sub> Abscheidung.

*Einnahmen*: Aus Stromverkauf und Fernwärme Igis

**2050 Amine**: Attraktivstes Szenario mit 45 CHF/tCO<sub>2</sub>. Szenario mit Gegendruckturbine, Ausbau Igis und hohen Elektrizitätspreisen.

**2050 HPC**: Bestes HPC Szenario erreicht 59 CHF/tCO<sub>2</sub> bei tiefen Elektrizitätspreisen, Ausbau Igis und Gegendruckturbine.

→ Die netto **CO<sub>2</sub> Abscheidungskosten liegen zwischen 45 und 70 CHF/tCO<sub>2</sub>**

→ In der Anlage werden 95% der 150 ktCO<sub>2</sub>/a abgeschieden. Also, 142 ktCO<sub>2</sub>/a. 8kt/a entweichen weiterhin in die Atmosphäre. Der biogene Anteil des Abfalls liegt bei 52% was rund 78 ktCO<sub>2</sub>/a entspricht. Daher kann die **GEVAG** in Zukunft **70 ktCO<sub>2</sub>/y negative Emissionen erreichen oder 70 ktCO<sub>2</sub>/y für die Herstellung erneuerbarer Treibstoffe nutzen!**



**JA!**

**...CO<sub>2</sub> 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](mailto:Robin.mutschler@empa.ch)



**Empa**

Materials Science and Technology

