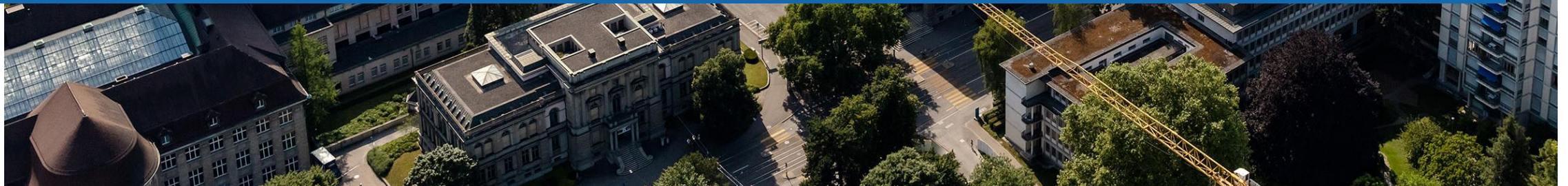




# Geothermie und Windkraft Was können sie zu Netto-Null beitragen?

**Gianfranco Guidati**

18 März 2026, Aeesuisse, Parlamentarier-Anlass



# Energie ist nicht einfach Energie

Wärmeenergie  $Q$  ist am unteren Ende der Energie-Hierarchie

Ihr Wert kann gemessen werden – er hängt von der Temperatur  $T$  ab, bei der sie zur Verfügung steht

Die Formel dafür ist sehr einfach

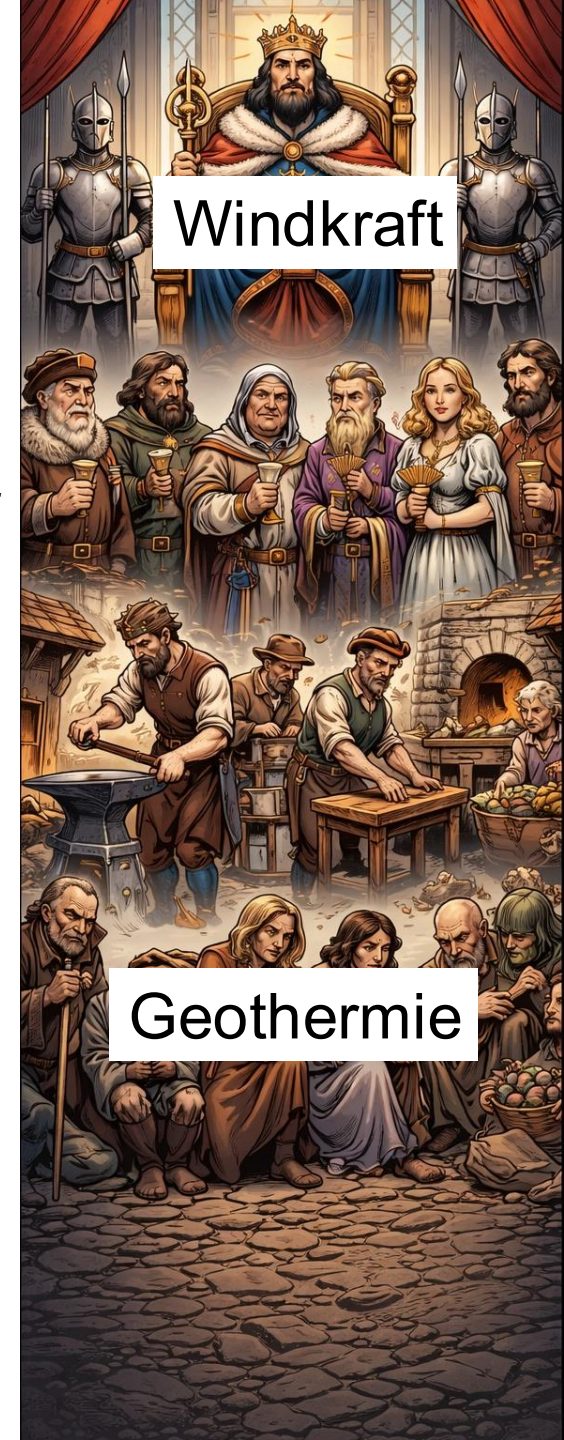
$$\text{Exergie} = Q \left( 1 - \frac{T_0}{T} \right)$$

Elektrische Energie

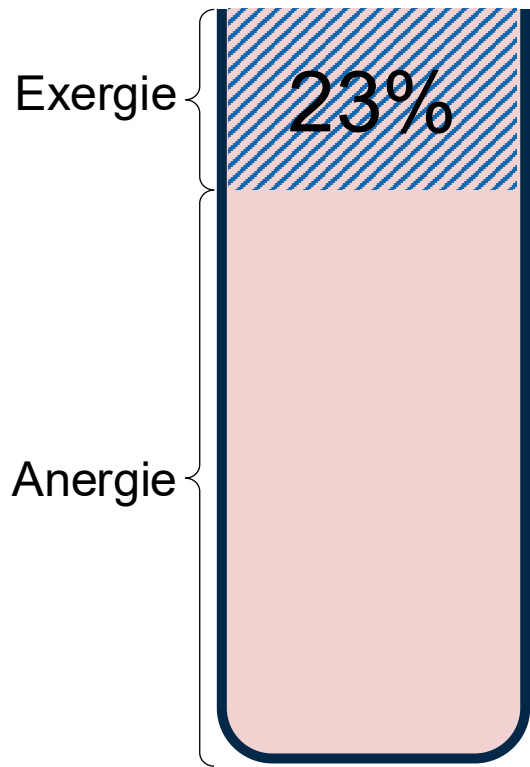
Chemische Energie  
Gas, Öl, Holz, Wasserstoff

Wärmeenergie  $Q$   
Prozesswärme, Raumwärme

Umgebungswärme bei  
Temperatur  $T_0 = 15^\circ\text{C}$



# Geothermische Wärme bei $T = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$

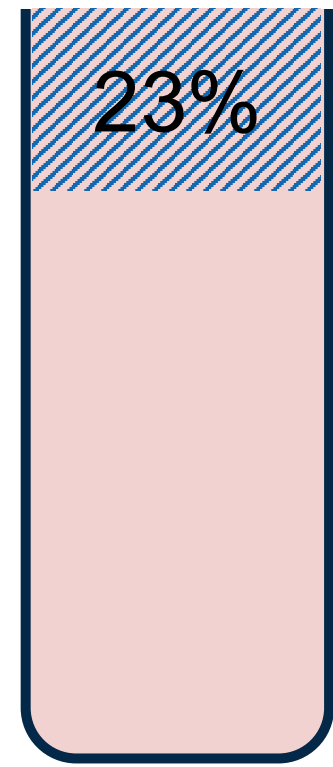


Wärme-  
kraft-  
maschine

Wieviel von dieser Wärmemenge kann in Strom umgewandelt werden?

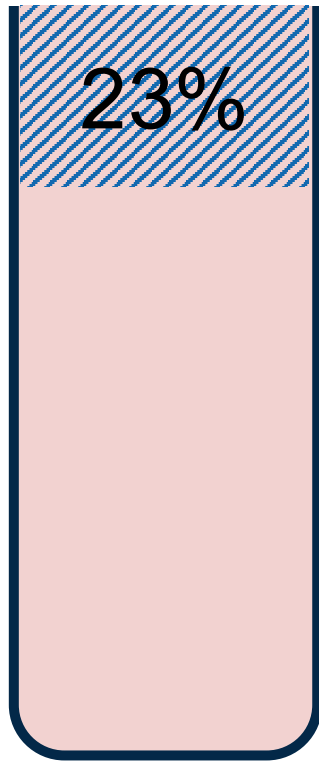
$$\left(1 - \frac{15 + 273}{100 + 273}\right) = 23\%$$

Wieviel Strom bräuchten wir, um diese Wärme mittels einer Wärmepumpe zu erzeugen?



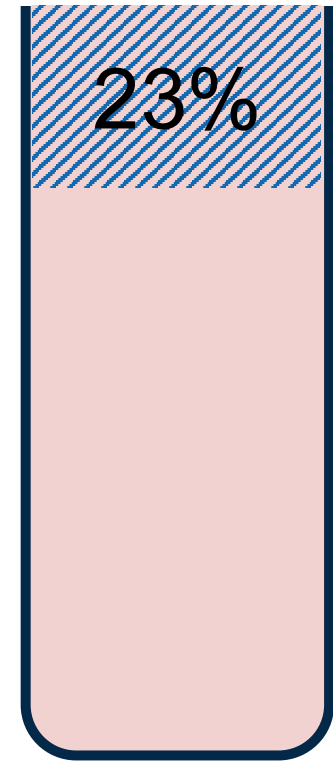
Wärme-  
pumpe

# Geothermische Wärme bei $T = 100\text{ °C}$



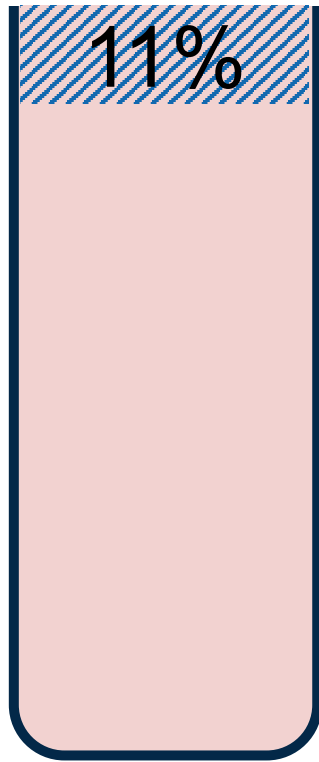
Wärmekraft-  
maschine

Leider ist das nur ein idealer Prozess, der reale Prozess ist gerade mal halb so effizient



Wärme-  
pumpe

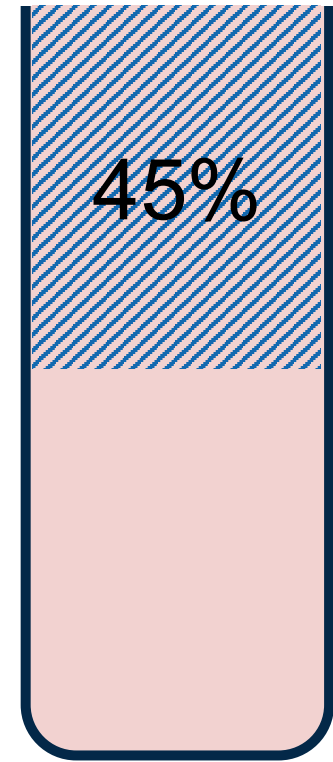
# Geothermische Wärme bei $T = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$



Wärmekraft-  
maschine

Leider ist das nur ein idealer Prozess, der reale Prozess ist gerade mal halb so effizient

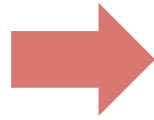
Eine Wärmekraftmaschine produziert also aus der geothermischen Wärme viermal weniger Strom als eine Wärmepumpe bräuchte, um genau diese Wärme zu erzeugen



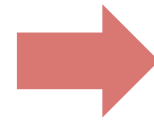
Wärme-  
pumpe

Annahme: wir brauchen sowohl Strom  
als auch Wärme bei 100°C

100  
Einheiten  
Wärme



**Erzeuge** 11 Einheiten Strom in  
einer Wärmekraftmaschine

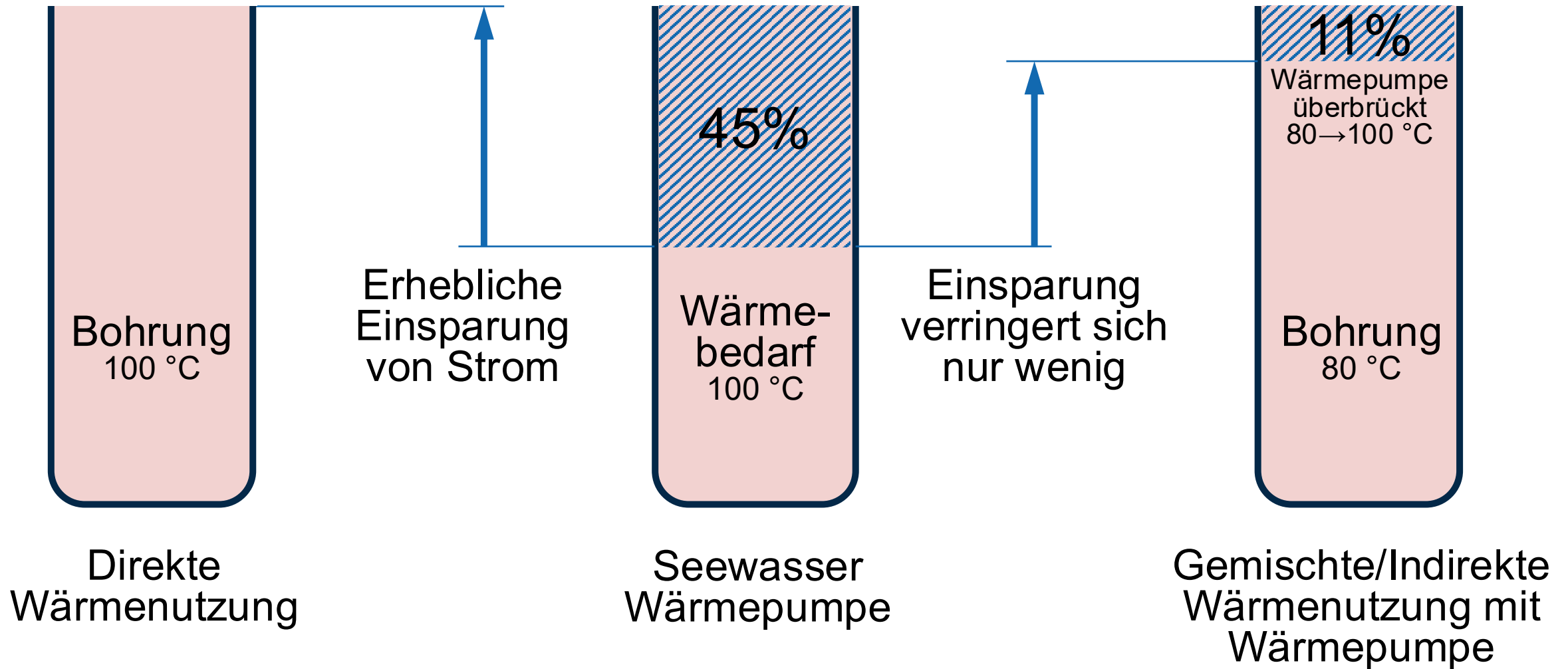


**Spare** 45 Einheiten Strom, weil  
ich die Wärme direkt nutze und  
keine Wärmepumpe benötige

Geothermische Wärme  
sollte wenn möglich immer  
direkt genutzt werden,  
wenn gleichzeitig Strom  
und Wärme benötigt wird.

Auch die Förderung sollte  
so ausgerichtet werden.

# Was wenn die geothermische Bohrung nur 80°C liefert?



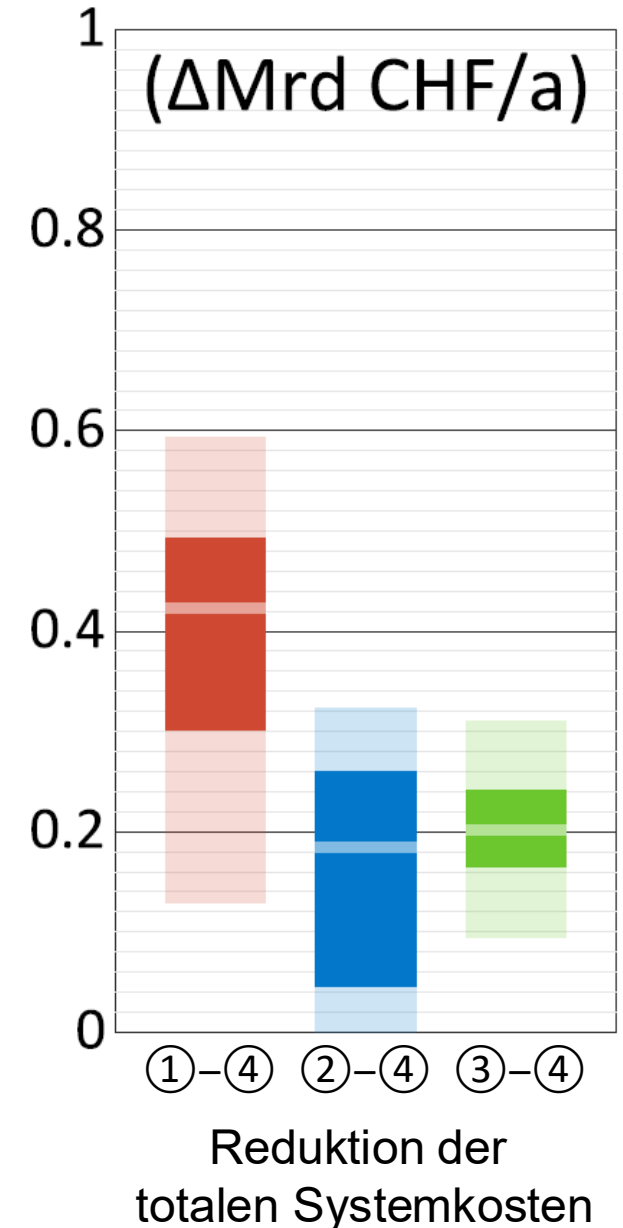
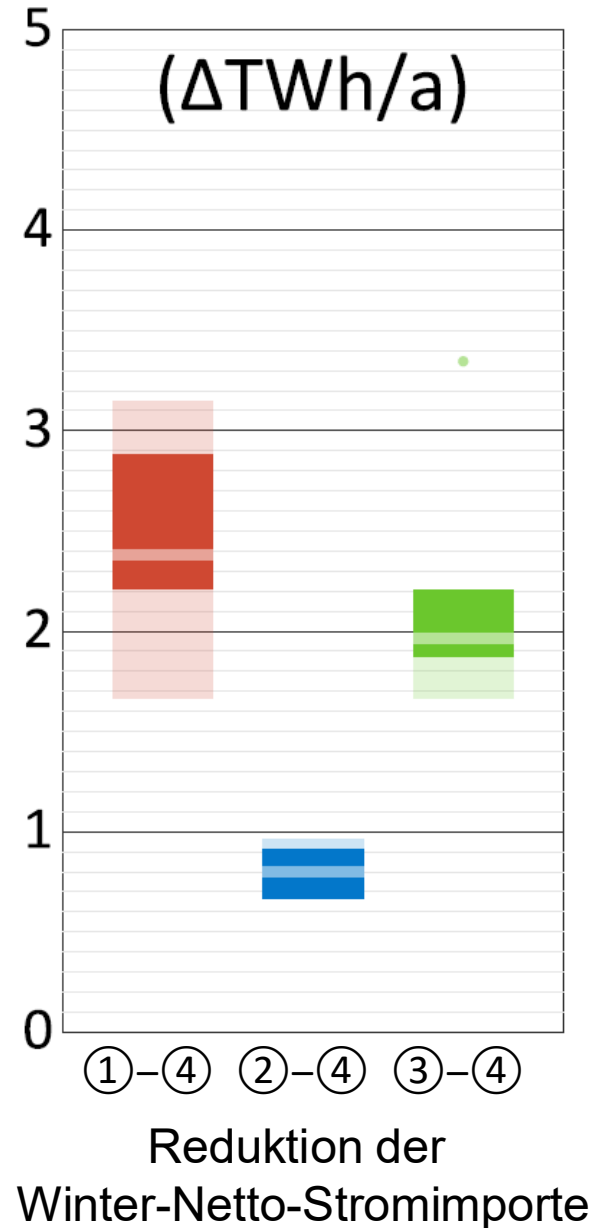
# Wert von Windkraft und Geothermie für Netto-Null

- Annahme
  - Max. 2.5 GW Windkraft
  - Max. 10 TWh geothermische Wärme
- Vier Szenarien

Szenario	①	②	③	④
Windkraft				
Geothermie				

Referenz

- Windkraft und Geothermie können die Netto-Stromimporte deutlich senken
- Auch die Gesamt-Systemkosten sinken



# Windkraft und Geothermie helfen uns, das Netto-Null Ziel zu erreichen

- Geothermie sollte auf Wärmenutzung fokussieren – direkt und indirekt via Wärmepumpe
- Die Windkraft liefert 2/3 des Stroms im Winter, sie hilft uns daher, die Netto-Winterstromimporte zu senken
- Geothermische Wärmenutzung hat den gleichen Effekt – nicht durch Erzeugung von Strom sondern durch Einsparung von Strom für Wärmepumpen
  
- Danke für ihr Interesse an der Thermodynamik! 😊

Dr. Gianfranco Guidati  
Projektmanager  
[Gianfranco.guidati@esc.ethz.ch](mailto:Gianfranco.guidati@esc.ethz.ch)

ETH Zürich  
Energy Science Center  
Sonneggstrasse 28  
8093 Zürich

[www.esc.ethz.ch](http://www.esc.ethz.ch)