

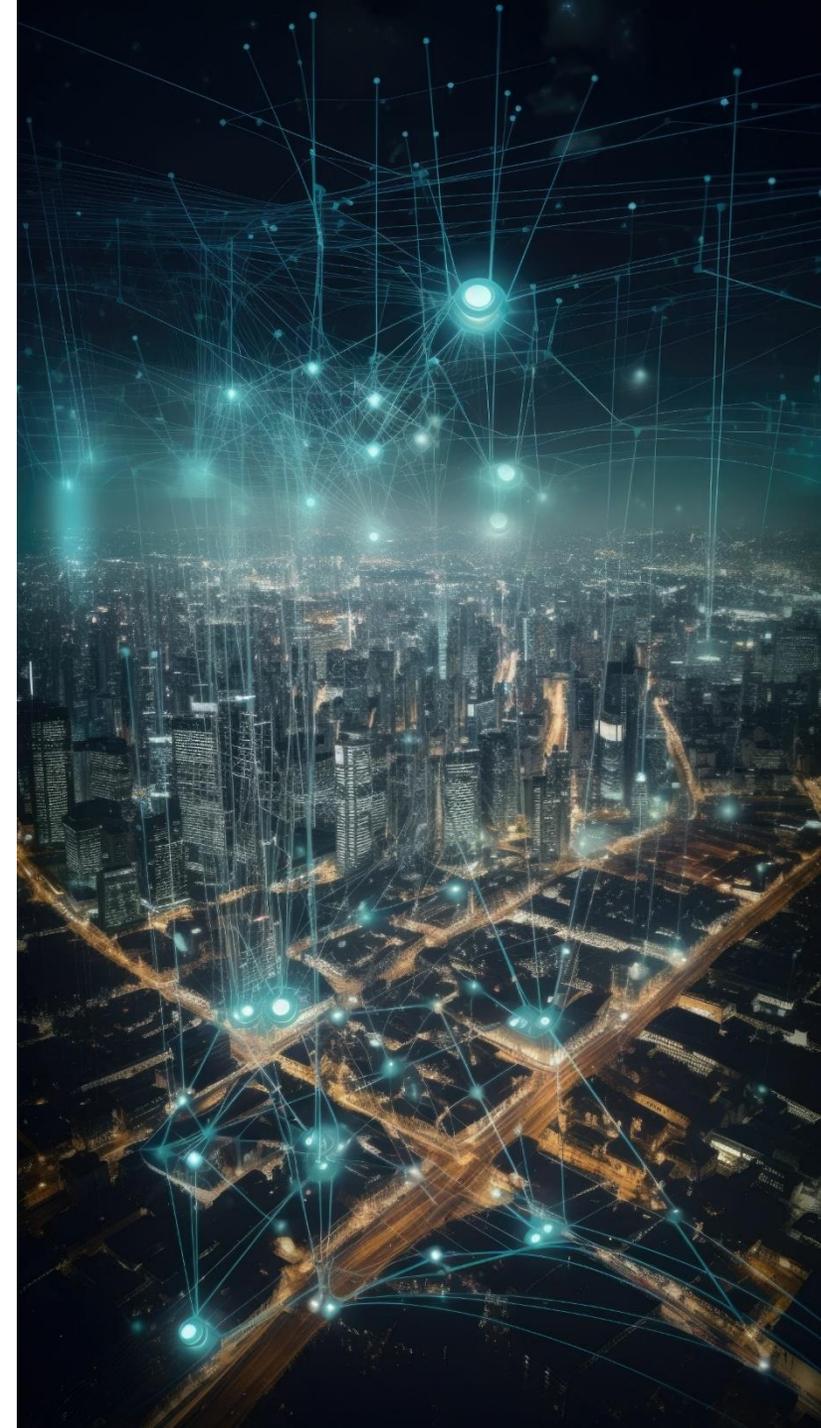
# Von Thermischen Netzen zu Smart Grids

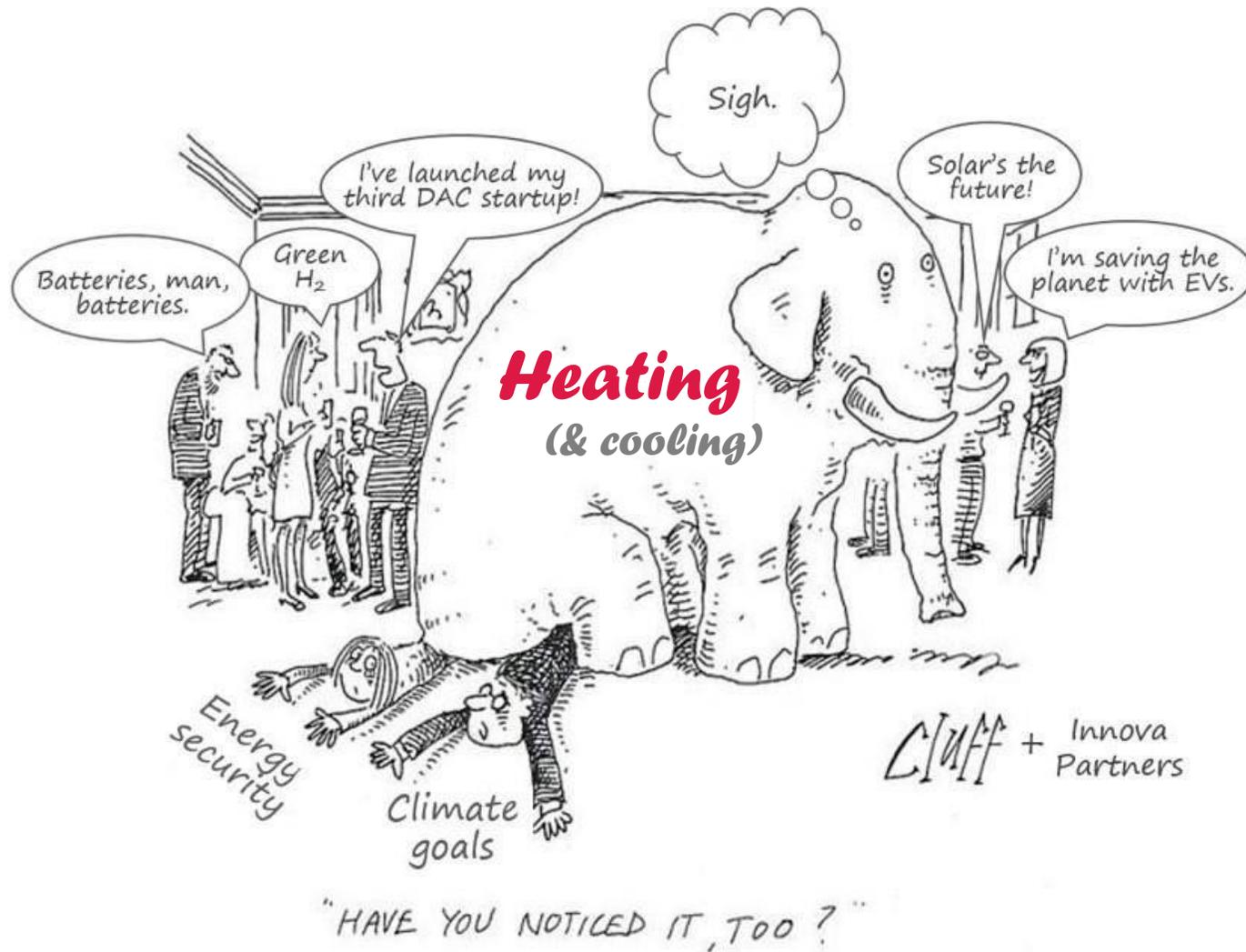
Die Digitalisierung als Hebel  
für die Energiewende

**meier  
tobler**

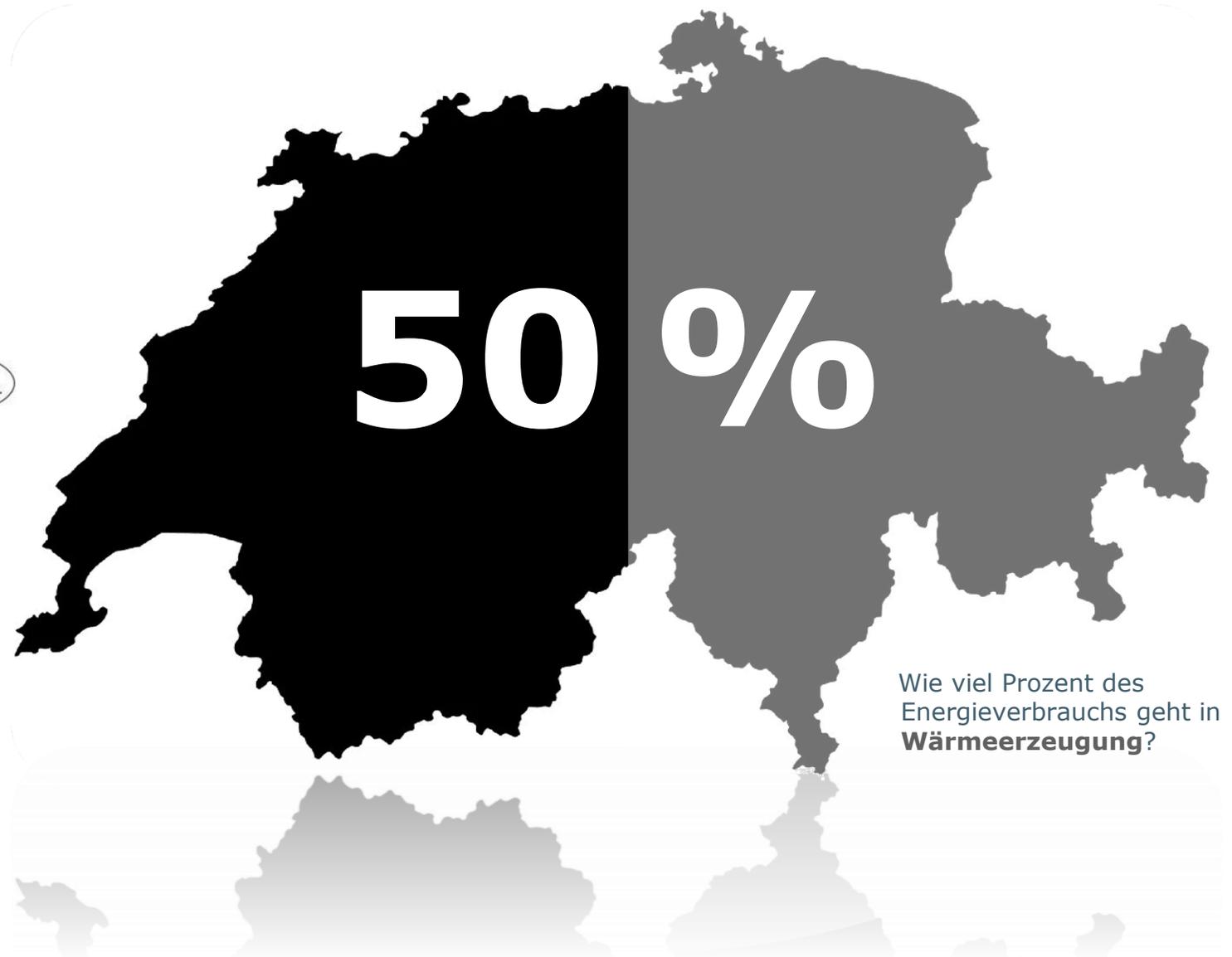
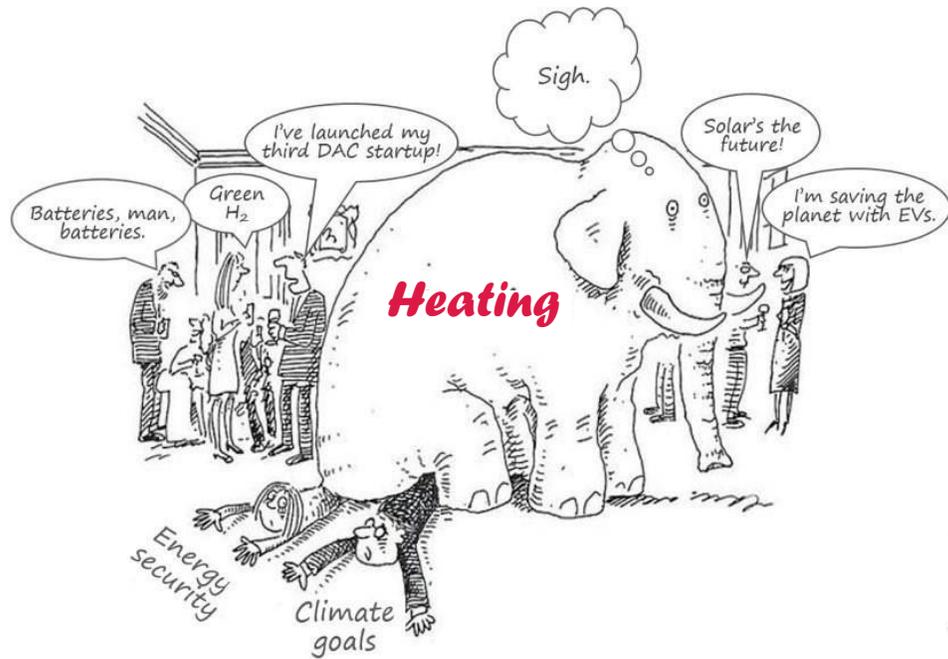
**Dr. Willy Villasmil**

Leiter Forschung Thermische Netze  
Institut für Gebäudetechnik und Energie  
Hochschule Luzern – Technik & Architektur



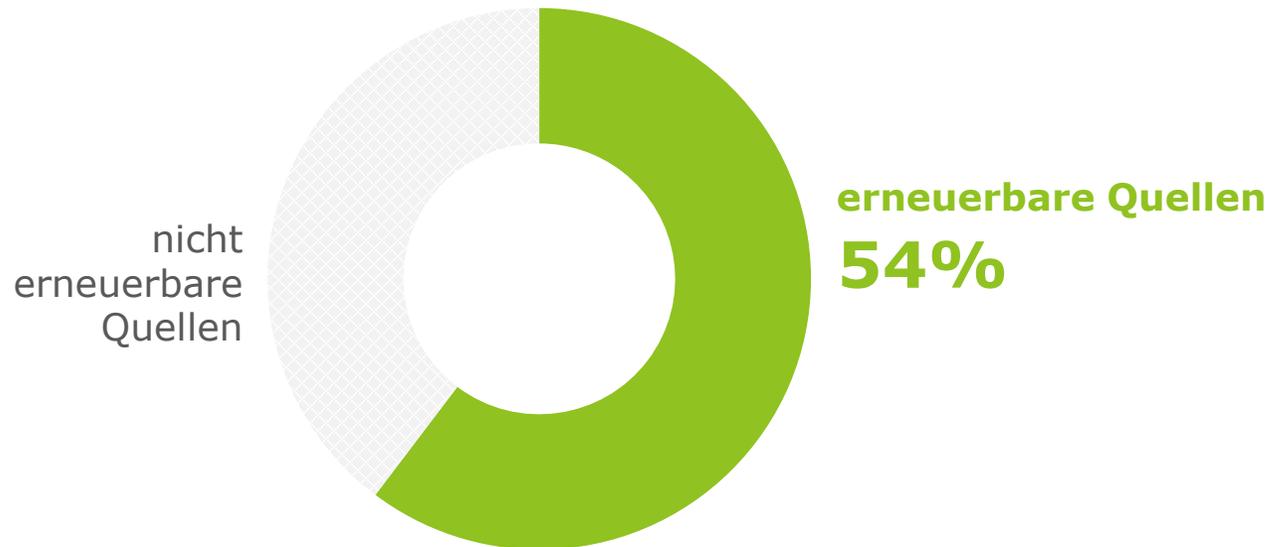


Wie viel Prozent des  
Energieverbrauchs geht in  
**Wärmeerzeugung?**



Wie viel Prozent des Energieverbrauchs geht in **Wärmeerzeugung**?

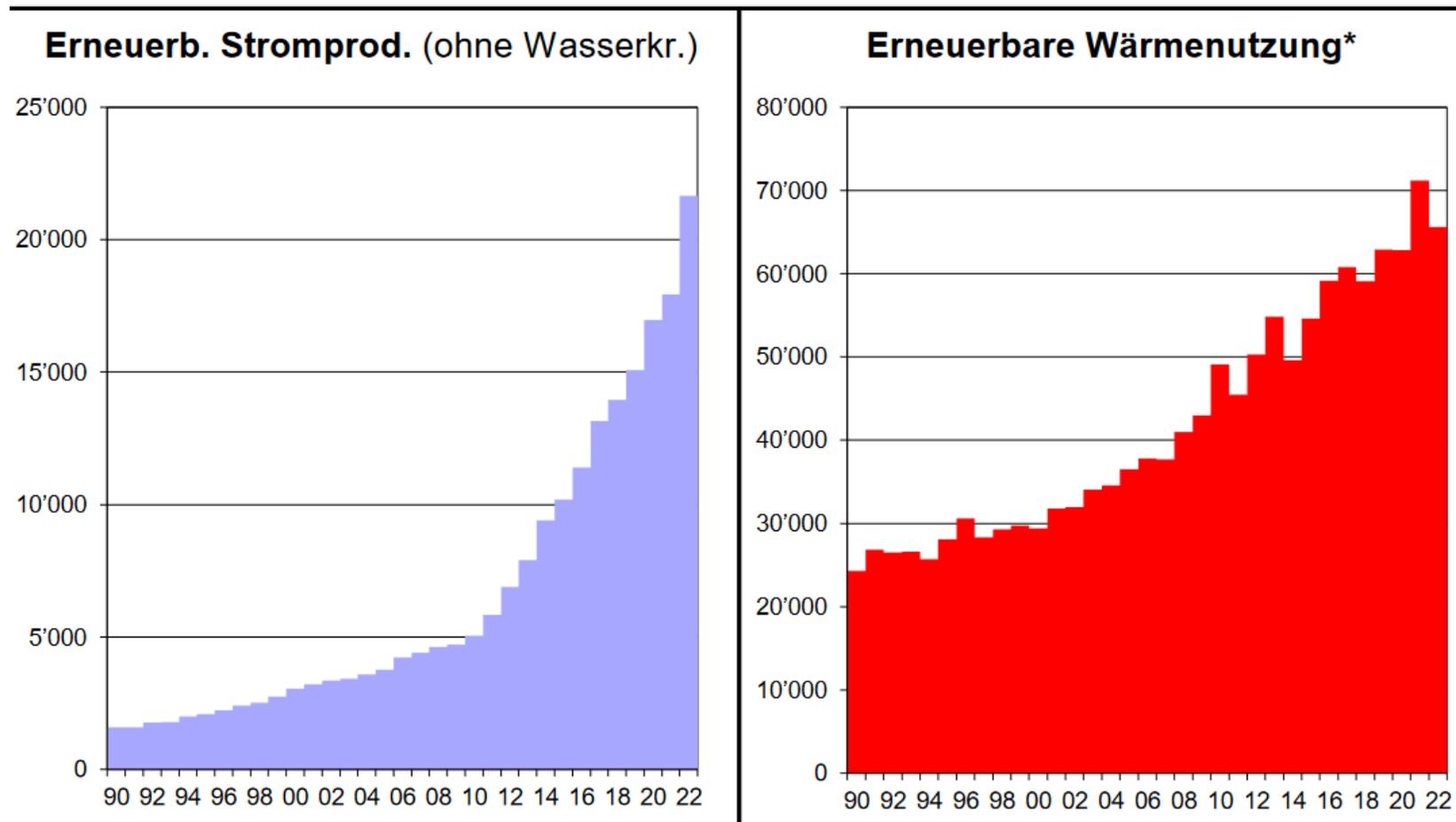
## Elektrizitätsverbrauch



## Wärmeerzeugung



### Erneuerbare Energienutzung seit 1990 [TJ/a]

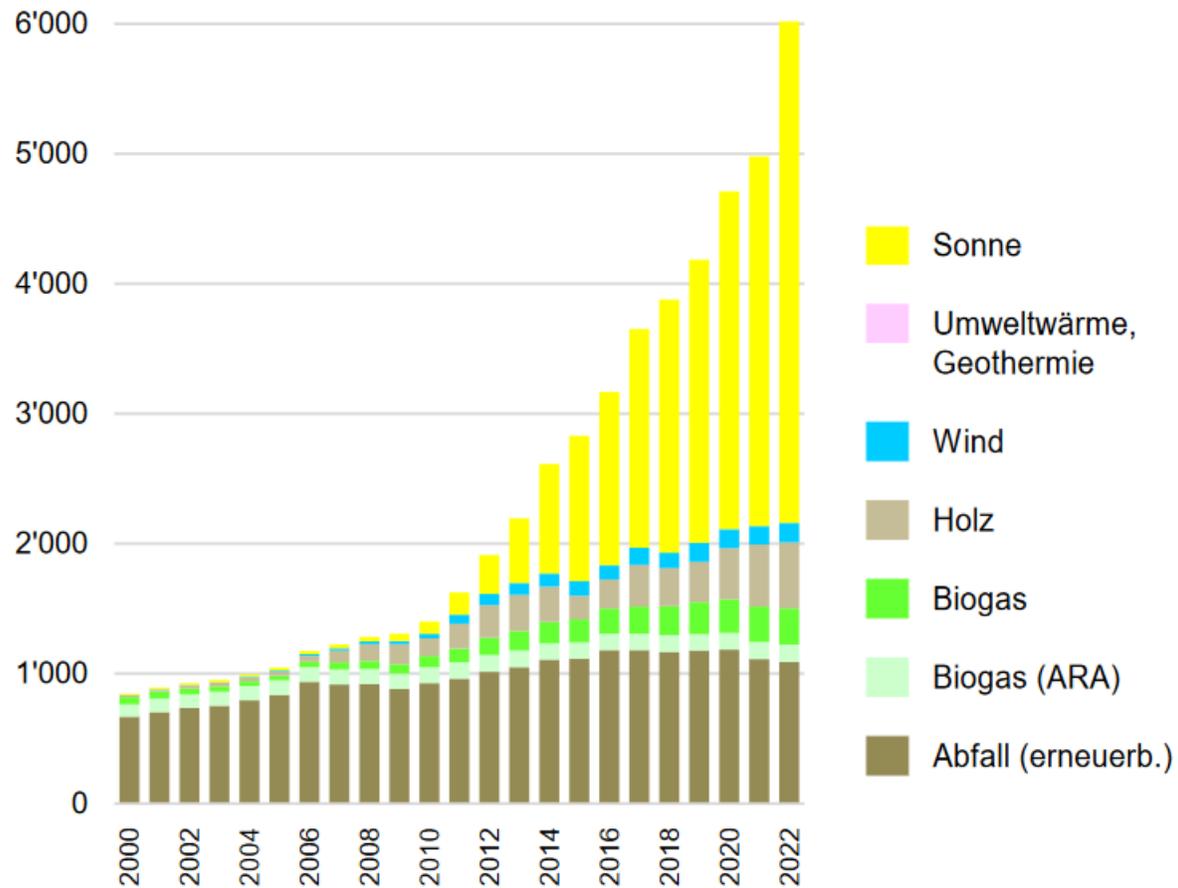


# Entwicklung der erneuerbaren Energien

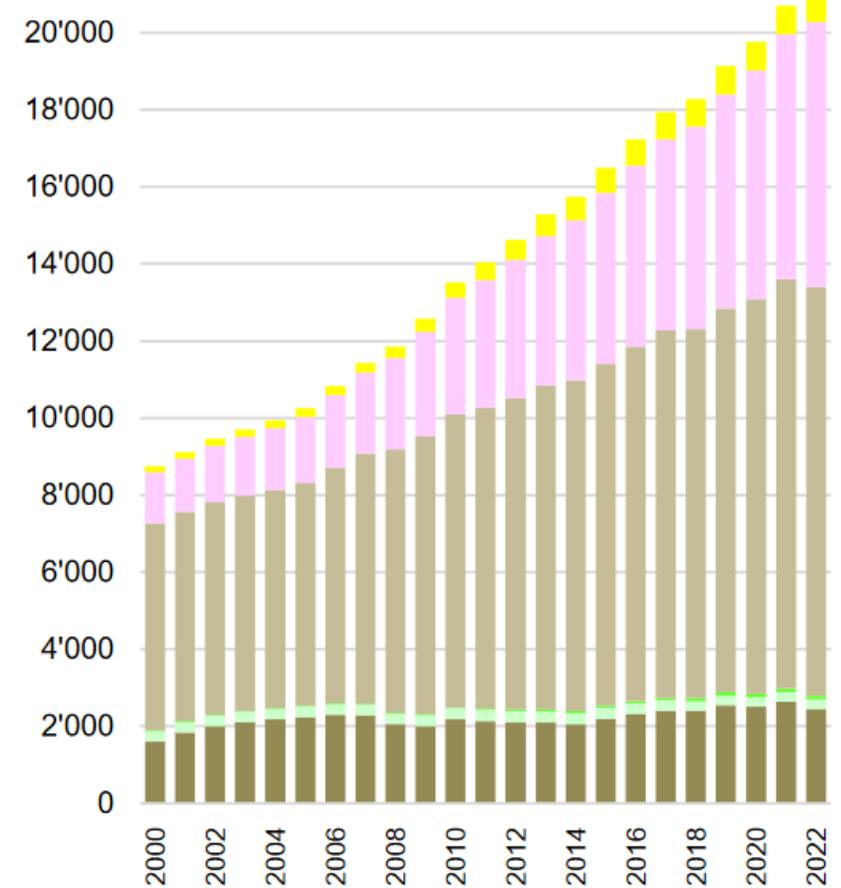
Wo gibt es Ausbaupotenzial?

## Erneuerbare Energienutzung nach Energieträger seit 2000 [GWh/a]

### Erneuerbarer Strom (ohne Wasserkraft)



### Erneuerbare Wärme (klimanormiert)



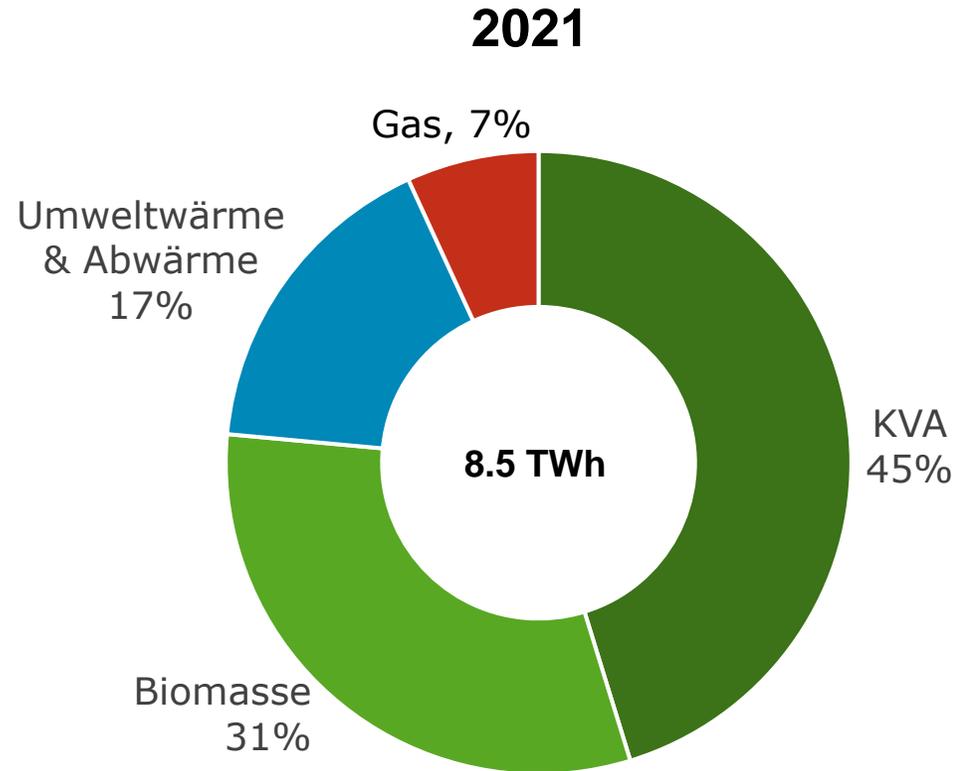
# Klimaneutrale Schweiz 2050

## Netze und Speicher als Schlüsseltechnologien

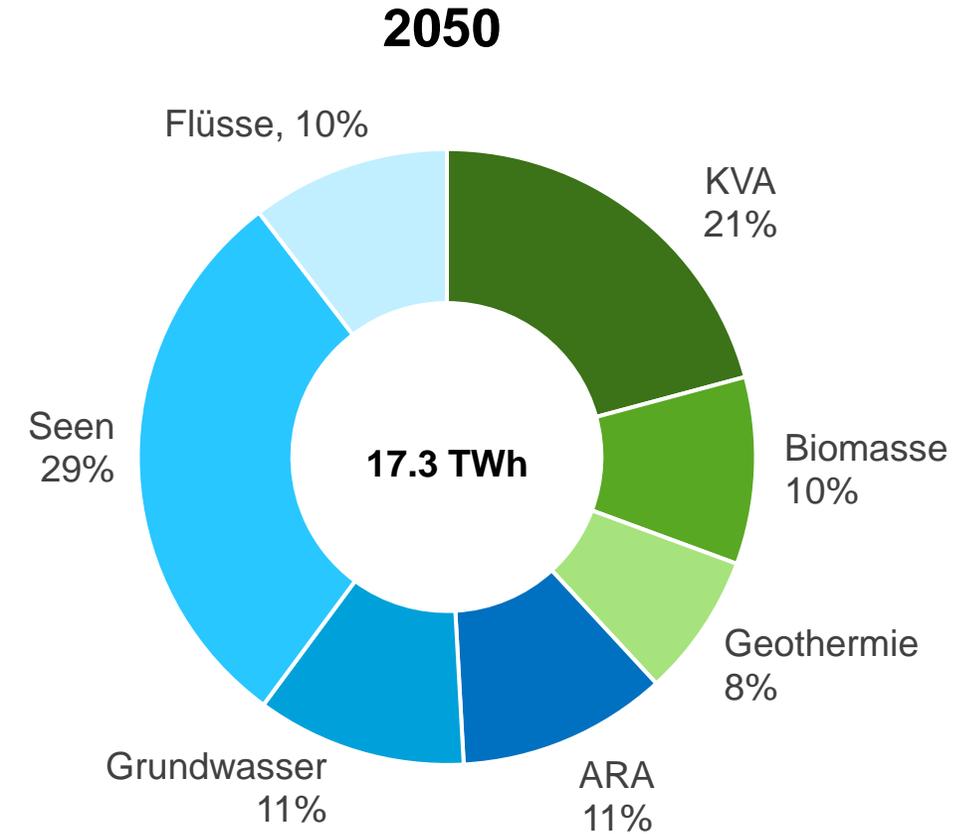


# Entwicklung Thermische Netze in der Schweiz

## Kapazität und Hauptenergieträger



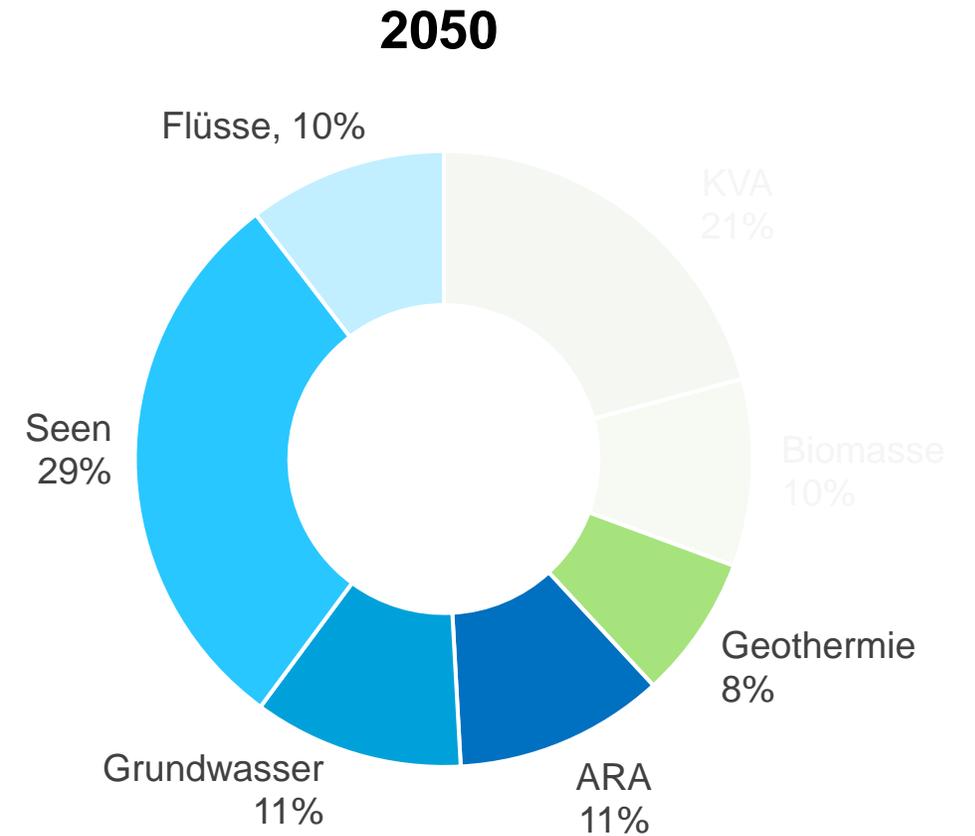
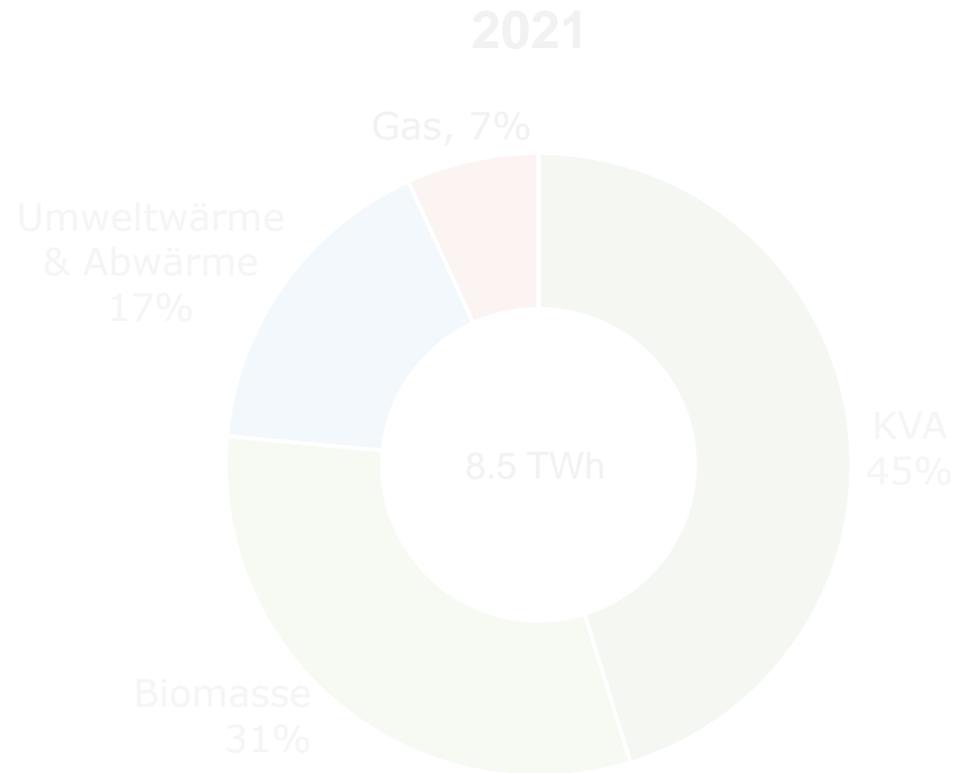
Hangartner D, Ködel J, Liste «Thermische Netze», Auswertungsbericht 2021



Eicher+Pauli, Weissbuch Fernwärme Schweiz - VFS Strategie, 2014

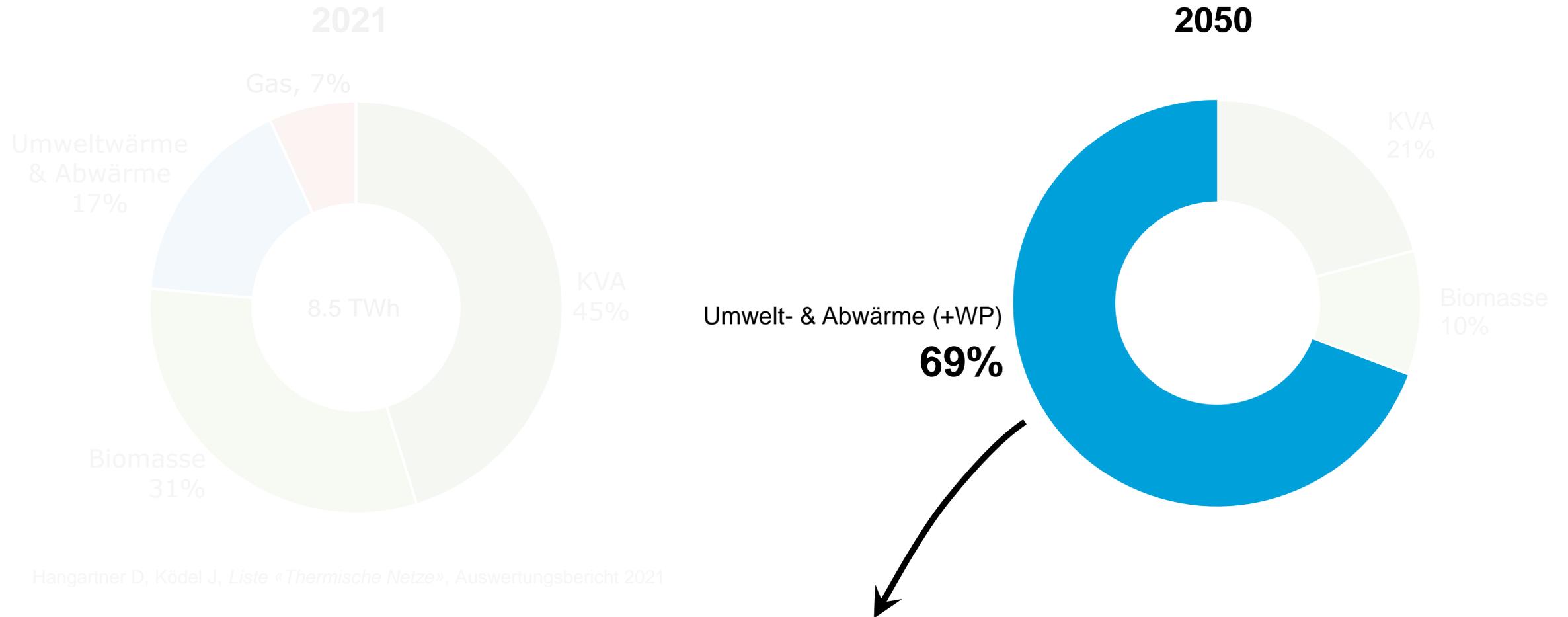
# Entwicklung Thermische Netze in der Schweiz

## Kapazität und Hauptenergieträger



# Entwicklung Thermische Netze in der Schweiz

## Kapazität und Hauptenergieträger

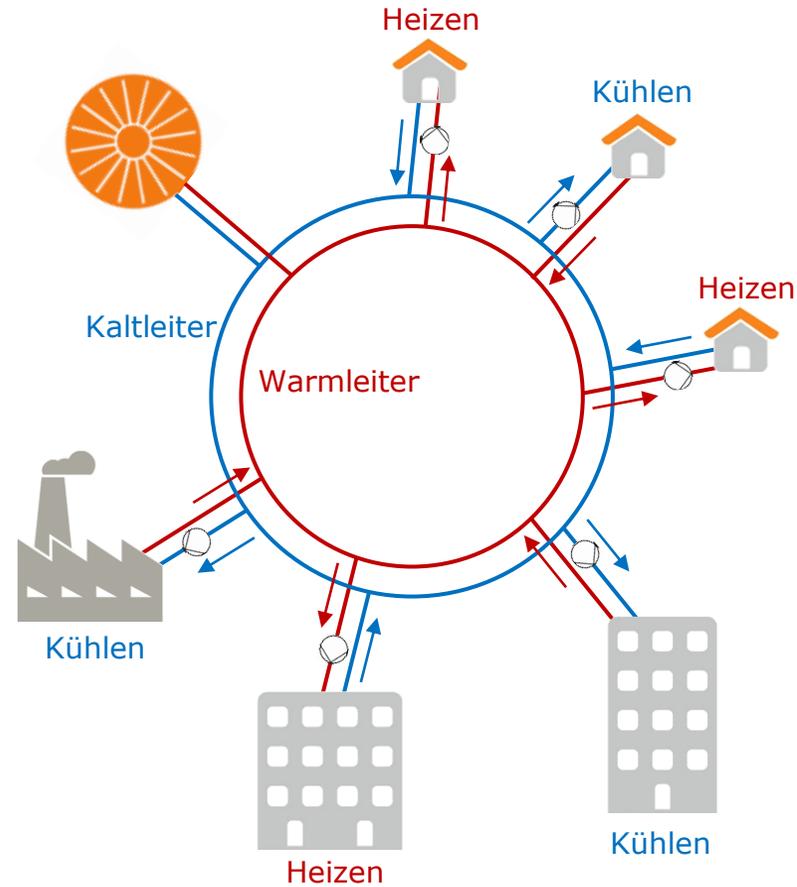


Hangartner D, Ködel J, Liste «Thermische Netze», Auswertungsbericht 2021

Trend zu **Niedertemperaturnetzen**,  
zunehmend mit Kühlfunktionalität (<20°C)

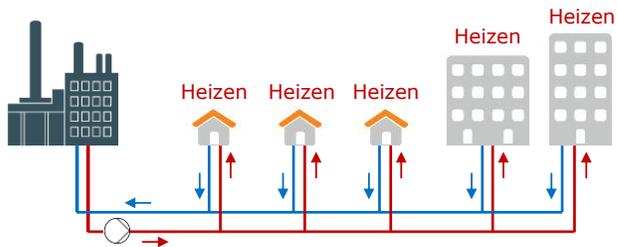
# Moderne Netze steigern Effizienz und Nachhaltigkeit ...aber auch die Komplexität

## Neue Typologie



Niedertemperatur-Netze,  
ungerichtet, bidirektional

## Etablierte Typologie



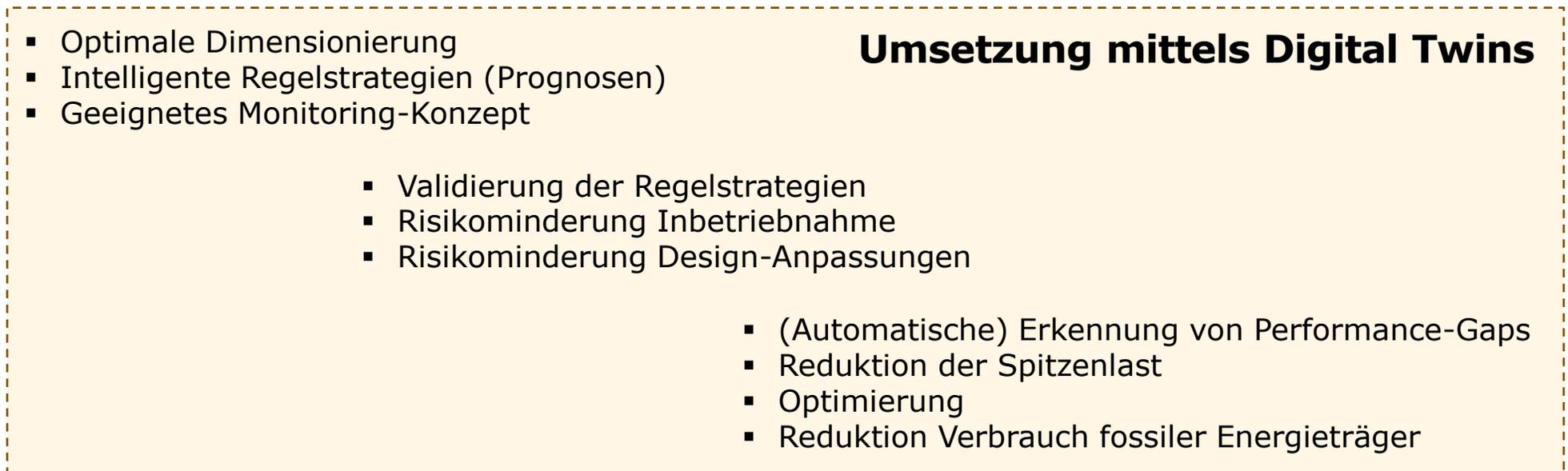
Hochtemperatur-Netze (>60°C),  
gerichtet, uni-direktional

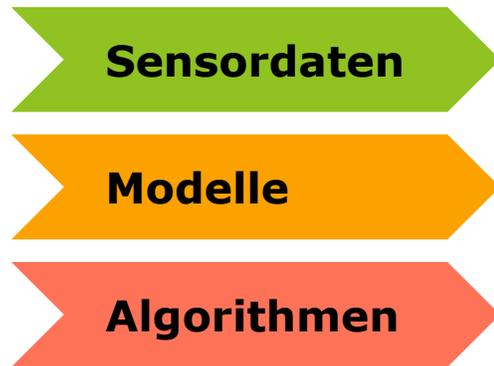
Zunehmende Komplexität durch:

- Kombination Erzeugungstechnologien
- Dezentrale Quellen
- Sektorkopplung
- Unvorhersehbarkeit
- Wärmespeicherung
- Dynamische Verhalten
- Exergie- statt Energieeffizienz
- Versorgung mit Kälte
- ...



- Auswahl Technologiemix





## Digital Twin

- Kern: Thermo-hydraulisches Modell des Systems
- Bildet das dynamische Verhalten des realen Systems präzise ab
- Handelt basierend auf Energiebedarfs- und Erzeugungsprognosen



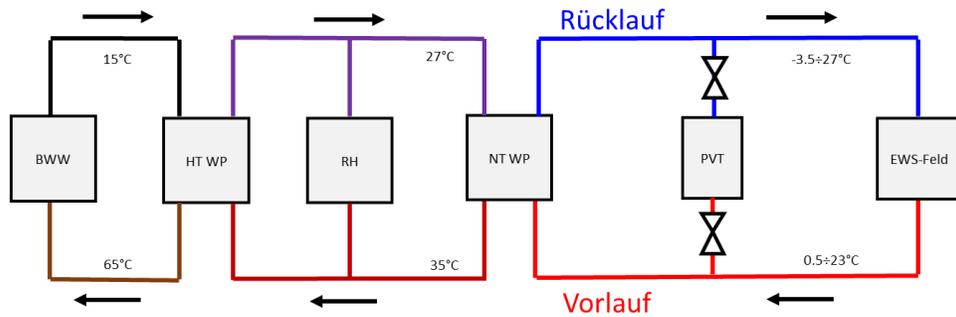
Gestaltung und Betrieb von intelligenten,  
effizienten und zuverlässigen Thermischen Netzen



Optimale Integration von  
regenerativen Energiequellen

# Digital Twins

Beispiel: Netz mit Erdsondenfeld

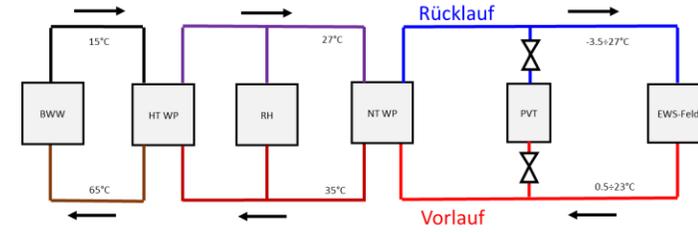
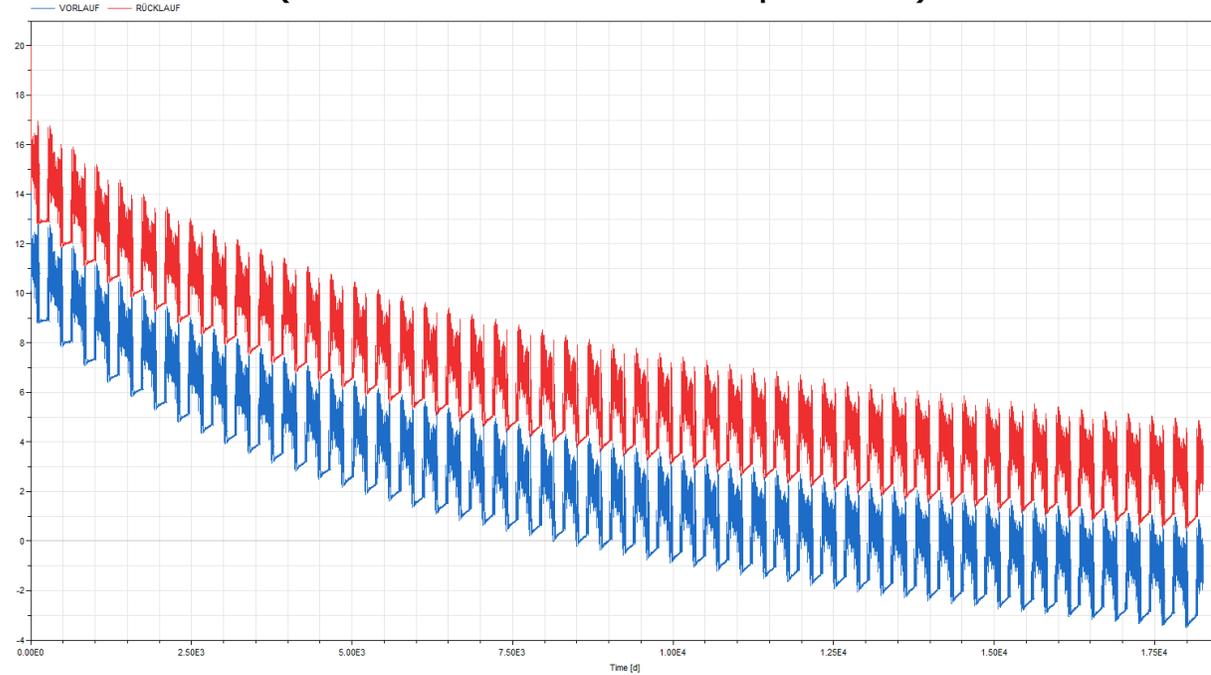




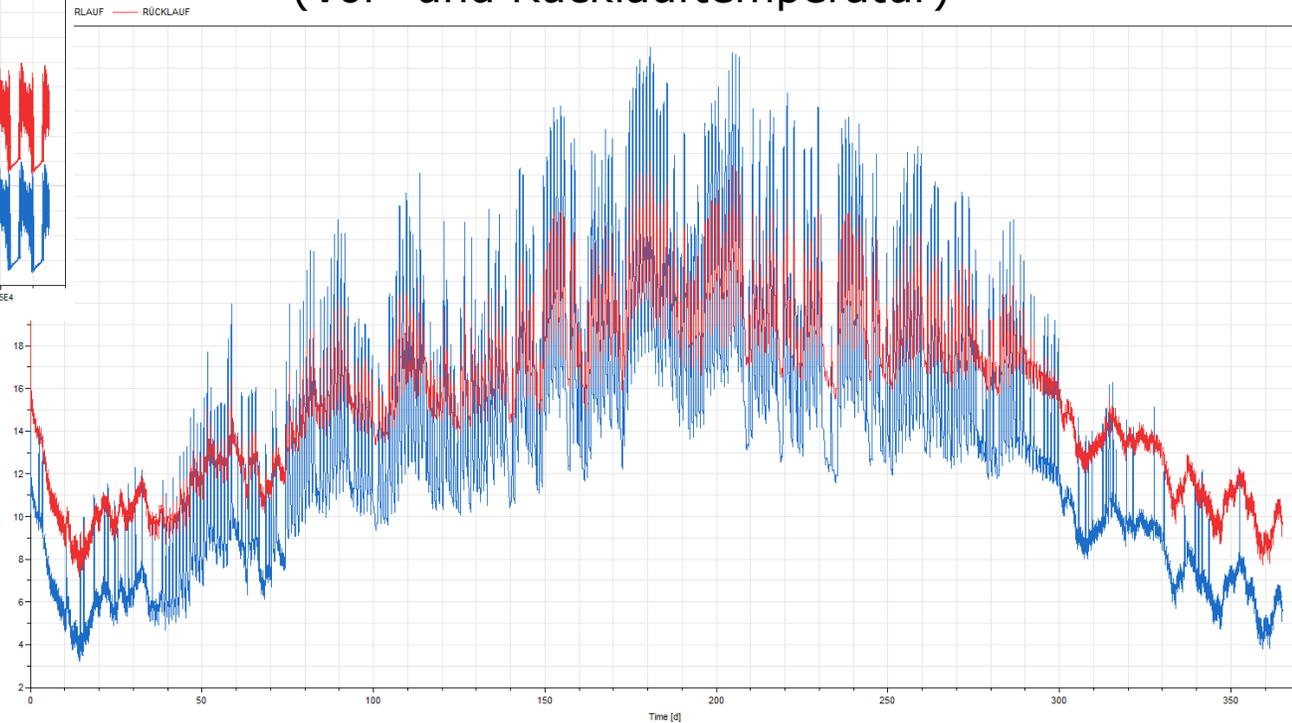
# Digital Twins

Beispiel: Netz mit Erdsondenfeld

## Evolution 50 Jahre (Vor- und Rücklauftemperatur)

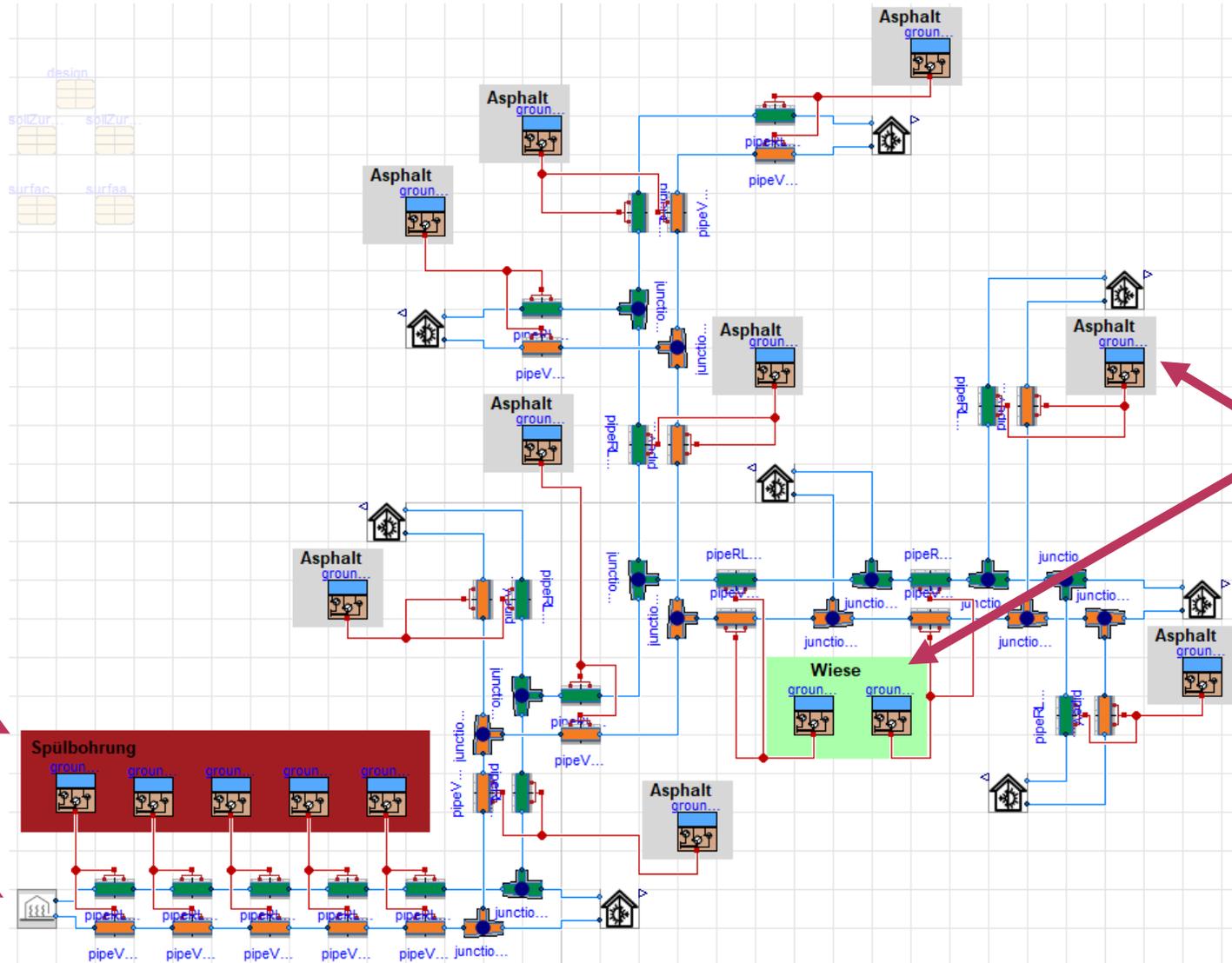


## Jahresprofil (Vor- und Rücklauftemperatur)



# Digital Twins

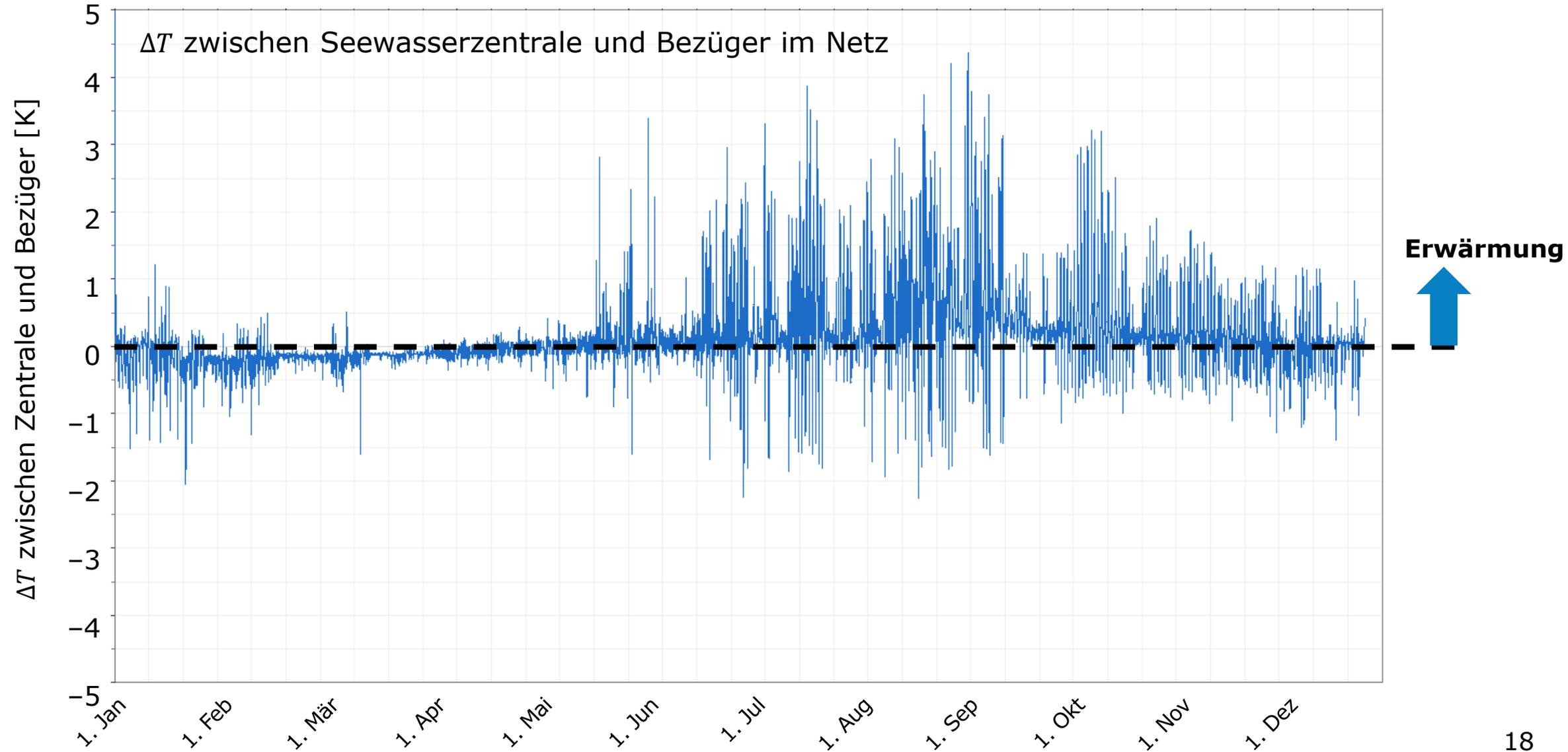
## Beispiel: Netz mit Seewassernutzung zum Heizen und Kühlen



Stückweise  
Abbildung der  
Spülbohrung

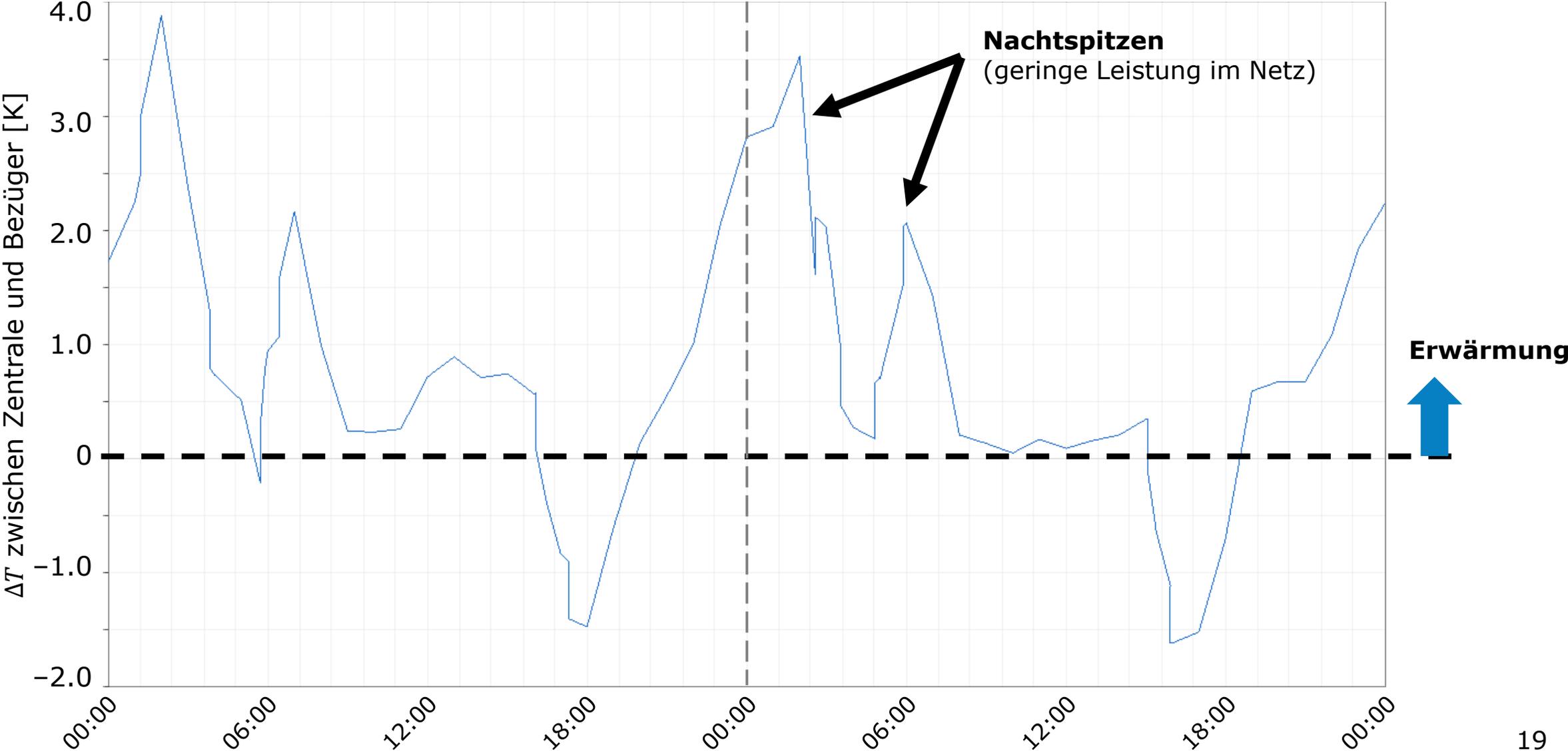
Seenergie-  
zentrale

Abbildung  
Wärmeübertragung  
im Untergrund

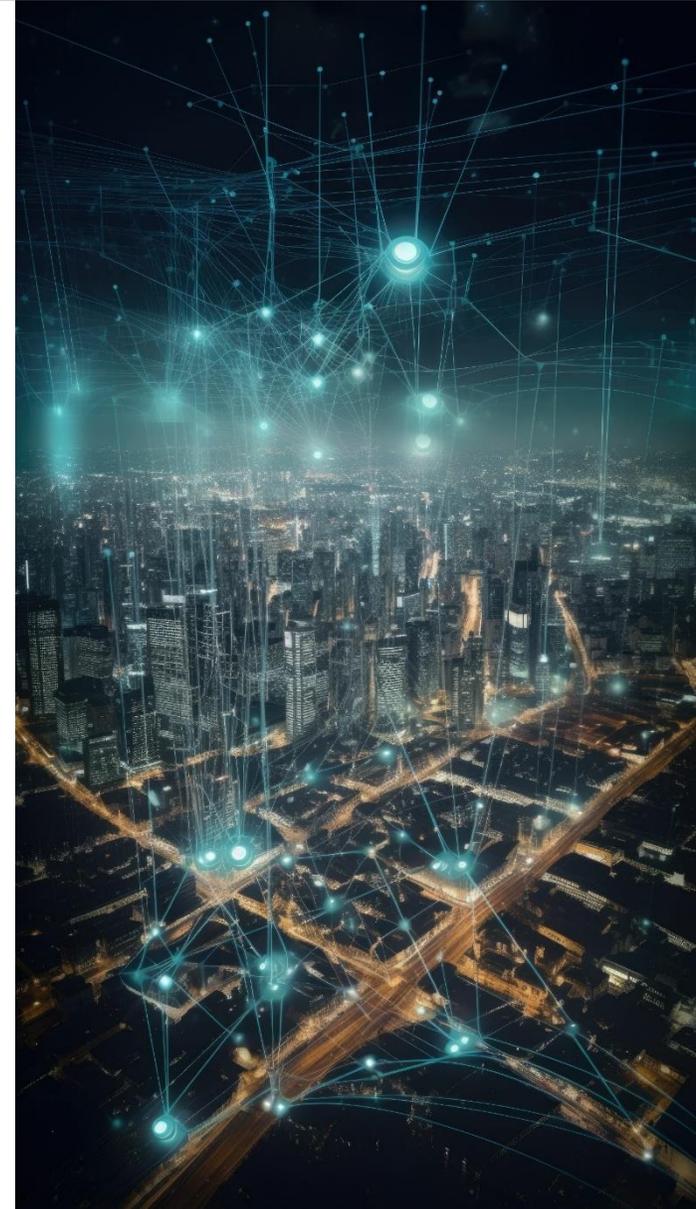


# Digital Twins

Beispiel: Netz mit Seewassernutzung zum Heizen und Kühlen



- **Thermische Netze** sind entscheidend für die Dekarbonisierung der Wärme- und Kälteversorgung. **Umwelt- und Abwärme** bieten das grösste Ausbaupotenzial.
- Die **Digitalisierung** der Netze bietet die Chance, neue und bestehende Energiesysteme mit Hilfe von Modellen und Daten optimal zu gestalten. Dafür ist eine adäquate Datenerfassung unerlässlich.
- Insbesondere **digitale Zwillinge** bieten grosses Potenzial zur Gestaltung intelligenter, effizienter und zuverlässiger Thermischer Netze.



**Danke!**

**Dr. Willy Villasmil**

Hochschule Luzern – Technik & Architektur  
Institut für Gebäudetechnik und Energie  
T direkt +41 41 349 39 67  
willy.villasmil@hslu.ch



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Bundesamt für Energie BFE  
Swiss Federal Office of Energy SFOE



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Swiss Confederation  
Innosuisse – Swiss Innovation Agency

