



Thermische Netze Schweiz  
Réseaux Thermiques Suisse  
Reti Termiche Svizzera



UNIVERSITÉ  
DE GENÈVE

# Analyse von innovativen Lösungen für thermische Netze

Martin K. Patel, Université de Genève



ETH zürich

Zürcher Hochschule  
für Angewandte Wissenschaften

zhaw



INDP

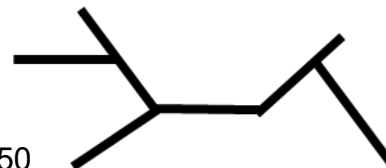
Scuola universitaria professionale  
della Svizzera italiana

SUPSI Hes-so

# Einleitung

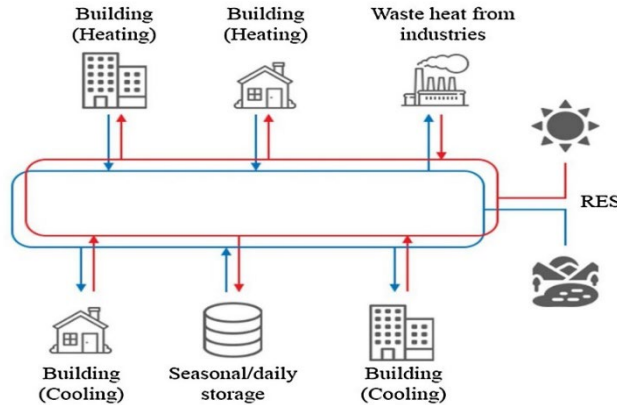
- **Heutiger Energiemix für Heizen**
- Thermische Netze für Gebiete mit **hoher Siedlungsdichte**
  - Umgebungswärme, Geothermie u./o. Nutzung von Abwärme
- **Klimawandel**
  - RCP8.5: Kühlgradtage x 13, Heizgradtage  $\leq -40\%$
  - Klimatisierungsbedarf: einige TWh heute  $\rightarrow$  17.5 TWh in 2050
  - Wärmebedarf: 60 TWh heute  $\rightarrow$  20 TWh in 2050
- **Hitzestau** in Städten, **verbesserte Isolierung** von Gebäuden
- **Demographischer Wandel**, fragilerer Bevölkerungsanteil wächst
- Kombilösungen für **Heizen & Kühlen**
- **Lock-in**, lange Zeiträume
- **Hebelwirkung** für Integration von Erneuerbaren und Energieeffizienz

Thermische Netze  $\rightarrow$



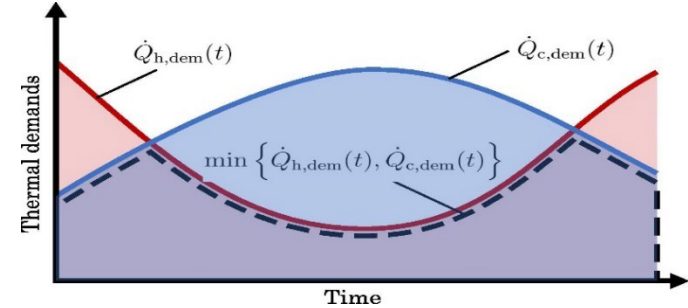
Kemmler et al., Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000 - 2019 nach Verwendungszwecken  
<https://www.cop28.com/en/global-cooling-pledge-for-cop28>

# Thermische Netze der 5. Generation (5GDHC)



- Am meisten 5GDHC Netze **CH** und **DE**
- Nahezu **ideale** Bedingungen in CH
- **Gleichzeitiger Wärme- und Kühlbedarf** als wichtige Voraussetzung für 5GDHC; saisonale Wärmespeicher (seasonal **TES**)

	4G district heating	5GDHC
<b>Netztemperatur</b>	~ 50 °C	< 30 °C
<b>Wärmenutzung</b>	Direkt zum Heizen	WP (Booster) zur Temp.-erhöhung
<b>Wärmefluss</b>	eine Richtung	bidirektional
<b>Heizen und Kühlen</b>	getrennt	kombiniert

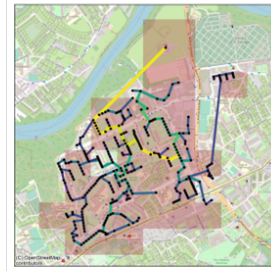
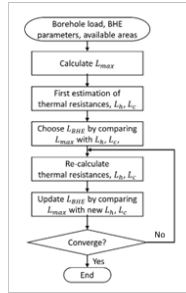
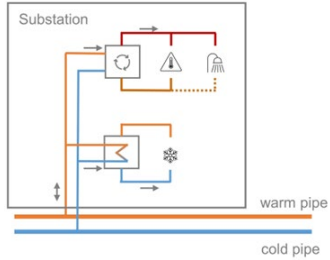


Li X, Yilmaz S, Patel M, Chambers J.: *Applied Energy* 2023

Wirtz, 2020; Millar, 2021; Caputo, 2021

# Fallbeispiel – Vergleich von 3 Systemen

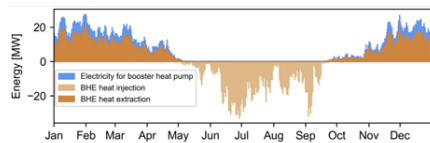
## 5GDHC design and simulation



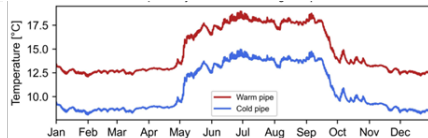
Building substation

Borehole fields

Thermal network



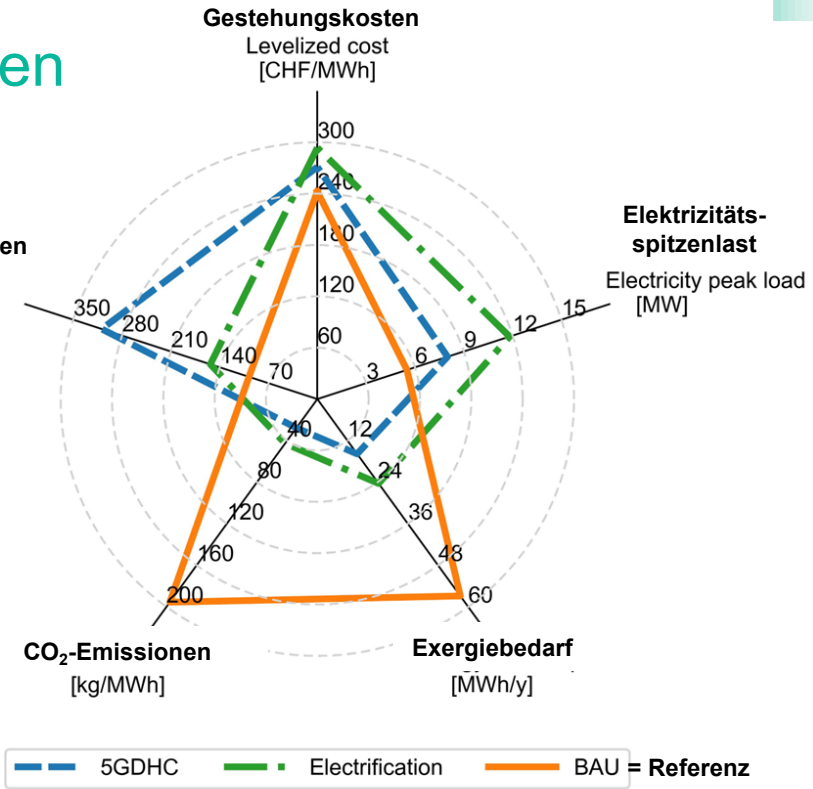
Energy consumption



Temperature profile

## Kapitalkosten

Upfront cost [million CHF]



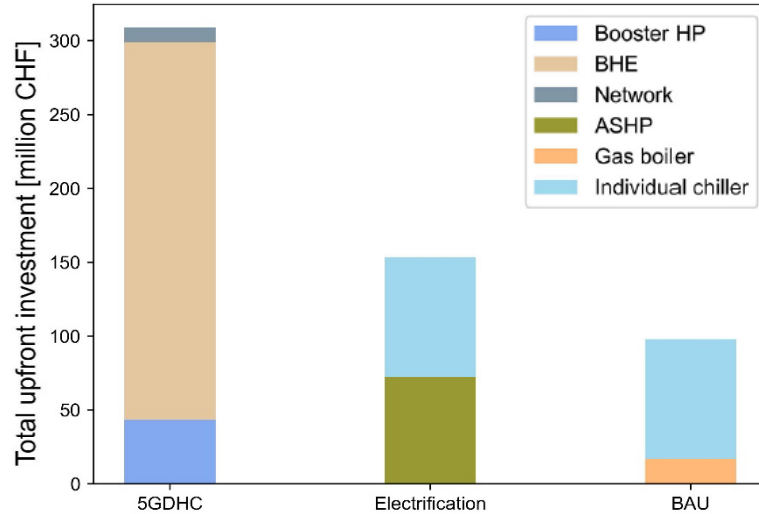
KPIs of 5GDHC and reference systems

Li X, Yilmaz S, Patel M, Chambers J.: *Applied Energy* 2023

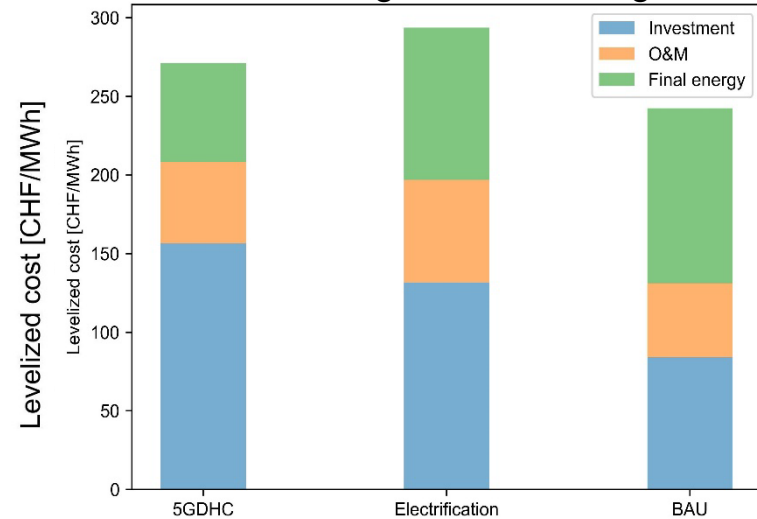
# 5GHDC mit Erdsondenfeld (BTES)

- **BTES**: 83% der Kapitalkosten von 5GHDC
- **5GDHC**: niedrigste Energiekosten

Aufschlüsselung der Kapitalkosten



Aufschlüsselung der Gesteungskosten

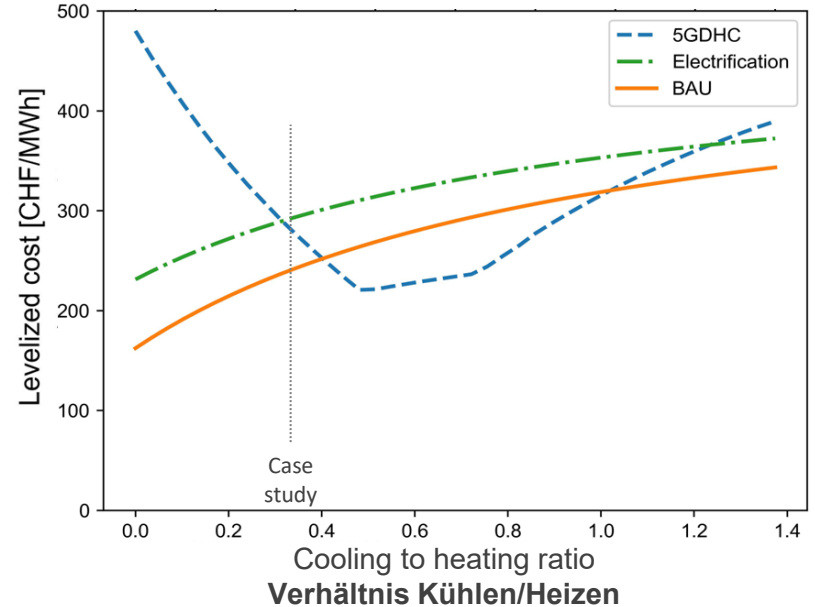
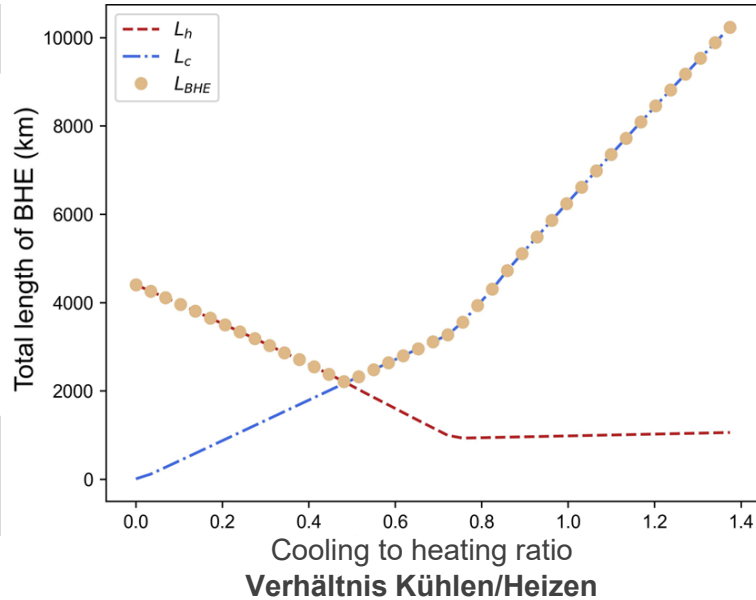


- **Kostenminderung von Erdsondenfeldern (technisches Lernen) könnte grosse Auswirkungen haben.**

Li X, et al., *Applied Energy* 2023.

# Bedeutung des Verhältnisses von Kühlung zu Heizen $\varphi_{K:H}$

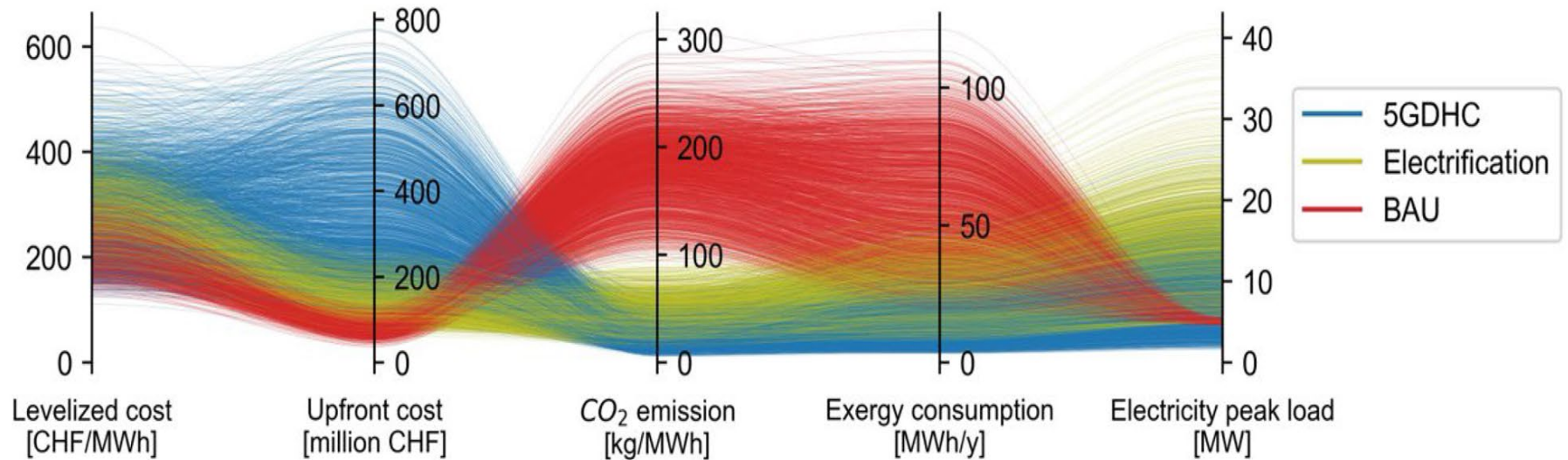
- 5GDHC: **niedrigere Gestehungskosten**, wenn  $\varphi_{K:H}$  **zwischen 0,4 und 1,0** liegt, minimal bei 0,5 ( $\varphi_{K:H} = 1:2$ )
- Mit wachsendem Kühlbedarf wird 5GDHC **wird interessanter**.



Li X, et al., *Applied Energy* 2023.

# Sensitivitätsanalyse für 5GDHC

Monte-Carlo-Analyse zur Ermittlung der Bandbreite der Leistungsindikatoren im Vgl. zu Referenz (BAU)



Li X, et al., *Journal of Physics – Conference Series*, 2023

# Innovative Steuerung von 5GDHC mit Booster-WP

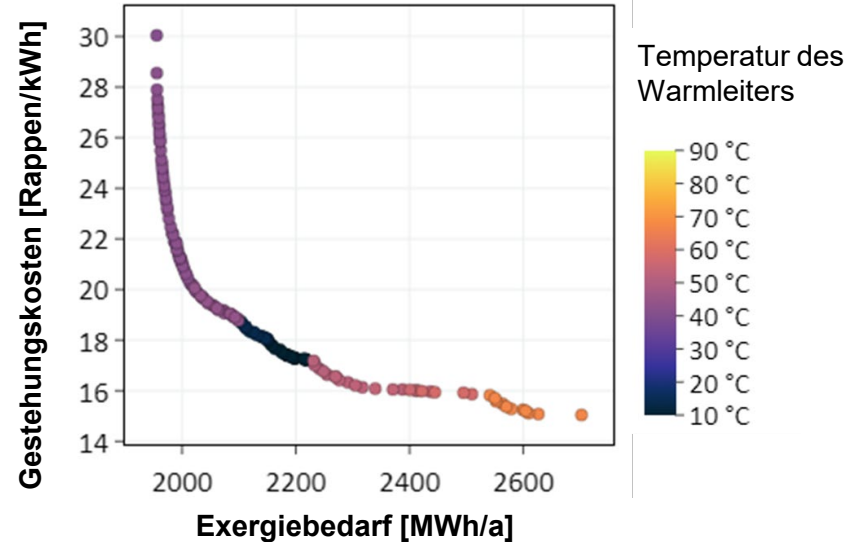
Case study Zurich  
Bellevue/Limmat  
City Energy Analyst



Multi-criteria (Pareto)  
optimization of thermal grid\*

Python

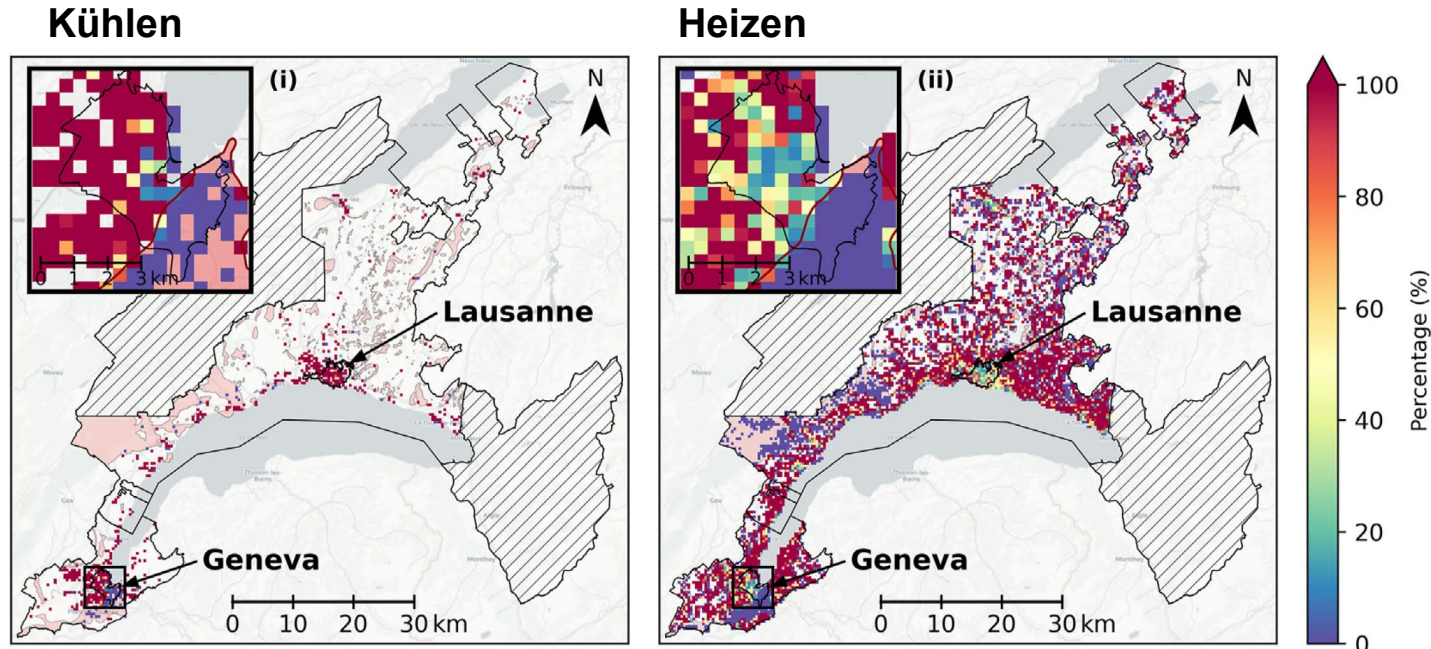
Pareto Front - Scenario 1



B. Wellig, DeCarbCH Networking Conference 2022



# Regionalanalyse von WP mit Erdwärmesonden (1/2)



**WP mit Erdwärmesonden, ohne thermisches Netz** | **35% des Heizbedarfs (ohne Kühlung)** | **54% des Heizbedarfs** | **59% des Kühlbedarfs**

*Alle Werte für RCP 4.5*

Walch, A., Li, X et al.: *Applied Energy* 2023

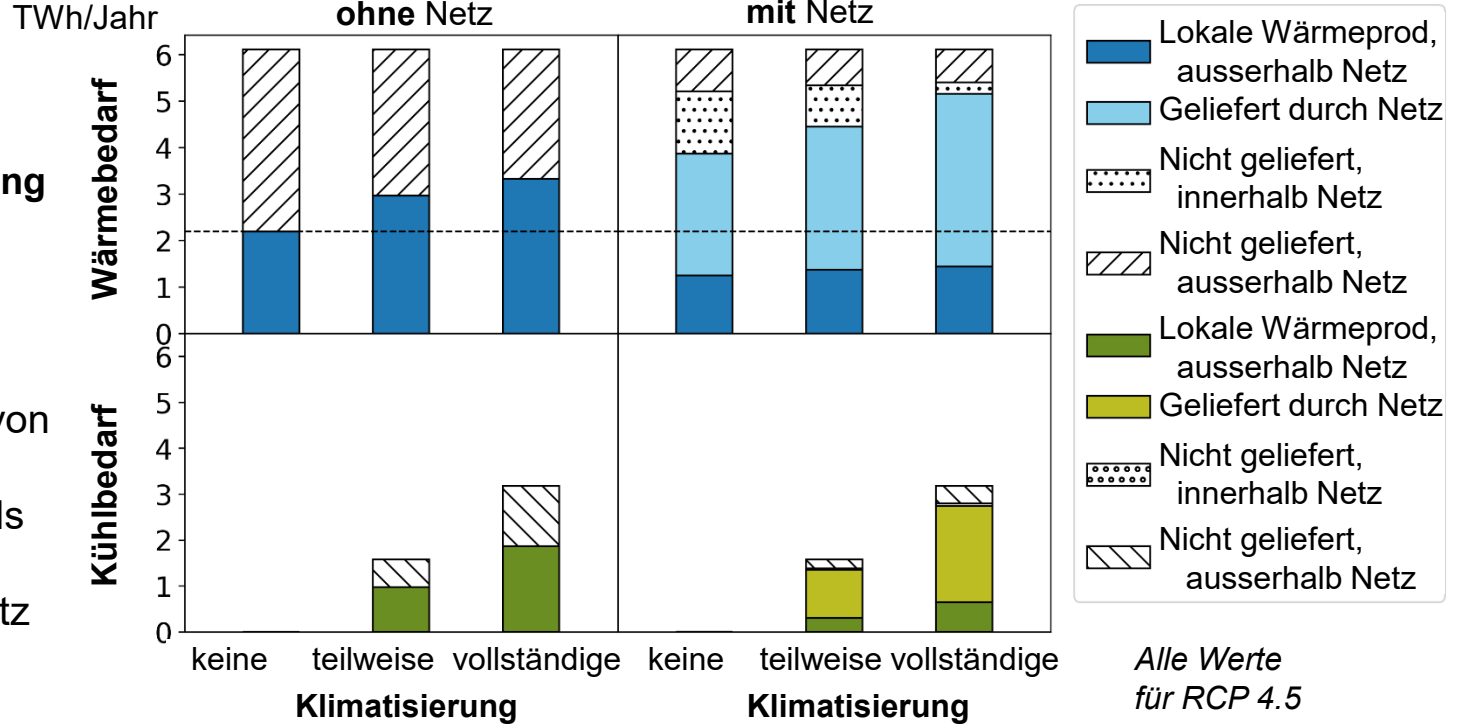
# Regionalanalyse von WP mit Erdwärmesonden (2/2)

## Vergleich

- ohne Klimatisierung  
→ **mit Klimatisierung**
- Ohne Netz  
→ **mit Netz**

## Synergien

- Heizung profitiert von Kühlung
- Sowohl Heizung als auch Kühlung profitieren vom Netz



Walch, A., Li, X et al.: *Applied Energy* 2023

# Lösungen aufspüren: Tiefe Geothermie für Industrie

## Tiefe Geothermie

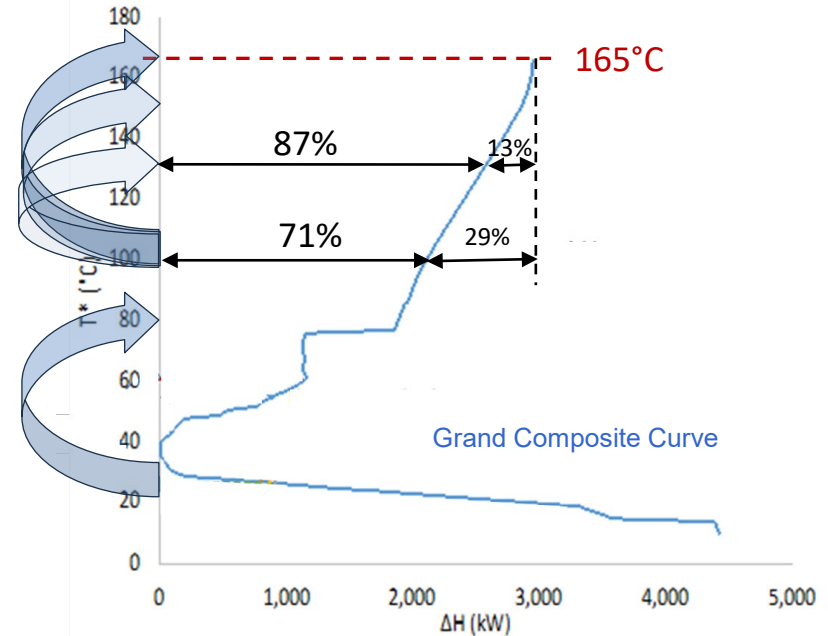
- Welches Temperaturniveau?
- WP einsetzen? Auf welches Niveau pumpen?

## Integration mit thermischem Netz

- Abwärme ins Netz einspeisen oder innerhalb der Industrie nutzen?
- Welche Wärmekaskade realisieren (zuerst Prozess, dann Netz)?

## Optimierung

- Kosten
- Energieeinsparung und Vermeidung
- Langlebigkeit der geothermischen Quelle



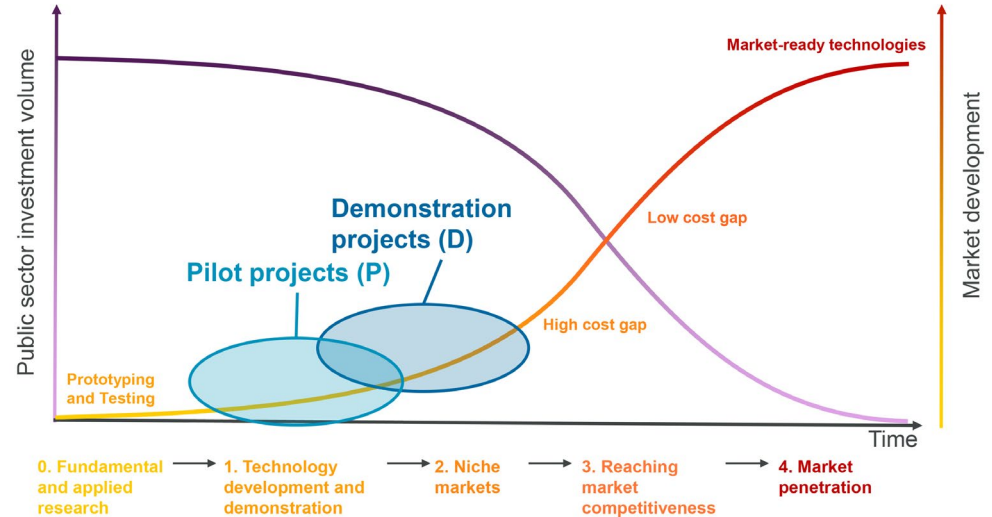
# Arbeiten Sie mit uns an einem P&D-Projekt zusammen!

## Kriterien

- Innovationsgehalt (neue allgemeingültige Erkenntnisse)
- Anwendungspotential (kein Nische, sondern Multiplikationspotential)
- Erfolgswahrscheinlichkeit (Kompetenzen, Erfahrungen, Methodik, Arbeitsplan)

## Förderung

- **50% (bis 70%)** der nichtamortisierbaren Mehrkosten (*unwirtschaftlicher Anteil des Projekts, Zusatzkosten gegen Standardlösung über Projektlaufzeit*)

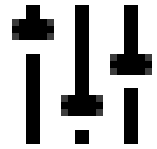
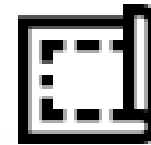


<https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/forschung-und-cleantech/pilot-und-demonstrationsprogramm.html>

<https://www.admin.ch/gov/de/start/dokumentation/medienmitteilungen.msg-id-98603.html>

# Schlussfolgerungen

- **Tools** for konzeptionelles Design
- Zukünftige thermische Netze sollten den **wachsenden Kühlbedarf** decken
- Wie am besten **Geothermie** integrieren?
- **Netzdesign** (1-Rohr, 2-Rohr, 4-Rohr; zentralisiert oder teilweise dezentralisiert?)
- **Thermische Speicherung** zur Flexibilitätserhöhung und zur Beförderung der Sektorkopplung
- Optimierte **Fahrweise** (z. B. variable Netztemperatur?)
- Erste robuste **Standardlösungen** (Guidelines)



**Kontaktieren Sie uns** mit Ihrer Projektidee!  
[info@sweet-decarb.ch](mailto:info@sweet-decarb.ch), [martin.patel@unige.ch](mailto:martin.patel@unige.ch)

