

# RISIKO-MANAGEMENT BEI DER DEKARBONISIERUNG DER FERNWÄRME MITTELS MONTE-CARLO-SIMULATIONEN

## ANALYSE FÜR ÜBERREGIONALE FERNWÄRME-ÜBERTRAGUNGSNETZE

13. Internationale Energiewirtschaftstagung (IEWT 2023)  
15. - 17. Februar 2023, TU Wien

Riel Blakcori, Tobias Forster, Klara Maggauer, Nicolas Marx, Stefan Reuter, Ralf-Roman  
Schmidt; AIT Austrian Institute of Technology GmbH

Diese Arbeit ist Teil des HeatHighway Projektes und wurde aus Mitteln des Klima- und Energiefonds der österreichischen Bundesregierung und des Landes Oberösterreich finanziert.



# FÖRDERHINWEIS: HEAT HIGHWAY



Diese Arbeit ist Teil des HeatHighway Projektes und wurde aus Mitteln des Klima- und Energiefonds der österreichischen Bundesregierung und des Landes Oberösterreich finanziert.

- untersucht **interregionale Wärmeübertragungsnetze (HTN)**, die mehrere (i) industrielle Abwärme + RES, (ii) Fernwärmenetze, (iii) industrielle Prozesswärmesenken, und (iv) Speicher miteinander verbinden.
- erarbeitet zwei 100 km lange HTN in **Oberösterreich und der Steiermark** und treibt drei Abschnitte zur praktischen Umsetzung voran
- Die Untersuchungen in **vier „Follower Regions“** gewährleisten die Reproduzierbarkeit.
- **Laufzeit:** 03/21 – 02/24
- Mehr Informationen: <https://nefi.at/de/projekt/heat-highway>



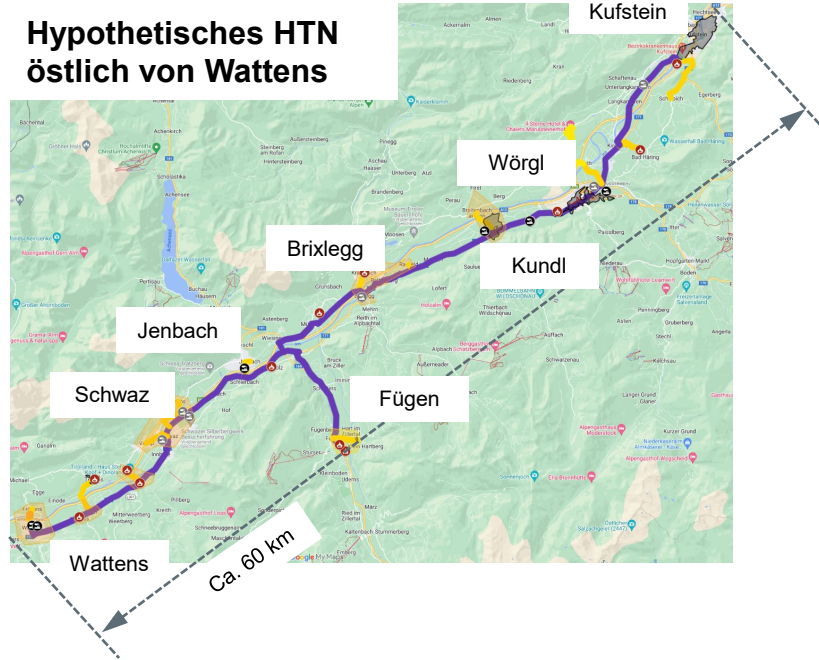
# MOTIVATION

- **Die Entwicklung von Fernwärmenetzen bzw. deren Dekarbonisierung ist mit erheblichen Unsicherheiten verbunden**
  - **Strompreise** (Mittelwerte und stündliche Schwankungen)
  - Preise von **biogenen Energieträgern** (besonders Biomethan und Biomasse),
  - Verfügbarkeit alternativer Wärmequellen (vor allem **Abwärme**, aber auch tiefer Geothermie) und saisonaler Speicher.

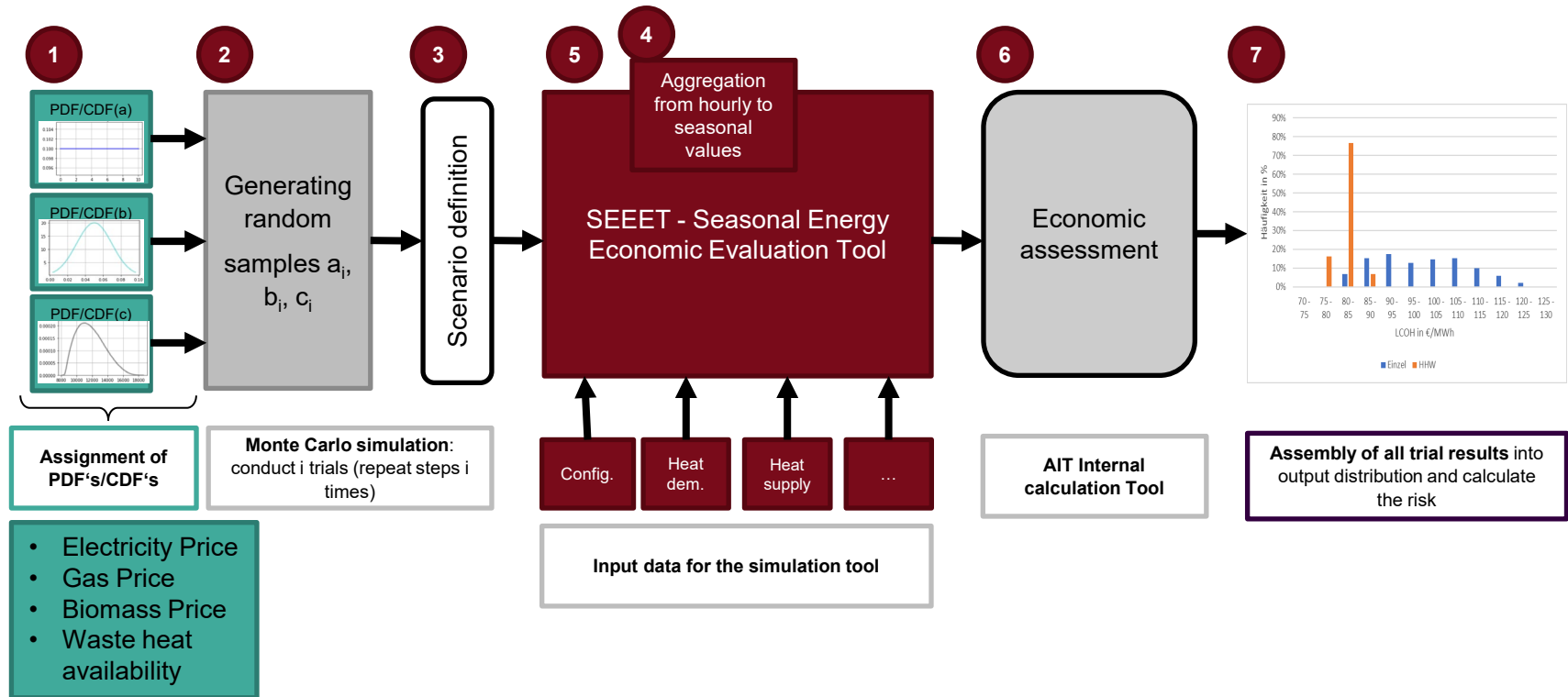
# CASE STUDY: INTERREGIONALES WÄRMEÜBERTRAGUNGS-NETZ IM INNTAL

- Ermittlung der vielversprechendsten **Wärmesenken und -quellen** (8 industrielle Abwärmelieferanten + bestehende Biomasse-Heizwerke)
- Ausarbeitung eines **grundlegenden Leitungsverlaufs** + Kosten
- Berechnung der **Wirtschaftlichkeit** über saisonaler Bilanzen (keine Optimierung)
- Durchführen einer **Risiko-Analyse** im Vergleich zu einer „individuellen“ Versorgung mit Hilfe der **Monte-Carlo-Simulation**

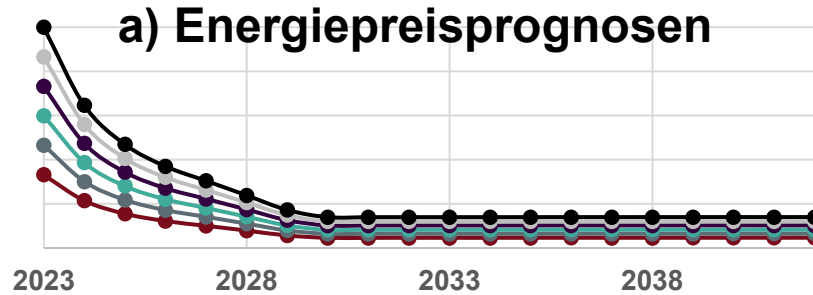
**Fokus dieser Präsentation**



# METHODE



# 1 DEFINITION DER UNSICHERHEITS-FAKTOREN

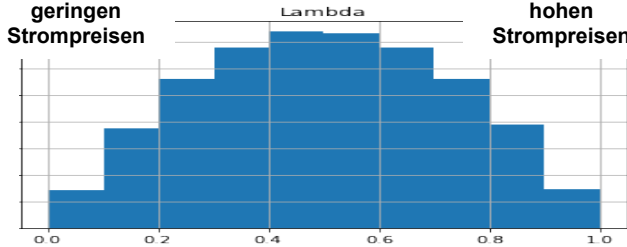


- Stündliche Strompreise
- Monatliche Biomassepreise
- Jährliche Biomethanpreise (= Gaspreis + Premium)

Quellen: Gaspreise: EU Energy Outlook 2060, Strompreise: öffentlich verfügbare Studien, Schwankungen: VAR-Model, Biomassepreise: Biomasseverband

Lambda = 0 →  
Szenarien mit  
geringen  
Strompreisen

Lambda = 1 →  
Szenarien mit  
hohen  
Strompreisen



### Lambda Ziehung

- Die Verteilung der Energiepreis-Szenarien wird durch eine Beta-Verteilung beschrieben
- $Price = \text{Lambda} \cdot Price_{max} + (1 - \text{Lambda}) \cdot Price_{min}$

### b) Verfügbarkeit von Abwärme

- Wenig Daten verfügbar wann und unter welchen Bedingungen die Lieferung von Abwärme ausfällt
- Hier: Nutzung der WKÖ Statistik zu Firmeninsolvenzen, Berechnung der mittleren Wahrscheinlichkeit pro Jahr

## 2 SZENARIO DEFINITION

- Beispiel einer “Ziehung”

Szenario	Lambda	Zeitpunkt, ab wann die Abwärmelieferung ausfällt							
		Waste heat supplier 1	Waste heat supplier 2	Waste heat supplier 3	Waste heat supplier 4	Waste heat supplier 5	Waste heat supplier 6	Waste heat supplier 7	Waste heat supplier 8
x	0.73	2033	-	2040	-	-	-	-	-

- 3 • Es werden N Ziehungen durchgeführt und an das Simulationstool übergeben

- 4 • Für jede Ziehung werden die Vollaststunden von KWK und WPs anhand der stündlichen Strompreise berechnet + auf saisonale Werte aggregiert

## TECHNO-ÖKONOMISCHE BEWERTUNG

- Nutzung des **Simulationsprogramms „SEEET“** (entwickelt u.a. im Rahmen des Projektes [MEMPHIS 2.0](#))
- Berücksichtigung **saisonaler Unterschiede** bzgl. der wesentlichen Einflussparameter (Wärmebedarf und Erzeugung, Strompreise etc.).
- **Vergleich von zwei Konfigurationen** (inkl. diverser Annahmen zu Status-Quo der Wärmeerzeugung in den Gemeinden)

### INDIVIDUAL

- Dekarbonisierung auf Gemeindeebene
- Austausch Heizöl + Kohle Heizungen → Biomasse / Umweltwärme
- Austausch Gasheizungen → Biomethan / Biomasse/ Umweltwärme

### HEAT HIGHWAY

- Verbindung aller Gemeinden durch ein interregionales FW Übertragungsnetz (90% Anschlussgrad)
- Maximierung der Abwärmennutzung
- Zusätzlich: Nutzung KWK + Groß-WP



# BERECHNUNG DER WÄRMEGESTEHUNGSKOSTEN (LCOH)

6

## LCOH INDIVIDUAL



### Energy Cost

- Biomass
- Electricity
- Biomethane



### CAPEX

- Individual generation plants



### Depreciation

- Heating plant



### OPEX

- All generation units



### Reinvest

- Assumption: Existing individual plants are at 50% of the service life

## LCOH HEAT HIGHWAY



### Energy Cost

- Biomass
- Electricity
- Profits from electricity sales



### CAPEX

- Individual generation plants



### Depreciation

- Heating plant
- Networks
- CHP
- Large-scale heat pump
- Storage



### OPEX

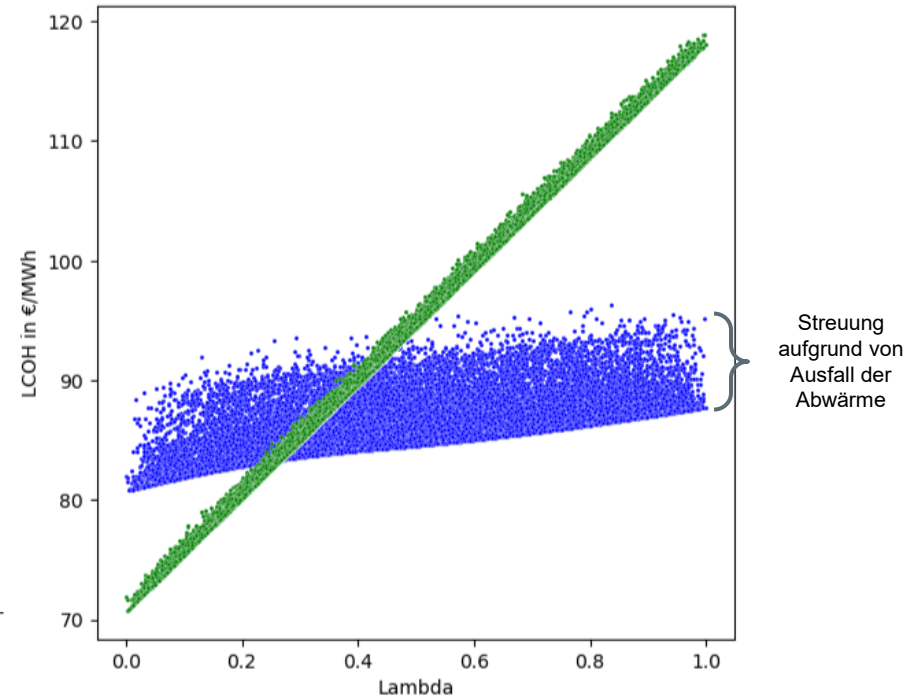
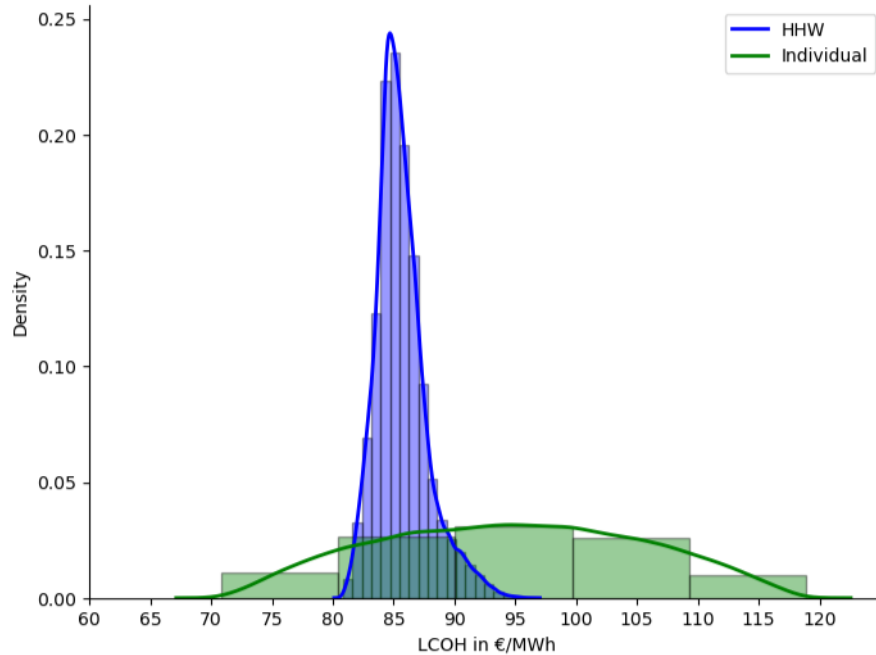
- All generation units



### Reinvest

- Assumption: Existing individual plants are at 50% of the service life

# 7 ERGEBNISSE (VORLÄUFIG)



# ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK



# ZUSAMMENFASSUNG

- Unsicherheiten bzgl. Energiepreisen beeinflussen die Wirtschaftlichkeit bei der **individuellen Wärmeversorgung** erheblich
- **Fernwärmenetze** können über die
  - Optimierung der Nutzung von Abwärme (günstige Grundlast),
  - Wärmepumpen (Nutzung bei geringen Strompreisen) und
  - KWK (Nutzung bei hohen Strompreisen)ein sehr **robustes** System bilden und damit (trotz relativ geringen Wärmebedarfsdichte) **wirtschaftlich** dargestellt werden
- **Individuelle Wärmepumpen** ermöglichen die Nutzung von lokal erzeugter PV, die Teilnahme an Energiegemeinschaften, die Bereitstellung von Kühlung etc. was im Rahmen dieser Untersuchung nicht berücksichtigt wurde

# NÄCHSTE SCHRITTE

- **Vertiefung der Untersuchungen**
  - Analyse weiterer Energiepreisszenarien?
    - Steigende Unsicherheiten in der Zukunft? Entkopplung Strom- und Brennstoffpreise? Limitierung in der Verfügbarkeit biogener Brennstoffe?
  - Variation der Abwärme?
    - Ausfallwahrscheinlichkeit Abwärme anhängig vom Energiepreis / Unternehmensart? Variation der Abwärmekosten? Änderung der Abwärmecharakteristika durch Umstellung der Prozesse? Einbeziehung neuer Abwärmequellen (Rechenzentren...)?
  - Andere Konfigurationen des HeatHighways?
    - Veränderung der Kapazität der WP und KWK? Integration Großspeicher? Variation der Anschlussraten? Bewertung weiterer Routen (mini-HeatHighway)? Unsicherheiten in den Baukosten? Variation der Temperaturniveaus?
- **Gespräche mit Stakeholdern der Region**
  - Verifizierung der Daten (Abwärmepotentiale, Status-Quo der Heizsysteme ...)
  - Konkrete Möglichkeiten und Barrieren bei der Entwicklung eine HeatHighways

# AUSBLICK: DeRiskDH

“Risk minimization for decarbonizing heating networks via network temperature reductions and flexibility utilization”

- **A green energy lab project**
- **Run-time:**  
15.01.2023 – 14.01.2026

**Optimised buildings**

- Analyse and optimize **return temperatures** and **flexibility** of DH connected buildings
- Quantify technical reasons for sub-optimal performance and **measures to improve the building performance**, understand interactions/ **interdependencies**

**Innovative secondary DH networks**

- Develop **robust systems** with low temperatures, **high flexibility**, high share of local heat supply
- **retrofitting** measures on a district scale
- investigate and implement **innovative control algorithms** for the buildings, network and substations

**Overall DH network analysis**

- Analyse **technical options** for the decarbonization of DH networks
- consider optimized **buildings**, future decentralized low temperatures **supply units** and seasonal **storages**.
- Analyse **hydraulic** constrains and heat losses

*Technical analysis and demonstration*

**Risk minimisation for decarbonisation**

- **Monte Carlo** simulations for assessing different scenarios and risks
- Evaluating interdependencies on a **national energy system** level
- considering the **effects of return temperature** reductions and **flexibility** utilization from the technical analysis
- Develop a **general understanding** of the different risks and **apply** the methodology

*Economic evaluation and replication*

**business models and framework conditions**

- **implementing** the DeRiskDH solutions
- **Cost-benefit** assessment
- **Stakeholder** involvement
- **Recommendations** (energy planning processes / regulations / subsidies)

*Socio-economic perspective*

# VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT!

Dr.-Ing. Ralf-Roman Schmidt

**AIT Austrian Institute of Technology GmbH**  
Giefinggasse 2 | 1210 Vienna | Austria  
M +43(0) 664 235 19 01 | F +43(0) 50550-6679  
[Ralf-Roman.Schmidt@ait.ac.at](mailto:Ralf-Roman.Schmidt@ait.ac.at) | <http://www.ait.ac.at>

