

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>



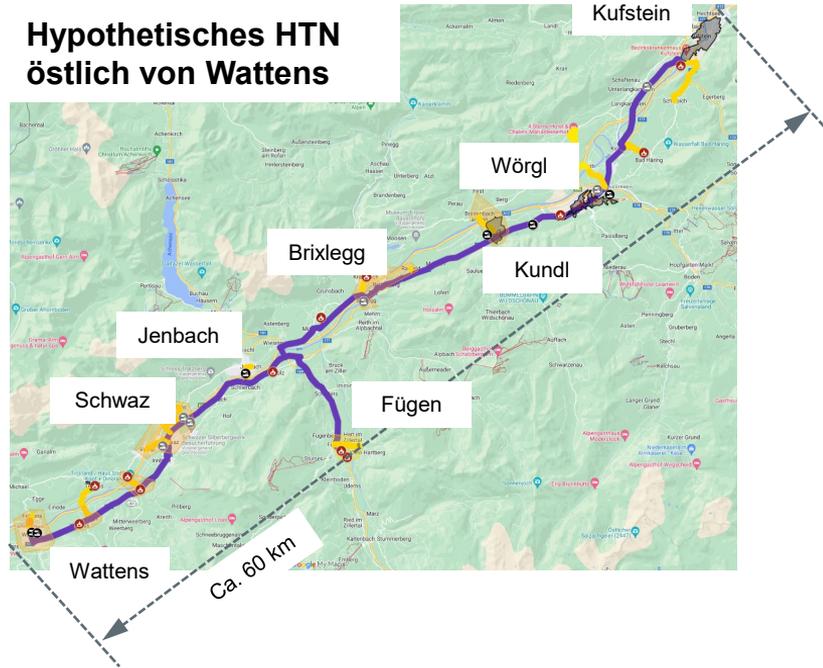
MOTIVATION

- **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.

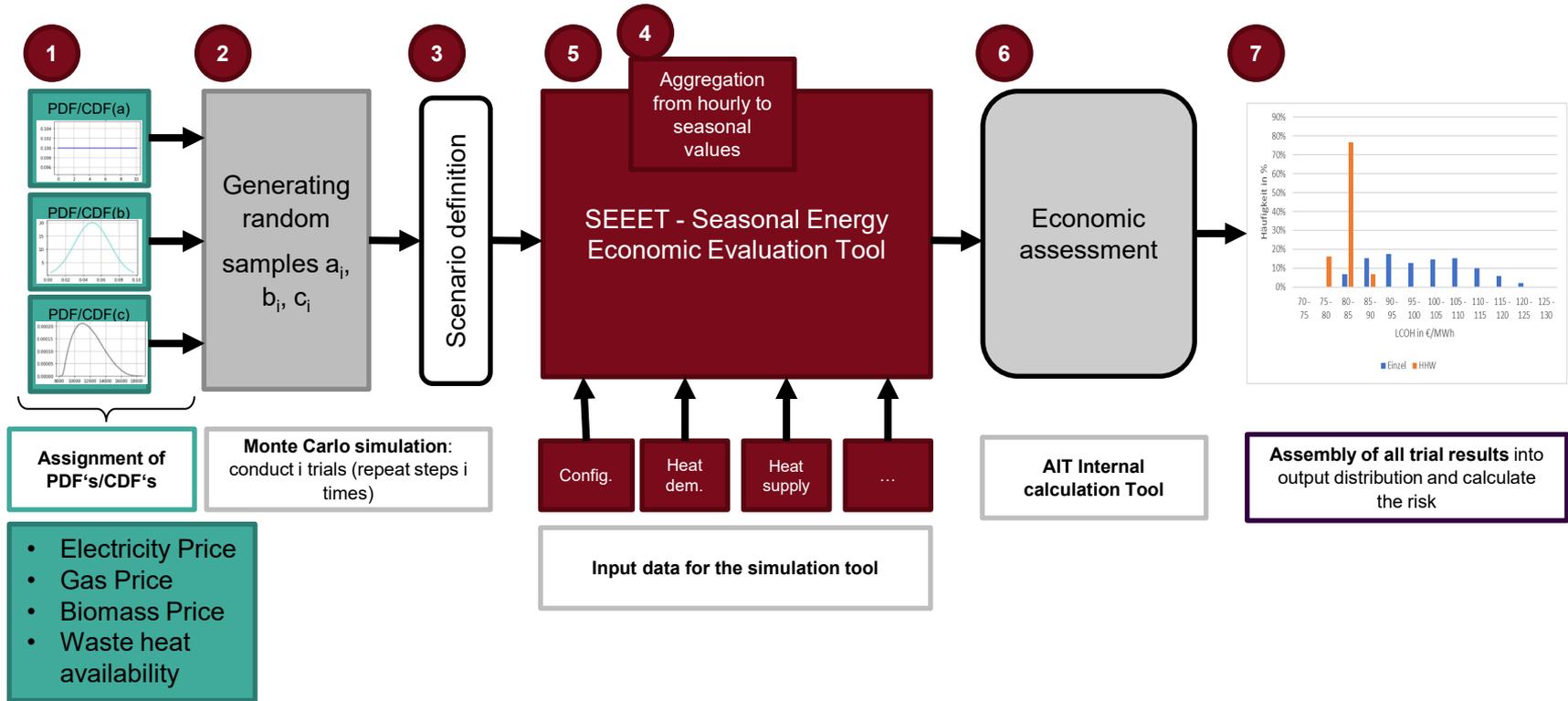
CASE STUDY: INTERREGIONALES WÄRMEÜBERTRAGUNGS-NETZ IM INNTAL

- 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**

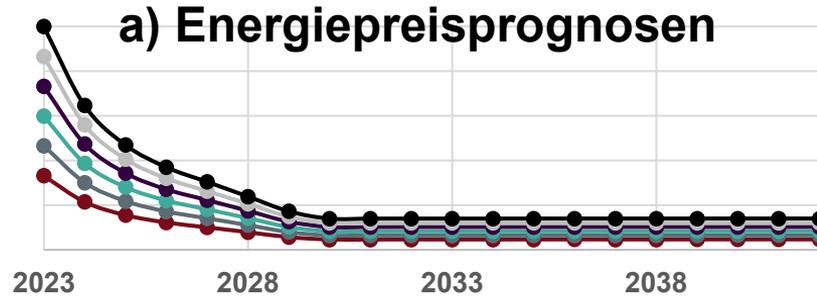
Fokus dieser Präsentation



METHODE



1 DEFINITION DER UNSICHERHEITS-FAKTOREN

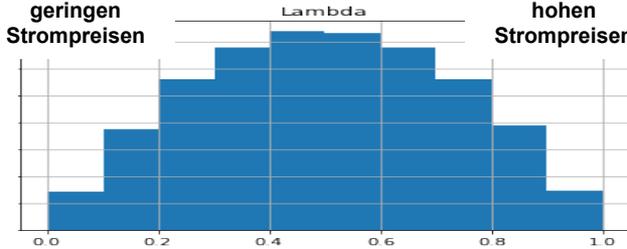


- Stündliche Strompreise
- Monatliche Biomassepreise
- Jährliche Biomethanpreise (= Gaspreis + Premium)

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

BERECHUNG DER WÄRMEGESTEHEUNGSKOSTEN (LCOH)

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

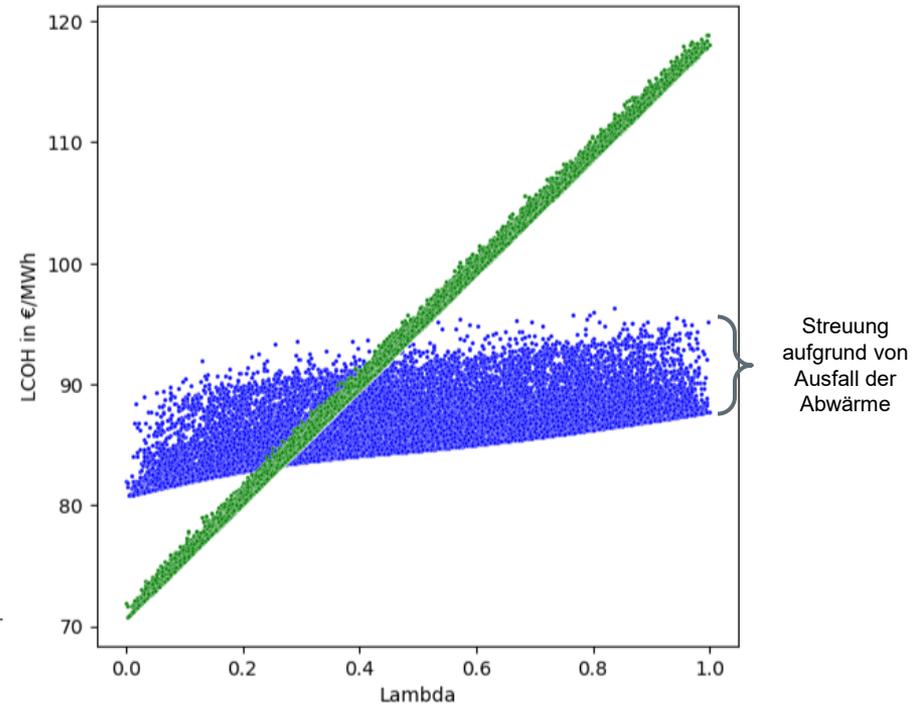
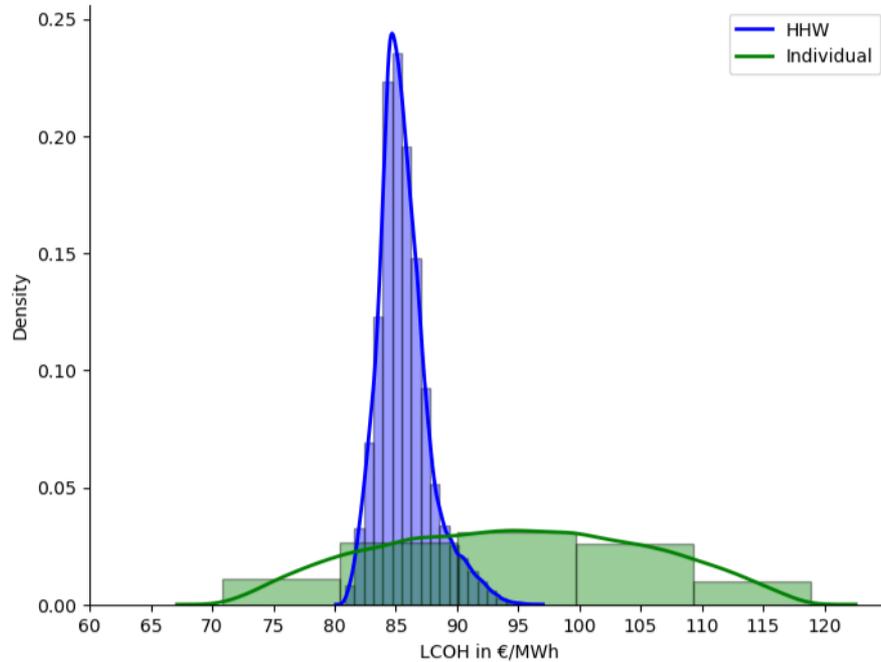
- All generation units



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 | <http://www.ait.ac.at>

