

# BESTHEATNET – SELBSTLERNENDE BETRIEBSOPTIMIERUNG EINER HYBRIDEN NAHWÄRME

Prof. Dr.-Ing. Mario Adam, M.Sc. Jonas Gottschald, M.Sc. Marius Reich, M.Sc. Dennis Götzelmann

## Projektziele und Methodik

### Projektziele

- Praxisnahe Entwicklung und Erprobung eines intelligenten Optimierungs- und Regelungsverfahrens für ein hybrides Niedertemperatur-Fernwärmesystem mit hohem erneuerbaren Energieanteil und mehreren Wärme- und Stromerzeugern zur Steigerung der Energieeffizienz, der Wirtschaftlichkeit und der Netzdienlichkeit
- Vergleichende Analyse von innovativen Fernwärme-Hausstationen zur Senkung von NetZRücklauftemperaturen im Feld und Simulation von Hausstationen für Wärmenetze mit Vorlauftemperaturen kleiner 50°C

### Methodik

- Bau einer hybriden Wärmezentrale (Stadtwerke Kempen)
- Systemabbildung durch nichtparametrische Modelle
- Implementierung und Monitoring des Reglerverhaltens
- Feldtest und Simulation von innovativen Hausstationen

## Nahwärmenetz und Wärmezentrale

### Vorstudie

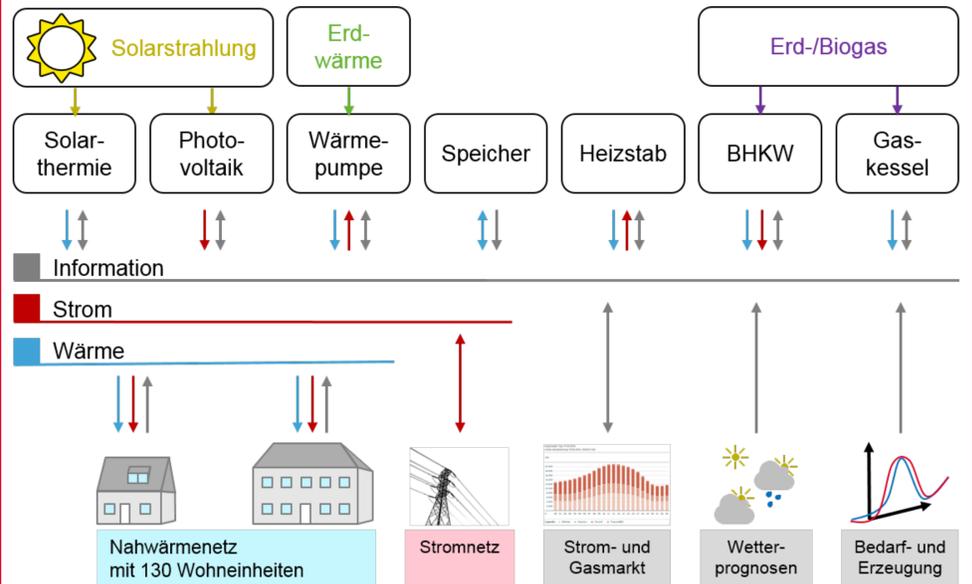
Optimierte Auslegung der Wärmeerzeugung mit einem an der HSD entwickelten Softwaretool mit Methoden des maschinellen Lernens und multikriterieller ungewichteter Optimierung hinsichtlich ökonomischer und ökologischer Zielgrößen.

### Kenngößen

- Erwarteter jährlicher Wärmebedarf von ~1 GWh
- Netztemperaturen bei 55/35 °C (Vorlauf/Rücklauf)
- Zentraler 50 m<sup>3</sup> Wärmespeicher mit Ladelanzen
- Fossile Wärmeerzeuger:  
Gas-KWK (267 kW<sub>th</sub>) und Gas-Kessel (725 kW<sub>th</sub>)
- Erneuerbare Wärmeerzeuger:  
E-Erdwärmepumpe (50 kW<sub>th</sub>) und Solarthermie (211 m<sup>2</sup><sub>Brutto</sub>)
- Weitere Strom-/Wärmeerzeuger:  
Photovoltaik (10 kW<sub>Peak</sub>), E-Direktheizer (30 kW<sub>el</sub>)



## Projekthalte

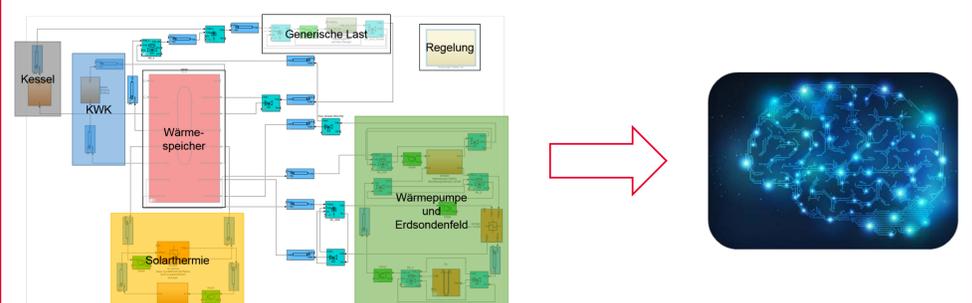


Hebung von Kosten- und Emissionsminderungspotentialen durch kontinuierliche Optimierung des Anlagenbetriebs unter Berücksichtigung mehrerer Randbedingungen:

- Anlagenzustände, z.B. Speicher- und Erdsondentemperatur
- Wetterprognosen
- erwarteter Wärmebedarf
- Marktpreise für Strom und Gas
- ...

### Systemabbildung

Abbildung des Systemverhaltens in Abhängigkeit der Randbedingungen durch Methoden des maschinellen Lernens. Erstes Training mit Daten aus detaillierten Systemsimulationen der Wärmezentrale, danach mit Messwerten aus der realen Anlage.



Vorteile des maschinellen Lernens:

- Sehr kurze Rechenzeit gegenüber Simulation
  - Änderungen im Systemverhalten während der Laufzeit können automatisiert durch Intervalltraining adaptiert werden. Dadurch sicheres Auffinden des Optimums.
  - Mit steigender Anzahl an Daten steigt die Güte der Modelle
- Anschließend Ermittlung der optimalen Betriebsfahrweise für den nächsten Zeithorizont mittels Optimierungsalgorithmus.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Das Verbundvorhaben „BestHeatNet – Praxisnahe Entwicklung und Erprobung eines intelligenten Optimierungs- und Regelungsverfahrens für ein multivariates Niedertemperatur-Nahwärmesystem mit hohem erneuerbaren Energieanteil und mehreren Wärme-/Stromerzeugern“, FKZ 03ET1626A, wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Die Autoren danken für die Unterstützung.

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt ausschließlich bei den Autoren.

In Kooperation mit:

