



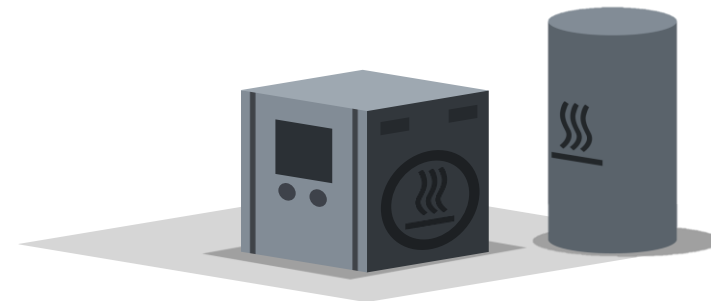
Bewertung der netztechnischen Auswirkungen von Wärmepumpen in der urbanen, kommunalen Wärmeversorgung

Finnja Oestereich, Carsten Wegkamp, Eike Niehs, **Henrik Wagner**, Bernd Engel
elena Institut für Hochspannungstechnik und Energiesysteme, Technische Universität Braunschweig
19. Symposium Energieinnovation | 13.02.2026

Agenda

1. Motivation und Zielsetzung
2. Methodik und Modellierung
3. Betriebsstrategien des Quartiers-EMS
4. Simulationsergebnisse
5. Fazit

Bewertung der netztechnischen Auswirkungen von Wärmepumpen in der urbanen, kommunalen Wärmeversorgung

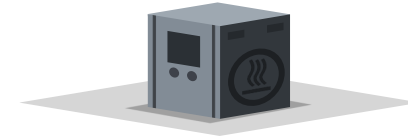


1 Motivation und Zielsetzung

Motivation und Zielsetzung

Kommunale Wärmeplanung

- Reduktion der Treibhausgasemissionen wichtig, rechtliche Verpflichtung in Deutschland zur Wärmeplanung für die Kommunen
- Wärmepumpen (WP) und lokale Wärmenetze nehmen durch hohe Effizienz zentrale Rolle ein

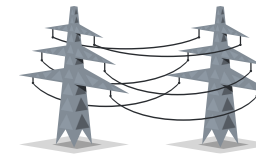


Auswirkungen Wärmepumpen auf Stromnetzbetrieb

- Erhöhter Stromverbrauch mit verstärkten Leistungsspitzen insbesondere bei kalten Temperaturen wegen geringer Effizienz (COP, coefficient of performance)
- Mögliche zusätzliche Überlastungen der Betriebsmittel im Stromnetz: Spannungsprobleme oder thermische Überlastungen

Für Luft-Wasser-WP:

$$COP = \frac{T_{\text{Heizsystem}}}{T_{\text{Heizsystem}} - T_{\text{Außen}}}$$



➔ Inwiefern unterscheiden sich die Auswirkungen verschiedener Betriebsstrategien von Quartiers-Wärmepumpen auf den Stromnetzbetrieb?

2 Methodik und Modellierung

Methodik und Modellierung



Simulation von Prosumer Haushalten und Energiemanagementsystemen in elektrischem System



Erweitert und ergänzt durch

Temperaturabhängige COP-Berechnung der WP:

$$COP = f(T_{\text{Umgebung}}, T_{\text{Heizsystem}})$$

$$COP_{\text{Quartier}} = 1,448 \cdot 10^{12} \cdot (\Delta T + 2 \cdot 88,73)^{-4,946}$$

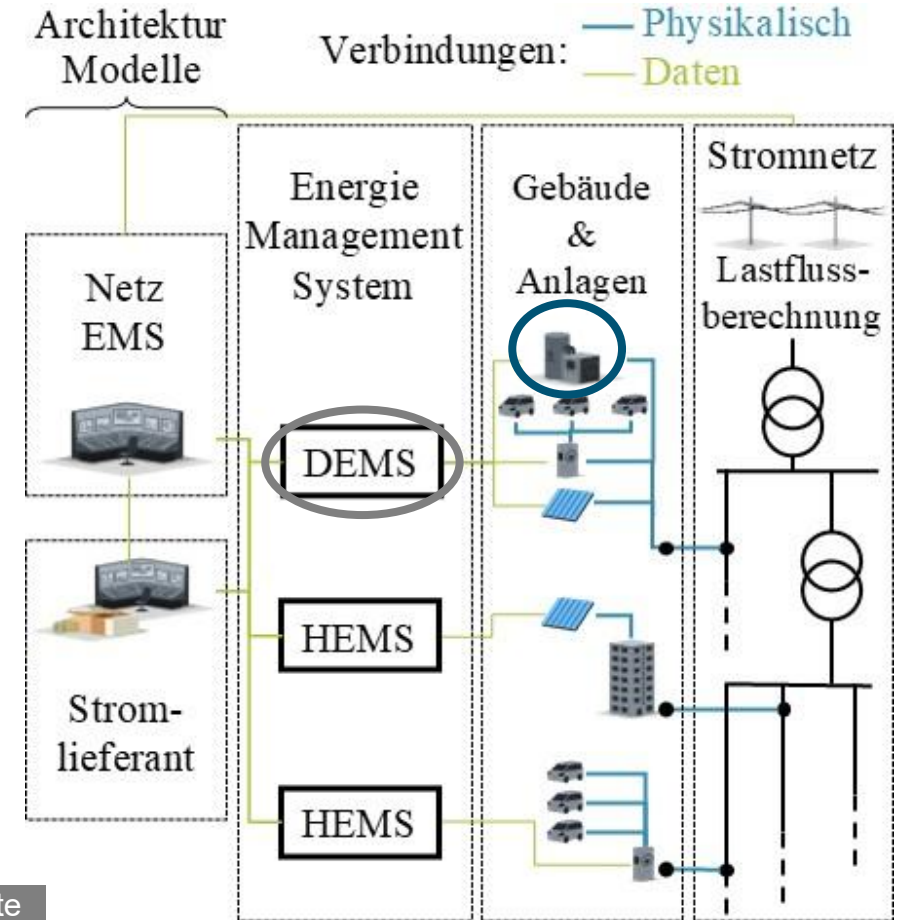
Thermischer Energiespeicher (TES):

- Statische Berechnung der Wärmekapazität: $C = V \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta T$
- Dynamische Berechnung der Wärmestromgrenzen als prozentualer Wert der Wärmekapazität

Quartiers-EMS (DEMS, district energy management system):

- Betriebsstrategien zur Steuerung der Energieflüsse von Quartiersanlagen: WP, Photovoltaik, Ladesäulen und Speicher

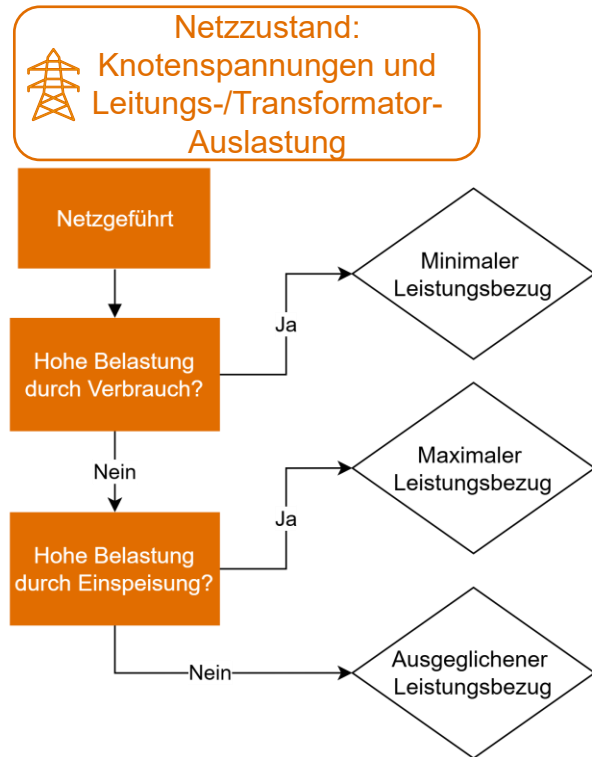
Nächste Folie



Simulationsstruktur der eELib

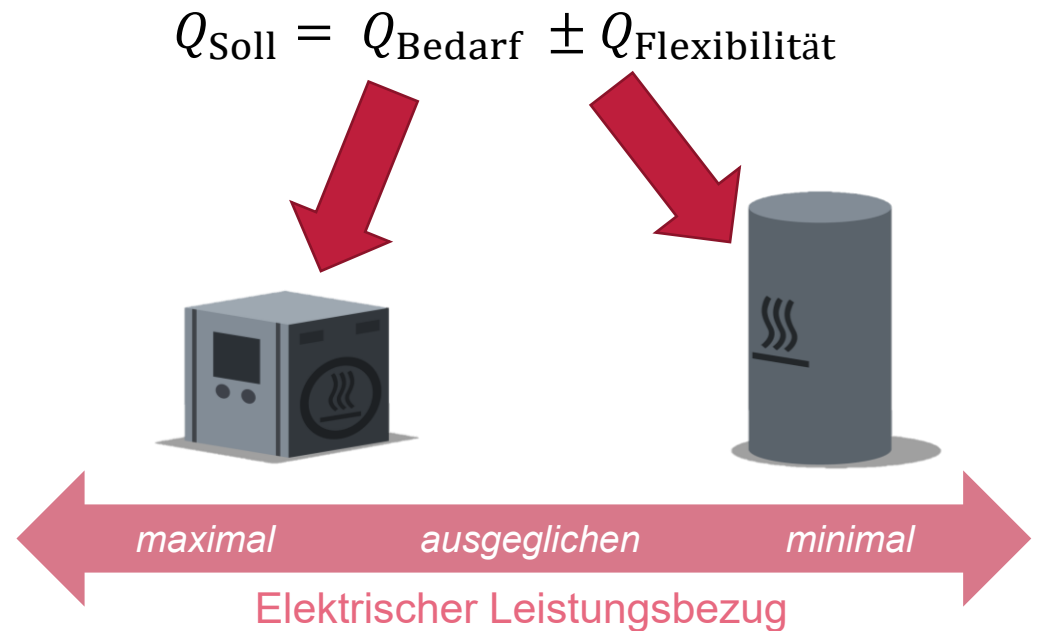
3 Betriebsstrategien des Quartiers-EMS

Betriebsstrategien des Quartiers-EMS zur Steuerung der Leistung von Wärmepumpe und Thermischem Energiespeicher

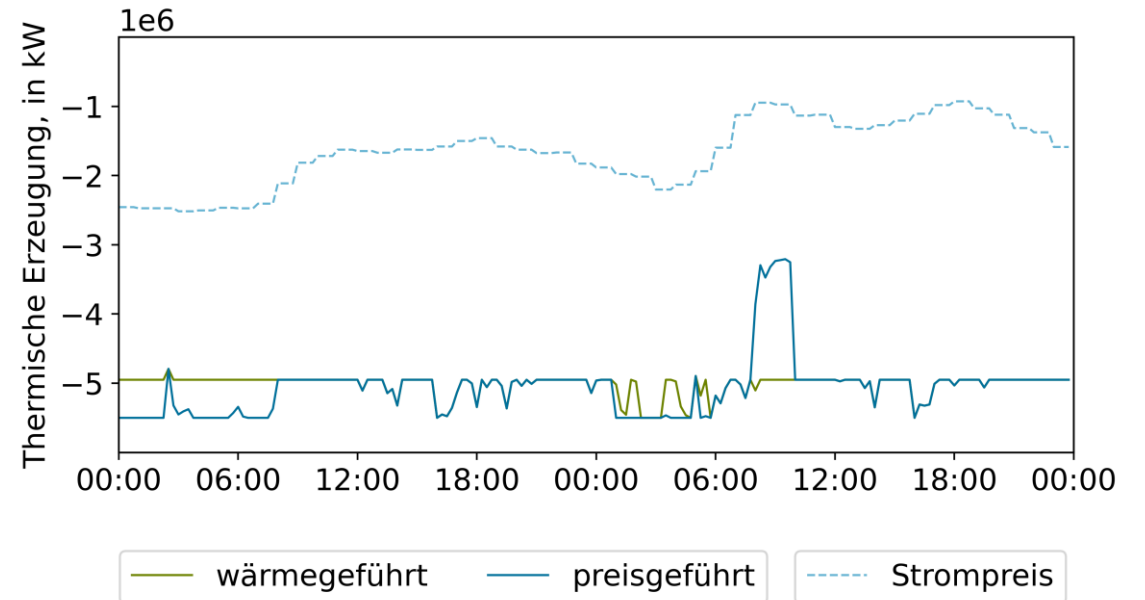
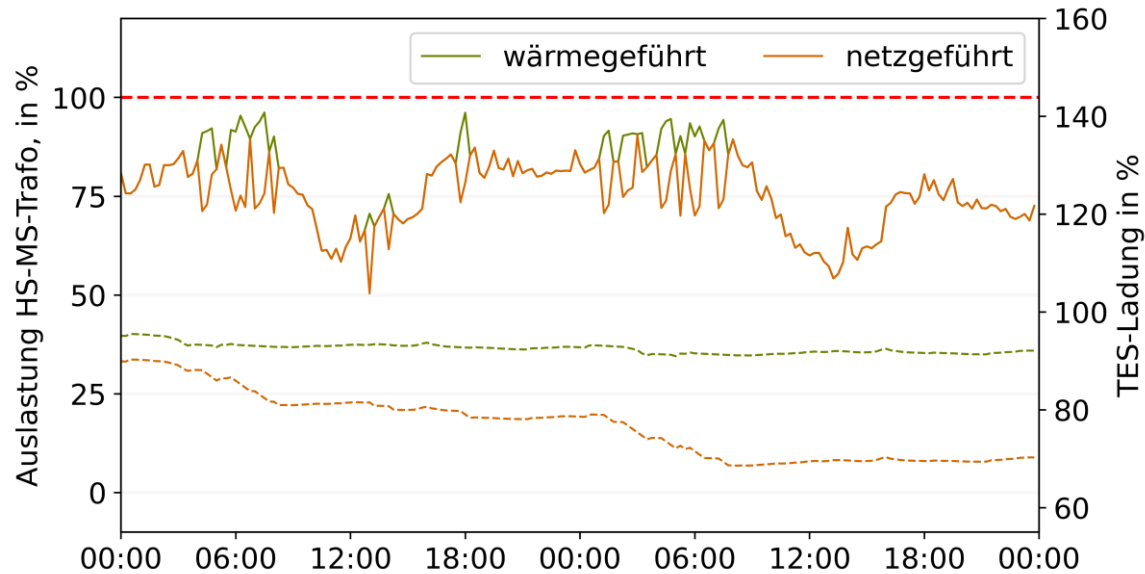



Bestimmung der Leistungsausrichtung (elektrisch) in den drei Betriebsstrategien


Aufteilung der Wärmebereitstellung im DEMS auf WP und TES nach Sollwert-Ausrichtung:



Validierung der Betriebsstrategien



 Netzgeführt: Lastreduzierung und Speicherentladung bei hoher Trafoauslastung

 Preisgeführt: Anpassung an Strompreisniveau

*Jeweils 2 simulierte Tage im Januar bzw. Februar

4 Simulationsergebnisse

Vorstellung des Simulationsszenarios, orientiert am exemplarischen Quartier „Bahnstadt“ in der Stadt Braunschweig



15-minütige zeitliche Auflösung



Ein gesamtes Jahr



Standort Braunschweig



Temperatur-Zeitreihe aus dem Jahr 2018

Quelle: DWD



5,5 MW_{th}



12 x 22 kW Ladeleistung

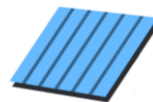


30 Elektroautos, 5
versch. Modelle

Quelle: emobpy



1.260 m³

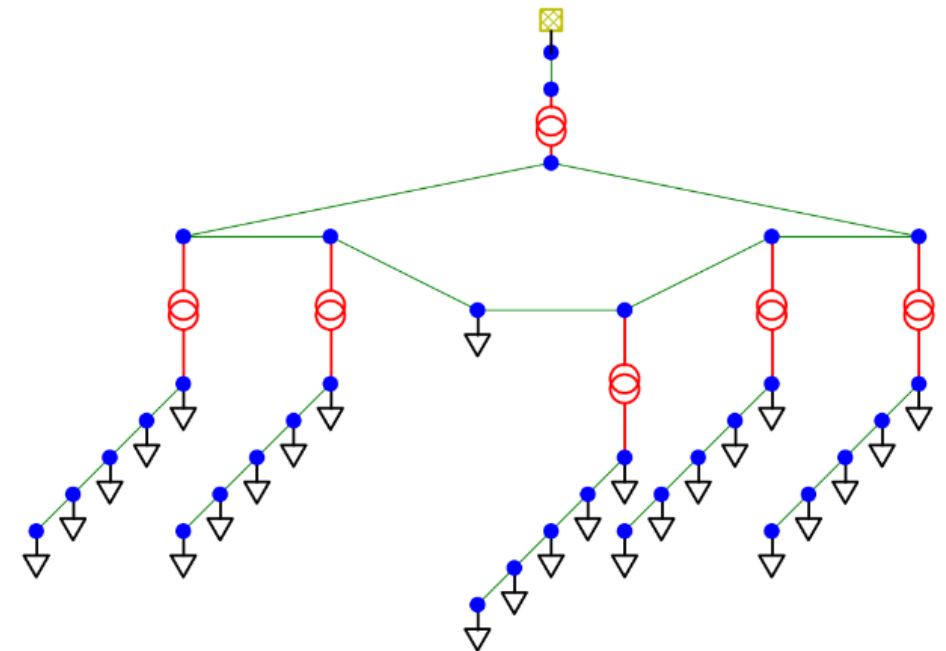


2 MW_p



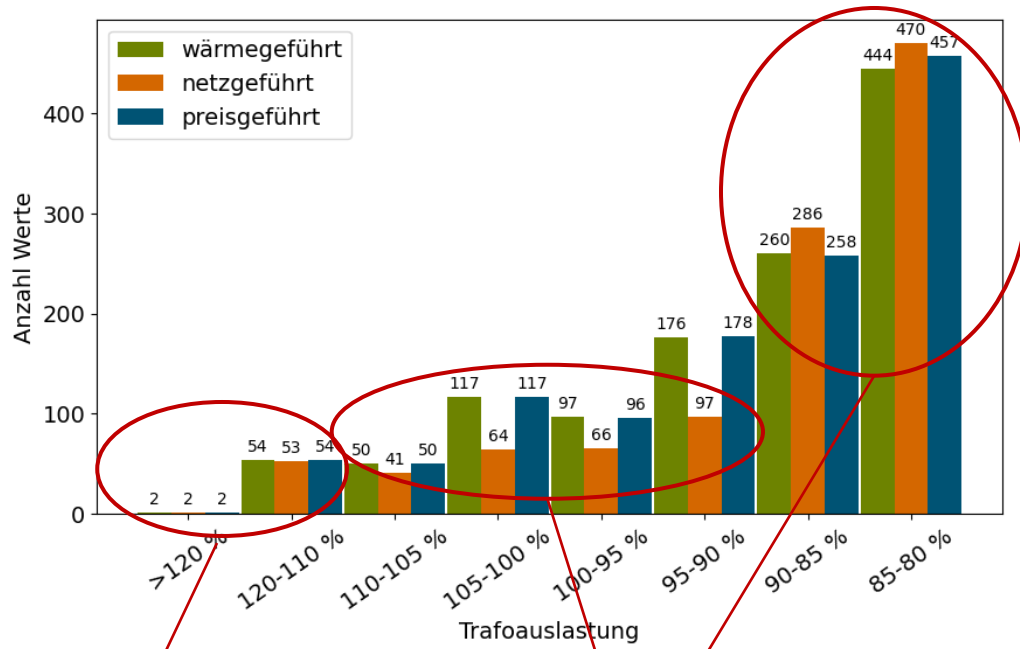
164 Gebäude mit insg. 19,9 GWh_{th} Jahreswärmebedarf

Quelle: Ipaqq mit VDI 4655 & BDEW



Verwendetes Stromnetz:
Hochspannungs-Anschluss, Mittelspannungs-Ring und
Niederspannungs-Stränge mit Haushalten

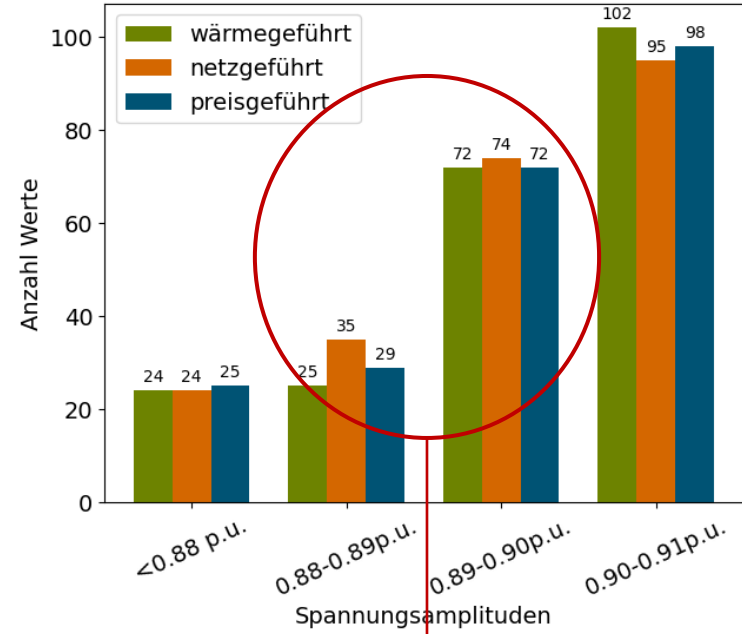
Ergebnisse – Auswirkungen der Betriebsstrategien im gesamten Jahr



Kaum Einfluss auf sehr hohe Überlastung: Keine Flexibilität mehr

Reduktion im Bereich 90-110 %, aber Verschiebung in Bereich unter 90%

€
Vermehrtes Auftreten von sehr hohen Auslastungen



Mehr Spannungsprobleme durch ggf. reduzierte Einspeisung kapazitiver Blindleistung (bei Leistungsreduktion)

5 Fazit

Fazit

Die Betriebsweise von zentralen Quartiers-Wärmepumpen kann einen deutlichen Einfluss auf etwaige Grenzwert-Verletzungen im Stromnetz und damit auch auf notwendigen Stromnetzausbau haben

Inwiefern unterscheiden sich die Auswirkungen verschiedener Betriebsstrategien von Quartiers-Wärmepumpen auf den Stromnetzbetrieb?

- Erweiterung der Modellbibliothek *eELib*: Temperaturabhängige COP-Berechnung für WP, Thermischer Energiespeicher, Quartiers-Energiemanagement mit Betriebsstrategien
- Preisgeführter Betrieb kann die Anzahl an Netzsituationen nahe bzw. über den Grenzwerten erhöhen
- Netzorientierte Betriebsweise KANN eine Reduktion der Netzauswirkungen bewirken
- Es sollte geeignete ökonomische Anreize für einen netzdienlichen Betrieb von Quartiers-WP geben

Ausblick:

Weiterentwicklung/Kombination der Betriebsstrategien

Ganzheitliche Untersuchung: Auswertung von Betriebskosten

Realitätsnahe Szenarien: Netzdaten und thermische Modellierung



Kontaktdaten

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



FINNJA OESTEREICH

*Wissenschaftliche
Hilfskraft
Energiesystemmodellierung
und thermische Anlagen*

f.oestereich@tu-
braunschweig.de



CARSTEN WEGKAMP

*Wissenschaftlicher
Mitarbeiter
Energiesystemmodellierung
und Systemdienstleistungen*

c.wegkamp@tu-
braunschweig.de



HENRIK WAGNER

*Wissenschaftlicher
Mitarbeiter
Energiesystemmodellierung
und häusl. Batteriespeicher*

henrik.wagner@tu-
braunschweig.de



EIKE NIEHS



**PROF. DR.-ING.
BERND ENGEL**



**elenia Institut für Hochspannungstechnik u.
Energiesysteme**

Technische Universität Braunschweig

Schleinitzstraße 23
38106 Braunschweig
Germany

