

# Netzoptimierende Maßnahmen zur Integration elektrischer Wärmeerzeuger in Verteilnetze

ERGEBNISSE EINER DISSERTATION AN DER FORSCHUNGSSTELLE FÜR ENERGIEWIRTSCHAFT E.V. UND DER TECHNISCHEN UNIVERSITÄT MÜNCHEN

**17. FORUM WÄRMEPUMPE**

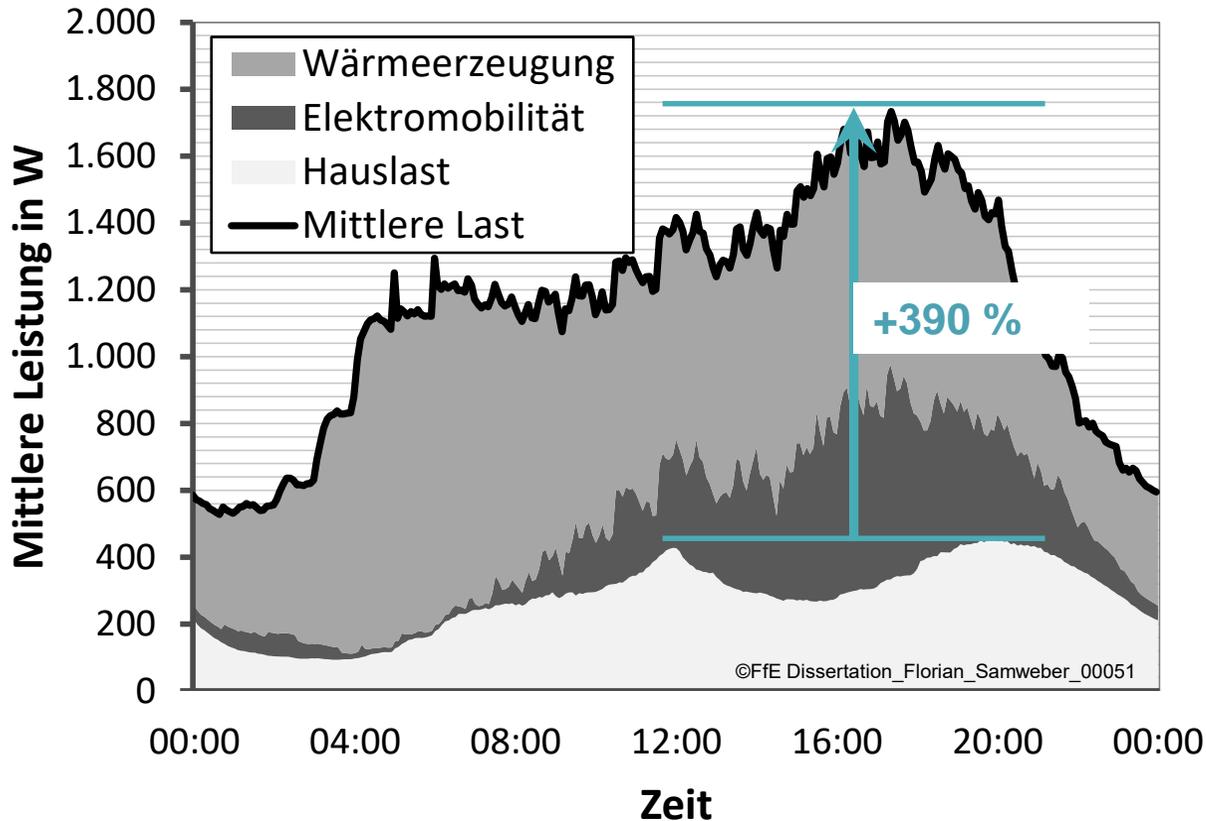
28. NOVEMBER 2019

DR. FLORIAN SAMWEBER

# Motivation

# Motivation: Elektrifizierung vervielfacht durchschnittliche Last von Niederspannungsnetzen

Auf eine Wohneinheit gemittelte elektrische Last einer elektrifizierten Siedlung mit 45 Wohneinheiten

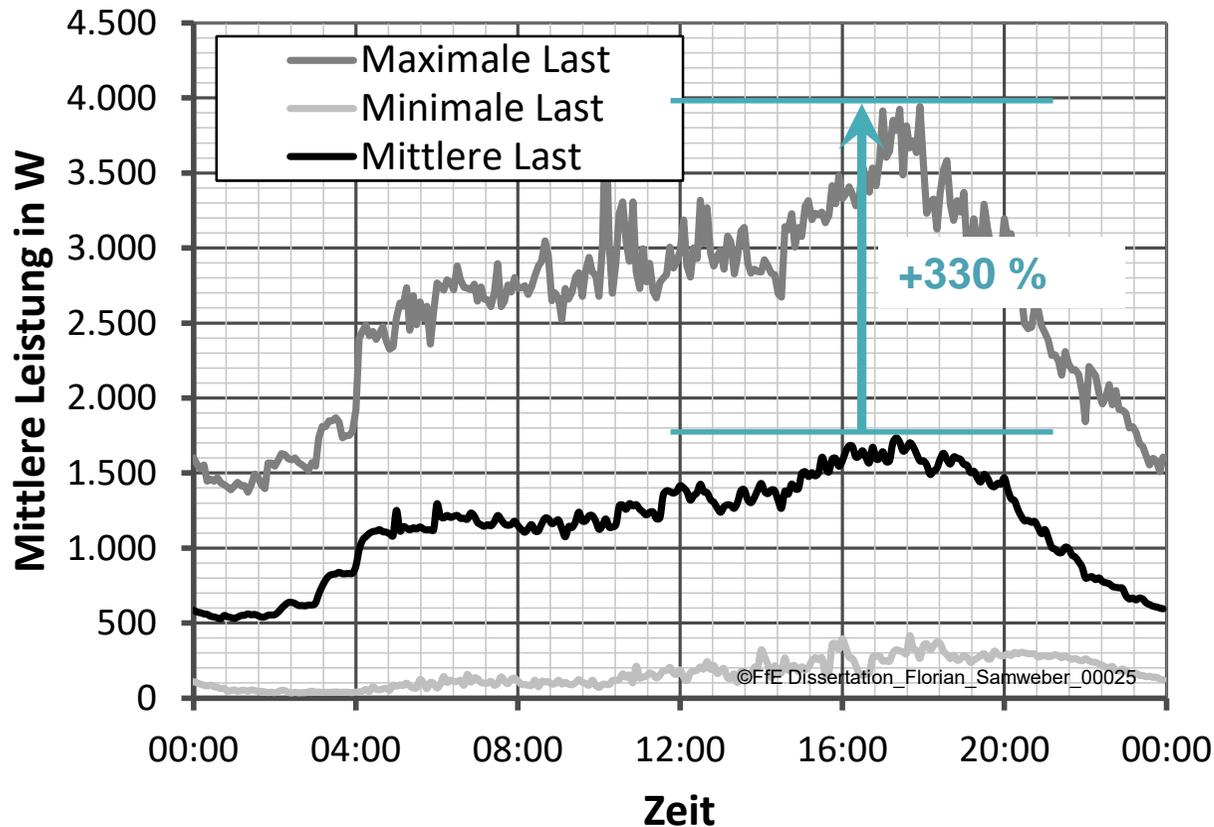


## Auswirkung der Elektrifizierung

- Elektromobilität **verdoppelt die mittlere** Last im Netzgebiet
- Wärmebereitstellung benötigt anteilig größte Menge an (elektrischer) Energie
- Besonders in den **Abendstunden erhöht sich die Last** im Mittel deutlich

# Detailbetrachtung: Elektrifizierung erhöht maximale Netzlast von Niederspannungsnetzen

## Jährliche Extrema der Last eines einzelnen Netzgebiets mit 45 Wohneinheiten



## Rückschlüsse für Netzplanung

- Maximallast steigt im Untersuchungsfall durch Elektrifizierung deutlich an
  - Neue, hohe Maximallast muss **bei Netzplanung berücksichtigt** werden
- Große saisonale Unterschiede
  - **Netzanalyse** für Zeitraum eines **gesamten Jahres** sinnvoll

# Kernfragen und Gesamtmethodik

# Kernfragen

Welche Netzbelastung ergibt sich durch die Elektrifizierung von Wärmeerzeugern (und Fahrzeugen) in Niederspannungsnetzen?

Welche netzoptimierenden Maßnahmen sind zur Integration elektrischer Wärmeerzeuger und Fahrzeuge in Niederspannungsnetze geeignet?

# Es werden sechs **Bewertungsdimensionen systematisch analysiert**



Einhaltung des zulässigen Spannungsbandes



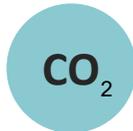
Einhaltung thermischer Limits



Auswirkungen auf die Leitungsverluste



Beeinflussung des Eigendeckungsgrades



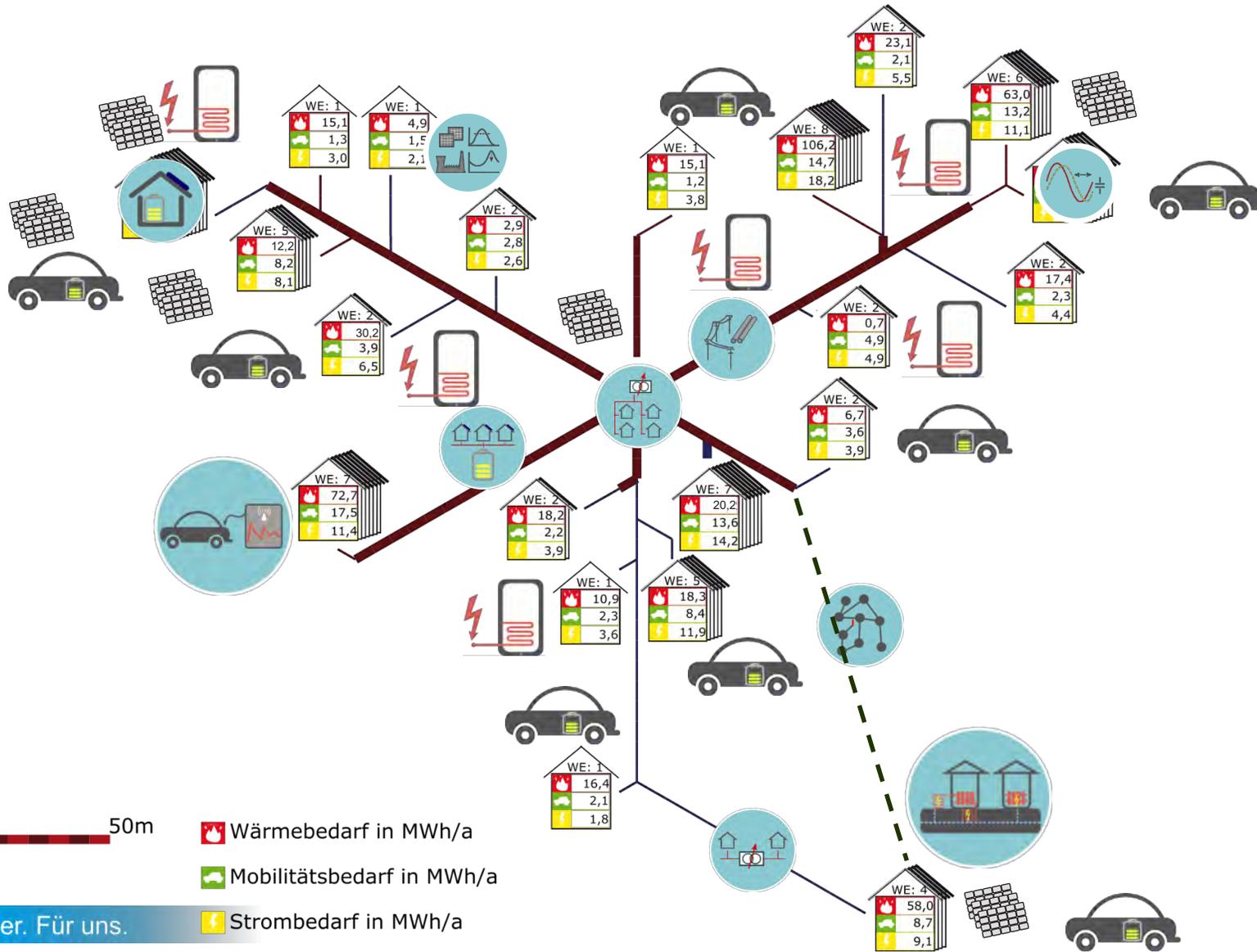
Auswirkungen auf die Emissionsbilanz



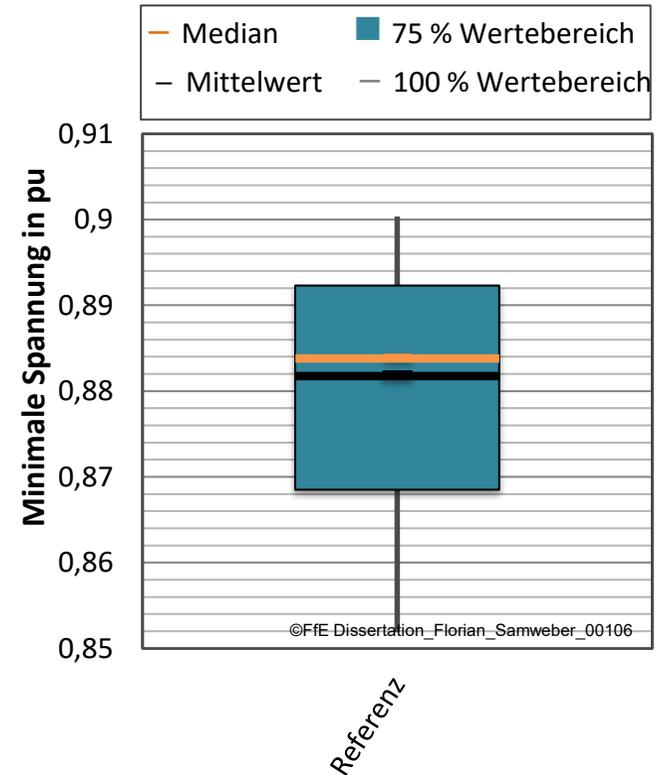
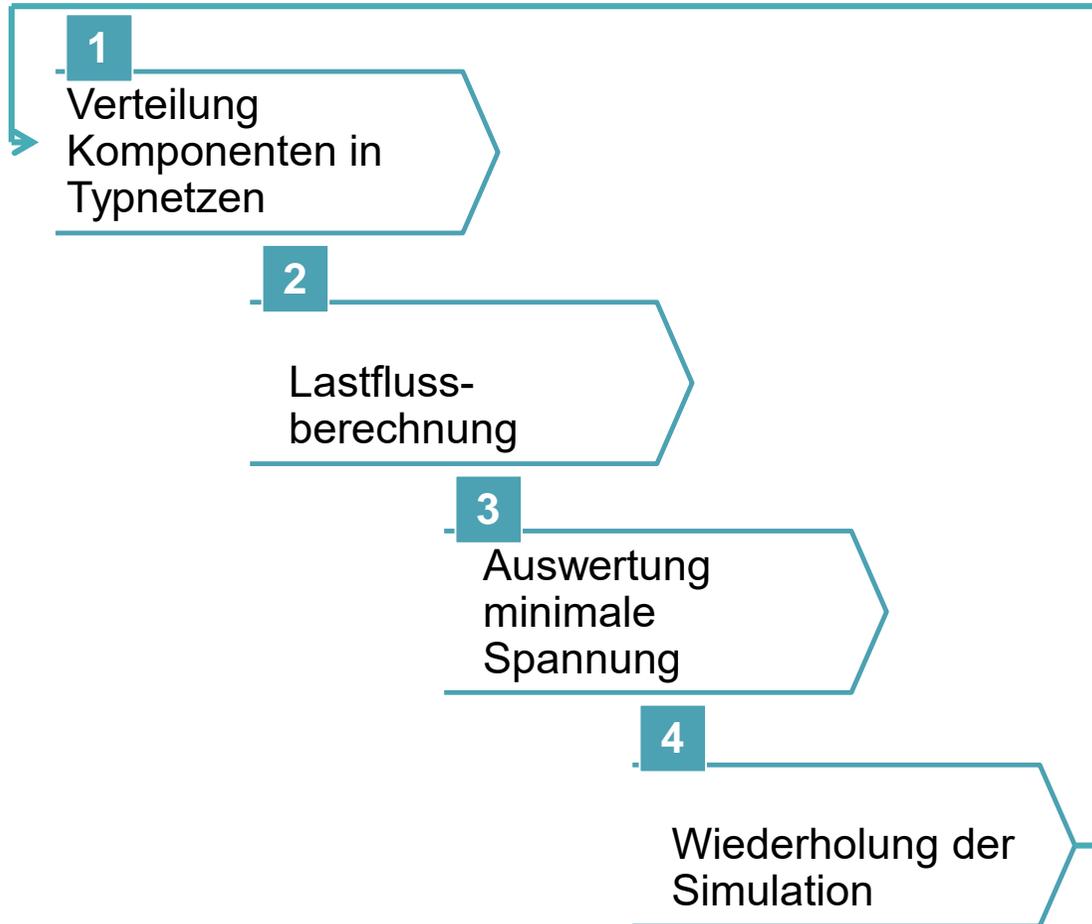
Wirtschaftliche Bewertung

# Modellumgebung GridSim

# Methodisches Vorgehen: Netzanalysen mit Lastflussberechnungen in Typnetzen



# Methodisches Vorgehen zur Ermittlung der Netzauswirkungen verschiedener Nutzer sowie zufälliger Komponentenverteilungen

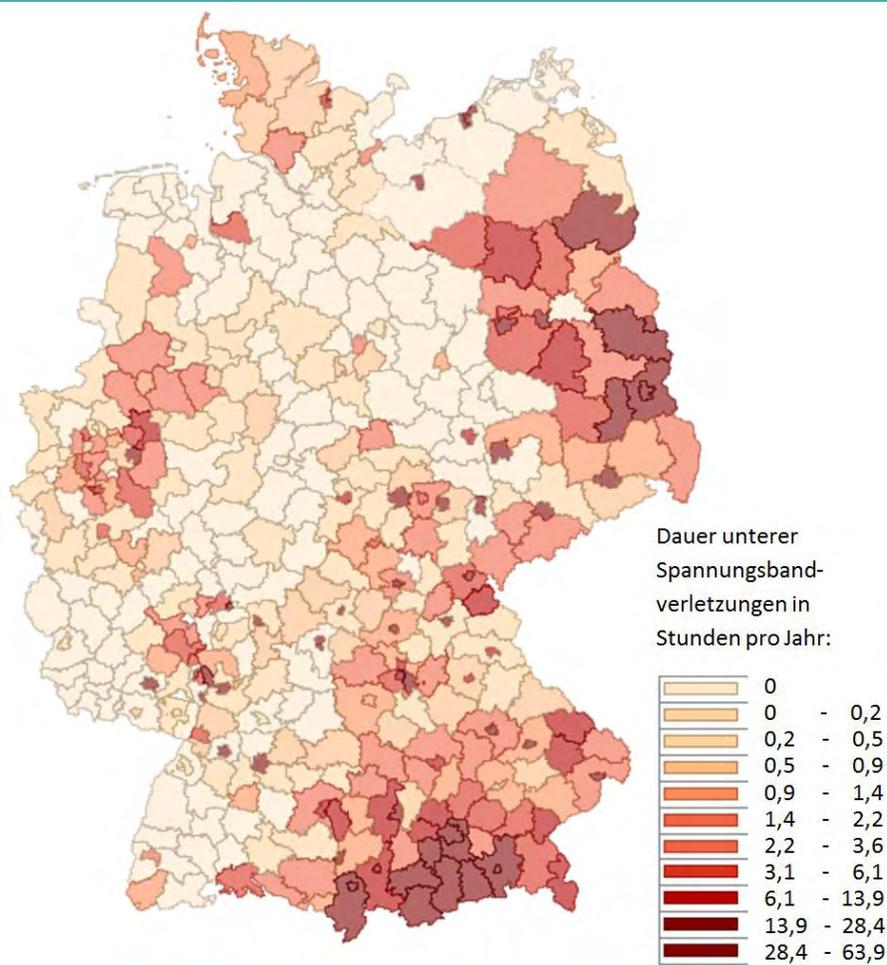


Aussagen zu Bewertungsdimensionen ergeben sich aus Aggregation der Ergebnisse von jeweils  $60 \cdot 105.120$  Lastflussberechnungen

# Auswirkung der Elektrifizierung auf Niederspannungsnetze

# Eingangsdaten der Elektrifizierung und resultierende regional unterschiedliche Netzbelastung (50 % Szenario)

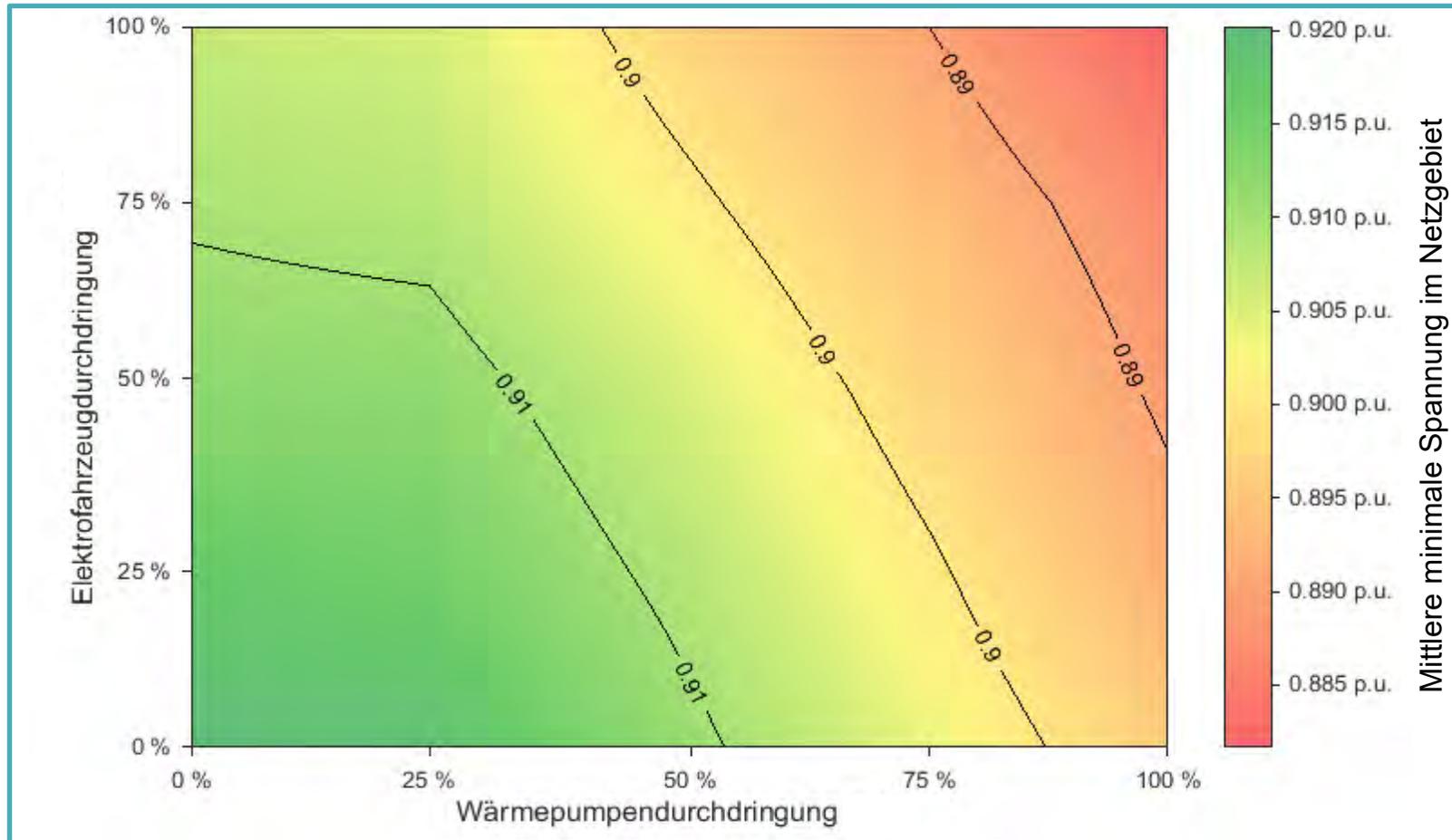
## Spannungsbandverletzungen in einzelnen Regionen



## Regionale Unterschiede

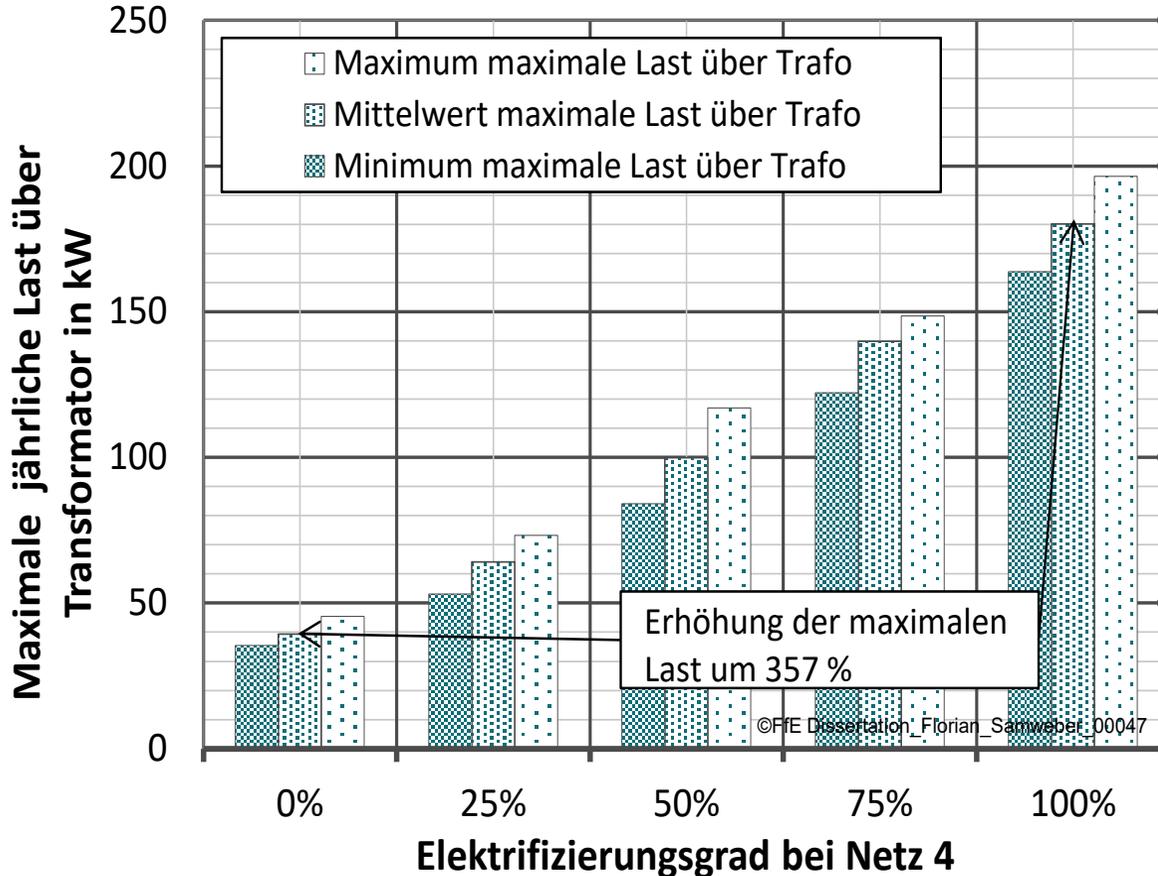
- Anteile einzelner Komponenten führen zu **regional verschiedener Netzbelastung**
- **Abhängigkeit** von Temperaturniveau und demographischer Struktur
- **Skalierung einzelner Faktoren zur Bestimmung lokaler Unterschiede notwendig**

# Sensitivitätsanalyse: Auswirkung von Wärmepumpen und Elektrofahrzeugen in Typnetz 4



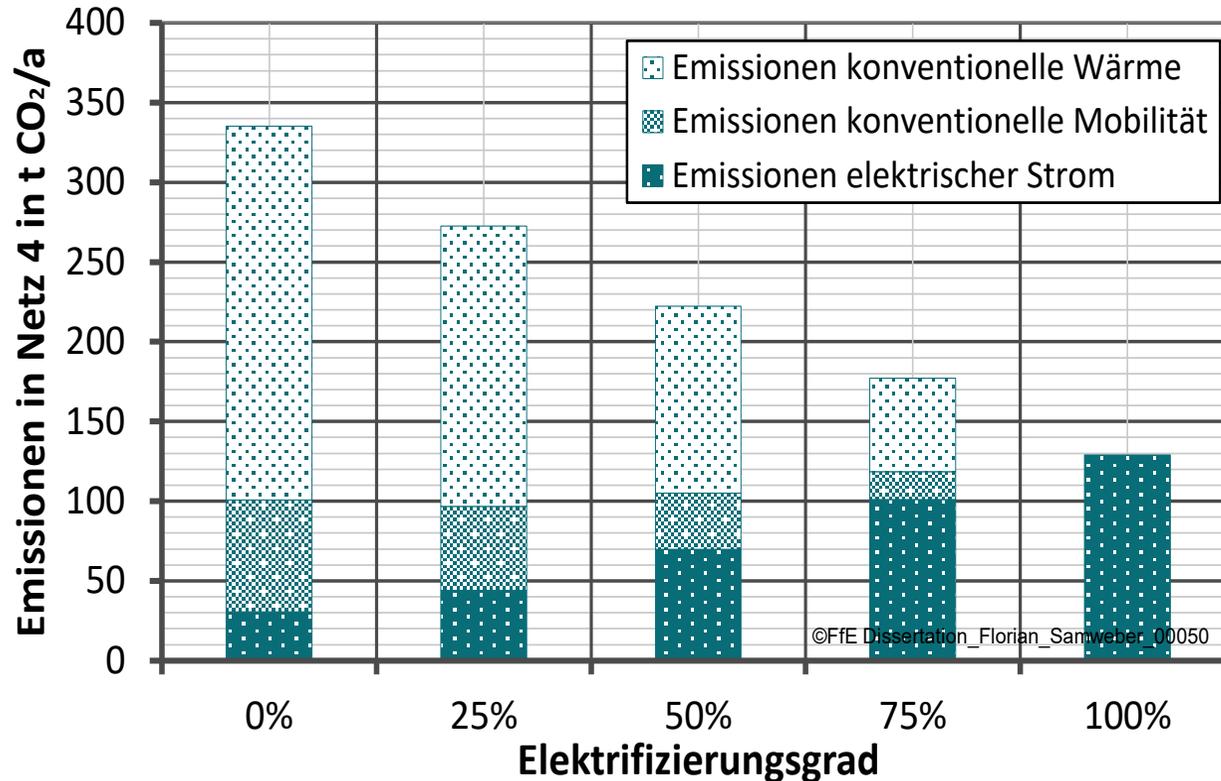
- Geringe Anteile von Wärmepumpen wirken sich nicht negativ auf das Netz aus
- Wärmepumpen sind tendenziell kritischer für das Verteilnetz als Elektrofahrzeuge
- **Einsatz Netzoptimierender Maßnahmen muss geprüft werden**

# Auswirkung der Elektrifizierung von Mobilität und Wärme: Erhöhung der maximalen jährlichen Last über Transformator



- Die **Elektrifizierung der Mobilität sowie der Wärmebereitstellung erhöht die maximale Netzlast** deutlich um über 350 %
- Zwischen einzelnen Verteilungen bestehen deutliche Unterschiede

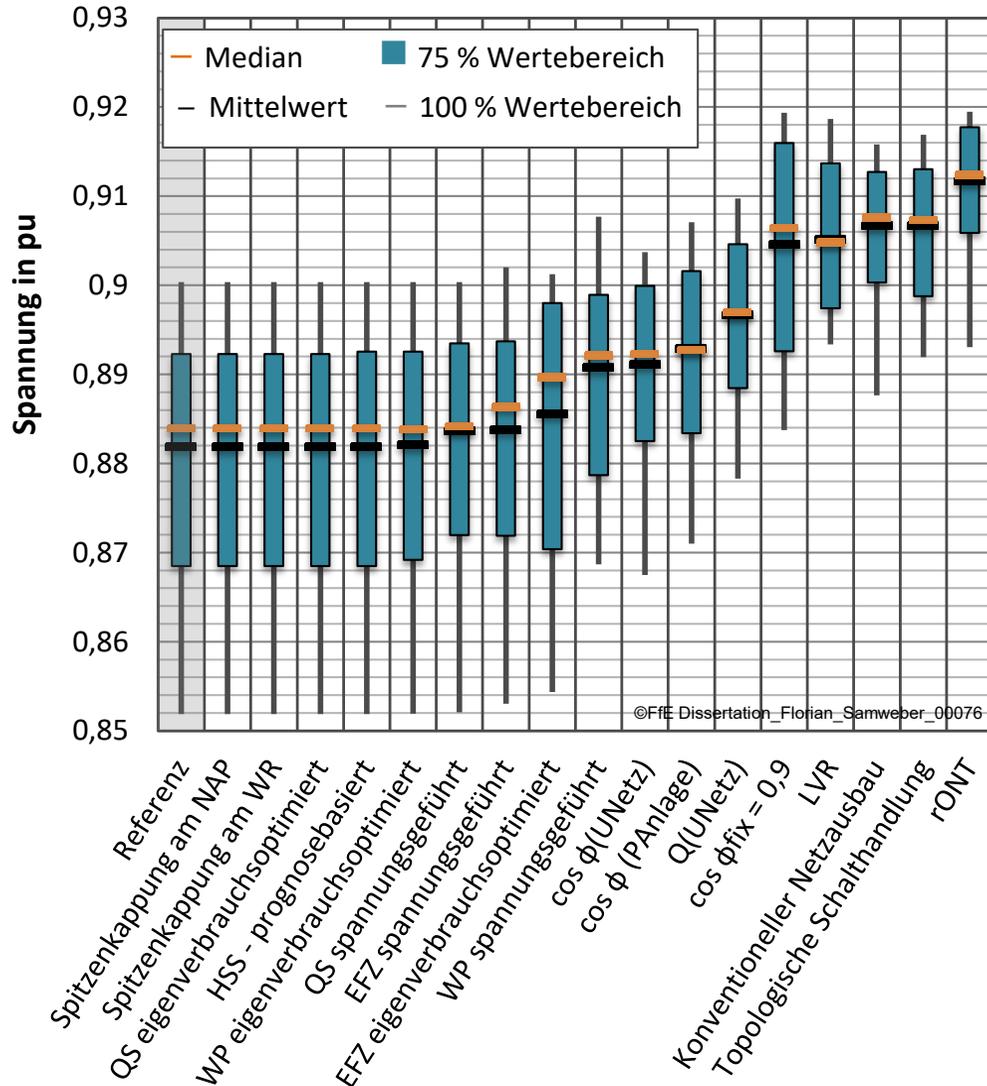
# Exemplarische Betrachtung der Emissionsbilanz



Elektrifizierung führt zu  
(lokaler)  
Emissionsreduktion

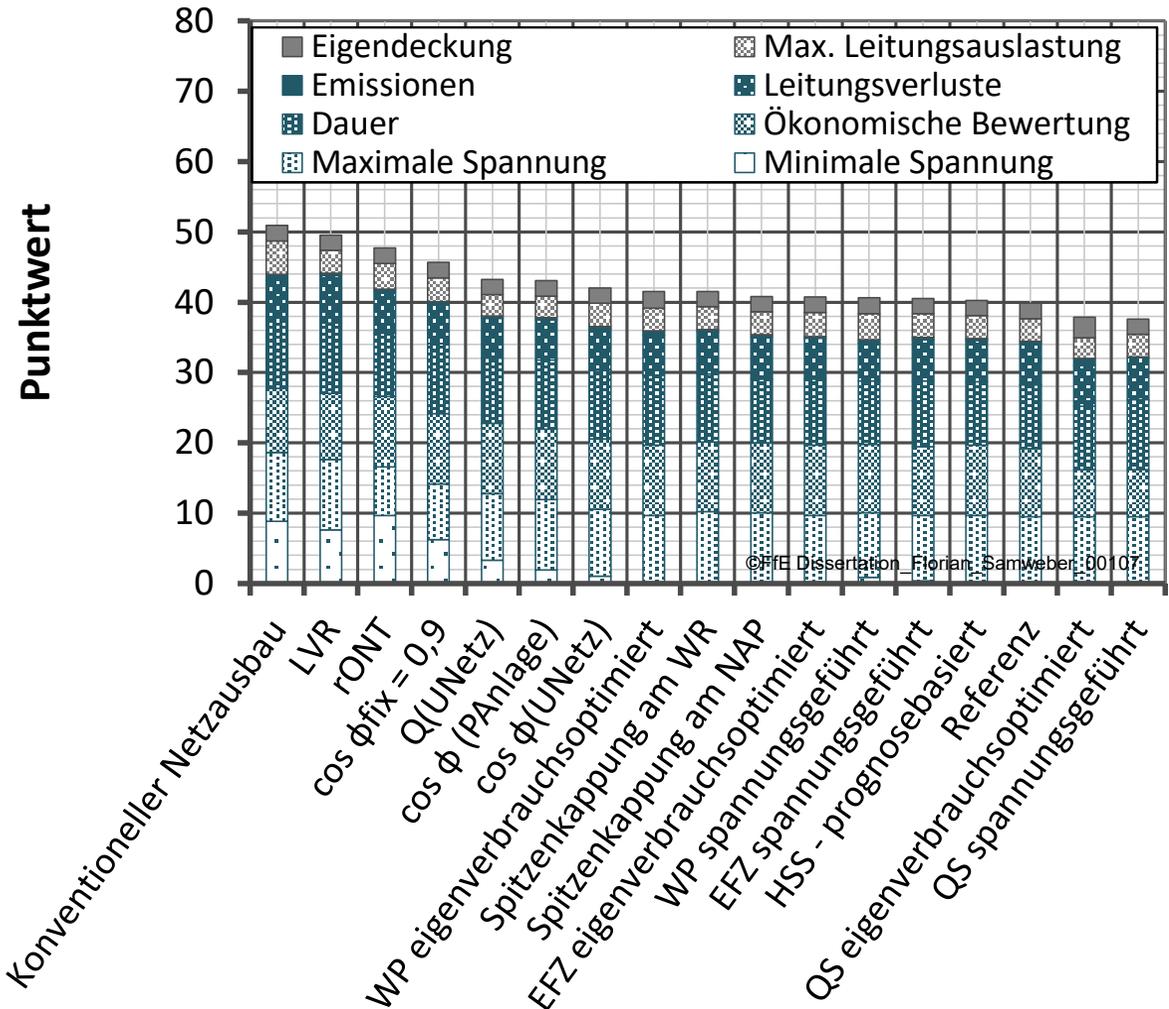
# Vergleich der Netzoptimierenden Maßnahmen

# Vergleich der Netzoptimierenden Maßnahmen für 100 % Elektrifizierung: Minimale Spannung



- rONT, Längsregler, topologische Schaltbehandlungen, konventioneller Netzausbau und Cos Phi fix=0,9 ermöglichen im **Mittel Einhaltung des Spannungsbandes**
- Spitzenkappung und eigenverbrauchsoptimierte Ladesteuerungen **verändern die minimale Spannung nicht**

# Aggregation der Punktwerte in den einzelnen Bewertungskategorien für Typnetz 4



- Gleichgewichtung der einzelnen Bewertungsdimensionen führt zu **gutem Abschneiden des konventionellen Netzausbaus vor dem Längsregler und dem regelbaren Ortsnetztransformator**
- Der Quartierspeicher schneidet am schlechtesten ab

# Zusammenfassung

# Zusammenfassung

- Eine **Elektrifizierung** privater Haushalte führt im untersuchten Netzgebiet zu einer **Erhöhung der Jahreshöchstlast von mehr als 350%** und damit zur Notwendigkeit einer Netz-(Neu-)Planung.
- Die **Netzbelastung durch elektrische Wärmebereitstellung** ist aufgrund des höheren Beitrags zur maximalen Netzlast **kritischer**, als die von Elektrofahrzeugen.
- Mit dem weiterentwickelten Netzsimulationsmodell können alle für das Jahr 2030 relevanten Netzoptimierenden Maßnahmen **ganzheitlich** miteinander verglichen werden. Es wird damit zu einer Art Energiesystemmodell.
- Im Vergleich schneiden **regelbare Ortsnetztransformatoren und Längsregler** aus technischer Sicht neben konventionellem Netzausbau und topologischen Schalthandlungen am besten ab.
- Die gleichgewichtete **Aggregation** der einzelnen Bewertungsdimensionen ergibt, dass der konventionelle Netzausbau, als auch Längsregler und regelbare Ortsnetztransformatoren die höchsten Punktwerte erreichen.

# Vielen herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Ansprechpartner:  
Dr.-Ing. Florian Samweber  
+49 (0)821 6500-8000  
[Florian.Samweber@sw-augsburg.de](mailto:Florian.Samweber@sw-augsburg.de)

