

Ermittlung des Netzausbaubedarfes im urbanen Verteilnetz durch Sektorenkopplung mittels vereinfachter Netzberechnung

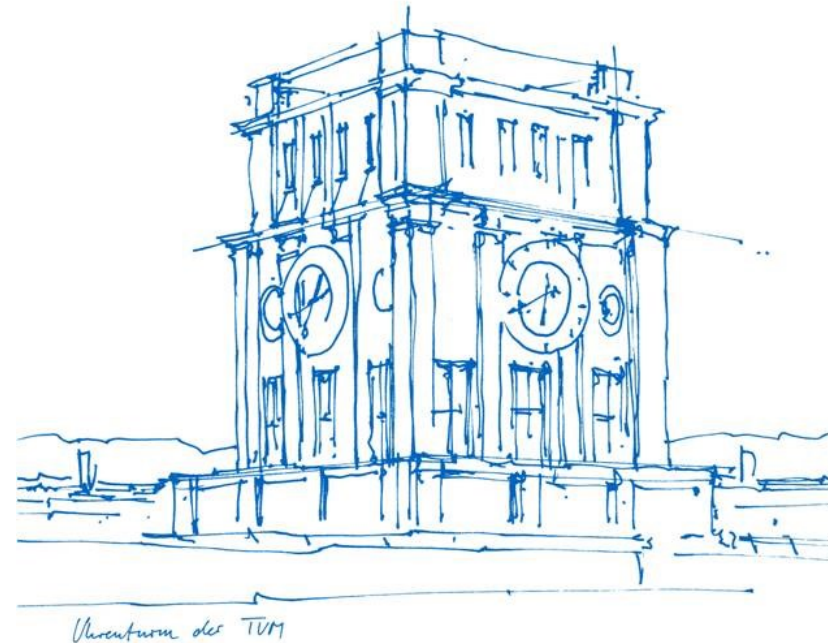
Simon Niederle

Lehrstuhl für Elektrische Energieversorgungsnetze
Technische Universität München

19. Symposium Energieinnovation
Graz, 11. – 13. Februar 2026

Dominik J. Storch	Technische Hochschule Augsburg
Christoph J. Steinhart	SWM Infrastruktur GmbH & Co. KG
Christian Gutzmann	SWM Infrastruktur GmbH & Co. KG
Maik Günther	Stadtwerke München GmbH
Michael Kreißl	SWM Infrastruktur GmbH & Co. KG
Reinaldo Tonkoski Jr.	Technische Universität München
Rolf Witzmann	Technische Universität München
Michael Finkel	Technische Hochschule Augsburg

SW//M **THA** **G4E**



Agenda

1. Motivation und Zielsetzung
2. Datengrundlage
3. Methodik
4. Ergebnisse
5. Zusammenfassung und Ausblick

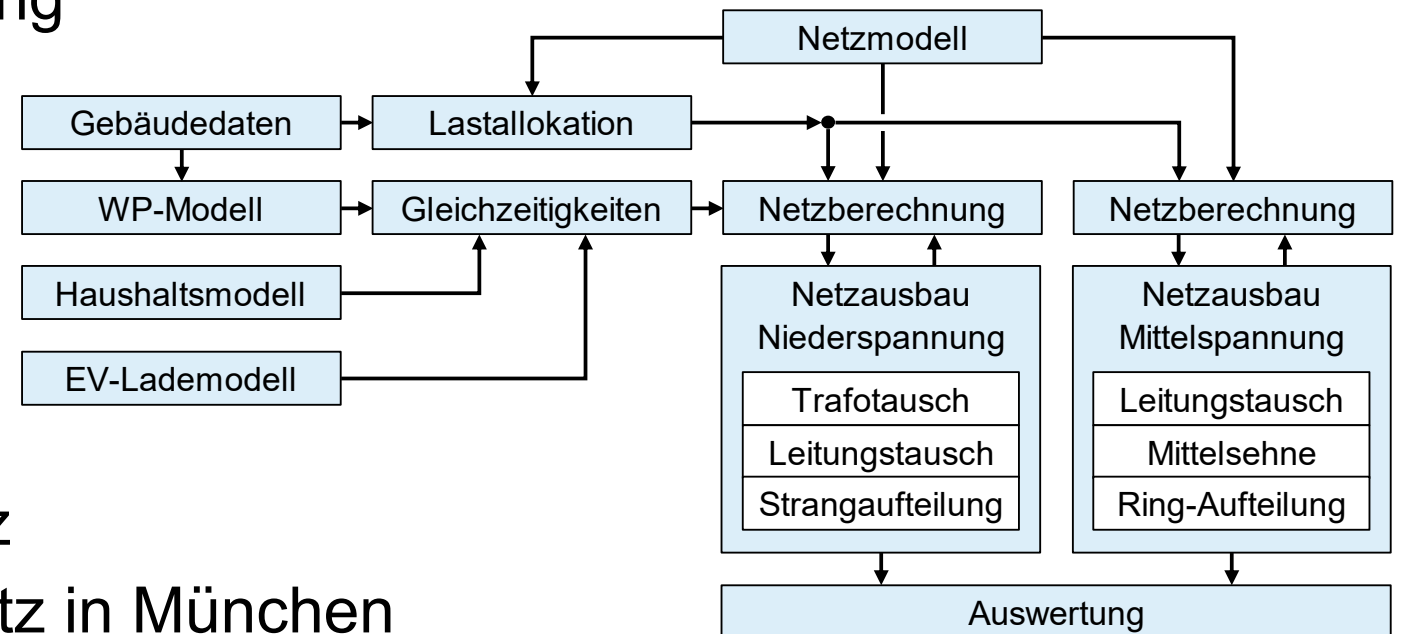
Motivation und Zielsetzung

Motivation

- Elektrifizierung Wärme- und Mobilitätssektor
 - Hinzukommende Lasten, angeschlossen im Verteilnetz
- Steigende Betriebsmittelauslastung
→ Vermeidung von Überlastung
→ Ausbaubedarfe

Zielsetzung:

- Methodik zur Ermittlung des Ausbaubedarfes im einzelnen Netz
- Umsetzung für gesamtes Verteilnetz in München



Datengrundlage

Netzdaten

- Verteilnetz in München
 - ca. 4.200 NS-Ortsnetze
 - ca. 270 MS-Ringnetze
- Netze radial betrieben
- Nachbildung aus
Netzinformationssystem
unter Berücksichtigung von
Standard-Schaltzuständen

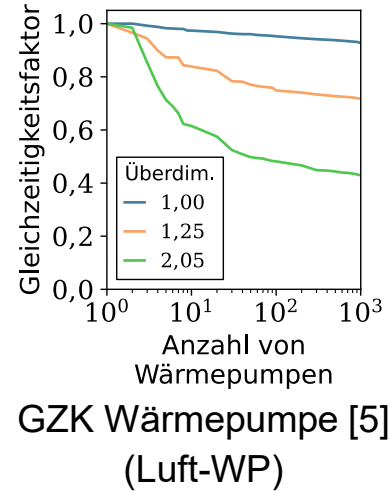
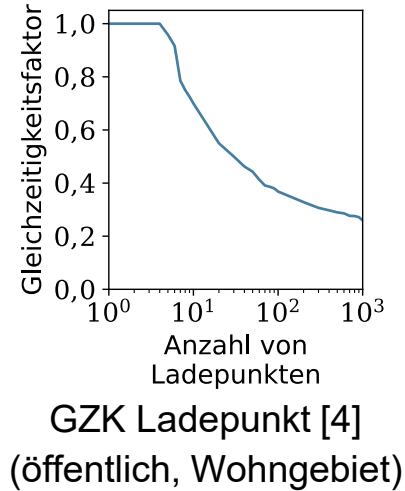
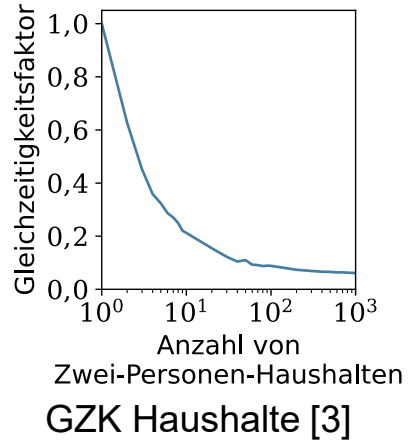
Gebäudedaten – *Modell München*

- Digitaler Zwilling Gebäudebestand [1]
- Einsatz zur komm. Wärmeplanung
- Heiztechnologie, Heizlast, Flächen
Wohneinheiten, Sanierungsstand, ...
- Szenarien 2050 [2]:
 - Basisszenario
 - Zielszenario (höhere Sanierungsraten
und -tiefen, Technologieverbote)

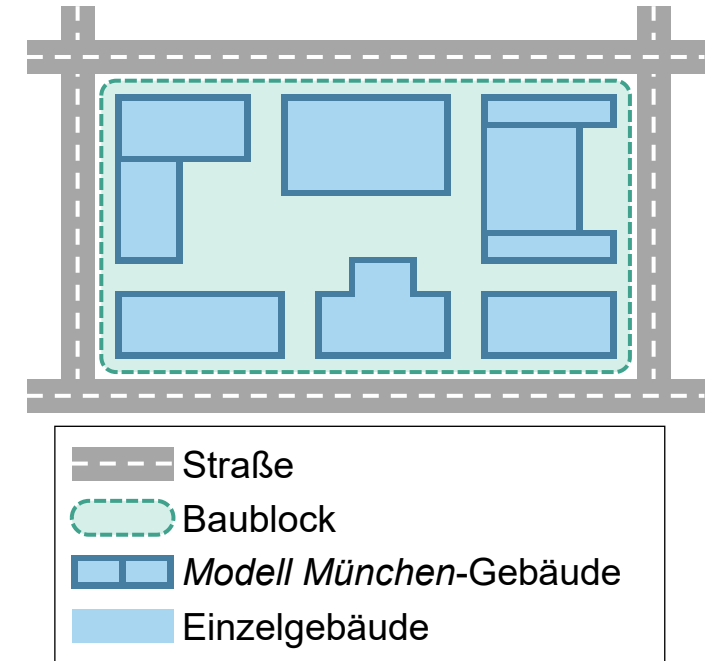
[1] Günther M.; Bayard G.: „Wärmewende in einer Großstadt. Entwicklung und Anwendung eines zentralen Planungs- und Steuerungsinstruments,“ Informatik 2023, LNI 337, Berlin, S. 1801-1808, 2023.

[2] Referat für Klima- und Umweltschutz, Referat für Arbeit und Wirtschaft: „Kommunale Wärmeplanung für München,“ Sitzungsvorlage Nr. 20-26 / V 11411, 2024, [Online]
<https://risi.muenchen.de/risi/dokument/v/8336612>, abgerufen am 20. Januar 2026.

Methodik – Lastmodellierung und Netzberechnung



Lastallokation



- Mehrfache Netzberechnung zur Berücksichtigung realistischer Spitzenlastbeiträge
- Verwendung des PowerFactory NS-Lastfluss
- Worst-Case-Betrachtung mit reduzierter Rechenzeit

[3] Wagler, M.; Witzmann, R.: "Erstellung und Evaluierung eines synthetischen Haushaltslastprofil-generators für Wirk- und Blindleistung", 14. Symposium Energieinnovation, Graz, 2016.

[4] Kreutmayr, S.; et al.: "Modeling of Demand Factors and Average Daily Load Profiles for Private and Public Charging Points in Urban Areas," NEIS 2022, Hamburg, 2022.

[5] Storch, D. J.; et al., "Modelling the Electrical Power Demand of Different Heat Pump Systems: Approaches for Simplified and Detailed Load Assessment," 18. Symposium Energieinnovation, Graz, 2024.

Methodik – Netzausbau

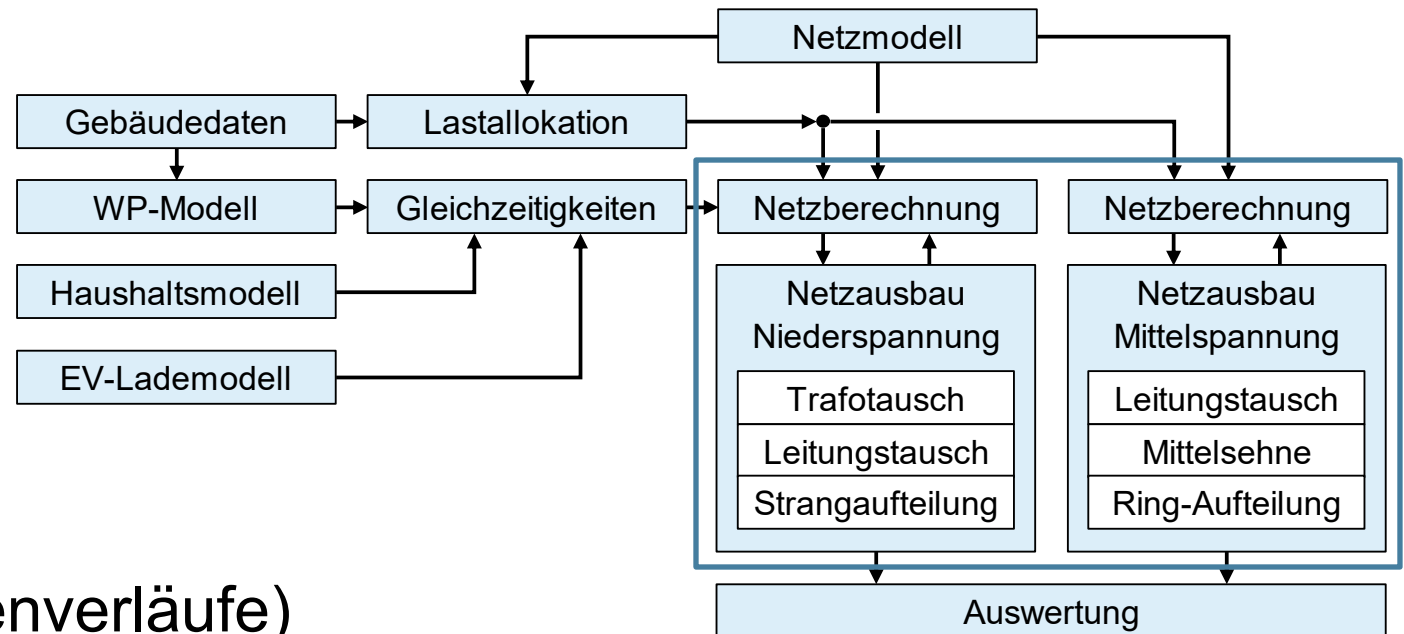
Netzstarke Zielnetzplanung für zwei Szenarien im Jahr 2050

→ 100 % Durchdringung Elektromobilität

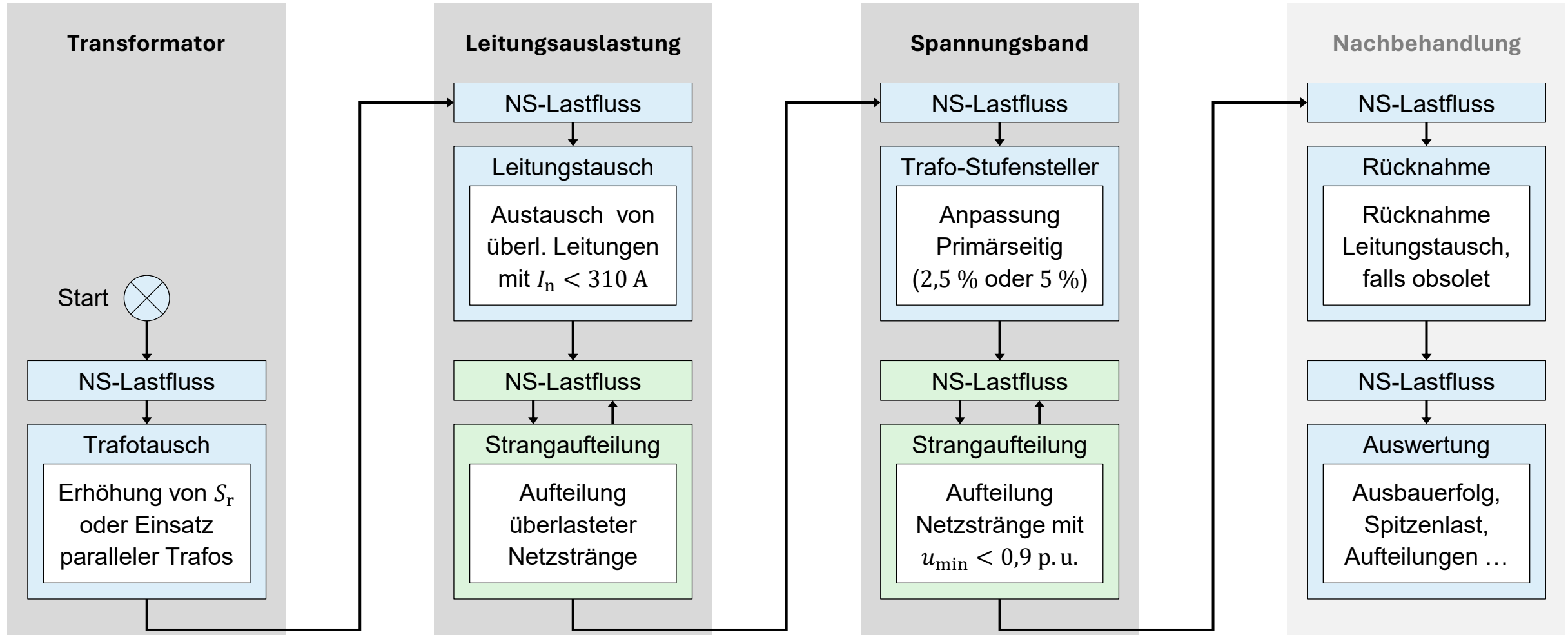
→ Modellierung Wärmebedarfe nach Szenario

Vorgehen

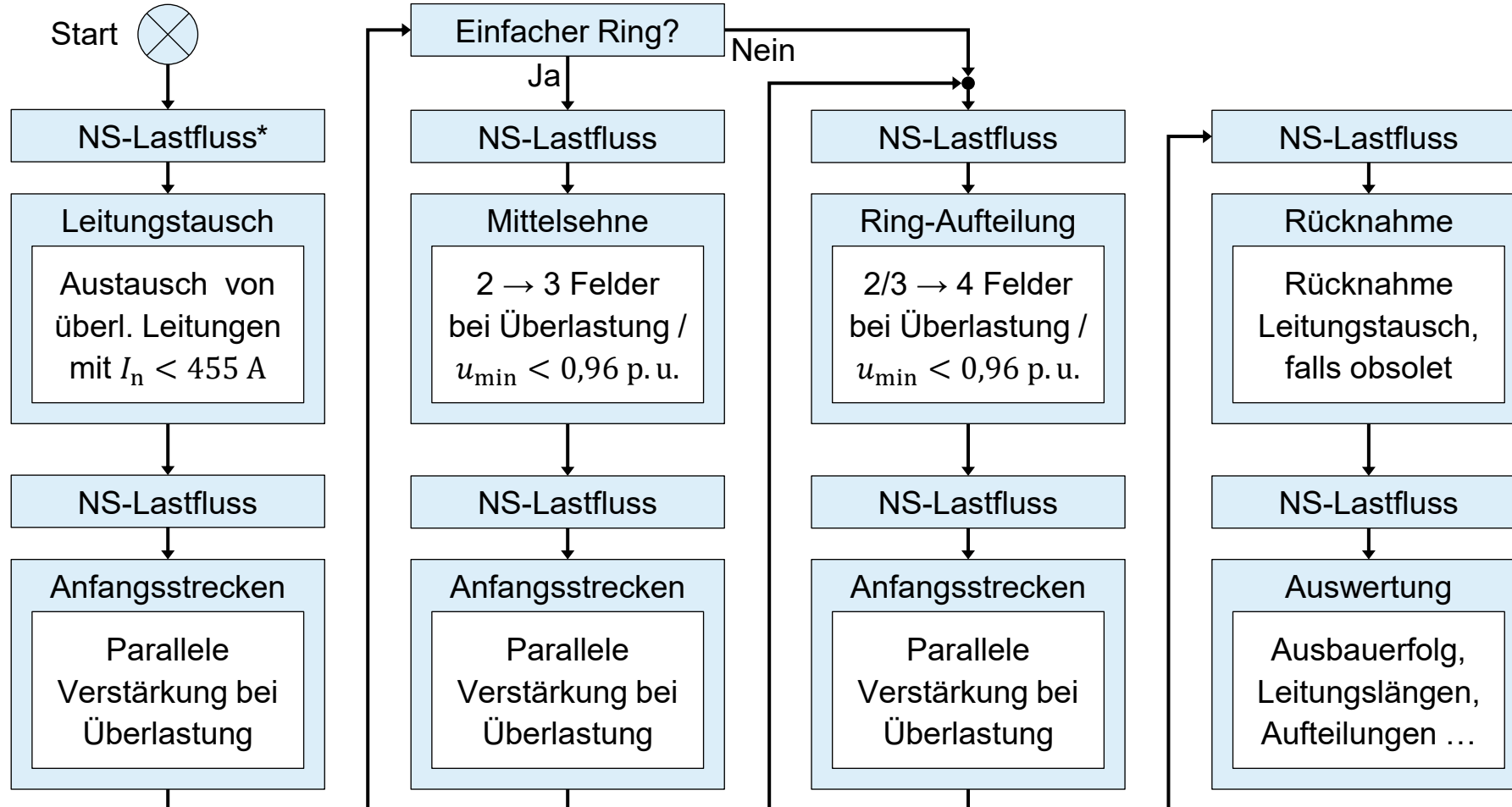
- Regelbasierter Ausbau
- Konventionelle Maßnahmen
- Vereinfachte Ermittlung von Ausbaulängen (bestehende Trassenverläufe)



Methodik – Netzausbau Niederspannung



Methodik – Netzausbau Mittelspannung



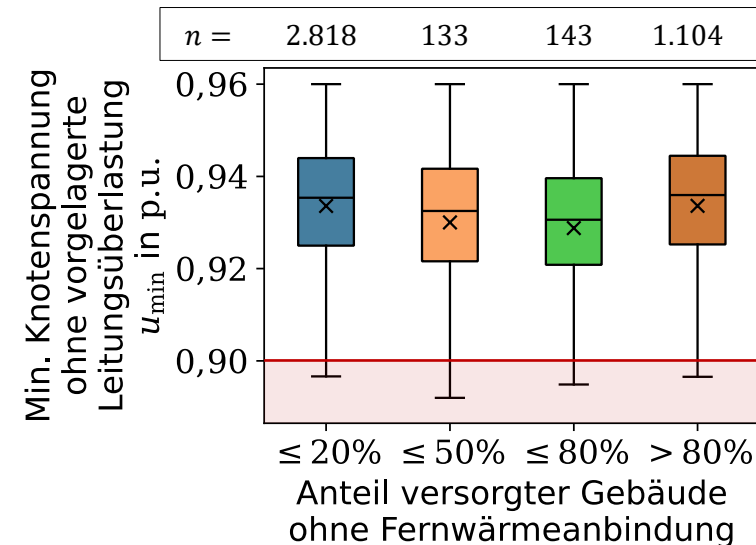
* Bezeichnung des Werkzeugs

Ergebnisse – Auswirkungen auf das Verteilnetz (Referenzszenario)

Niederspannung

- Transformator-Überlastung in 50 % der NS-Netze
- Weiträumige Leitungsüberlastungen
- Spannungsbandverletzungen verbreitet, im Zusammenhang mit Überlastungen
- Geringe Unterschiede zwischen Szenarien, höhere Auslastungen im Zielszenario

Kategorie	Anzahl Netze
Betrachtet	4.198
Grenzwertverletzung	3.860
Transformatorüberlastung	2.242
Leitungsüberlastung	3.537
Unterschreitung Spannungsband	2.463

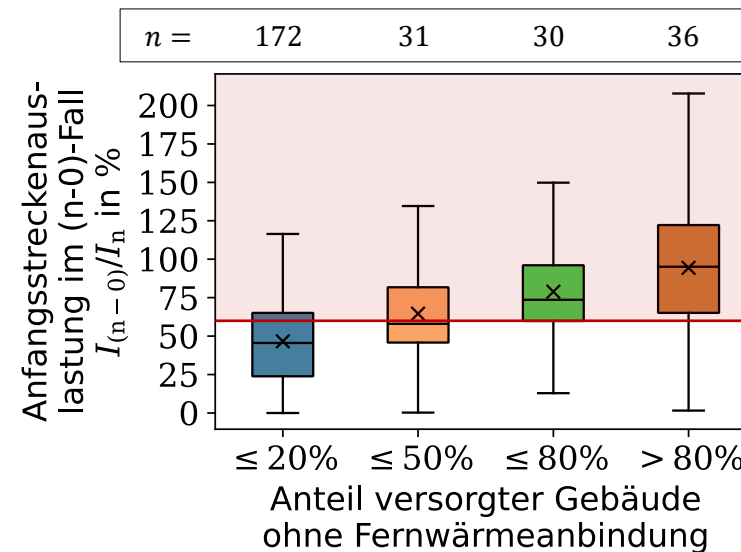


Ergebnisse – Auswirkungen auf das Verteilnetz (Referenzszenario)

Mittelspannung

- Vorwiegend Anfangsstrecken-Überlastungen, insbesondere im (n-0)-Fall
- Geringere Unterschiede zwischen betrachteten Szenarien
- Weniger Netze mit hohem Anteil an Gebäuden ohne Fernwärmepotential

Kategorie	Anzahl Netze
Betrachtet	279
Grenzwertverletzung	153
Überlastung (n-0)	153
Überlastung (n-1)	114
Unterschreitung Spannungsband	97



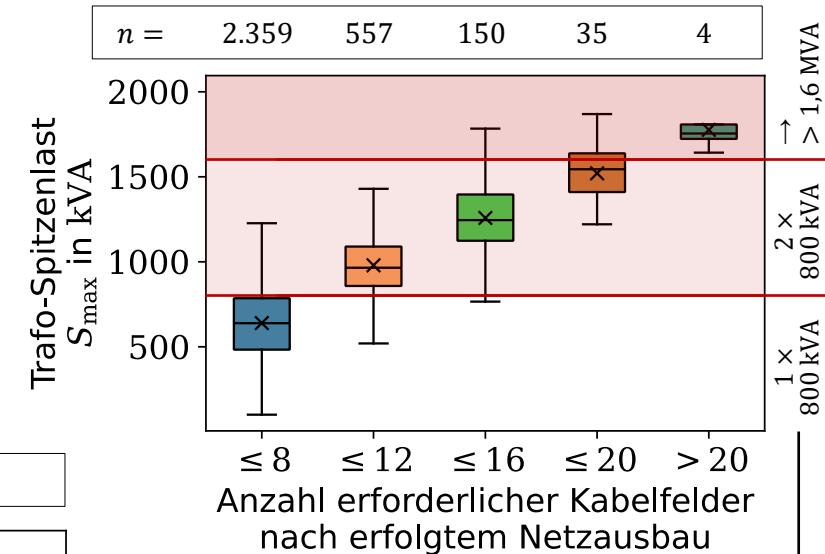
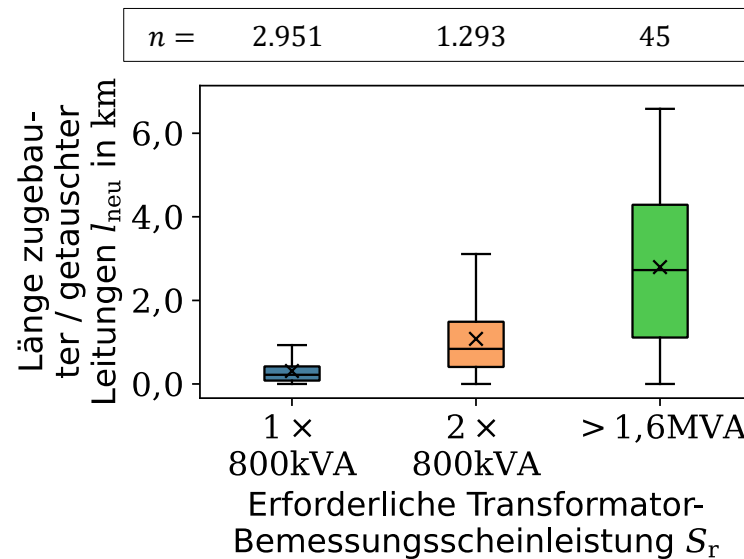
Ergebnisse – Netzausbau Niederspannung (Referenzszenario)

Transformatoren

- $S_r = 800$ kVA in ca. 40 % der Netze nicht ausreichend
- Zusammenhang mit Anzahl erforderlicher Netzstränge

Leitungen

- Ausbaulängen stark abhängig von FW-Verfügbarkeit
- In Großteil der Netze < 500 m
- Hohe Ausbaulängen in Verbindung mit hoher Transformator-Spitzenlast



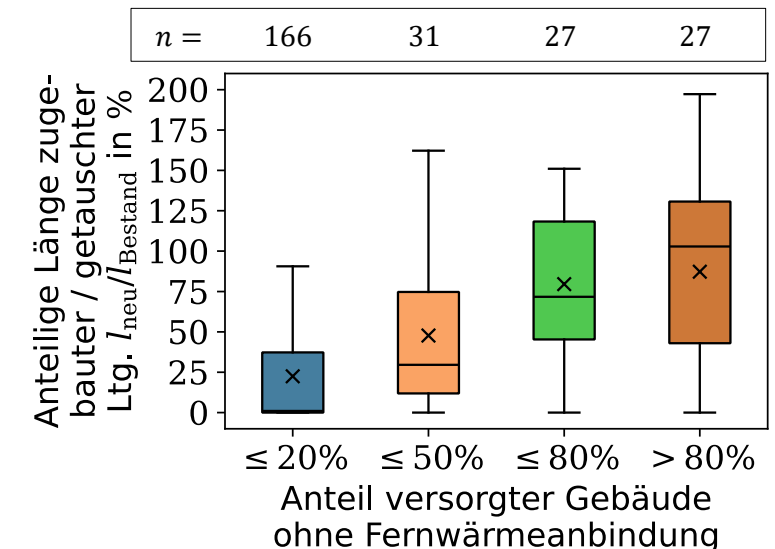
Ergebnisse – Netzausbau Mittelspannung (Referenzszenario)

Leitungstausch / Anfangsstreckenbehandlung

- Hohe Querschnitte erlauben Korrektur in Großteil der Netze
- 70 % der Ringe benötigen keine strukturelle Anpassung

Struktureller Ausbau

- In einfachen Ringen: Zubau einer Mittelsehne meist ausreichend (33)
- Ring-Aufteilung teils erforderlich (3 bzw. 9)
- Kein erfolgreicher Ausbau komplexer Konstrukte



→ Erforderliche Ausbaulängen bei FW-Verfügbarkeit unter 30 % des Bestands

Zusammenfassung und Ausblick

Auswirkungen und Ausbaubedarf

- Großteil des Verteilnetzes in München untersucht, hohe Anzahl betroffener Netze
- Niederspannung: Transformatoren, weiträumige Leitungsüberlastungen
- Mittelspannung: Anfangsstreckenüberlastungen, struktureller Ausbau $< 30\%$
- Starker Zusammenhang mit Verfügbarkeit von Fernwärmenetzen

Zukünftige Untersuchungen

- Erweiterte und verbesserte Lastmodellierung (Gewerbe, Großverbraucher)
- Berücksichtigung weiterer Integrationsmaßnahmen, gekoppelte Betrachtung, verbesserte Trassenführung, Nachverdichtung, Gemeinsame Betrachtung MS-NS
- Erhebung alternativer GZK, Perzentile < 100 statt Maximalwert [6]

[6] Storch, D. J.; Niederle, S.; Steinhart, C. J.; et al.: „Comparison of Simplified and Detailed Calculation Methods for Forecasting Load Development in Low-Voltage Grid Areas,“ 19. Symposium Energieinnovation, Graz, 2026.

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!



Simon Niederle

Technische Universität München
Arcisstraße 21
80333 München
Deutschland

Tel.: +49 89 289 25090

E-Mail: simon.niederle@tum.de

www.epe.ed.tum.de/ptd



grid for electrification



Literatur

- [1] Günther M.; Bayard G.: „Wärmewende in einer Großstadt. Entwicklung und Anwendung eines zentralen Planungs- und Steuerungsinstruments,“ Informatik 2023, LNI 337, Berlin, S. 1801-1808, 2023.
- [2] Referat für Klima- und Umweltschutz, Referat für Arbeit und Wirtschaft: „Kommunale Wärmeplanung für München,“ Sitzungsvorlage Nr. 20-26 / V 11411, 2024, [Online] <https://risi.muenchen.de/risi/dokument/v/8336612>, abgerufen am 20. Januar 2026.
- [3] Wagler, M.; Witzmann, R.: “Erstellung und Evaluierung eines synthetischen Haushaltslastprofil-generators für Wirk- und Blindleistung”, 14. Symposium Energieinnovation, Graz, 2016.
- [4] Kreutmayr, S.; et al.: “Modeling of Demand Factors and Average Daily Load Profiles for Private and Public Charging Points in Urban Areas,” NEIS 2022, Hamburg, 2022.
- [5] Storch, D. J.; et al., “Modelling the Electrical Power Demand of Different Heat Pump Systems: Approaches for Simplified and Detailed Load Assessment,” 18. Symposium Energieinnovation, Graz, 2024.
- [6] Storch, D. J.; Niederle, S.; Steinhart, C. J.; et al.: „Comparison of Simplified and Detailed Calculation Methods for Forecasting Load Development in Low-Voltage Grid Areas,“ 19. Symposium Energieinnovation, Graz, 2026.