

REGIONSABHÄNGIGE ENERGIESYSTEMANALYSEN AUF BASIS EINER DATENGESTEUERTEN VERTEILNETZMODELLIERUNG

Felix KLABUNDE^{1(*)}, Christian REINHOLD², Bernd ENGEL³

Inhalt

Der stetige Zubau an dezentralen Erzeugungsanlagen, sowie die zunehmende Sektorenkopplung im Mobilitäts- und Wärmebereich, können zu zusätzlichen Belastungen für die Stromnetze führen. Die bei der Integration in das Verteilnetz entstehenden Herausforderungen werden bereits in zahlreichen Forschungsprojekten untersucht und Lösungsansätze in die Praxis überführt. Die Untersuchung dieser Herausforderungen erfordert dabei die Kenntnis über vorhandene Verteilnetzstrukturen, Erzeuger und Lasten. Für regionsabhängige Energiesystemanalysen können reale Netzmodelle von Verteilnetzbetreibern verwendet werden, die jedoch aufgrund von Datenschutzgründen nicht ohne Weiteres herausgegeben bzw. veröffentlicht werden. Eine weitere Möglichkeit ist die Nutzung von Referenznetzen [1], die eine Verallgemeinerung realer Stromnetze darstellen und sich somit nur bedingt für regionsabhängige Energiesystemanalysen eignen.

Um das Problem fehlender Netz-, Last- und Erzeugungsdaten zu umgehen, wurden in den letzten Jahren Methodiken veröffentlicht, bei denen Verteilnetze auf Basis öffentlich verfügbarer Daten und geltender Richtlinien und Normen modelliert werden [2], [3]. Die recherchierten Ansätze beruhen jedoch auf verschiedenen Annahmen und betrachten die einzelnen Netzebenen in unterschiedlicher Detailtiefe. In diesem Paper wird daher ein Ansatz zur Modellierung regionaler Verteilnetzstrukturen auf Nieder- und Mittelspannungsebene mit Erzeugern und Lasten auf Basis öffentlich verfügbarer Daten vorgestellt, der auf den recherchierten Ansätzen aufbaut, diese kombiniert und um verschiedene Funktionen erweitert. Anhand der generierten Verteilnetze sollen zukünftig forschungsabhängige Fragestellungen beantwortet werden, wie z.B. die Untersuchung der Integration von elektrischen Landmaschinen im Forschungsprojekt Energy-4-Agri oder netzdienlicher Flexibilitäten im Forschungsprojekt flexess.

Methodik

Die recherchierten Ansätze zur Verteilnetzmodellierung werden zunächst untersucht und formal beschrieben. Anschließend erfolgt die Beschreibung der Generierung von Mittelspannungsregionen für ganz Deutschland. Auf Basis dieser werden die einzelnen Schritte der Stromnetzgenerierung auf Niederspannungsebene, bestehend aus der automatisierten Datenakquise, Gebäudetypisierung, Netzbildung und Validierung beschrieben.

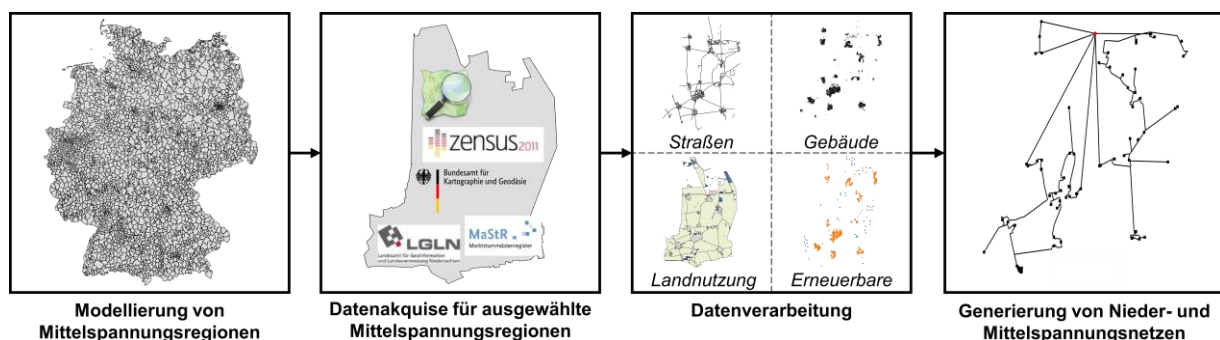


Abbildung 1: Methodik der datengesteuerten Verteilnetzmodellierung

Die generierten Niederspannungsnetze bilden zusammen mit den modellierten Mittelspannungsregionen in Deutschland die Grundlage für die Bildung von Mittelspannungsnetzen. Die ermittelten Ortsnetzstationen werden anhand des Traveling Salesman Problem zu

¹ TU Braunschweig, elenia Institut für Hochspannungstechnik und Energiesysteme, Schleinitzstraße 23, +49 531 391 9720, f.klabunde@tu-braunschweig.de, www.tu-braunschweig.de/elenia

² TU Braunschweig – elenia, Schleinitzstraße 23, c.reinhold@tu-braunschweig.de

³ TU Braunschweig – elenia, Schleinitzstraße 23, bernd.engel@tu-braunschweig.de

Mittelspannungsringen verknüpft. Anhand der Landnutzungsklassen in der betrachteten Region erfolgt die Auswahl von Freileitungen (Luftlinie) oder Kabel (entlang der Straßenzüge) sowie die Zuordnung geeigneter Standardtypen der Netzbetriebsmittel. Zur Abbildung der Erzeuger- und Lastsituation in der betrachteten Region erfolgt eine formale Beschreibung einer Methodik zur Verknüpfung von Daten aus dem Marktstammdatenregister mit OpenStreetMap-Daten, 3D-Gebäudemodellen (LoD2) und Prognosen zu Erneuerbaren Energien, wodurch gegenwärtige als auch zukünftige Erneuerbare Energien und Lasten realistischen Positionen zugeordnet werden können. Abschließend erfolgt die Validierung der erzeugten Netze für den Starklast- und Rückspeisefall sowie notwendige Netzoptimierungen bei auftretenden Grenzwertverletzungen.

Ergebnisse

Der Algorithmus für die Niederspannungsnetzgenerierung wurde beispielhaft anhand des Ortsteils Mölme der Gemeinde Söhlde in Niedersachsen, Deutschland getestet. Dazu wurden automatisiert über die Overpass-API von OpenStreetMap 66 Gebäude bestimmt und über die Methodik der Gebäudetypisierung 101 Haushalte zugeordnet. Anhand der Personen pro Haushalt wurde der jährliche Strombedarf abgeschätzt und ein passendes HTW-Lastprofil [4] identifiziert. Für die Gewerbebetriebe wurde anhand der Nutzfläche und des Gewebetyps der spezifische Strombedarf pro Jahr berechnet und ein Lastprofil ausgewählt.

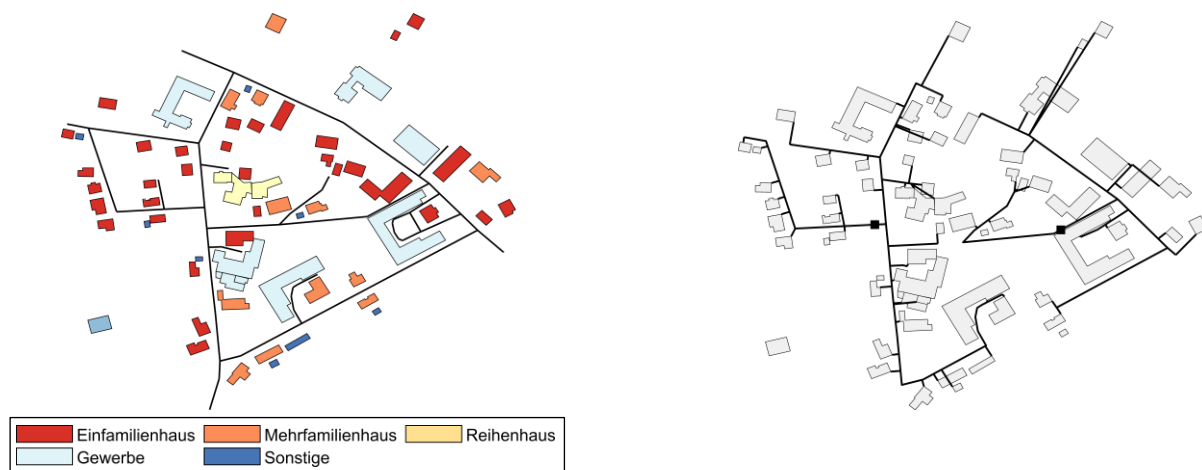


Abbildung 2: Kategorisierte Gebäude (links) und erzeugte Niederspannungsnetze (rechts) in der betrachteten Region

Der Algorithmus hat für den betrachteten Ortsteil zwei Niederspannungsnetze modelliert, mit einer jeweiligen Nennscheinleistung des Trafos von 160 kVA und einer Gesamtleitungslänge von 1,4224 km (linkes NS-Netz) und 1,4224 km (rechtes NS-Netz). Anhand von Netzberechnungen konnte gezeigt werden, dass in beiden Netzen keine Spannungsbandverletzungen und Betriebsmittelüberlastungen auftreten und die Netze als Basis für weitergehende Forschungsfragen geeignet sind.

Referenzen

- [1] G. Kerber, "Aufnahmefähigkeit von Niederspannungsverteilnetzen für die Einspeisung aus Photovoltaikkleinanlagen," Dissertation, Technische Universität München, München, 2011. Accessed: Mar. 10 2020
- [2] J. Amme, G. Pleßmann, J. Bühler, L. Hülk, E. Kötter, and P. Schwaegerl, "The eGo grid model: An open-source and open-data based synthetic medium-voltage grid model for distribution power supply systems," J. Phys.: Conf. Ser., vol. 977, p. 12007, 2018
- [3] J. Kays, A. Seack, T. Smirek, F. Westkamp, and C. Rehtanz, "The Generation of Distribution Grid Models on the Basis of Public Available Data," IEEE Trans. Power Syst., vol. 32, no. 3, pp. 2346–2353, 2017, doi: 10.1109/TPWRS.2016.2609850.
- [4] T. Tjarden, J. Bergner, J. Weniger, and V. Quaschnig, "Repräsentative elektrische Lastprofile für Wohngebäude in Deutschland auf 1-sekündiger Datenbasis," Accessed: Nov. 14 2021