

Zielsetzung des Projekts eGoⁿ

Der Ausbau der regenerativen Einspeisung und die fortschreitende Elektrifizierung weiterer Energiesektoren stellt die elektrischen Übertragungs- und Verteilnetze vor bedeutende Herausforderungen: fluktuierende Einspeisung steht veränderten Bedarfsmustern gegenüber. Gleichzeitig bietet die Integration weiterer Energiesektoren wie Gas, Wärme und Mobilität neue Flexibilitätsoptionen. Ziel des Forschungsprojekts eGoⁿ ist die spannungsebenenübergreifende Untersuchung von Effekten der Sektorkopplung und der Einbindung weiterer elektrischer Flexibilitäten wie Demand Side Management auf den Netz- und Speicherausbaubedarf in Deutschland. Es werden Chancen und Probleme identifiziert und bei der Ermittlung eines nach Gesamtkosten optimierten Energiesystems gezielt adressiert.

Im abgeschlossenen Forschungsprojekt *open_eGo (Open Electricity Grid Optimization)* [1] wurde ein transparentes, netzebenenübergreifendes Netzplanungsinstrument (*eGo*) entwickelt, das die Ermittlung volkswirtschaftlich günstiger Szenarien des Netzausbaus unter Berücksichtigung alternativer Flexibilitätsoptionen (Speicher und Redispatch) ermöglicht. Hierbei lag der Fokus auf dem Stromsektor mit seinen klassischen Stromanwendungen.

Die Berücksichtigung zusätzlicher Sektoren und deren Einbindung in Datenmodell und Optimierungstool, öffnet verschiedene Aufgabenfelder, welche im Rahmen des Projekts eGoⁿ bis Ende November 2022 bearbeitet werden:

Planungstool
Weiterentwicklung der Netzplanungstools *eTraGo*, *eDisGo* und *eGo* (siehe Abb. 1) zur Einbindung weiterer Sektoren mit ihren zusätzlichen Bedarfen und Flexibilitäten und Anpassung der Schnittstelle zwischen Optimierungstools und Datenmodell.

Open Data | Open Source
Wahrung der Open-Source- und Open-Data-Prinzipien durch Verwendung frei verfügbarer Daten, Entwicklung und Veröffentlichung des Quellcodes auf *GitHub* und der Ergebnisse unter freien Lizenzen auf der *Open Energy Database (oedb)* der *Open Energy Platform* [2]

Komplexität
Entwicklung, Untersuchung sowie Anwendung neuer **räumlicher und zeitlicher** Komplexitätsreduktionsmethoden zur Verringerung von Rechenzeiten und notwendigen Rechenkapazitäten bei adäquater Genauigkeit der Ergebnisse

Sektorkopplung
Erweiterung des Datenmodells um die Sektoren **Gas, Mobilität und Wärme** zur Identifikation der Herausforderungen und Potentiale fortschreitender Sektorkopplung sowie Optimierung des Energiesystems nach seinen Gesamtkosten.

Die in Abbildung 1 dargestellte Toolchain aus Instrumenten zur Erstellung der Input-Datenmodelle (links in Abb. 1) und den Optimierungstools (rechts) bilden die Grundlage für das Projekt eGoⁿ und werden im Rahmen dieses Projekts erweitert und überarbeitet.

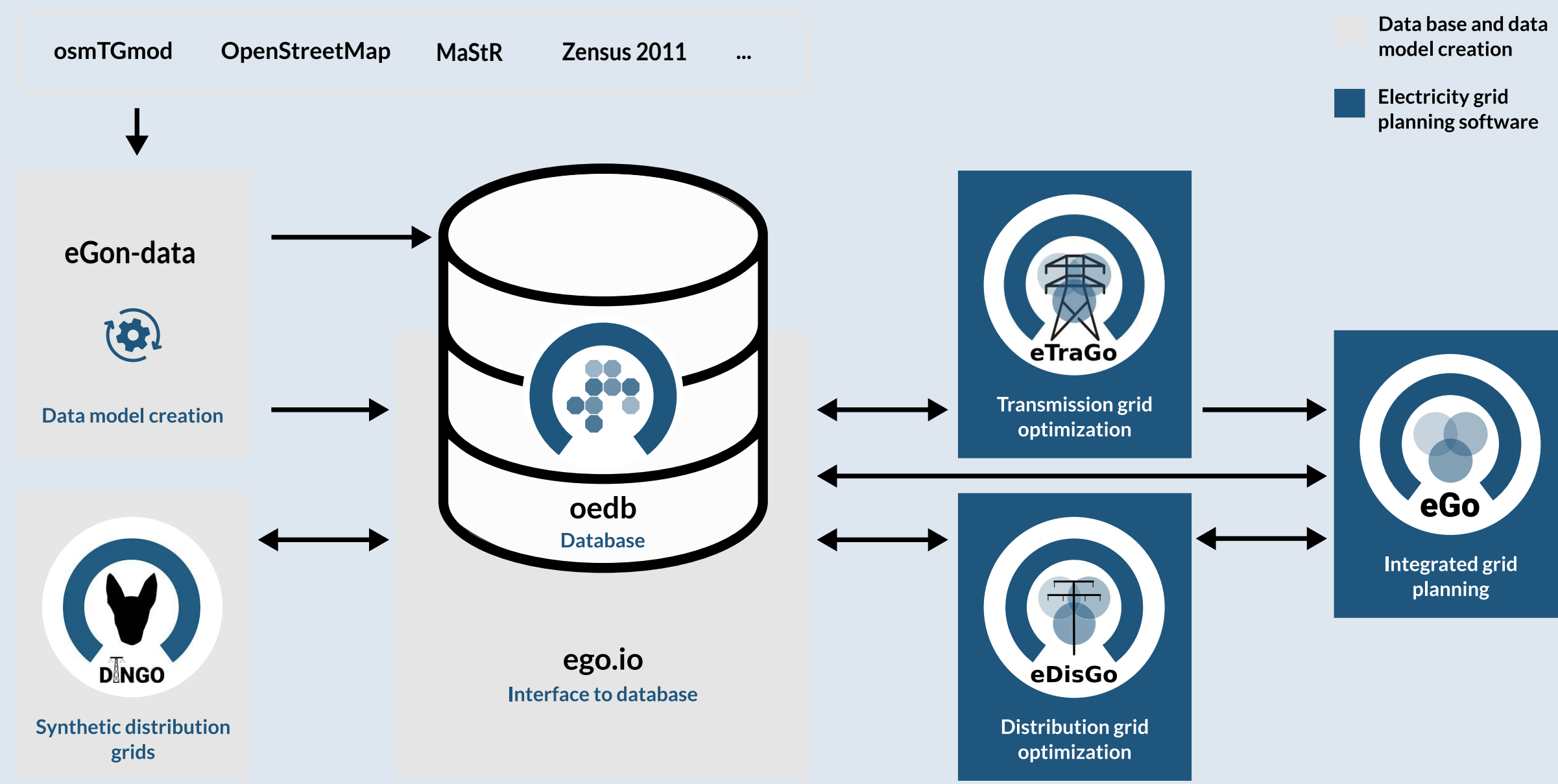


Abbildung 1: Toolchain der Projekte open_eGo und eGoⁿ (eigene Darstellung)

Datenmodell

Optimierungsrechnungen von der Nieder- bis zur Höchstspannungsebene zu ermöglichen, stellt in Sachen räumlicher und zeitlicher Auflösung, der Datenhandhabung und der Konsistenz verschiedener Aggregationsebenen große Anforderungen an das zugrundeliegende Datenmodell und dessen Erstellung. Im Rahmen von eGoⁿ wurde ein transparenter und reproduzierbarer Workflow zum Bezug und zur Verarbeitung offener Daten hin zu einem konsistenten Input-Datensatz für die Optimierungstools erarbeitet. Der *eGon-data Workflow* koordiniert eine Vielzahl von Verarbeitungsschritten zur Erstellung von zeitlich und geographisch hochaufgelösten Verbrauchs- und Erzeugungsdaten sowie Netztopologien mittels Apache Airflow unter Verwendung einer lokalen containerisierten PostgreSQL Datenbank. Weitergehende Dokumentationen und Codeentwicklungen werden auf Github veröffentlicht [3, 4].

Im Rahmen von eGoⁿ werden die beiden **Basisszenarien eGon2035 und eGon100RE** entwickelt. Ersteres orientiert sich in weiten Teilen am 1. Entwurf des NEP 2035 (2021) [5]. Das Basisszenario *eGon100RE* repräsentiert ein in der Zukunft liegendes rein auf erneuerbaren Energiequellen basierendes System und wird mit Hilfe des Tools *PyPSA-Eur-Sec* [6] entworfen.

Um die Modellierung und Optimierung bis in die Verteilnetzebene zu ermöglichen, ist eine **sehr hohe geographische Auflösung** der Daten notwendig. Das im Rahmen von *eGon-data* zu erstellende Modell weist die Strom- und Wärmebedarfe in einer räumlichen Auflösung von 100 x 100 m auf und orientiert sich dabei an der Auflösung der gitterzellenbasierten Ergebnisse des Zensus 2011. Erzeugerdaten sollen im Datenmodell punktgenau ausgewiesen werden, wofür eigene Methoden zur Anlagenplatzierung entwickelt werden. Zeitreihen werden in einer **stündlichen Auflösung** erstellt.

Daten über die im Projekt neu berücksichtigten Sektoren entstammen verschiedenen, teilweise weiterentwickelten Open Source Tools oder Datensätzen. Daten im Bereich Mobilität basieren auf dem offenen Tool *SimBEV* entwickelt im Rahmen des Forschungsprojekts *open_BEA* [7].

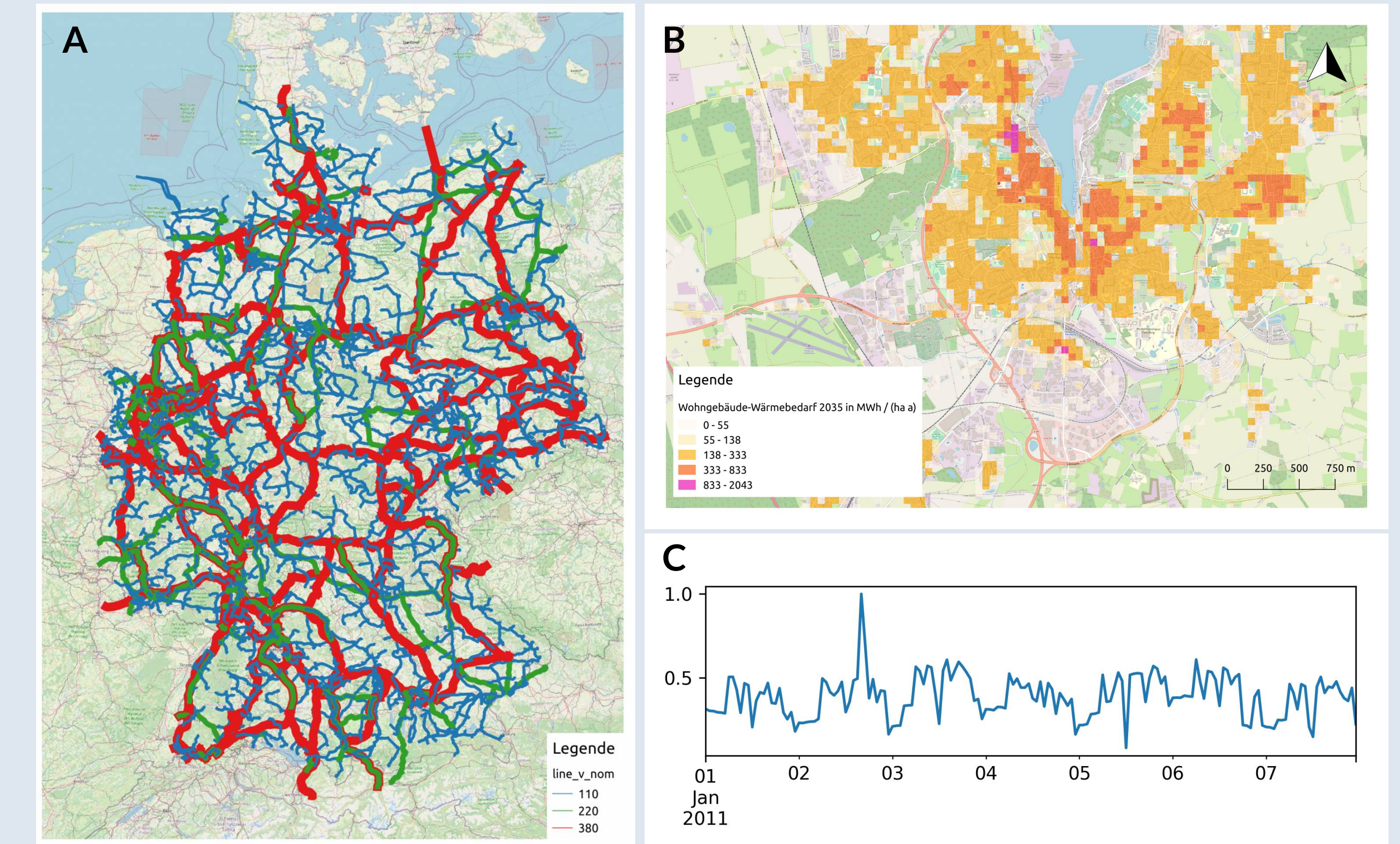


Abbildung 2:
A – Netztopologie der Übertragungsebene inklusive 110 kV-Ebene (© OpenStreetMap-Mitwirkende)
B – Haushalts-Wärmebedarfe Flensburgs im 100m Gitter basierend auf Peta 5.0.1 [8] (© OpenStreetMap-Mitwirkende)
C – Normierte Wärmebedarfszeitreihe einer Gitterzelle basierend auf [9]

Die in eGoⁿ für die verschiedenen Szenarien entwickelte Wärmebedarfsverteilung und Abgrenzungen potentieller Wärmenetze basieren auf Vorarbeiten aus dem Pan-European Thermal Atlas (Peta 5.0.1) [8]. Im Bereich Gas wird z.B. auf Ergebnisse aus dem Projekt *SciGRID_gas* zurückgegriffen.

Insgesamt wird mit Hilfe des *eGon-data* Workflows ein sehr komplexes, datenintensives Modell aufgebaut, welches im Rahmen der Optimierungsrechnungen schnell Fragen zum Umgang mit dem Spannungsfeld aus Modellkomplexität, Ergebnisgenauigkeit und Rechenaufwand aufwirft.

Komplexitätsreduktion

Deshalb sollen Ansätze zur **zeitlichen und räumlichen Komplexitätsreduktion** entwickelt, untersucht und angewendet werden. So wird beispielsweise aktuell die Nutzung eines k-medoids Dijkstra's Clustering als Ansatz zur räumlichen Komplexitätsreduktion untersucht. Dieser berücksichtigt im Gegensatz zum k-means Clustering die elektrischen Distanzen zwischen Knoten und somit die Topologie des elektrischen Netzes, während das k-means Clustering anhand der geografischen Distanzen clustert. So soll die komplexitätsreduzierte Abbildung des elektrischen Netzes verbessert werden.

Quellen | Links

- [1] open_eGo: <https://openegoproject.wordpress.com/> | [2] Open Energy Platform: <https://openenergy-platform.org/>
- [3] eGoⁿ: <https://ego-n.org/> | [4] Github openego: <https://github.com/openego>
- [5] Netzentwicklungsplan Strom 2035, Version 2021, Erster Entwurf der Übertragungsnetzbetreiber
- [6] PyPSA-Eur-Sec: <https://github.com/PyPSA/pypsa-eur-sec>
- [7] open_BEA: <https://openbeaproject.wordpress.com/>
- [8] Pan-European Thermal Atlas, Version 5.0.1: <https://www.seenergies.eu/peta5/>
- [9] Drauz, Simon. (2016). Synthesis of a heat and electrical load profile for single and multi-family houses used for subsequent performance tests of a multi-component energy system. 10.13140/RG.2.2.13959.14248.