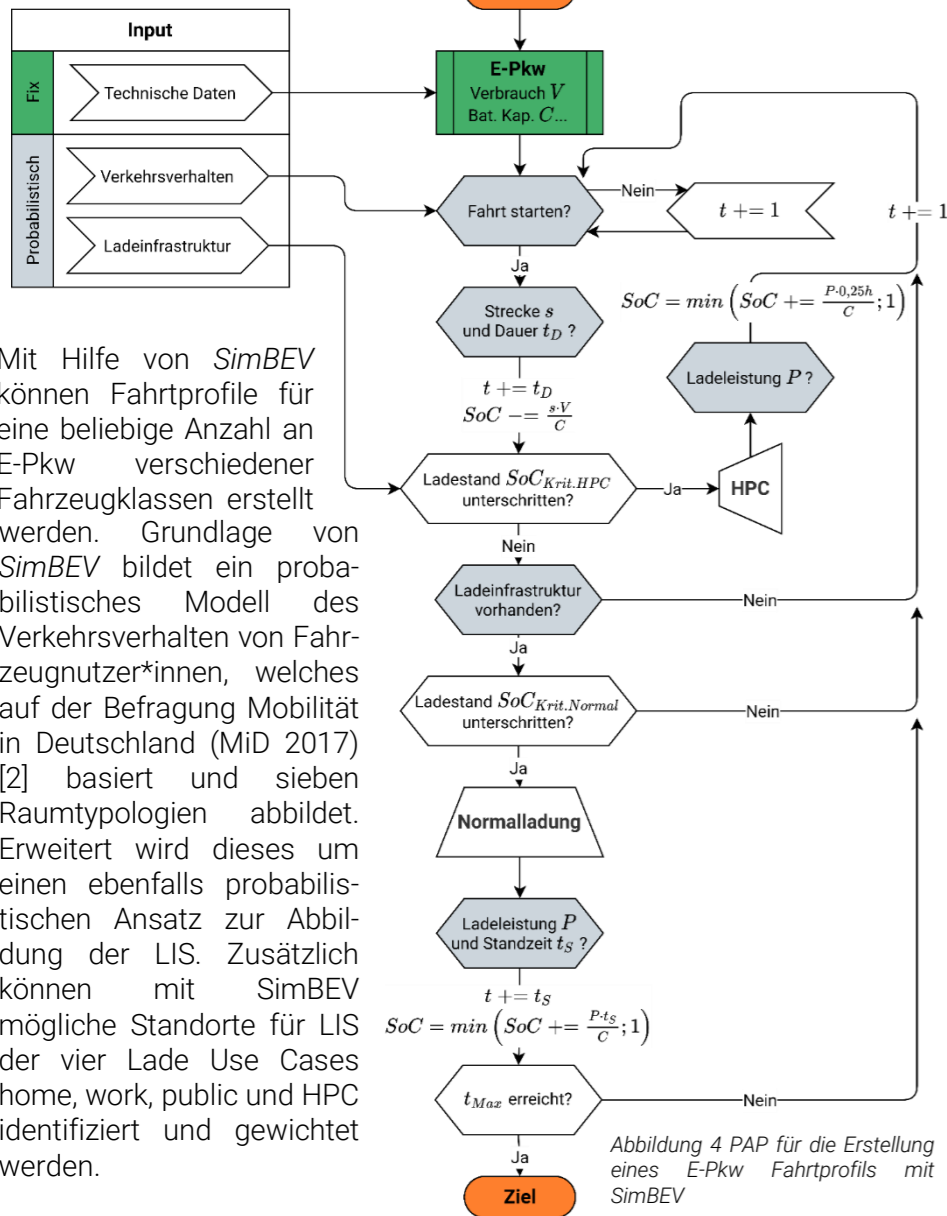


1. Motivation

Elektrofahrzeuge stellen als neue, mobile Verbraucher mit schwer planbarem Bedarf und hohen Ladeleistungen eine Herausforderung für Verteilnetzbetreiber dar. Andererseits können sie aufgrund der großen Speicherkapazitäten bei netzdienlicher Integration eine potenzielle Flexibilität für das Stromsystem liefern.

Im Rahmen des *open_BEa* Projektes wird die Netzintegration von Elektrofahrzeugen und deren flexibler Einsatz untersucht. In diesem Zuge wurde eine Methodik zur Erstellung von zeitlich und örtlich aufgelösten Nachfragezeitreihen des Mobilitätssektors erarbeitet, sowie verschiedene Ladestrategien implementiert und diese in Verteilnetzsimulationen integriert.

Exkurs: *SimBEV* [3]



2. Methodik

2.1 *SimBEV* [3]

Input

- MiD 2017 [2]
- Fahrzeughochlauf
- Technische Daten
- Probabilistik LIS

*LIS – Ladeinfrastruktur

Input

- Zensus [4]
- OSM [5]

*OSM – OpenStreetMap

Fahrtprofile

Probabilistische Erstellung von Fahrprofilen der E-Pkw unter Berücksichtigung der Raumtypologie



Lokalisation

Ermittlung von möglichen LIS-Standorten der Lade Use Cases *home*, *work*, *public* und *HPC* mitsamt Gewichtung



*HPC – High Power Charging

2.2 Integration in *ding0* [6] Netzmodelle

Zufällige und gewichtete Zuordnung der Ladevorgänge auf die möglichen LIS-Standorte je Lade Use case. Für *work* und *home* Ladevorgänge erhält jedes Fahrzeug einen eigenen Ladepunkt. Für öffentliche Ladevorgänge wird wann immer mögliche freie LIS verwendet. Die kumulierte Leistung aller Anschlusspunkte eines Anschlusspunktes bestimmt die Art der Netzintegration. Liegt diese unter 300 kVA erfolgt die Netzintegration in der NS. Unter 100 kVA werden *home* und *work* Ladestationen bestehenden Verbrauchern zugeordnet.

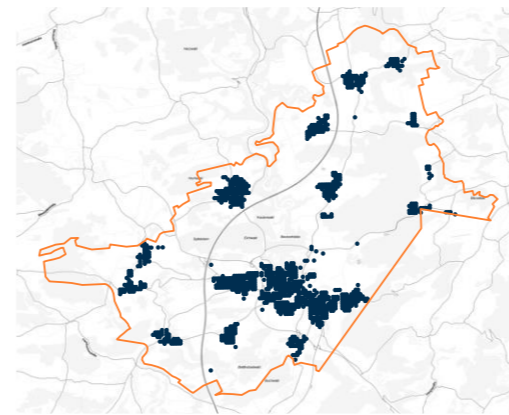


Abbildung 1 Integrierte Anschlusspunkte des Lade Use Case *home* innerhalb eines beispielhaften Netzgebietes

2.3 Ladestrategien

- **Grundannahmen:** Eine Flexibilisierung ist nur bei privaten Ladevorgängen (*home* & *work*) möglich und der Ladebedarf muss zu 100 % gedeckt werden.
- **Referenz-Laden:** Auf der MS-Ebene finden Ladevorgänge bei reduzierten Ladeleistungen (s. reduziertes Laden) statt und ansonsten ungesteuert.
- **Ladegruppen:** Die Ladepunkte werden in zwei Gruppen eingeteilt, denen alternierend 15-minütige Ladezeitfenster zugeordnet werden.
- **Reduziertes Laden:** Die Ladevorgänge erfolgen bei möglichst stark reduzierten Ladeleistungen. Die Mindestladeleistung beträgt 10 % der Nennleistung des Ladepunktes.
- **Residuallast-Laden (aktiv):** Das Ziel ist eine möglichst starke Glättung der Residuallast im Netzgebiet.

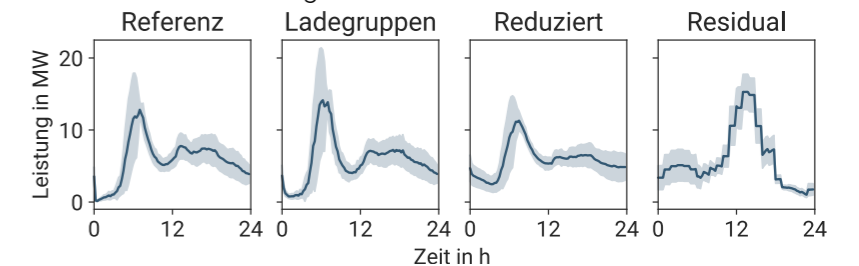


Abbildung 2 Durchschnittliche Last der E-Pkw über einen Tag mit Standardabweichung in einem PV-dominierten Netzgebiet in einer Woche mit hoher Einspeisung je Ladestrategie

2.4 Netzanalyse mit *eDisGo* [7]

Mit Hilfe einer nichtlinearen Lastflussanalyse werden fünf Referenznetzgebiete auf Netzprobleme untersucht. Anschließend wird über einen iterativen Prozess der zur Auflösung der Netzprobleme benötigte last- und/oder erzeugerseitige Abregelungsbedarf ermittelt. Anhand dieses Wertes werden Aussagen darüber möglich, inwieweit die Ladestrategien dazu in der Lage sind, kritische Netzbelastungen zu mindern. Dabei werden vorerst Netzprobleme auf der NS-Ebene, anschließend auf der MS-NS-Umspannebene und abschließend auf der MS-Ebene aufgelöst. Weiterhin werden Verletzungen des Spannungsbandes vor Überlastungen behandelt.

3. Ergebnisse und Ausblick

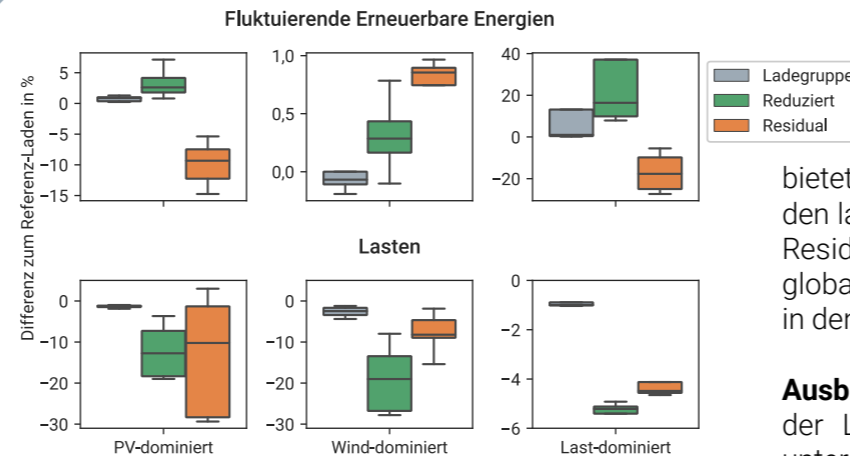


Abbildung 3 Differenz des Abregelungsbedarfs zum Referenzladen je Ladestrategie. Negative Werte stehen für eine Reduzierung des Abregelungsbedarfs.

Ergebnisse: Das vorgestellte Modell bietet die Möglichkeit die Effekte der Netzintegration von E-Pkw auf Verteilnetze zu untersuchen. Die Ladegruppen erweisen sich als wenig effektiv. Das reduzierte Laden bietet durch die Verstetigung der Last eine gute Möglichkeit, den lastseitigen Abregelungsbedarf zu mindern. Der Erfolg des Residuallast-Ladens ist stark davon abhängig, inwieweit die globale Residuallast im Netzgebiet die lokalen Gegebenheiten in den einzelnen Netzabschnitten widerspiegelt.

Ausblick: Das Modell soll um eine netzfreundliche Platzierung der LIS ergänzt werden. Es sollen weitere Ladestrategien untersucht werden und das Residuallast-Laden durch die Beachtung weiterer Randbedingungen verbessert werden.

Quellen

Eine genaue Beschreibung der Annahmen, Methodik und Ergebnisse findet sich in [1].

- [1] K. Helfenbein, *Analyse des Einflusses netzdienlicher Ladestrategien auf Verteilnetze aufgrund der zunehmenden Netzintegration von Elektrofahrzeugen* (2021, Veröffentlichung ausstehend)
- [2] ifas Institut für angewandte Sozialwissenschaft GmbH, *Mobilität in Deutschland* (2017)
- [3] Reiner Lemoine Institut gGmbH, *SimBEV* (2021, Veröffentlichung ausstehend)
- [4] Statistisches Bundesamt, *Ergebnisse des Zensus 2011 zum Download* (2011)
- [5] OpenStreetMap Foundation (OSM), *OpenStreetMap*
- [6] open_eGo-Team, *Distribution Network Generator* (2019)
- [7] open_eGo-Team, *Electricity Distribution Grid Optimization* (2017)