

LADEVERHALTEN AN ÖFFENTLICHEN LADESÄULEN – PROBABILISTISCHE VERTEILUNGEN FÜR DIE MODELLIERUNG

Simon KREUTMAYR¹, Jonas ALLGAIER¹, Simon NIEDERLE²,
Christoph J. STEINHART³, Christian GUTZMANN³,
Michael FINKEL¹, Rolf WITZMANN²

Motivation

Mit Änderung des Klimaschutzgesetzes vom 31.08.2021 verschärft die deutsche Bundesregierung die Ziele zur Klimaneutralität bis 2045 [1]. Die Studie „Klimaneutrales Deutschland 2045“ [2] beschreibt eine Strategie zur Umsetzung dieser Ziele unter anderem mit einem Wandel zu überwiegend batterieelektrischen PKW. Dieser Technologietransfer erfordert den Aufbau von Ladeinfrastruktur und die dafür notwendige Integration ins Verteilnetz. Besonders im städtischen Umfeld mit beschränktem privaten Parkraum entstehen viele öffentliche Ladesäulen, die je nach Ladesäulentyp und Standort unterschiedliche Netzbelastungen hervorrufen. Zur Untersuchung der optimalen Netzintegration von Ladesäulen werden im Forschungsprojekt E-Motion-to-Grid Simulationsmodelle entwickelt, welche diese Netzbelastungen abbilden. Eine Datenbasis für die Parametrierung der Modelle wird durch eine Messkampagne an 32 öffentlichen Ladesäulen generiert. Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Ermittlung von probabilistischen Verteilungen zur Modellierung des Ladeverhaltens an öffentlichen Ladesäulen.

Methodik

Die Auswahl von Ladesäulen für die Messkampagne erfolgt abhängig vom Ladesäulentyp und dem Standort (vgl. Abbildung 1). Beim Ladesäulentyp wird zwischen AC- und DC-Ladung, sowie der Ladeleistung unterschieden (Typ 1 bis 4). Der Standort wird für Typ 1 und 2 mit Hilfe des Flächennutzungsplans [3] und der in [4] beschriebenen Methodik eingeordnet, da hierfür bereits Abhängigkeiten zum Ladeverhalten identifiziert wurden [5]. Bei Typ 3 und 4 kann der Standort direkt einem Tankstellengelände oder einem Kundenparkplatz zugeordnet werden.

Typ 1: 17 Ladesäulen Lade- 2x 22 kW AC punkte:	Typ 2: 10 Ladesäulen Lade- 50 kW DC & punkte: 22 kW AC	Typ 3: 4 Ladesäulen Lade- 150/225 kW DC punkte: & 22 kW AC	Typ 4: 1 Ladesäule Lade- 20 kW DC oder punkte: 22 kW AC
Standort: Straßenbereich mit unterschiedlicher Flächennutzung • Wohngebiet: WA, WB, WR, W • Gewerbeartiges Gebiet: SO, GE, AG • Städtisches Kerngebiet: MK, GB <small>(Abkürzungen: siehe Flächen- nutzungsplan)</small>	Standort: • Tankstellengelände: Ta • Kundenparkplatz: Ku (150 kW)	Standort: • Kundenparkplatz von Supermarkt: Ku (20 kW) • Kostenlos, max. 1 h, nur während Öffnungszeiten	

Abbildung 1: Ladesäulentypen und Standorte der Messkampagne (Legende Flächennutzungsplan [3])

Die Vermessung der Ladesäulen erfolgt mit Hilfe von Netzanalysatoren im Anschlusskasten der Ladesäule (Typ 1), im vorgelagerten Zähl- und Wandlerschrank (Typ 2 und 3), am Kabelabgang in der Trafostation (Typ 3) oder in der Gebäudeverteilung (Typ 4). Bei Ladesäulen mit mehr als einem Ladepunkt können sich somit Ladevorgänge in den Messzeitreihen überschneiden, wodurch die eindeutige Bewertung eines Ladevorgangs nicht mehr möglich ist. Im Fokus der Analyse steht der gemessene Wirkleistungsverlauf. Die Erkennung eines Ladevorgangs im Wirkleistungsverlauf ist über die Erfassung ansteigender und abfallender Flanken möglich. Anschließend erfolgt die Klassifizierung und Speicherung in einer Datenbank. Die Klassifizierung basiert auf zeitlichen (Datum, Wochentag, Startzeitpunkt, Ladedauer) und elektrischen Größen (maximale Ladeleistung, geladene Energie, Vollastfaktor, belastete Außenleiter). Die Kennzahlen der Klassifizierung werden für die in Abbildung 2 beschriebene Verallgemeinerung verwendet.

¹ Hochschule Augsburg, An der Hochschule 1, 86161 Augsburg, Tel.: +49 821 4486-3634
E-Mail: simon.kreutmayr@hs-augsburg.de, Web: www.hs-augsburg.de

² Technische Universität München, E-Mail: simon.niederle@tum.de

³ SWM Infrastruktur GmbH & Co. KG, E-Mail: steinhart.christoph@swm-infrastruktur.de

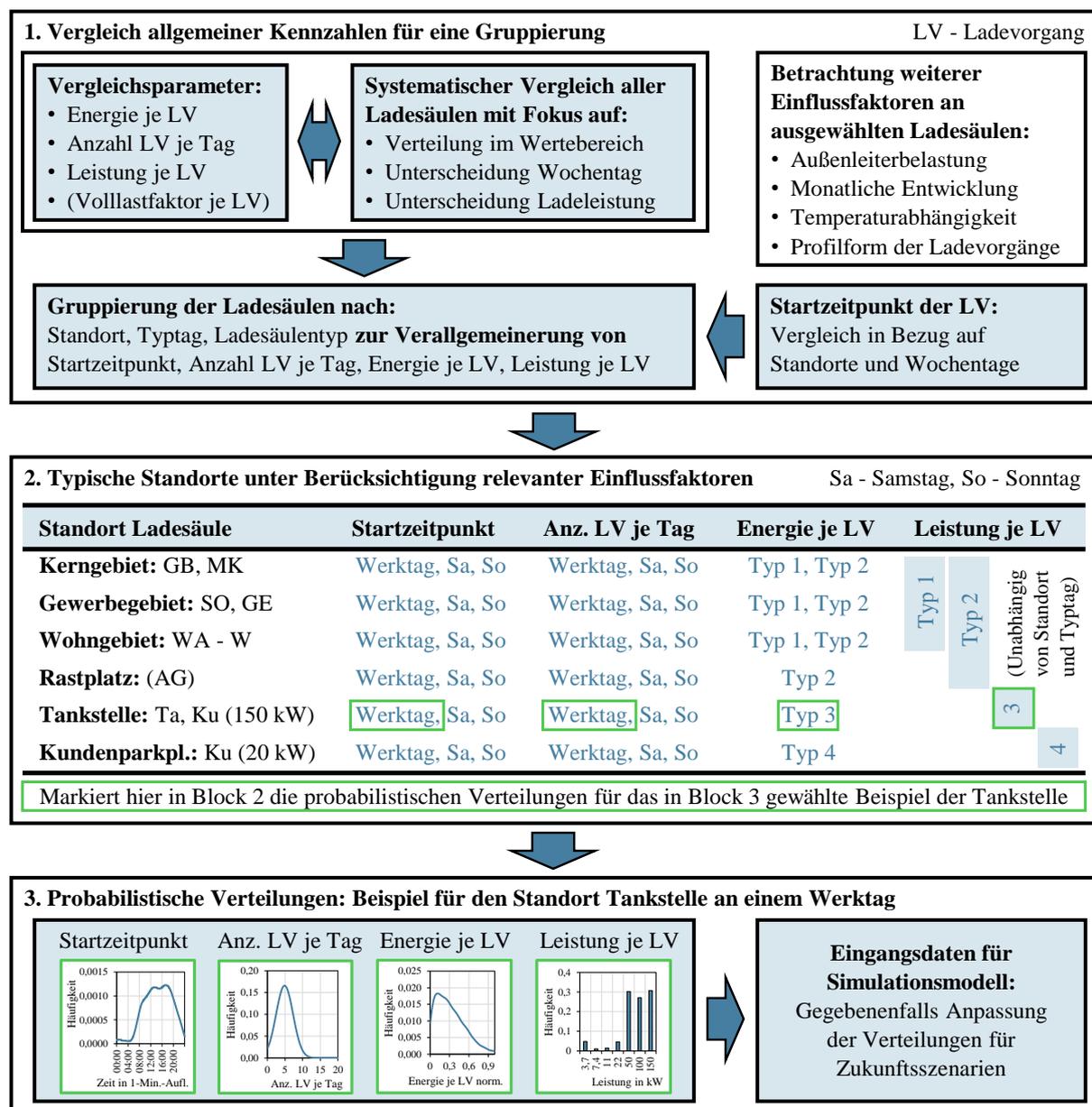


Abbildung 2: Methodik zur Auswertung und Verallgemeinerung von Messdaten für die Modellbildung

Ergebnisse und Ausblick

Als Ergebnis der Verallgemeinerung stehen probabilistische Verteilungen für vier Ladesäulentypen an charakteristischen Standorten mit dazugehörigen Typtagen zur Verfügung. Die Häufigkeitsverteilungen beziehen sich auf den Startzeitpunkt, Anzahl Ladevorgänge je Tag, geladene Energie je Ladevorgang, und Ladeleistung je Ladevorgang. Ergänzend zum gewählten Modellierungsansatz, der vereinfacht eine konstante Ladeleistung während des gesamten Ladevorgangs annimmt, erfolgt außerdem eine Analyse von typischen Ladeprofilformen mit Hilfe der generierten Profildatenbank.

Referenzen

- [1] Die Bundesregierung, Klimaschutzgesetz 2021: Generationenvertrag für das Klima. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/klimaschutzgesetz-2021-1913672>.
- [2] Prognos, Öko-Institut und Wuppertal-Institut, Agora: „Klimaneutrales Deutschland 2045: Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann“, 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2021/2021_01_DE_KNDE2045/KNDE2045_Langfassung.pdf.
- [3] Landeshauptstadt München Referat für Stadtplanung und Bauordnung, Flächennutzungsplan mit integrierter Landschaftsplanung. [Online]. Verfügbar unter: http://www.fnp-muenchen.de/pdf/fnp_faltblatt_2020.pdf.
- [4] S. Niederle et al., „Analysis of the Service Area of Public Charging Stations for Electric Vehicles in Urban Area“, CIRE2021, Genf, 2021.
- [5] S. Kreutmayr et al., „Time-Dependent and Location-Based Analysis of Power Consumption at Public Charging Stations in Urban Areas“, CIRE2021, Genf, 2021.

