

# **Elektromobilität im städtischen Niederspannungsnetz – Auswirkungen standortbezogener Szenarien auf ein dynamisches Lastmanagement am Netzanschluss**

Themenbereich: (3) Integrierte Netze der Zukunft

Simon KREUTMAYR<sup>1(1)</sup>, Dominik J. STORCH<sup>(1)</sup>, Simon NIEDERLE<sup>(2)</sup>, Christoph J. STEINHART<sup>(3)</sup>, Maik GÜNTHER<sup>(4)</sup>, Michael FINKEL<sup>(1)</sup>, Rolf WITZMANN<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>Hochschule Augsburg, <sup>(2)</sup>Technische Universität München,

<sup>(3)</sup>SWM Infrastruktur GmbH & Co. KG, <sup>(4)</sup>Stadtwerke München GmbH

## **Motivation und zentrale Fragestellung**

Die stark wachsenden Zulassungszahlen von batterieelektrischen Fahrzeugen (BEV) im PKW-Segment verdeutlichen den Wandel zur Elektromobilität und erfordern die bedarfsgerechte Bereitstellung von Ladeinfrastruktur [1]. Die Netzintegration der Ladepunkte bedingt eine vorausschauende Netzplanung, um Leitungen und Transformatoren mit einer Lebensdauer von etwa 40 Jahren [2] für zukünftige Durchdringungen mit BEV passend zu dimensionieren. Zusätzlich können finanzielle und regulatorische Anreize das Ladeverhalten beeinflussen und damit zu einer Unter- oder Überdimensionierung der Betriebsmittel führen. Bei einer größeren Ansammlung von Ladepunkten an einem Netzanschlusspunkt wird bereits heute in den meisten Fällen ein Lastmanagement durch den Anschlussnehmer installiert [3]. Vor allem bei einem dynamischen Lastmanagement (DLM) kann die Kapazität des bestehenden Netzanschlusspunktes vollständig ausgenutzt werden und der Anschlussnehmer Netzausbau mit Kostenbeteiligung vermeiden. Diese Voraussetzungen sind im städtischen Umfeld vorzufinden, wo zum Beispiel mehrere Tiefgaragen über das gleiche Niederspannungsnetz versorgt werden. Mit Hilfe eines Simulationsmodells werden die Auswirkungen auf das Verteilnetz bei der Integration von BEV mit und ohne DLM am Netzanschlusspunkt gegenübergestellt. Um die Unsicherheiten bei den Annahmen für die Eingangsdaten bewerten zu können, werden zusätzlich Sensitivitätsanalysen in Bezug auf die Durchdringung, die Ladeleistung, das Ladeintervall und die Ladeortverteilung (Heimladeanteil) durchgeführt.

## **Methodische Vorgangsweise**

Im Rahmen dieser Arbeit wird anhand von drei beispielhaften Netzen eine Methodik entwickelt, die später automatisiert und flexibel mit Hilfe von Standortdaten auf unterschiedliche Niederspannungsnetze angewendet werden soll. Da innerhalb des Niederspannungsnetzes die Anzahl der Verbraucher nicht ausreichend groß ist, um diese mit definierten Lastgängen (z.B. Standardlastprofilen) zu modellieren [4], werden stochastische Modelle für die Nachbildung der Haushaltlasten und BEV-Ladevorgänge verwendet. Das Prinzip der Lastprofilgeneratoren basiert auf einer Monte-Carlo-Simulation, wobei eine aussagekräftige Bewertung die Analyse mehrerer Iterationen erfordert. Hierbei wird der Fokus auf die resultierende Summenlast am Ortsnetztransformator sowie an den Niederspannungshauptsträngen gelegt. Zukünftig sollen die realen Netze in einem Netzmodell abgebildet werden, um auch inhomogene Leitungsverlegungen zu berücksichtigen und die Spannungsqualität zu bewerten. Abbildung 1 zeigt die Vorgehensweise in drei Arbeitsschritten.

## **Ergebnisse und Schlussfolgerungen**

Zur Entwicklung und Validierung der Methodik werden drei charakteristische, reale Netze einer deutschen Großstadt verwendet, die sich hinsichtlich der Bebauungsstruktur und dadurch auch in der Parksituation unterscheiden (Tabelle 1). Das hat Auswirkungen auf die zu erwartende Art (privat,

*Tabelle 1: Bebauungsstruktur und Parkplatzsituation der betrachteten Niederspannungsnetze*

	<b>Netz 1</b>	<b>Netz 2</b>	<b>Netz 3</b>
<b>Bebauungsstruktur</b>	Wohngebiet im Altbestand mit Blockbebauung	Wohngebiet im Neubau mit Zeilenbebauung	Gewerbegebiet für Einzel- & Großhandel
<b>Parkplatzsituation</b>	Wenige Parkplätze in Innenhof, einzelne kleine Tiefgaragen, viele Straßenstellplätze	Keine Parkplätze auf priv. Grund, große Tiefgaragen, wenige Straßenstellplätze	Große Parkflächen vor Gebäuden, keine Straßenstellplätze

<sup>1</sup> Jungautor, An der Hochschule 1, +49 821 5586-3634, [simon.kreutmayr@hs-augsburg.de](mailto:simon.kreutmayr@hs-augsburg.de)

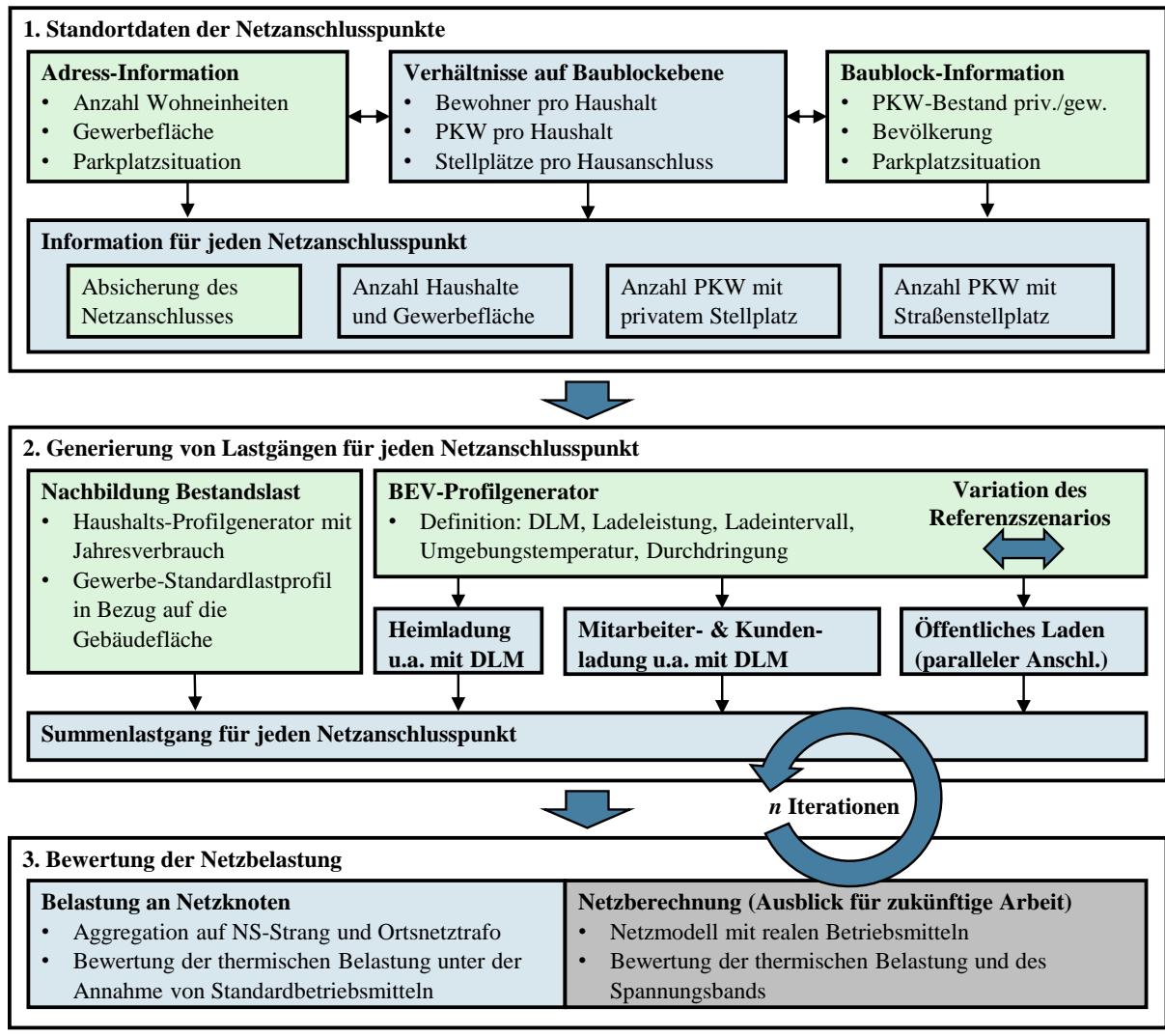


Abbildung 1: Methodische Vorgehensweise

öffentliche) und Anzahl von Ladepunkten hinter einem Netzanschlusspunkt. Diese Faktoren sind wiederum ausschlaggebend für Anwendbarkeit und Wirksamkeit eines DLM am Netzanschlusspunkt und dessen Einfluss auf die Lastgänge im Netz. Der Fokus liegt auf einem Winterwerktag, da zu diesem Zeitpunkt in den meisten Netzen typischerweise eine hohe Last erwartet wird. Die zeitliche Auflösung entspricht einem 1-Minuten-Intervall, um auch kurze Ladevorgänge (< 20 min) präzise abbilden zu können. Für die Untersuchung der Sensitivität der Eingangsdaten wird ein Basisszenario definiert, das immer nach Variation einer Stellgröße zum Vergleich herangezogen wird. Die Langfassung der Arbeit beinhaltet die Untersuchungsergebnisse in den charakteristischen Niederspannungsnetzen, prognostiziert die durch Elektromobilität zu erwartende Lastzunahme und hebt hierbei den Einfluss des DLM hervor.

## Literatur

- [1] Kraftfahrt Bundesamt, „Neuzulassungen von Personenkraftwagen im Januar 2021 nach Marken und alternativen Antrieben,“ [Online]. Available: [https://www.kba.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2021/pm\\_07\\_2021\\_alternative\\_Antriebe\\_01\\_2021.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=10](https://www.kba.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2021/pm_07_2021_alternative_Antriebe_01_2021.pdf?__blob=publicationFile&v=10). [Zugriff am 16. Mai 2021].
- [2] FFE Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V., Projekt Merit Order Netz-Ausbau 2030 - Teilbericht Maßnahmenklassifizierung, Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V. (FFE), 2016.
- [3] Stadtwerke München GmbH, „M-Ladelösung – die Ladestation fürs Elektroauto,“ [Online]. Available: <https://www.swm.de/elektromobilität/privat-laden>. [Zugriff am 16. Mai 2021].
- [4] P. Esslinger und R. Witzmann, „Entwicklung und Verifikation eines stochastischen Verbraucherlastmodells für Haushalte,“ EnInnov2012, Graz, 2012.