

# **CASE STUDY - EINFLUSS VON E-MOBILITÄT AUF EIN ELEKTRISCHES VERTEILNETZ MIT EINEM NEUARTIGEN MODELLIERUNGSANSATZ**

**Julia VOPAVAL<sup>1</sup>, Thomas KIENBERGER<sup>1</sup>**

## **Motivation & Inhalt**

Zur Erreichung der Klimaziele ist es notwendig, verschiedene Aspekte des täglichen Lebens zu dekarbonisieren. In Österreich liegt beispielsweise der Anteil des Verkehrssektors bei bis zu 25 % des Bruttoinlandsverbrauchs (~400 TWh pro Jahr) und wird zum größten Teil aus fossilen Energieträgern versorgt. [1] Die Dekarbonisierung des Verkehrssektors erfordert somit eine rasche Umstellung auf alternative Energiequellen, z.B. batteriebetriebene Fahrzeuge (EV) die mit Ökostrom geladen werden. Dieser Wandel wird von einem steigenden Energiebedarf begleitet, welcher zusätzlich in Kombination mit dezentraler Energieerzeugung aus erneuerbaren Energien zu einer zusätzlichen Belastung des elektrischen Netzes führen wird (z.B. Reduzierung der Netzstabilität und geringere Versorgungssicherheit). Daher ist es notwendig den Energie- und Leistungsbedarf zukünftiger E-Mobilität abschätzen zu können und dessen Deckung mit Hilfe von erneuerbaren Energieträgern zu analysieren. In dieser Arbeit werden in diesem Zusammenhang Teilergebnisse einer Case-Study für die Stadt Leoben, Österreich, vorgestellt werden. Unter Verwendung eines erstellten vereinfachten Netzmodells, werden für unterschiedliche Szenarien Lastflussberechnungen durchgeführt und hinsichtlich Netzauslastung analysiert. Die Szenarien unterscheiden neben EV und PV Durchdringung auch zwischen unterschiedlichen Ladestrategien der E-Autos.

## **Methodik**

Zur Analyse der Auswirkungen zukünftiger E-Mobilität in Kombination mit der Nutzung von PV-Potentialen wird ein Netzmodell für das Verteilnetz der Stadt Leoben basierend auf einem zellularen Ansatz vorgestellt. [2–5] Mit Hilfe des zellularen Ansatzes kann ein vereinfachtes Netzmodell für das elektrische Verteilnetz erstellt werden. Das abzubildende Netz wird hierfür unter Berücksichtigung der Netztopologie in Zellen eingeteilt. Die vorhandenen Verbraucher, Erzeuger und Speichersysteme innerhalb einer Zelle werden in die jeweiligen Energieknoten aggregiert. Das erstellte vereinfachte Netzmodell stellt einen Kompromiss zwischen Abbildungsgenauigkeit und Rechenaufwand dar. Die Modellerstellung besteht im Wesentlichen aus fünf Schritten: (1) Zelleneinteilung, (2) Zellenzuordnung der elektrischen Betriebsmittel und Energie- bzw. Erzeugungsdaten, (3) Aggregation in Energieknoten, (4) Entwicklung des vereinfachten Netzmodells mit Hilfe von NEPLAN und (5) Überprüfung der Genauigkeit.

Im Anschluss an die Modellentwicklung, werden Jahreslastprofile für Verbraucher und Erzeuger mit Hilfe der Standardlastprofile des BDEW [6] und den standardisierten Lastprofilen der E-Control [7] ermittelt. Zudem werden synthetische Ladelastprofile für die zu untersuchende E-Mobilität basierend auf realen Verkehrsanalysen und statistischen Daten des Mobilitätsverhaltens ermittelt. Die Modellierung dieser synthetischen Ladelastprofile besteht im Wesentlichen aus vier Schritten: (1) Aufbereitung der Verkehrsanalyse und der statistischen Daten zur weiteren Verwendung, (2) Definition des Ladevorganges (Ankunft, Abfahrt, zurückgelegte Wegstrecke, Batteriekapazität, durchschnittlicher Verbrauch), (3) Modellierung eines einzelnen Ladevorganges, (4) Aggregation der Ladevorgänge auf Zellenebene. Die zusätzlich benötigten Erzeugungsprofile für PV-Potentiale werden auf Basis von Daten des 2013 veröffentlichten Solardachkatasters des Landes Steiermark [8] sowie den Einstrahlungs- und Temperaturdaten der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) [9] modelliert. [3]

Abschließend werden im Rahmen einer Case Study für die Stadt Leoben unterschiedliche Szenarien (EV- und PV- Durchdringung sowie Variation der Ladeleistung und des Nutzerverhaltens der EV-Fahrer) definiert und Lastflussberechnungen mit Jahreslastprofilen durchgeführt.

---

<sup>1</sup> Montanuniversität Leoben, Lehrstuhl Energieverbundtechnik, Franz-Josef-Straße 18, 8700 Leoben, Tel.: +43 3842 4025403, julia.vopava@unileoben.ac.at, evt.unileoben.ac.at

## Ausblick / Ergebnisse

Die Auswertung der Ergebnisse aus den Lastflussberechnungen unterschiedlicher Szenarien sollen die steigende Netzbelastung durch E-Mobilität aufzeigen. Zudem werden Synergieeffekte sowie saisonale Effekte zwischen E-Mobilität und der Nutzung von PV-Potentialen analysiert.

Die Ergebnisse zeigen, dass einerseits durch den Ausbau von PV-Potentialen, die steigende Netzbelastung der E-Mobilität reduziert werden kann. Andererseits, führt eine flächendeckende Nutzung des PV-Potentials vor allem in den Sommermonaten zu hohen Einspeisespitzen, die zu Netzüberlastungen führen können.

## Referenzen

- [1] BUNDESMINISTERIUM FÜR WISSENSCHAFT, FORSCHUNG UND WIRTSCHAFT (Hrsg.): Energie in Österreich : Zahlen, Daten, Fakten. Wien, 2017
- [2] BÖCKL, Benjamin ; GREIML, Matthias ; LEITNER, Lukas ; PICHLER, Patrick ; KRIECHBAUM, Lukas ; KIENBERGER, Thomas: HyFlow—A Hybrid Load Flow-Modelling Framework to Evaluate the Effects of Energy Storage and Sector Coupling on the Electrical Load Flows. In: Energies 12 (2019), Nr. 5, S. 956
- [3] BÖCKL, Benjamin ; KRIECHBAUM, Lukas ; KIENBERGER, Thomas: Analysemethode für kommunale Energiesysteme unter Anwendung des zellularen Ansatzes. In: 14. Symposium Energieinnovation.
- [4] VOPAVA, Julia ; BÖCKL, Benjamin ; KRIECHBAUM, Lukas ; KIENBERGER, Thomas: Anwendung zellulärer Ansätze bei der Gestaltung zukünftiger Energieverbundsysteme. In: e & i Elektrotechnik und Informationstechnik 134 (2017), Nr. 3, S. 238–245
- [5] VOPAVA, Julia ; KOCZWARA, Christian ; TRAUPMANN, Anna ; KIENBERGER, Thomas: Investigating the Impact of E-Mobility on the Electrical Power Grid Using a Simplified Grid Modelling Approach. In: Energies 13 (2020), Nr. 1, S. 39
- [6] BDEW – BUDESVERBAND DER ENERGIE- UND WASSERWIRTSCHAFT E.V.: Standardlastprofile Strom. URL <https://www.bdew.de/energie/standardlastprofile-strom/> – Überprüfungsdatum 2019-04-03
- [7] E-CONTROL: Sonstige Marktregeln : Kapitel 6: Zählwerte, Datenformate und standardisierte Lastprofile
- [8] AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG: Solardachkataster Steiermark. URL <http://www.gis.steiermark.at/cms/beitrag/11864478/73081691/> – Überprüfungsdatum 2016-01-26
- [9] ZAMG ZENTRALANSTALT FÜR METEOROLOGIE UND GEODYNAMIK: Einstrahlungsmessdaten und Temperaturmesswerte des Jahres 2014 für Kapfenberg