

# AUSWIRKUNGEN EINPHASIGER LADEVORGÄNGE VON ELEKTROFAHRZEUGEN AUF STÄDTISCHE NIEDERSPANNUNGSNETZE

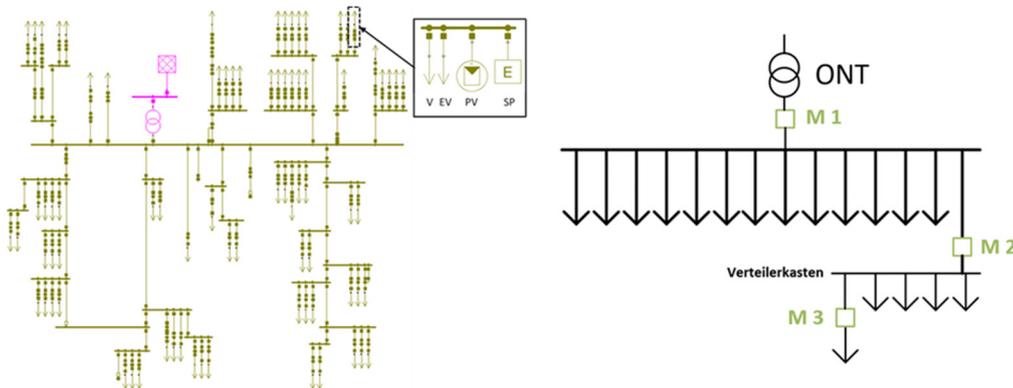
Bernd THORMANN<sup>1</sup>, Julia VOPAVA<sup>1</sup>, René BRAUNSTEIN<sup>2</sup>,  
Thomas KIENBERGER<sup>1</sup>

## Inhalt

Die Elektromobilität dient als wichtige Säule der bereits heute eingeleiteten Energiewende, stellt allerdings gleichzeitig Netzbetreiber vor neue Herausforderungen. Die steigende Durchdringung der Elektrofahrzeuge führt auf der Niederspannungsebene zu einer ansteigenden Belastung und erhöht die Notwendigkeit eines Netzausbaus [1]. Um diesen zu verhindern bzw. hinauszuzögern, werden für unterschiedliche Durchdringungsgrade die Konsequenzen einphasiger Ladevorgänge für die Niederspannungsebene, in Form von Leitungsüberlastungen und Spannungsbandverletzungen, aufgezeigt. Diesen Konsequenzen wird in weiterer Folge durch die Entwicklung von Lösungsstrategien, wie Demand Side Maßnahmen, Photovoltaikeinspeisung in Kombination mit Speichereinheiten sowie der Einsatz eines regelbaren Ortsnetztransformators, entgegengewirkt.

## Methodik

Um die Auswirkungen der steigenden Durchdringung der Elektrofahrzeuge auf die Niederspannungsebene zu ermitteln und damit eine Aussage über die Notwendigkeit des zukünftig zu erwartenden Netzausbaus zu ermöglichen, wird ein städtisches Niederspannungsnetz der Energienetze Steiermark GmbH herangezogen. Damit wird die Modellierung des betrachteten Niederspannungsnetzes auf der Basis realer Netzdaten mit Hilfe der Software NEPLAN (Abbildung 1, links) ermöglicht. Die Anpassung des Netzmodells an das zu analysierende Szenario erfolgt durch die Integration von PV-Modulen und Speichereinheiten direkt bei den Endnutzern, der Adaption des Ortsnetztransformators sowie der Variation der importierten Lastprofile.



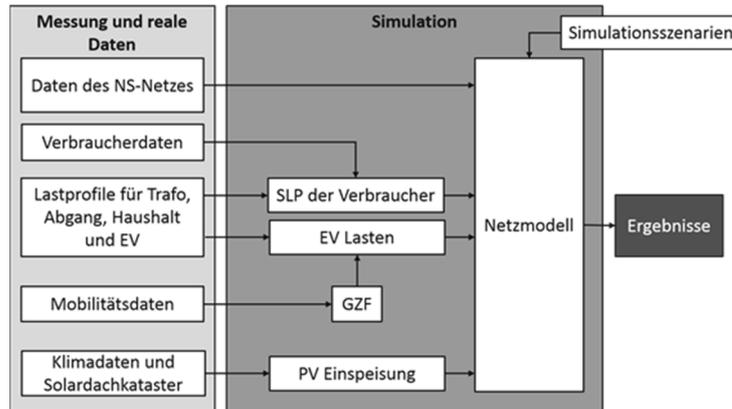
**Abbildung 1: Netzmodell des analysierten städtischen Niederspannungsnetzes (links) und Messkonzept der durchgeführten Dauermessungen (rechts)**

Im Rahmen mehrwöchiger Messungen an drei definierten Messpunkten (Abbildung 1, rechts) werden reale Lastprofile des gesamten Niederspannungsnetzes (M1), eines ausgewählten Abgangs (M2) sowie einem Haushalt inklusive Elektrofahrzeug (M3) aufgezeichnet. Die einminütig aufgelösten Messergebnisse dienen in weiterer Folge als Datengrundlage für die Modellierung von Ladekurven heutiger Elektrofahrzeuge (M1) sowie der Validierung der Simulationsergebnisse (M2 und M3). Die Analyse unterschiedlicher Durchdringungen der Elektromobilität basiert auf der Skalierung der aufgezeichneten Ladekurven.

<sup>1</sup> Montanuniversität Leoben, Lehrstuhl Energieverbundtechnik, Franz-Josef-Straße 18, 8700 Leoben, Tel.: +43 3842 4025401, Fax: +43 3842 4025402, bernd.thormann@unileoben.ac.at, evt.unileoben.ac.at

<sup>2</sup> Energienetze Steiermark GmbH, Leonhardgürtel 10, 8010 Graz, Tel.: +43 316 90555-52714, rene.braunstein@e-netze.at, www.e-steiermark.com

Um das zeitliche Ladeverhalten mehrerer Fahrzeugbesitzer realitätsnah abzubilden, werden Gleichzeitigkeitsfaktoren für Elektrofahrzeuge anhand eines probabilistischen Ansatzes (vgl. [2]) ermittelt, mittels realer Mobilitätsdaten [3, 4] validiert und für die Modellierung der Lastprofile der Elektrofahrzeuge angewandt (Abbildung 2). Die Lastprofile der Verbraucher innerhalb des analysierten Niederspannungsnetzes werden mit Hilfe von Standardlastprofilen, skaliert mit den entsprechenden Jahresenergieverbräuchen, modelliert.



**Abbildung 2: Methodik und Datengrundlage der Lastflussimulation**

Die Ermittlung von Netzbelastungen in Form von Spannungsbandverletzungen, Leitungsüberlastungen und unsymmetrischen Spannungszuständen erfolgt anhand eines Worst-Case Szenarios mittels zweiwöchiger Lastflusssimulationen (NEPLAN). Aufbauend auf den Erkenntnissen des Worst-Case-Szenarios soll die Entlastung kritischer Netzelemente innerhalb des Niederspannungsnetzes anhand von bedarfsorientierten Lösungsszenarien aufgezeigt werden: Neben der Simulation von Demand-Side Maßnahmen, in Form von zeitlich versetztem Laden und der Reduzierung der Ladeleistung, wird die Integration der Photovoltaikeinspeisung in Kombination mit Speichereinheiten sowie der Einsatz eines regelbaren Ortsnetztransformators untersucht.

## Ergebnisse

Einheitliches einphasiges Laden an der selben Netzphase führt bereits bei einer geringen Elektromobilitätsdurchdringung von unter 20 % zu unzulässiger Unsymmetrie sowie zu Spannungsbandverletzungen. Infolgedessen muss die gleichmäßige Phasenverteilung einphasiger Ladevorgänge sowie der Umstieg auf dreiphasiges Laden auf Seiten der Fahrzeugindustrie forciert werden. Anhand der Gegenüberstellung der analysierten Szenarien wird aufgezeigt, dass vor allem Demand Side Maßnahmen, wie die Reduktion der Ladeleistung und zeitlich versetztes Laden, zur entscheidenden Entlastung des Netzes führen. Unter der Berücksichtigung genannter Maßnahmen, lässt sich selbst eine achtzigprozentige Elektromobilitätsdurchdringung ohne konventionelle Netzausbaumaßnahmen in das betrachtete Niederspannungsnetz integrieren.

## Referenzen

- [1] ALEXANDER PROBST: Auswirkungen von Elektromobilität auf Energieversorgungsnetze analysiert auf Basis probabilistischer Netzplanung. Universität Stuttgart, Fakultät Informatik, Elektrotechnik und Informationstechnik. 2014
- [2] WIELAND, Thomas; REITER, Michael; SCHMAUTZER, Ernst; FICKERT, Lothar; FABIAN, Jürgen; SCHMIED, Robert: Probabilistische Methode zur Modellierung des Ladeverhaltens von Elektroautos anhand gemessener Daten elektrischer Ladestationen. 2015
- [3] BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, INNOVATION UND TECHNOLOGIE et al.: Ergebnisbericht zur österreichweiten Mobilitätserhebung Österreich unterwegs 2013/2014; Wien, Juni, 2016
- [4] VERKEHRPLUS GMBH: Mobilitätsdaten Leoben im Rahmen des FFG-Projekts "Move2Grid". 2017