

V2G-STRATEGIES: AUSWIRKUNG VERSCHIEDENER ELEKTROMOBILITÄTSSZENARIEN AUF DIE SPANNUNGSQUALITÄT VON NIEDERSPANNUNGSNETZEN UNTER BETRACHTUNG DER PHASENUNSYMMETRIE

Daniel BURNIER¹, Rusbeh REZANIA², Markus LITZLBAUER³

Einführung

Nach einem Jahrhundert an Dominanz von Verbrennungsmotoren im Bereich der Personenkraftwagen zeichnet sich eine Entwicklung und Durchdringung batteriebetriebener Fahrzeuge im Bereich des motorisierten Individualverkehrs ab. Eine hohe Durchdringung an Elektrofahrzeugen hätte neben positiven Umweltaspekten (regionale Verringerung der CO₂-Emissionen und Partikeln in den Abgasen) auch die Reduktion der wirtschaftlichen Abhängigkeit von fossilen Energieträgern zur Folge. Andererseits führt die hohe Durchdringung der E-Fahrzeuge in einem Energiesystem zu neuen Anforderungen an den Systembetrieb.

Das Ziel des Beitrags liegt in der Analyse der Auswirkung verschiedenen Elektromobilitätsszenarien auf ausgewählte Niederspannungsnetzabschnitte im Bundesland Salzburg. Hier wird speziell die Auswirkung dieser Elektromobilitätsszenarien in Kombination mit unterschiedlichen Ladestrategien auf das Spannungsniveau der Netzknoten untersucht. Dieser Beitrag stellt einige Zwischenergebnisse des Projekts V2G-Strategies dar. Dieses Projekt wird aus Mitteln des Klima- und Energiefonds gefördert und im Rahmen des Programms „NEUE ENERGIEN 2020“ durchgeführt. Das Projektkonsortium setzt sich aus der TU Wien (Antragsteller), Austrian Institute of Technology und Salzburg Netz GmbH zusammen.

Methodik

Die methodische Vorgangsweise der Analyse der Auswirkung von E-Fahrzeuge auf die betrachteten Niederspannungsnetze kann wie folgt beschrieben werden:

- 1. Auswahl von Niederspannungsnetze: Nach einer demographischen Analyse wurden Niederspannungsnetzabschnitte aus der Stadt Salzburg und dem Gebiet Lungau ausgewählt. Die Netzdateien wurden von der Salzburg Netz GmbH zur Verfügung gestellt. Diese Niederspannungsnetzabschnitte bestehen hauptsächlich aus Wohnhäusern. Die in der Analyse verwendeten Haushaltlastprofile basieren sich auf gemessene (dreiphasige) Leistungswerte.
- 2. E-Mobilitätsthroughdringungsszenarien nach der Anzahl der Einwohner je Haushalt: Mit der Berücksichtigung der Anzahl der Haushaltskunden je Hausnummer (Ermittelt aus den Energieverbrauchsdaten, Anonymisiert) wurden zwei E-Mobilitätsthroughdringungsszenarien mit jeweils 40 % bzw. 98 % Durchdringung bestimmt. Die Modellierung der Durchdringungsszenarien erfolgte in Anlehnung an die methodische Vorgangsweise in [1]. Die Durchdringungswerte beziehen sich auf Plug-In Hybrid Fahrzeuge mit einer Batteriekapazität von 16 kWh und reine batteriebetriebene Fahrzeuge mit Kapazitäten von 16 kWh, 24 kWh bzw. 48 kWh.
- 3. Einführung von unterschiedlichen Ladestrategien: Die Bestimmung der Anzahl der vorhandenen E-Fahrzeuge in den betrachteten Niederspannungsnetzabschnitte stellen die Grundlage für die Analyse der Netzauswirkung der E-Fahrzeuge dar. Das ungesteuerte (Das Laden erfolgt nur am Standort „Zuhause“) und marktorientierte (Das Ziel beim Laden liegt in der Minimierung der Ladekosten) Laden bilden die Bandbreite der untersuchten Ladestrategien.

¹ AIT Austrian Institute of Technology, Österreichisches Forschungs- und Prüfzentrum Ges.mb.H, Giefinggasse 2, 1210 Wien, Tel.:0043-0-50550-6558, Email: daniel.burnierdecastro@ait.ac.at, Web: <http://www.ait.ac.at>

² Technische Universität Wien, Institut für Energiesysteme und elektrische Antriebe/ Arbeitsgruppe: Energy Economics Group, Gußhausstraße 25-29, 1040 Wien, Tel.: 0043-1-58801-370375, E-Mail: rezania@eeg.tuwien.ac.at, Web: www.eeg.tuwien.ac.at

³ Technische Universität Wien, Institut für Energiesysteme und elektrische Antriebe/ Arbeitsgruppe: Elektrische Anlagen, Gußhausstraße 25, 1040 Wien, Tel.: 0043-1-58801-370132, E-Mail: litzlbauer@ea.tuwien.ac.at, Web: www.ea.tuwien.ac.at

Die Ladestrategien wurden für maximale installierte Anschlussleistungen von 4 kW_{el} bzw. 11 kW_{el} unter Berücksichtigung des Ladeverhaltens der Li-Ion Batterien berechnet.

Es wurde zusätzlich eine Zuordnung der Ladeprofile zu den Netzknoten und Aufteilung auf die drei Phasen durchgeführt. Der Ladevorgang unterscheidet sich dann zwischen einphasigem und dreiphasigem Laden. Dadurch wird das Thema Lastunsymmetrie in Niederspannungsnetzen betrachtet.

Ergebnisse

Abbildung 1 zeigt die Spannungsänderung bei ungesteuertem Laden für eine installierte Anschlussleistung von 4 kW_{el} im Szenario ohne Elektromobilität und in den Durchdringungsszenarien 2030 (40 % Durchdringung) und 2050 (98 % Durchdringung). Die Spannungsänderungen sind für alle Knoten eines der betrachteten Niederspannungsnetzabschnitte ersichtlich. Pro Netzknoten werden die Spannungswerte für alle drei Phasen dargestellt. In der Abbildung 1 erfolgt das einphasige Laden an allen Netzknoten immer an der Phase 1 (absoluter „Worst Case“). Abbildung 2 zeigt dasselbe Szenario mit dem Unterschied, dass hier die einphasigen Lasten auf die drei Phasen verteilt sind.

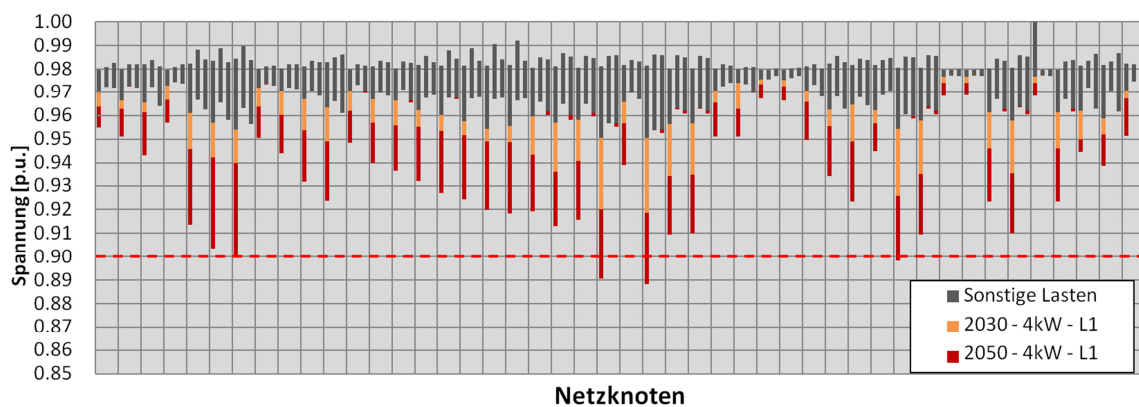


Abbildung 1 – Spannungsänderung aufgrund der Elektromobilität (Laden erfolgt an der Phase 1)

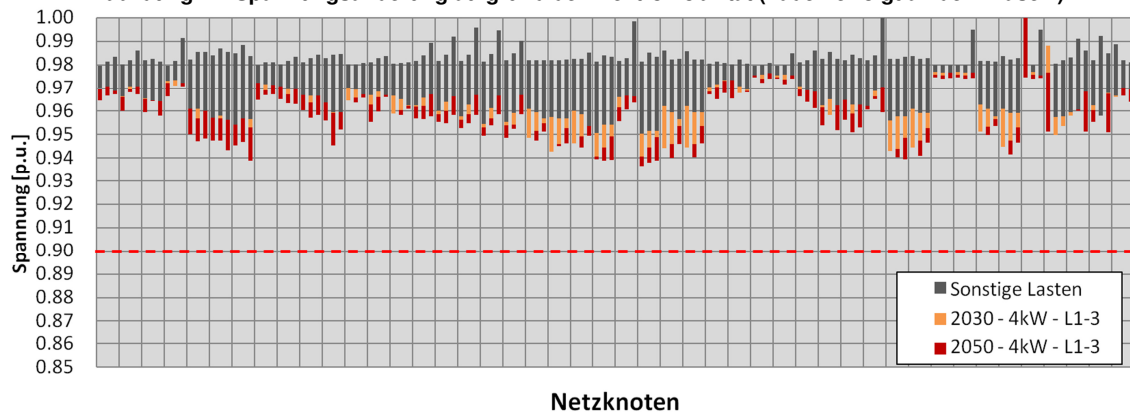


Abbildung 2 – Spannungsänderung aufgrund der Elektromobilität (Laden auf die drei Phasen verteilt)

Der Spannungsabfall an der Transformatorstation zwischen der Mittelspannungs- und Niederspannungsebene ist ca. 2 % (0,98 p.u.). Spannungswerte unter 0,90 p.u. (10-Minuten Mittelwert laut der EN 50160) entsprechen Unterspannung (auf den Abbildungen dargestellt). Die gleichmäßige Aufteilung auf die drei Phasen führt zu einer Entlastung der betrachteten Knoten. Die Realität liegt zwischen den beiden dargestellten Grenzszenarien. Die U-Probleme werden für das ungesteuerte und marktorientierte Laden zeitlich identifiziert und die Fahrzeugprofile entsprechend angepasst, um eine eventuelle Verletzung der Netzrestriktionen verhindern zu können.

Referenzen

[1] M. Kloess, Müller Andreas (2011): „Simulating the impact of policy, energy prices and technological progress on the passenger car fleet in Austria - A model based analysis 2010 - 2050“, Energy Policy, Volume 39, Issue 9, pp. 5045-5062.