

V2G-Strategien: Konzeption von Vehicle to Grid bezogenen Entwicklungsstrategien für österreichische Entscheidungsträger

Wolfgang Prügler (TU Wien), Rusbeh Rezaia (TU Wien)



Projektziel

Analyse der Auswirkungen unterschiedlicher Ladestrategien auf die derzeitigen Stromnetze (Mittel- und Niederspannungsnetze) in Österreich

Ladestrategien

Ungesteuertes Laden (Stufe 1): Laden der Fahrzeugbatterie unmittelbar nach Erreichen eines definierten, mit Ladeinfrastruktur ausgestatteten, Standorts. In diesem Fall beginnt der Ladeprozess sofort nach dem Anstecken und endet, wenn die Batterie vollständig geladen ist oder vorzeitig ausgesteckt wird.

Gesteuertes Laden (fahrplanorientiert, Stufe 2a-c): Diese Strategie sieht die Vorgabe von Fahrplänen für den Ladeprozess vor. Zeitnahe Zustandswerte (z.B. Auslastung des Stromnetzes, Auslastung von Betriebsmitteln oder Ladezustand des Fahrzeugs) können in dieser Strategie zwar noch nicht in die Fahrpläne miteinbezogen werden, jedoch werden diese auf Basis von Erfahrungswerten in der Fahrplanvorgabe implizit berücksichtigt. Die einzelnen definierten Zielfunktionen werden in folgende Kategorien unterteilt:

Stufe 2a (marktorientiert): Eine marktorientiert gesteuerte Strategie beschreibt die nachvollziehbare Intention vieler E-Mobilitätsdienstleister, die Ladekosten möglichst gering zu halten. Diese Reduktion der Ladekosten wird durch Laden der Fahrzeuge mit hoher Gleichzeitigkeit zu Zeiten geringster Strompreise realisiert. Zusätzliche Erlöse können mit marktbasierter Strategien bspw. auch durch Teilnahme an den Regelleistungsmärkten erwirtschaftet werden.

Stufe 2b (lastorientiert): Das lastorientiert gesteuerte Laden verschiebt das Laden der Elektrofahrzeuge in Schwachlastzeiten (z.B. Nachtstunden) und vermeidet hohe Gleichzeitigkeit beim Zuschalten der Fahrzeuge in einem Netzabschnitt.

Stufe 2c (erzeugungsorientiert): Diese Strategie berücksichtigt die lokale Photovoltaikerzeugung am Wohnort und eine Entladung zu den Starklastzeiten eines Haushalts. Auch eine Integration der Elektrofahrzeuge in bestehende Ökobilanzgruppen kann mit dieser Strategie realisiert werden.

Geregeltes Laden (Stufe 3): Geregeltes Laden bietet durch zeitnahe Informationen (z.B. Messwerte aus dem Netz oder Prognosewerte zu Energiepreisen) die Möglichkeit, aus unterschiedlichen Zielfunktionen für jeden Systemzustand ein Gesamtoptimum der Systemintegration der E-Mobilität zu erreichen. Die Ermittlung dieser mehrdimensionalen Strategie kann dabei auch automatisiert (z.B. durch „Smart Grid“-Algorithmen) erfolgen.

Projektmethodik

- ❖ Für die Stufen 1 und 2 wurden im Projekt die technischen Auswirkungen einer hohen Durchdringung an Elektromobilität auf die bestehenden Strukturen im Mittel- und Niederspannungsnetz untersucht.
- ❖ Ergänzt wurde dies um eine wirtschaftliche Bewertung der Erlösmöglichkeiten einzelner Strategien (Stufe 1 und 2) bei unterschiedlichen Vorgaben der Energie- und Regelleistungsmärkte.
- ❖ Detaillierte Netzsimulationen wurden für acht ländliche und städtische Niederspannungsnetzabschnitte (NS), sowie zwei Mittelspannungsnetzabschnitte durchgeführt (unterschiedlich hohe Durchdringungsgrade an Elektromobilität integriert).
- ❖ Unterschiedliche Anschlussleistungen und Phasenverteilungen der Ladevorrichtungen wurden berücksichtigt und in der technischen Bewertung abgebildet.

Zukünftige Schritte zur effizienten Systemintegration von E-Mobilität

- ❖ Um dreiphasiges Laden mit geringer Anschlussleistung zu realisieren, sind Abstimmungsprozesse zwischen den betroffenen Akteuren (z.B. Netzbetreiber, Kfz-, Ladestationshersteller, Mobilitätsdienstleister) vorzunehmen sowie entsprechende technische und organisatorische Regeln zu vereinbaren.
- ❖ Wenn der Nutzen geregelten Ladens die Kosten übersteigt, muss die Ladeinfrastruktur geregeltes Laden unterstützen. Die Gremien zur Definition der dafür notwendigen Standards (z.B. IEC 15118) sind dazu entsprechend zu informieren.

Zentrale Ergebnisse zu Netzauswirkungen

Ungesteuertes Laden (Stufe 1): Das ungesteuerte Laden führt ab einem Durchdringungsgrad der E-Mobilität $> 40\%$ zu „flächendeckenden“ Netzengpässen in NS-Netzen (für das gewählte Durchdringungsszenario ab etwa 2030). Durch geeignete Maßnahmen (z.B. Laden mit geringer Ladeleistung und deren symmetrische Aufteilung durch dreiphasige Anschlüsse) ist ein breiter Einsatz von E-Mobilität jedoch im Sinne der Systemeffizienz von vorn herein zu optimieren, da ansonsten im hohen Maße vorhandene Netzreserven verbraucht werden.

Stufe 2a (marktorientiert): Das marktorientiert gesteuerte Laden ist im Vergleich zu ungesteuertem Laden als besonders kritisch einzustufen. Da die Bestrebungen von Elektromobilitätsdienstleistern (zur Erzielung von geringen Ladekosten) bewirken, dass die erwähnten Netzengpässe durch sehr hohe Gleichzeitigkeit der Ladevorgänge den möglichen Durchdringungsgrad in den NS-Netzen um 15% im Vergleich zum ungesteuerten Laden senken.

Stufe 2b und 2c (last- und erzeugungsorientiert): Diese Strategien sind gegenüber ungesteuerten und marktorientiert gesteuerten Laden zu bevorzugen, da die Ladevorgänge mit der Vermeidung hoher Gleichzeitigkeit beim Zuschalten der E-Fahrzeuge in einem Netzabschnitt realisiert werden. Durch die Vorgabe von Fahrplänen werden die vorhandenen Netze weniger stark belastet, wodurch eine Erhöhung des erreichbaren Durchdringungsgrads (bis zu 55% für die untersuchten Netzabschnitte) erreicht werden kann.

Geregeltes Laden (Stufe 3): Die Ermittlung dieser mehrdimensionalen Strategie setzt die Schaffung einer geeigneten Infrastruktur sowie einer Reglerarchitektur voraus. Somit können unterschiedliche Vermarktungsstrategien am Elektrizitätsmarkt unter Berücksichtigung gegebener Netzrestriktionen umgesetzt werden. Der Einsatz geregelten Ladens erscheint dabei als sinnvoll, sobald geeignete Funktionalitäten in den Netzen existieren (z.B. durch Smart Grids) bzw. die untersuchten Stufen 2b und 2c zur Integration der Elektromobilität ins Energiesystem nicht mehr ausreichen.

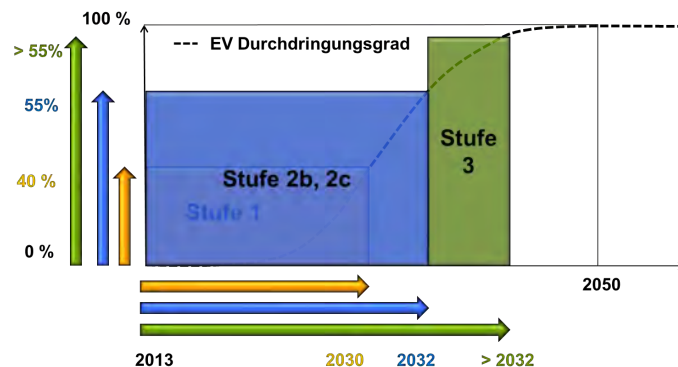


Abbildung 1: Vergleich der einzelnen Stufen und erreichbare Durchdringungsgrade an Elektromobilität

Empfehlungen

- ❖ Um die bestehenden Netzstrukturen möglichst lange und effizient nutzen zu können, wird das Laden mit niedrigen Anschlussleistungen (z.B. 3,5 kW) empfohlen. Dabei ist eine symmetrische Lastaufteilung durch dreiphasiges Laden zu bevorzugen.
- ❖ Gesteuertes Laden ist von Beginn an mit geringer Gleichzeitigkeit der Ladevorgänge auszuführen. Im Sinne der Systemeffizienz wird jedoch empfohlen, parallel dazu mit der Vorbereitung des geregelten Ladens zu beginnen. Der Einsatz von geregeltem Laden ist vorzusehen, sobald geeignete Funktionalitäten in den Netzen existieren bzw. die im Projekt V2G-Strategien untersuchten Stufen des gesteuerten Ladens zur Integration der Elektromobilität ins Energiesystem nicht mehr ausreichen.