

SMART CHARGING ODER V2G? DAS WIRTSCHAFTLICHE FLEXIBILITÄTSPOTENTIAL VON E-FAHRZEUGFLOTTEN

Guntram PREßMAIR*, Jakob PAPOUSCHEK, Martin MAYR¹, Michael THELEN²

Inhalt

Mobilität ist ein Grundbedürfnis. Besonders mit zunehmender Elektrifizierung des Individualverkehrs wird eine sinnvolle Sektorkopplung von Mobilität und Stromsystem immer wichtiger. Intelligentes Lademanagement ist dabei einerseits eine dringende Notwendigkeit um Netze nicht zu überlasten und andererseits eine Chance, das Gesamtsystem effizienter zu machen und gezielt erneuerbare Energie zu nutzen. Neben dem klassischen lokalen Lastmanagement zur Vermeidung von Lastspitzen am (Haus-)Anschluss, ermöglicht die bidirektionale Kommunikationsschnittstelle nach ISO 15118 [1] weitere umfassendere Ladestrategien. Technisch kann hier zwischen smart charging, also gesteuertes Laden auf Basis externer Signale (z.B. Preis), und dem aufwändigeren vehicle-to-grid (V2G), bei dem Strom aus der Batterie auch wieder ins Stromnetz abgegeben wird, unterschieden werden [2].

In diesem Kontext beschäftigt sich das Projekt GAMES [3] mit der Frage, wie gemeinschaftlich genutzte e-Fahrzeugflotten, d.h. Car-Sharing oder Firmenflotten, durch intelligentes und bidirektionales Laden Flexibilitätsdienstleistungen anbieten können. Alleine aufgrund der zukünftigen Anzahl an e-Fahrzeugen auf den Straßen ist das theoretische Flexibilitätspotential sehr groß, jedoch herrscht Ungewissheit darüber, inwiefern das für den einzelnen Nutzer bzw. Flottenbetreiber auch wirtschaftlich sein kann.

Die vorliegende Arbeit liefert erste Einblicke in die Fallstudien von GAMES und zeigt das wirtschaftliche Potential unter aktuellen Marktbedingungen auf. Mit einem Optimierungsmodell werden anhand realer Mobilitätsdaten unterschiedliche Flotten-Szenarien und Use Cases für die Nutzung der Flexibilität modelliert. Zentrale Frage ist dabei auch, ob und in welchem Ausmaß V2G-Anwendungen gegenüber smart charging einen monetären Vorteil liefern.

Methodik

Als Vorarbeiten zur Modellierung der konkreten Fallstudien wurden ein nationaler und ein internationaler Stakeholder-Workshop mit innovativen Unternehmen, Flottenbetreibern, Regulierungsbehörden und Akteuren der E-Wirtschaft durchgeführt. Ebenso wurde ein breit angelegter Ideenwettbewerb im Rahmen des Projekts veranstaltet. Aus den gewonnenen Erkenntnissen wurden eine Reihe an Use Cases definiert, für welche die Flexibilität der Flotten erfolgreich vermarktet werden könnte. Diese reichen von einfachem preisbasiertem Laden bis hin zur Bereitstellung von Regelenergie.

Als Fallstudien wurden eine Firmenflotte in Österreich, ein stationsbasiertes Carsharing in der Schweiz und ein Free-Floating Carsharing in Israel identifiziert. Mit realen Daten zu Fahrzeugtypen und Mobilitätsverhalten liefern sie eine Grundlage für alle weiteren Analysen.

Das eigens entwickelte Flexibilitätsmodell wurde schließlich als Optimierungsmodell in der Softwareumgebung GAMS implementiert. Aus Sicht der Energiesystemmodellierung kann es als ein „dynamic economic dispatch“ Modell bezeichnet werden [4]. Die grundsätzliche Modellogik ist wie folgt aufgebaut (Abbildung 1):

- Aus den realen Mobilitätsdaten wird ein Fahrverhalten abgeleitet, teilweise mit probabilistischen Methoden. Daraus ergeben sich Ankunfts- und Abfahrtszeiten an den Ladestationen sowie der Ladestand bei der Ankunft. Außerdem werden die Fahrzeugtypen spezifiziert, d.h. Batteriegröße und Ladeleistung inkl. Ladeverluste.
- In der eigentlichen Optimierung wird das Ladeverhalten der angesteckten Fahrzeuge optimiert, wobei die laufenden Energiekosten minimiert werden sollen. Ebenfalls berücksichtigt werden die Kosten für die Batteriedegradation durch häufigeres Laden und

¹ e7 energy innovation & engineering, Walcherstraße 11, 1020 Wien, +43-1-907 80 26-0, guntram.pressmair@e-sieben.at, www.e-sieben.at

² Salzburg Research Forschungsgesellschaft mbH, Jakob Haringer Straße 5/3, 5020 Salzburg, +43 662 2288-308, michael.thelen@salzburgresearch.at, <http://www.salzburgresearch.at>

Entladen. Das Modell ist aus Sicht der einzelnen Ladestation aufgebaut, d.h. verschiedene Fahrzeuge stehen während ihrer Standzeiten an der Ladesäule als Flexibilität zur Verfügung. Der Ladestand wird in dieser Zeit modelliert, jedoch nicht während der einzelnen Fahrten. In dieser Logik kann eine große Zahl an Ladevorgängen modelliert werden.

- Als Output liefert das Modell je Viertelstunden-Zeitschritt die geladenen (und eingespeisten) Energiemengen. Somit kann eine optimale Ladestrategie modelliert werden, auch im Zusammenspiel mit weiteren Flexibilitäten und Speichern am Standort (Batterien, Wärmepumpen etc.).

Mobilitätsdaten real

- Fahrtenbücher
- Ladestationen



Mobilitätsdaten aufbereitet

- Batterieeigenschaften
- Kilometerleistung
- Ankunfts-/Abfahrtszeiten



Optimiertes Ladeverhalten

- Geladene Energiemenge
- Entladene Energiemenge (V2G)
- **Kosteneinsparungen**



Abbildung 1: Schematische Darstellung der Modelllogik.

Ergebnisse

In dieser Arbeit werden die ersten Ergebnisse der Fallstudie aus Österreich präsentiert. Als Use Cases werden dabei erstens ein preisbasiertes Ladeverhalten auf Basis der stündlichen Börsenpreise untersucht und zweitens Eigenverbrauchsoptimierung am Firmenstandort in Verbindung mit lokaler PV-Erzeugung. Dabei werden die Kosteneinsparungen im Vergleich zu einem Szenario mit ungesteuertem Ladeverhalten berechnet. Bei der Gegenüberstellung zwischen unidirektionalem smart charging und V2G ist zu erwarten, dass der Großteil der Kosteneinsparungen durch smart charging zu Stande kommt. Der zusätzliche Nutzen durch V2G soll quantifiziert werden, wird jedoch als gering eingeschätzt. Somit sollen die Ergebnisse zeigen, ob V2G in diesem Fall eine wirtschaftlich sinnvolle Anwendung ist, oder die Investitionskosten für bidirektionales Laden zu hoch sind.

Referenzen

- [1] International Organization for Standardization, DIN EN ISO 15118-1: Straßenfahrzeuge - Kommunikationsschnittstelle zwischen Fahrzeug und Ladestation - Teil 1: Allgemeine Informationen und Festlegungen der Anwendungsfälle. Zugegriffen: 29. November 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.beuth.de/de/norm/din-en-iso-15118-1/308326326>
- [2] International Renewable Energy Agency, „Innovation Outlook: Smart charging for electric vehicles“. Zugegriffen: 29. November 2023. [Online]. Verfügbar unter: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/May/IRENA_EV_smart_charging_2019_summary.pdf
- [3] GAMES, „GAMES - Grid-Aware Mobility and Energy Sharing“. Zugegriffen: 10. Februar 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://games-innovation.net/>
- [4] A. Soroudi, „Dynamic Economic Dispatch“, in Power System Optimization Modeling in GAMS, Cham: Springer International Publishing, 2017, S. 95–118. doi: 10.1007/978-3-319-62350-4_4.



Das Projekt GAMES wird im Rahmen des Programms ERA-Net Smart Energy Systems im Joint Call 2020 gefördert. Dabei erfolgt die Finanzierung durch das Horizon 2020 Programm der Europäischen Union (grant agreement no. 883973).