

AUSWIRKUNG VON LADESTRATEGIEN FÜR ELEKTROFAHRZEUGE AUF DEN INVESTITIONSBEDARF IN EIN ELEKTRISCHES NIEDERSPANNUNGSNETZ

Simon MARWITZ¹, Marian KLOBASA¹

Motivation und zentrale Fragestellung

In einem emissionsarmen Energiesystem mit einem hohen Anteil an fluktuierender Erzeugung muss der Energieverbrauch an die Erzeugung anpassen werden. Dies kann beispielsweise durch Investitionen in Netzausbau oder Lastverlagerung mittels Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) realisiert werden (dena 2012). Eine Technologie, die durch gesteuerte Ladevorgänge Lastverlagerung realisieren kann, sind Elektrofahrzeuge. Ladevorgänge dieser Fahrzeuge treten auf Niederspannungsebene auf und können von unterschiedlichen Instanzen gesteuert werden (Dallinger 2015). Je nachdem wer die finale Entscheidung trifft, zu welcher Zeit wie viel Leistung bezogen wird, werden gesteuerte Ladevorgänge in direkte, indirekte und autonome Ladestrategien klassifiziert (siehe Tabelle 1).

Ladestrategie	Finale Steuerungsinstanz	Vorteile	Nachteile
Direkt (Fahrzeugflotte zentral gesteuert)	Aggregator	Perfekte Kontrolle über eine Fahrzeugflotte	Bidirektionale IKT nötig (Informationsfluss vom Aggregator zum Fahrzeug und vice versa)
Indirekt (Steuerung über ökonomische Anreize)	Fahrzeugnutzer	Geringerer IKT-Aufwand als bei direkter Kontrolle	Voraussage der Ladeleistung mit Fehlern behaftet (unklar ob Nutzer niedrigen Preis zum Laden akzeptiert)
Autonom (Steuerung anhand von Netzsignalen)	Fahrzeug	Einfache Ladeinfrastruktur (keine IKT nötig)	Spannungsmessung und höherer Aufwand in Leistungselektronik am Fahrzeug nötig

Tabelle 1: Vor- und Nachteile von Ladestrategien für Elektrofahrzeuge.

Nach welcher Strategie Ladevorgänge von Elektrofahrzeuge in Zukunft gesteuert werden sollten, ist unklar. Um dies bewerten zu können, müssen Investitionen in Netze, IKT und Leistungselektronik für jede Ladestrategie zu einander ins Verhältnis gestellt werden. Daher werden in diesem Beitrag Zielkosten für IKT-Technologien bestimmt, indem vermiedener Investitionsbedarf in Niederspannungsnetze durch eine direkte, eine indirekte und eine autonome Ladestrategie aufgezeigt wird.

Methodisches Vorgehen

Zur Bestimmung des vermiedenen Investitionsbedarfs in elektrische Niederspannungsnetze wird eine Elektrofahrzeugsimulation an eine Netzsimulation gekoppelt. Hier werden vier Fälle unterschieden: Im Referenzfall sind keine Fahrzeuge mit dem Netz verbunden. Für die anderen drei Fälle werden alle Fahrzeuge nach einer Ladestrategie gesteuert (einmal direkt, einmal indirekt und einmal autonom).

Die Fahrzeugsimulation bildet ab, wann Elektrofahrzeuge mit dem ländlichen Niederspannungsnetz verbunden sind und stellt die Ladeleistung der Fahrzeuge basierend auf der implementierten Ladestrategie ein. Fahrzeiten, der elektrische Energiebedarf der Fahrzeuge und Ladeleistungen werden von realen Elektrofahrzeugen aus Baden-Württemberg verwendet, die Daten stammen aus dem Projekt iZEUS (iZEUS 2014). Die Netzsimulation berechnet parallel die Auswirkungen der Ladeleistungen auf die Netzspannungen und die Netzströme an einem ländlichen Niederspannungsnetz. Falls es am Netz zu einer Spannungsüberhöhung kommt, wird das Netz bis zum letzten Drittel des belasteten Leitungszweigs ausgebaut. Bei thermischen Überlastungen wird das Netz bis zur Mitte des belasteten Leitungszweigs verstärkt (analoge Methodik in (dena 2012)). Abschließend werden basierend auf der Stromnetzentgeltverordnung (StromNEV 2005) für jede Ladestrategie aus den vermiedenen Netzinvestitionen, Zielkosten für IKT und Leistungselektronik bestimmt.

¹ Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI), Breslauer Straße 48, 76139 Karlsruhe, {Tel.: +49 721 6809-275, simon.marwitz@isi.fraunhofer.de}, {Tel.: +49 721 6809-287, marian.klobasa@isi.fraunhofer.de}, www.isi.fraunhofer.de/isi-de/e

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Es zeigt sich, dass Aggregatoren über direkte Ladestrategien Netze entlasten können, während indirekte Ladestrategien zu deutlich höheren Netzbelastungen führen. Allerdings ist die Nutzerakzeptanz für direkte Ladestrategien fraglich und der Investitionsbedarf in IKT höher als für indirekte Verfahren. Weiter zeigt sich, dass autonome Ladestrategien eine vielversprechende Alternative zu direkten und indirekten Strategien sind, da durch diese Netze signifikant entlastet werden (siehe Abbildung 1).

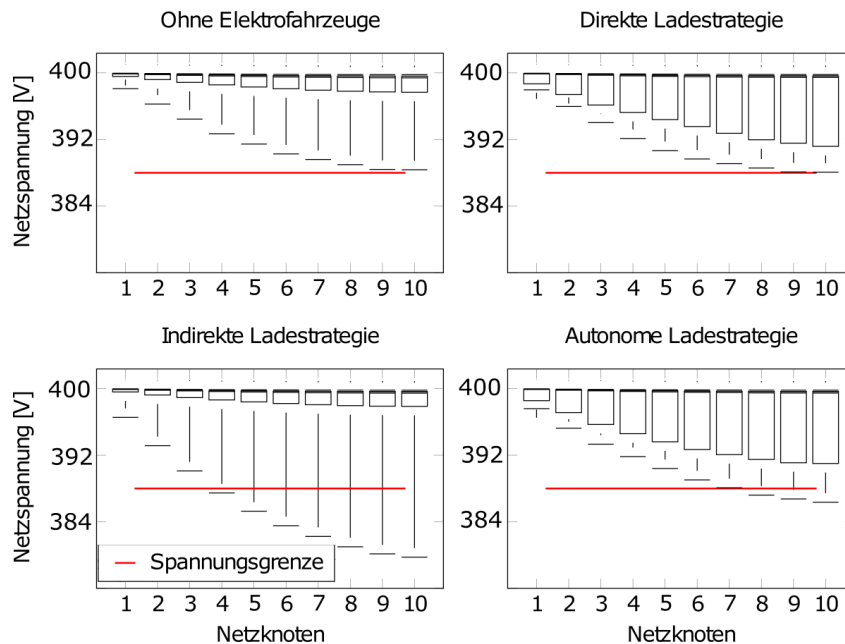


Abbildung 1: Netzbelastungen, falls keine Fahrzeuge angeschlossen sind sowie mit Fahrzeugen, die direkt, indirekt und autonom gesteuert werden.

Beim autonomen Laden reduziert sich die Ladeleistung in Zeiten niedriger Netzspannungen, hier wird Blindleistung bereitgestellt, welche die Netzspannung zusätzlich stützt. Nachteilig sind allerdings längere Ladezeiten aufgrund von reduzierten Ladeleistungen sowie der zusätzliche Investitionsbedarf in Leistungselektronik und Spannungsmessung. Zudem bestehen beim autonomen Laden höhere Anforderungen an die genutzte Leistungselektronik und die verwendete Messtechnik

Aus den Netzbelastungen ergibt sich, dass der Investitionsbedarf für das betrachtete Niederspannungsnetz am höchsten ist, wenn alle Fahrzeuge die gleiche indirekte Ladestrategie implementieren. Gleichzeitig können durch autonomes und direktes Laden zusätzliche Investitionen von ca. 1.500 Euro pro angeschlossenen Haushalt in konventionellen Netzausbau vermieden werden.

Literatur

- [1] Dallinger 2015 Dallinger et al., Plug-in electric vehicles automated charging control, <https://www.iit.upcomillas.es/docs/IIT-15-100A-Preview.pdf>, (2015)
- [2] dena 2012, Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), Ausbau- und Innovationsbedarf in den Stromverteilnetzen in Deutschland bis 2030, (2012)
- [3] iZEUS 2014 intelligent Zero Emission Urban System – iZEUS, <http://www.izeus.de/>, (2014)
- [4] StromNEV 2005 Verordnung über die Entgelte für den Zugang zu Elektrizitätsversorgungsnetzen (Stromnetzentgeltverordnung - StromNEV), (2005)