

# ZUKÜNFTIGE ENERGIENETZE MIT ELEKTROMOBILITÄT - ÜBERBLICK DER PROJEKTZIELE

Andreas SCHUSTER<sup>1</sup>, Markus LITZLBAUER<sup>1</sup>, Martin REINTHALER<sup>2</sup>

## Inhalt

Die folgenden Analysen basieren auf das durch den Klima- und Energiefonds (Ausschreibung: Neue Energien 2020) geförderte Projekt „ZENEM – Zukünftige Energienetze mit Elektromobilität“.

Zukünftige Stromnetze werden mit neuen Herausforderungen konfrontiert. Verantwortlich dafür sind zusätzliche Verbraucher wie Fahrzeuge aus dem Bereich der Elektromobilität. Diese besitzen höhere Effizienz und verringern somit Treibhausgasemissionen. Ohne Elektrifizierung des Antriebsstrangs können die hochgesteckten EU-Klimaziele im Sektor Verkehr (mind. 60% Reduktion des Treibhausgasausstoßes gegenüber 1990 bis 2050 [1]) nicht erreicht und die österreichische Ölimportabhängigkeit nicht minimiert werden. Um die Auswirkungen einer hohen Durchdringung von Elektrofahrzeugen auf das Stromnetz zu untersuchen, wird die Umstellung einer gesamten Taxiflotte auf elektrische Fahrzeuge inkl. Ladestelleninfrastruktur näher analysiert.

Die Innovation besteht aus neuen Konzepten zur Versorgung des Verbrauchers Elektromobilität, wobei die bestehenden elektrischen Netze mit möglichst geringfügigen Ausbauten belastet werden. Dabei sollen einerseits die Ladeleistungen angepasst, netzorientierte Ladestrategien durchgeführt und kurzzeitige Überlastungen in Hinsicht der Komponententalerung untersucht werden. Diese Analysen werden anhand des Spezialfalls Taxi vorgenommen, da dieser eine große Herausforderung an das elektrische Netz darstellt.

## Methodik

Damit man Aussagen über den Energie- und Leistungsbedarf von zukünftigen elektrischen Taxis treffen kann, muss zuerst deren Mobilitätsverhalten gründlich analysiert werden. Seit 2006 sind alle Fahrzeuge der Taxiflotte 31300 mit GPS-Geräten ausgestattet, welche laufend deren Positionsdaten in anonymisierter Form über Funk zu einem zentralen Server senden. Um den Anforderungen gerecht zu werden müssen die GPS Positionen, ähnlich einem Puzzle, für jede Fahrt computerunterstützt zusammengesetzt werden (siehe **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Dabei werden Algorithmen zur Georeferenzierung, wie Mapmatching und Routing eingesetzt (vgl. [2]). Als Ergebnis erhält man die durchgängigen zeitlichen Trajektorien aller Fahrzeuge der Taxiflotte.

Eine Kernaufgabe stellt die richtige Wahl der betrachteten Szenarien dar. Diese werden auf einer Kombination aus Höhe der Ladeleistung, Ausbaugrad der Ladeinfrastruktur und Größe der Batterie basieren. Dabei sollen Ladeleistungen von 3,67 kW (~230 V einphasig, 16 A) bis über 10 kW (Schnellladen) berücksichtigt werden und die Bandbreite des Ladeinfrastrukturausbaus von einem Einstiegs-

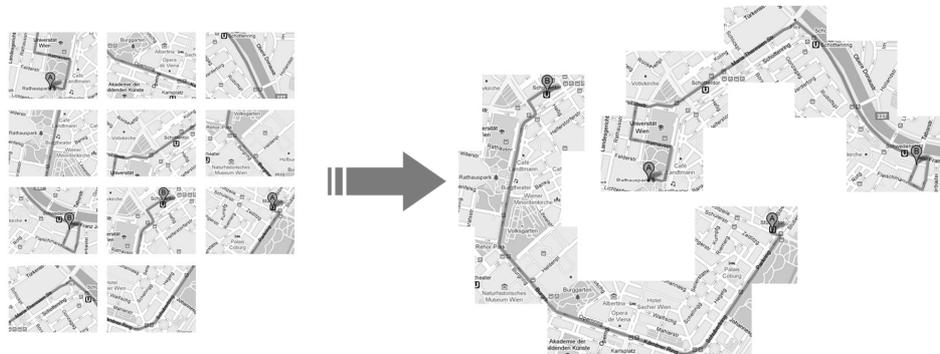


Abbildung 1: Zusammenführung der einzelnen GPS-Positionsdaten

<sup>1</sup> TU Wien – Inst. f. Energiesysteme und Elektrische Antriebe, Gußhausstr. 25/E370-1 1040 Wien, +43158801370134, Fax: +43158801370199, andreas.schuster@tuwien.ac.at, www.ea.tuwien.ac.at

<sup>2</sup> AIT Austrian Institute of Technology, Giefinggasse 2, 1210 Wien, +436648251271, +43505506439, martin.reinthaler@ait.ac.at, www.ait.ac.at

zenario mit wenigen Ladestationen bis hin zu einem Szenario mit vollständig ausgebautem Ladeinfrastrukturnetz reichen. Da die Batteriegröße nicht nur die Reichweite, sondern gleichermaßen auch die Investitionskosten beeinflusst, werden die Batteriekapazitäten in den einzelnen Szenarien ebenfalls variiert. Mit der Berechnung des „State of Charge“ (SOC) der gesamten Zeitdauer aller Autobatterien erhält man typische Ladeprofile je Fahrzeug und Ladestation.

Diese Leistungsprofile belasten die elektrischen Verteilnetze zusätzlich zum normalen Verbrauch (vgl. [3]). Um den örtlichen elektrischen Verbrauch exakter bestimmen zu können, werden die Leistungsverläufe der elektrischen Verbraucher durch Messungen an mehreren Netzknoten (in Schleifenkästen bzw. direkt an den Netztransformatoren) über einen längeren Zeitraum ermittelt. Die Netzabschnitte werden in einem Lastflussprogramm zusätzlich mit den angenommenen Ladestationen modelliert. Die Berechnung der Lastflüsse lassen Aussagen über die Belastung der Netzkomponenten und die Einhaltung des Spannungsbandes an allen Netzknoten zu. Kommt es zu dem Ergebnis, dass Betriebsmittel durch den zusätzlichen elektrischen Verbrauch temporär über ihre Grenzen betrieben werden, sollen – unter Zuhilfenahme vereinfachter thermischer Modelle – die Machbarkeit von kurzzeitigen Überlastungen geprüft und die Auswirkungen auf die damit verbundene schnellere Alterung analysiert werden. Weitere Berechnungen bezüglich Netzurückwirkungen, wie Auftreten von Oberschwingungen, Unsymmetrien und Flicker lassen Rückschlüsse auf die Güte der Netzqualität zu.

Weiters werden Ladekonzepte entwickelt, die es ermöglichen nur erlaubte Netzzustände zu erreichen. Die angewandte Form des Steuerns wird als netzorientiertes gesteuertes Laden bezeichnet (vgl. [4]). Werden nun die Ladevorgänge der Elektrotaxis gesteuert, muss überprüft und – in weiterer Folge durch Anpassungen – gewährleistet werden, dass die Mobilitätsbedürfnisse weiterhin befriedigt werden. Das Projekt wird durch ökologische und ökonomische Betrachtungen sowie erforderliche Rahmenbedingungen zur Einführung von E-Taxis abgerundet.

## Ergebnisse

Anhand eines Spezialfalls, dem Taxi, das sich durch hohe Konzentrationen an den Standplätzen auszeichnet, soll die Auswirkung von elektrisch betriebenen Fahrzeugen auf das Wiener Stromnetz untersucht werden. Dabei ist vorrangig zu zeigen, dass mit geringster bzw. notwendigster Infrastruktur eine Versorgung möglich ist. Folgende Teilergebnisse können definiert werden:

- Erstellung der Trajektorien aus aufgenommenen GPS-Rohdaten. Daraus werden die Standort- und Standzeitverteilungen extrahiert und der Energiebedarf der betrachteten Flotte an ausgewählten Taxistandplätzen berechnet. Die Verhaltensänderungen der Taxilenker bei Verwendung von zukünftigen elektrischen Autos sollen ebenfalls berücksichtigt werden.
- Analyse der bestehenden elektr. Verbraucher (private Haushalte u. Gewerbe) ausgewählter Energienetzbereiche (Nieder- u. Mittelspannungsebene), in denen Ladestationen der Elektrotaxis eingebunden werden sollen. Dabei werden die Leistungsprofile und die dazugehörigen Jahresstromverbräuche der bereits im Netz vorhandenen Verbraucher erhoben und diese mittels Messreihen validiert, um die freien Netzkapazitäten für die Elektromobilität zu erkennen.
- Definition von Szenarien, in denen verschiedene Batteriegrößen, Ladestrategien (gesteuertes und ungesteuertes Laden), Ladeleistungen (Normal- und Schnellladen) und Ausbaustufen der Ladestelleninfrastruktur berücksichtigt werden. Für diese wird ermittelt, welche Ladeleistungsprofile an den Ladestationen entstehen und in welchen Szenarien eine Durchführbarkeit mit elektrisch betriebenen Taxis möglich wäre.
- Betrachtung der notwendigen Netzintegration und die damit verbundenen Auswirkungen auf die Netzstabilität und thermischen Belastungen des Verteilnetzes. Dies wird mittels Berechnung der Lastflüsse einzelner Szenarien an verschiedenen Netzabschnitten ermittelt. Weiters soll, mit Zuhilfenahme vereinfachter thermischer Modelle, auf die Alterung von Transformatoren und Leitungen bei temporären Überlastungen geschlossen werden.

## Referenzen

- [1] Europäische Kommission: *WEISSBUCH*, Brüssel, 2011.
- [2] Reinthaler, M., Zajicek, J.: *Real Time Route Analysis based on Floating Car Technology*, 18th IASTED International Conference on Modelling and Simulation, Montreal, Canada, 2007.
- [3] Schuster, A., Leitinger, C., Brauner, G.: *Begleitforschung der TU Wien in VLOTTE – Endbericht*, Wien, 2010.
- [4] Leitinger, C., Schuster, A., Litzlbauer, M.: *Smart Electric Mobility – Speichereinsatz für regenerative elektrische Mobilität und Netzstabilität*, 11. Symposium Energieinnovation, Graz, 2010.