

# Simulation und Optimierung der Systemintegration Ladegesteuerter E-Fahrzeuge

Stephan Hutterer<sup>(1)</sup>, Norbert Breitschopf<sup>(2)</sup>, Gernot Schimmel<sup>(3)</sup>, Franz Auinger<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Fachhochschule Oberösterreich Forschungs & Entwicklungs GmbH, Campus Wels, Stelzhammerstraße 23, 4600 Wels; [stephan.hutterer@fh-wels.at](mailto:stephan.hutterer@fh-wels.at)

<sup>(2)</sup> LINZ STROM GmbH, Wiener Straße 151, 4021 Linz

<sup>(3)</sup> KEBA AG, Gewerbepark Urfaß, 4041 Linz

## Clean Motion Offensive

Das Technologische Leuchtturmprojekt zum Thema Elektromobilität – Clean Motion Offensive (CMO), FFG-Nr.: 829100 - wird in Oberösterreich vom Automobil-Cluster umgesetzt. Mit 4,4 Mio. Euro Förderung vom Klima- und Energiefonds arbeiten 13 Projektpartner an einem gemeinsamen Ziel: Im Projekt werden kostengünstige Komponenten für die Fahrzeugindustrie und eine intelligente Anwendung der Infrastruktur entwickelt.

Gemeinsam mit den Firmen Keba und Linz AG arbeitet die Fachhochschule Wels an der intelligenten Integration von Stromtankstellen in das elektrische Energieversorgungssystem. Ziel dieses Arbeitspaketes „smart CleanPower“ ist die Entwicklung von intelligenten Lademanagementsystemen mit hohem Automatisierungsgrad und größtmöglichem Benutzerkomfort. Zentrales Interesse ist dabei einerseits die Gewährleistung einer sicheren Energieversorgung auch unter dem Aspekt steigender Durchdringung elektrischer Fahrzeuge. Andererseits steht zusätzlich der Endkunde im Vordergrund, welcher durch kostenoptimales Laden und effizienten Nutzen der Infrastruktur beim Betrieb von Elektroautos finanzielle Vorteile erhalten soll. Dabei kann durch lokales Management eine optimale Nutzung installierter Kapazitäten geschaffen werden, welche bspw. den Ausbau des lokalen Netzanschlusses vermeidet.

## Systemintegration Elektrischer Fahrzeuge

Die Steuerung von Ladevorgängen kann nicht nur für den Netzbetrieb einen erheblichen Nutzen aufweisen, auch für Privatpersonen in der Rolle von Fahrzeugnutzern, Ladesäulenbetreibern oder Fuhrparkmanagern werden so Vorteile lukriert, welche die Verbreitung elektrischer Mobilität begünstigen. Der Eigentümer eines Einfamilienhauses müsste beispielsweise bei der Anschaffung eines Elektrofahrzeuges den damit verbundenen erhöhten Leistungsbezug beim Netzbetreiber melden und eine kostenintensive Erweiterung des Netzanschlusses vornehmen. Durch gesteuerte Ladevorgänge kann diese Erweiterung vermieden werden, indem unter Abstimmung mit dem Stromverbrauch des Gebäudes dessen Netzanschluss optimal ausgenutzt wird. Intelligent gesteuerte Ladevorgänge können sich zusätzlich dynamischer Stromtarife bedienen um den finanziellen Vorteil für den Endkunden weiter zu erhöhen. Ähnliche Situationen ergeben sich nicht nur bei Privathaushalten, sondern beispielsweise auch bei den Betreibern gewerblicher Flotten oder Eigentümern öffentlicher Ladeinfrastruktur.

Die Firma Keba entwickelt in diesem Projekt die Ladeinfrastruktur KeContact, welche aus s.g. Wallboxen (Ladepunkten) sowie zentralen Steuereinheiten besteht (siehe Abb. 1). Durch das Lastmanagement mit KeContact ist es möglich, durch Verlagerung, Priorisierung oder Verteilung des Strombezuges angeschlossener Elektrofahrzeuge bestimmte Ladestrategien zu verfolgen und somit Vorteile im Betrieb von Ladestationen zu lukrieren. Besonders moderne Fahrzeuge, welche in der Lage sind nach ISO 15118 zu laden und zu kommunizieren, können das gesamte Leistungsspektrum der KeContact ausnutzen, und somit die Ladevorgänge entsprechend den Anforderungen des Nutzers oder auch des Netzes gestalten.

Das optimale Management von Ladevorgängen erscheint somit vielversprechend für verschiedene Interessensgruppen und Bedarf entsprechenden algorithmischen Lösungen, die ein automatisiertes Scheduling mehrerer Teilnehmer an einer Ladesäule oder in einem Netzteilbereich realisieren.

## Simulation und Optimierung von Ladevorgängen

Die optimale Vergabe von Leistungskapazitäten an mehrere Verbraucher (= Ladesteuerung) stellt ein klassisches Scheduling-Problem dar, wie es in verschiedensten technischen Anwendungen zum Einsatz kommt. Für derartige Scheduling-Aufgaben existieren vielgestaltige Lösungsverfahren. Um nun ein geeignetes Verfahren für die reale Steuerung von Ladevorgängen an einer Ladesäule bestimmen zu können, müssen diese unter realitätsnahen Bedingungen evaluiert werden. Für exakt diesen Zweck wurde ein Software-Tool entwickelt, welches die Bewertung verschiedener Scheduling-Methoden in simulierten Bedingungen von realen Ladesäulen ermöglicht. Um diese Bewertung umzusetzen, werden von der Software folgende Anforderungen realisiert:

- Simulation von Verhaltensmustern elektrischer Fahrzeuge (wann wird geparkt? wie lange?)
- Einbindung realer Verhaltensdaten aus Feldversuchen (siehe Abb. 2)
- Abbildung von Unsicherheiten des Nutzerverhaltens über stochastische Modelle
- Anwendung verschiedener Verfahren auf Ladeszenarien (Tarifoptimierung, Priorisierung einzelner Teilnehmer, faires Scheduling, ...) und Bewertung der Verfahren
- Langzeitsimulation zur statistisch signifikanten Bewertung von Steuerungsmethoden (Monte Carlo Simulation)
- Einbindung von Niederspannungs-Lastflussmodellen in die Simulation (Integration von OpenDSS)

Durch die Anbindung an die Stromnetz-Simulationssoftware „OpenDSS“ wird nicht nur die isolierte Betrachtung einzelner lokaler Ladeinfrastrukturen ermöglicht, sondern auch deren Auswirkung auf den Betrieb von Niederspannungsnetzen.

Aus der Anwendung dieser Software kann nun ein vielgestaltiger Nutzen abgeleitet werden, Abbildung 3 zeigt einige plakative Auszüge aus deren Verwendung:

- Optimale Auslegung von Ladeinfrastruktur (Wie viele Ladepunkte / welche maximalen Ladeleistungen sind für die Befriedigung eines gegebenen Szenarios notwendig?)
- Auswahl passender Steuerungsverfahren und Abschätzung ihres Nutzens (Bspw.: Würde sich eine Tarifoptimierung rechnen? Unter welchen Bedingungen?)
- Untersuchung der Auswirkung gesteuerter Ladevorgänge auf Niederspannungsstränge



Abbildung 1: Systemarchitektur Dezentrale Ladesteuerung

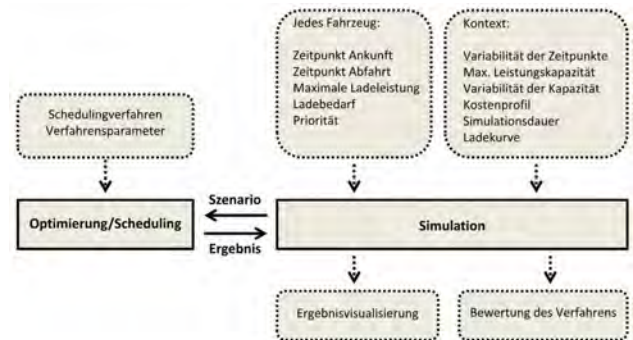


Abbildung 2: Datenfluss Simulations- und Optimierungstool

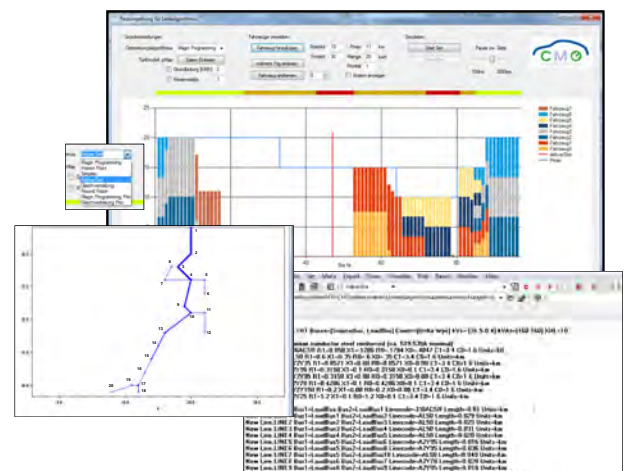


Abbildung 3: GUI Simulations- und Optimierungstool

## Online

OpenDSS: <http://www.smartgrid.epri.com/SimulationTool.aspx>

Fachhochschule Oberösterreich: <http://www.fh-ooe.at/>

Keba AG: <http://www.keba.com/>

Linz AG: <http://www.linzag.at>