

# Optimierte Ladeprozesse der Elektromobilität für die Integration erneuerbarer Energieträger

Themenbereich 4 (Strategien in der Mobilität)

Christoph LEITINGER<sup>1(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Technische Universität Wien – Institut für Energiesysteme und Elektrische Antriebe

## Motivation und zentrale Fragestellung

Eine zentrale, zukünftige Herausforderung in der elektrischen Energieversorgung wird die Integration erneuerbarer Energien in das elektrische Netz sein. Bei intensivem Zubau werden aufgrund der großen (fluktuierenden) Leistungen Speicher, die einen Ausgleich zwischen dem aktuellen Dargebot und des aktuellen Verbrauchs schaffen, zwingend erforderlich.

Die Elektromobilität im Individualverkehr stellt ein aufkommendes, großes Feld einer neuen Energiedienstleistung dar. Die Fahrzeuge werden zunehmend elektrisch oder teilelektrisch betrieben, die ihre elektrische Energie in Fahrzeugbatterien speichert und vermehrt aus dem elektrischen Netz zu Ladezeiten beziehen.

Berücksichtigt man beide Entwicklungen gemeinsam, so ist feststellbar, dass eine symbiotische Beziehung zwischen den beiden Herausforderungen bestehen kann und dies neue Chancen eröffnet. Die Fahrzeuge befinden sich im überwiegenden Teil des Tagesverlaufs in abgestelltem Zustand und besitzen lange Standzeiten. Die Speichergrößen der Elektrofahrzeuge sind für mittlere Entfernungen (typisch 150 bis 200 km Reichweite) ausgelegt und beinhalten für die meisten Tage aufgrund deutlich kürzerer Tagesdistanzen einen Spielraum für eine optimierte Ladung der Akkumulatoren zu abgestimmten Zeiten unter Nutzung eines erneuerbaren Erzeugungsüberschusses. Dies führt zur zentralen Fragestellung des Beitrags, die die Machbarkeit und das Ausmaß der Kombination aus erneuerbaren Energien und optimiert-gesteuerten Ladeprozessen erörtern wird.

## Methodische Vorgangsweise

Für die Ermittlung des Ladebedarfs und der Lademöglichkeiten wird eine im Projekt Smart-Electric-Mobility durchgeführte Langzeiterhebung ausgewertet. Nach Aufbereitung des Fahr- und Standverhaltens von Fahrzeuggruppen, wird einerseits eine Zeitreihenanalyse herangezogen um die direkten Deckungsraten, verbleibende Unterdeckungen und ergänzende Speicherefordernisse bei ungesteuertem Ladeprozess zu erheben.

In einem weiteren Schritt soll eine mathematische Optimierung angewendet werden, um die Ladezeitpunkte den Erfordernissen der Energieerzeugung entsprechend anzupassen. Viele Optimierungsziele wie Verlustminimierung, Spannungshaltung, Kostenfunktionen, etc. kommen in Frage. [1] Für die hier durchzuführenden Analysen, wird vereinfacht die Minimierung des Leistungsaustausches mit dem elektrischen Netz gewählt.

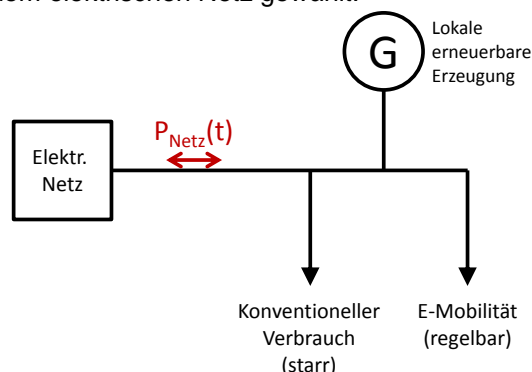


Abbildung 1: Systembild für den Optimierungsansatz der Ladestrategie: Minimaler Leistungsaustausch mit dem vorgelagerten elektrischen Netz

Während in diesem Fall die lokale Erzeugung bestmöglich und unmittelbar genutzt werden soll und der konventionelle Verbrauch als starr und nicht verschiebbar erachtet wird, ist der Ladeverbrauch der Elektromobilität die steuerbare Größe. Ergänzt wird die erforderte Energie durch den Netzbezug.

<sup>1</sup> Gusshausstraße 25/E370-1, 1040 Wien, Tel.: +43 1 58801 37335, E-Mail: leitinger@ea.tuwien.ac.at, Web: www.ea.tuwien.ac.at

Dem Ladeverbrauch der Elektromobilität liegen besondere Rahmenbedingungen zu Grunde:

- Die Ladeleistung pro Fahrzeug kann nur zwischen 0 und 7,4 kW variieren.
- Der Ladebedarf (= Differenz zu vollem Akkustand) muss zumindest an einem Zeitpunkt des Tages erfüllt sein. (z.B. am Morgen des Tages).
- Die Verfügbarkeit des Fahrzeugs im netzverbundenen Zustand ist zeitlich entsprechend der Standverteilung (und des Ladeinfrastrukturausbaus) eingeschränkt.

Als Systemparameter fließen auch die Batteriegröße und die Größe der Fahrzeug-Stichprobe ein. Daraus werden in den nächsten Schritten die genaue Zielfunktion und Nebenbedingungen für das Auffinden eines optimierten Ladeprofiles erarbeitet.

## Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Zur Auswertung der Langzeiterhebung war im ersten Schritt die Bestimmung der Standplatzorte erforderlich, um in weiterer Folge die Ladeinfrastruktur für die einzelnen Standplätze zuweisen zu können. Die Erstellung des Leistungsprofils wurde auf jene Fahrprofile angewandt, die vollständig durch rein elektrische Betriebsweise erfüllbar sind.

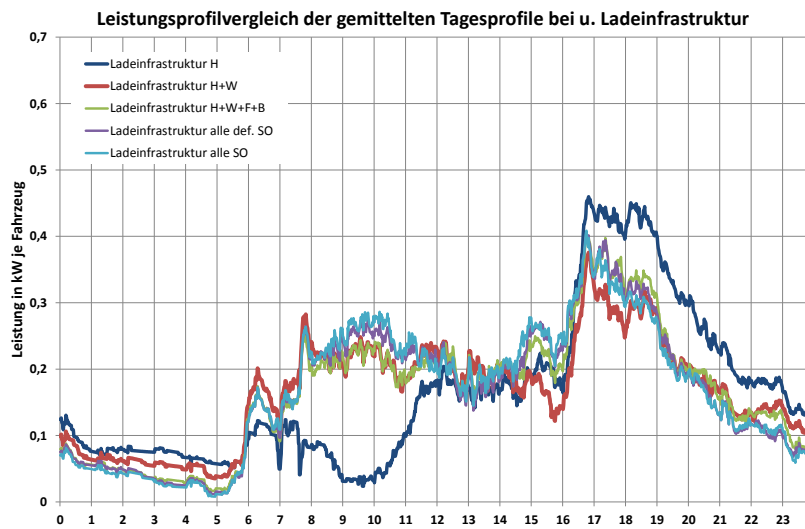


Abbildung 2: Leistungsprofile bei unterschiedl. Ladeinfrastrukturausbau

Eine Variation der Standpunkte für Ladeinfrastruktur führt zu wesentlich unterschiedlichen Lastprofilen. Ist ein Laden nur am Standplatz „Zuhause“ möglich, ergeben sich erwartungsgemäß die niedrigsten Leistungswerte in den Vormittagsstunden sowie die höchste Abendspitze. Dieser Effekt wird bereits durch die Ergänzung einer Lademöglichkeit an den Arbeitsplätzen deutlich geglättet. Die Abendspitze im Ladeprofil tritt dennoch auf. Wesentlich ist, dass eine fortgesetzte Ausweitung der Ladestandorte zu keiner weiteren Glättung der Spitze führt und die jeweiligen Profile nahezu ident zum Profil 2 (Ladeinfrastruktur Zuhause und Arbeitsplatz) verlaufen.

Der aufsummierte Ladebedarf ergibt sich im Mittel über die 16 ausgewählten Fahrzeuge zu 3,98 kWh pro Tag und Fahrzeug (bei 28,14 km Tagesfahrleistung pro Fahrzeug).

Wird nun für den Ladeprozess die direkte Nutzung von Photovoltaikenergie angestrebt, ist ein Ladestellenausbau zumindest des Falls 2 vorzusehen. Erste Ergebnisse sind für erzeugungsorientierte Ladeprozesse mit Energieerzeugung aus Photovoltaik-Anlagen vorhanden. Sie zeigen, dass bei energetischem Gleichgewicht der Monatserzeugung mit dem Ladebedarf, zwischen 13 und 71 Prozent der Tagesenergie unmittelbar geladen werden kann. Gemittelt über einen Betrachtungsmonat ergibt sich ein Wert von 54 Prozent unmittelbarer Deckung bereits mit dem ungesteuerten Ladeprofil. Ziel der weiteren Optimierung ist es mittels Ladestrategien die Deckungsrate durch geeignete Anpassung des Ladeprofiles zu erhöhen und die Analyse auf das ganze Kalenderjahr auszudehnen.

## Literatur

- [1] Clement K.: „Stochastic analysis of the impact of PHEVs on the distribution grid“, CIRED 2009
- [2] Leitinger C., Litzlbauer M.: „Netzintegration und Ladestrategien der Elektromobilität“, e&i 2/2011
- [3] Leitinger C.: „Smart Electric Mobility – Speichereinsatz für regenerative Elektrische Mobilität und Netzstabilität“, Symposium Energieinnovation 2010, Graz