

Energie- und Leistungsbereitstellung für Elektrofahrzeuge in dezentralen Netzen

DI Christoph Leitinger, Univ.-Prof. Dr.-Ing. Günther Brauner

Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft, Technische Universität Wien, Gußhausstraße 25/373-1,
1040 Wien, Österreich; Tel.: +43 1 58801 37335;

E-Mail: leitinger@ea.tuwien.ac.at

1. Motivation

Im Verkehrssektor ist der Einsatz von konventionellen Verbrennungskraftmotoren unter Verwendung von fossilen Energien mit vielen Schwierigkeiten verbunden, seien es die Umweltbelastungen, die Klimawirkung, oder der Mangel an Versorgungssicherheit der zu importierenden fossilen Treibstoffe. Aus diesen Gründen müssen neue Strategien entwickelt werden. In den vergangenen Jahren wurde das Konzept der elektrischen oder teilelektrischen Fahrzeuge durch (plug-in) hybride Fahrzeuge attraktiv, da sie für einige der oben erwähnten Fragestellungen Lösungen anbieten. Aber auch die Elektromobilität hat noch nicht alle Herausforderungen gemeistert. Zum einen erfüllt der Energiespeicher on Bord noch nicht alle Bedürfnisse des Fahrzeugnutzers, insbesondere im Hinblick auf Kosten und Reichweite. Ebenso wurde bislang die Energiebereitstellung der Elektromobilität nicht ausreichend beleuchtet, vor allem, wenn in einem Verteilnetz eine hohe Durchdringung von Elektrofahrzeugen auftritt. Aufgrund der zahlreichen Vorteile der Elektromobilität (Effizienz, ...) und der dringenden Notwendigkeit eines Wandels im Verkehrsbereich wird die Zukunft dem Elektroantrieb gehören, weshalb eine umfassende Klärung der offenen Fragen bedarf.

2. Zentrale Fragestellungen

Dieser Tagungsbeitrag widmet sich der Untersuchung der Energiebereitstellung für elektrische Individualmobilität bezogen auf die österreichische Situation. Neben den Ressourcen, die für bestimmte Szenarien erforderlich sind, wird ebenso der Frage der CO₂-Emissionen bei unterschiedlicher Stromerzeugung nachgegangen. Weiters findet der Ladeprozess der Fahrzeugbatterien Beachtung, mit dem Schwerpunkt auf Ladestrategien für eine netzfreundliche Anbindung.

3. Methodische Vorgehensweise

Die Analysen des Energieverbrauchs wurden anhand der physikalischen Grundgesetze für den Antrieb von Fahrzeugen vorgenommen. Eine Literaturrecherche liefert die Informationen über die Emissionen von unterschiedlicher Stromerzeugung bzw. Daten zum Verkehrssektor.

Für die Entwicklung der Ladestrategien wird ein stochastisches Modell für eine bestimmte Anzahl von Fahrzeugen gebildet, um synthetische Profile des Energie- und Leistungsbedarfs im Verteilnetz während des Ladens zu erhalten.

4. Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Der Verbrauch von Fahrzeugen beruht auf der Summe des Energiebedarfs zur Überwindung des Roll- und Luftwiderstands. Nach Berücksichtigung weiterer Systemverluste ergibt sich der Energieverbrauch für ein Klein- bzw. Kompaktfahrzeug von rund 15 bis 20 kWh/100 km.

Im Vergleich dazu benötigt ein konventionelles Fahrzeug mit einem Verbrauch von 7 l/100 km entsprechend 60 kWh/100 km.

Für den Vergleich der CO₂-Emissionen wird folgende Tabelle herangezogen.

Source for electricity production	CO ₂ -Emissions
EU-Mix	650 g CO ₂ / kWh
Austrian Electricity Mix	440 g CO ₂ / kWh
Photovoltaic	100 g CO ₂ / kWh
Hydro Power	40 g CO ₂ / kWh
Wind Power	20 g CO ₂ / kWh

Tabelle 1: CO₂-Emissionen der Stromerzeugung bei diversen Primärenergien [1.]

Wie in Abbildung 1 gezeigt wird, besitzt die Elektrische Mobilität die geringsten CO₂-Emissionen, wenn der Strom aus erneuerbaren Energien erzeugt wird (besonders bei Windenergie nur 4 g/100km). Aber auch wenn der Strom aus dem österreichischen Erzeugungsmix hergestellt wird, werden deutlich weniger Emissionen verursacht als bei konventionellen Fahrzeugen mit Verbräuchen von 7 l/100 km.

Durch das Ersetzen von einer Million konventioneller Autos durch Elektrofahrzeuge (10.000 km/a), kann eine Reduktion von zumindest 0,44 Mio t CO₂ erzielt werden, wenn der Strom aus dem österreichischen

Erzeugungsmix kommt. Werden erneuerbare Energiequellen herangezogen, ergibt sich sogar eine CO₂-Verringerung von etwa 1,24 Mio t. Darüber hinaus verbrauchen eine Million Autos pro Jahr nur etwa 2 TWh an elektrischer Energie, die nur einen kleinen Teil des gesamten österreichischen Jahresstrombedarfs von derzeit 70 TWh ausmacht.

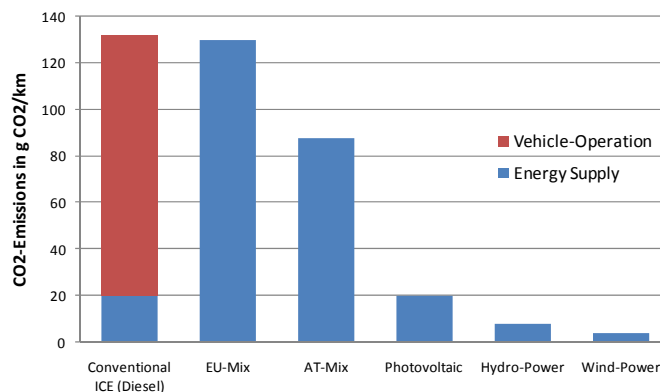


Abbildung 1: Vergleich der CO₂-Emissionen von unterschiedlichen Fahrzeugen und Primärenergien
Der Energieverbrauch ist eine zeitunabhängige Größe für eine bestimmte Jahresfahrleistung. Für die Untersuchung in dezentralen Verteilnetzen sind aber Echtzeit-Werte für den Leistungsbedarf während gleichzeitiger Ladung von einer größeren Anzahl von Elektrofahrzeugen erforderlich.

Im Allgemeinen unterscheidet man vier potentielle Strategien für das tägliche Laden von Fahrzeugbatterien:

- Sofort am Ende des Reisetages (end of travel day)
- Verschieben nach 10 Uhr abends
- Optimierte zu Off-Peak-Zeiten (Nachtstunde)
- Vielfache Ladezeitpunkte über den Tag verteilt

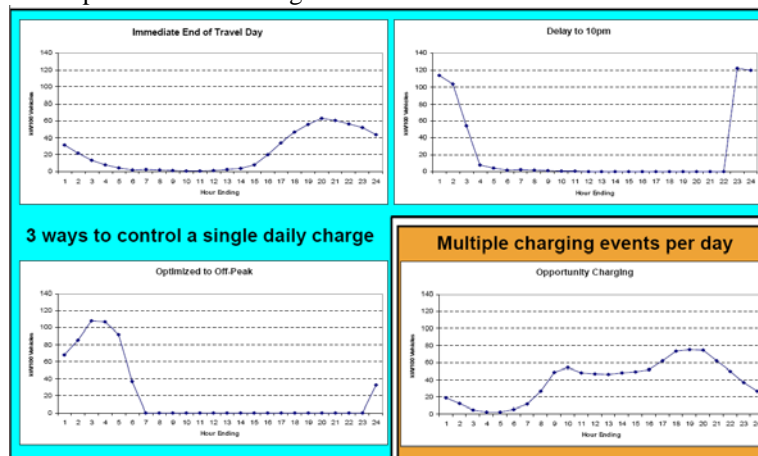


Abbildung 2: Potentielle Ladestrategien von Elektrofahrzeugen [2.]

Analysen wurden für die schlechteste (1) und die beste (3) Strategie in einem Verteilnetz mit 100 Haushalten angestellt. Sofortiges Laden am Ende des Reisetages würde den Leistungsbedarf zur Abendspitze um ein Drittel des Haushaltsprofils weiter anheben. Ein Laden während der Nachtstunden (off-peak) würde hingegen den Nachtverbrauch nur auf den halben Wert der Tagesspitze des Haushaltsprofils anheben. Dies zeigt die Wichtigkeit einer ausgereiften Laderegulierungsstrategie um weitere Leistungsspitzen im Verteilnetz durch die Integration von Elektrofahrzeugen als neue elektrische Dienstleistung zu verhindern.

5. Referenzen

1. Engel T., *Plug-In Hybrids*, 52-53
2. Markel T., *PHEV Operation Experience and Expectations*, Plug-In Conference 2007
3. Leitinger C., Brauner G., *Nachhaltige Energiebereitstellung für die Elektrische Mobilität*, *e&i - Elektrotechnik und Informationstechnik* 11/2008
4. Clement K., Haesen E., Driesen J., *The Impact of Uncontrolled and Controlled Charging of Plug-in Hybrid Electric Vehicles on the Distribution Grid*, EET-2008, International Advanced Mobility Forum 2008