



Elektromobilität und Solarstrom

Elektromobilität bietet die Möglichkeit nicht nur die nationale Importabhängigkeit bezüglich Erdöl zu reduzieren, sondern auch Emissionen zu senken. Wird die benötigte elektrische Energie aus regenerativen Energiequellen gewonnen ist der Effekt besonders stark ausgeprägt. Doch inwieweit kann Elektromobilität dazu beitragen, dezentral erzeugten Strom aus Photovoltaik-Anlagen ortsnah zu verwenden und somit ökologisch und ökonomisch positive Effekte induzieren?

Von

Martin Schönfelder, Thomas Kaschub, Dr. Patrick Jochem, Prof. Dr. Wolf Fichtner

Die Elektromobilität genießt seit einiger Zeit große politische Aufmerksamkeit und wird als eine Lösung angesehen, um die lang ersehnte Unabhängigkeit von Erdölimporten im Mobilitätssektor zu erreichen und den Schadstoffausstoß deutlich zu senken. Den hohen Stellenwert in der politischen Debatte dokumentieren nicht zuletzt die umfangreichen Förderungen im Rahmen des Konjunkturpaktes II und der Aufbau der Nationalen Plattform Elektromobilität.

Elektromobilität kann jedoch nur die gewünschten Effekte erzielen, wenn eine entsprechende Nachfrage existiert und gleichzeitig die benötigte elektrische Energie möglichst emissionsarm bereitgestellt wird. Mit dem derzeit starken Ausbau der Windenergie in Deutschland scheint man auf dem richtigen Weg zu sein, doch ist zu befürchten, dass zumindest für den Endkunden neue Abhängigkeiten entstehen. Deshalb kann es nicht nur aus energie- und umweltpolitischer Sicht, sondern auch aus Konsumentensicht erstrebenswert sein, dass Haushalte so weit wie möglich „energieautark“ leben. Dezentrale, beim Konsumenten direkt vor Ort installierte Anlagen, die auf regenerative Energieträger setzen haben den Vorteil, dass sie vor Ort Elektrizität erzeugen und unter den aktuellen gesetzlichen Rahmenbedingungen ausreichend Investitionssicherheit bieten, um eine Installation zu rechtfertigen. Dies gilt in besonderem Maße für Photovoltaik-Anlagen (PV-Anlagen). Zwar wird mit dem novellierten EEG die ursprünglich geregelte Einspeisevergütung ab dem 1. Juli 2010 für PV-Anlagen abgesenkt, doch wird die Vergütung des Eigenverbrauchs strukturell angepasst

und damit der Anreiz zur Eigennutzung verstärkt. Demnach werden für bis zu 30 % Eigenverbrauch des selbst erzeugten Stroms wie bislang 3,6 ct/kWh Bonus gegenüber der regulären Einspeisevergütung gezahlt. Was aber beim Eigenverbrauch über diese 30 % hinaus geht, soll mit 8 ct/kWh Bonus honoriert werden. Diese Maßnahme soll insbesondere zu Netzentlastungen führen und intelligenten Haushaltsgeräten zu einem Innovationsschub verhelfen.

Es ist aus Haushaltssicht folglich anzustreben, einen möglichst hohen Eigenverbrauchsanteil zu realisieren. Für den Anlagenbetreiber bieten sich dazu folgende Möglichkeiten:

1. Lastverschiebung durch intelligente Haushaltsgeräte, hin zu Zeiten hoher Sonneneinstrahlung,
2. Speicherung der elektrischen Energie in einem stationären Speicher, oder
3. Speicherung der elektrischen Energie in einem Elektrofahrzeug (electric vehicle, EV).

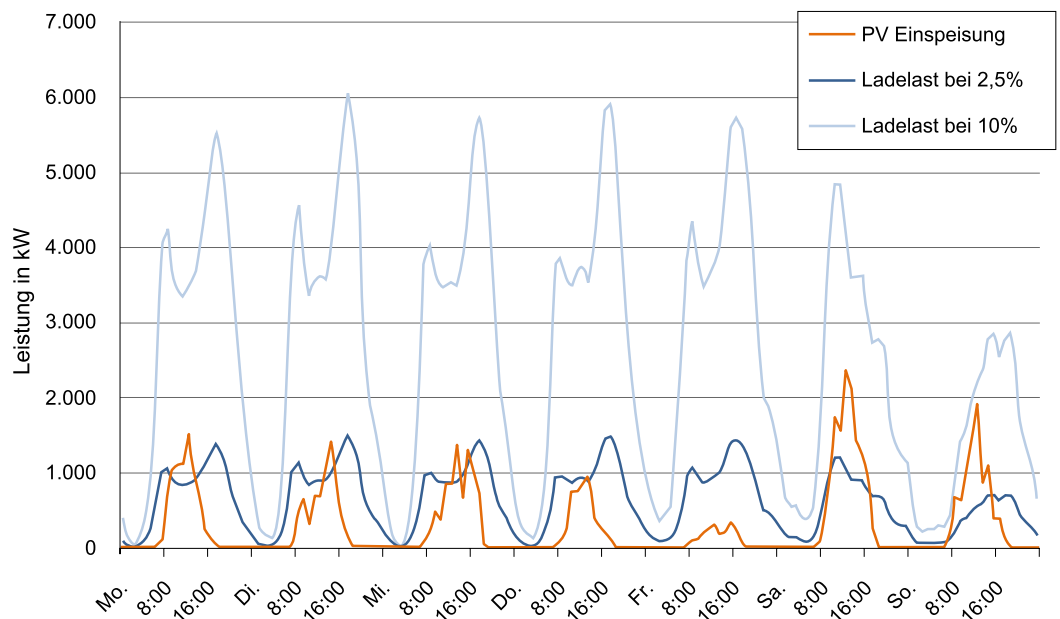
Die Lastverschiebung im Haushalt ist nur sehr begrenzt möglich und erfordert ein automatisiertes Energiemanagement im Haus, was nur mit hohem Aufwand möglich ist. Dennoch ist es ein Ansatz, der weiter verfolgt werden sollte und mittelfristig ein erhebliches Potenzial bietet.

Die Speicherung in stationären Speichern wird aufgrund der neuen Gesetzeslage von einigen Herstellern propagiert und es werden bereits erste Komplettsysteme auf dem Markt angeboten. Dabei ist zu beachten, dass die hierbei eingesetzten Blei-Säure-Akkumulatoren eine geringe

Energiedichte haben und damit Kellerraum belegen sowie aufgrund der relativ geringen Haltbarkeit und ihren chemischen Bestandteile ein Entsorgungs- und Umweltproblem darstellen.

Deshalb ist die dritte Möglichkeit von entscheidender Relevanz und wird hier weiterführend betrachtet. Mit dem Ansatz den Eigenverbrauch zu erhöhen indem die durch die PV-Anlage erzeugte elektrische Energie in der Batterie eines Elektrofahrzeugs zwischengespeichert wird, werden mehrere Problemstellungen gleichzeitig behandelt.

Die Einspeisung aus PV-Anlagen unterliegt naturgemäß regional einer hohen Gleichzeitigkeit. Dies führt in Zeiten hoher Sonneneinstrahlung zu einer starken Netzbelastung, die beim Entwurf der untergelagerten Netze nicht berücksichtigt wurde. Sind viele dezentrale Anlagen (neben PV-Anlagen z. B. auch BHKW) räumlich konzentriert vorhanden und in Betrieb, kann es zu einer Umkehr des Lastflusses in die höher gelagerten Netze kommen. Es ist daher erstrebenswert die erzeugte elektrische Energie ortsnahe, im Optimalfall direkt am Ort der Erzeugung einzusetzen, um die Netze zu entlasten. Eine hohe Verbreitung von Elektrofahrzeugen führt zu ähnlich gelagerten Problemen. So ist ohne intelligentes Lademanagement auch bei der häuslichen Aufladung von Elektrofahrzeugen mit starken Netzbelastungen zu rechnen, da auch hier ohne geeignete Maßnahmen eine hohe Gleichzeitigkeit besonders in den Abendstunden zu erwarten ist.



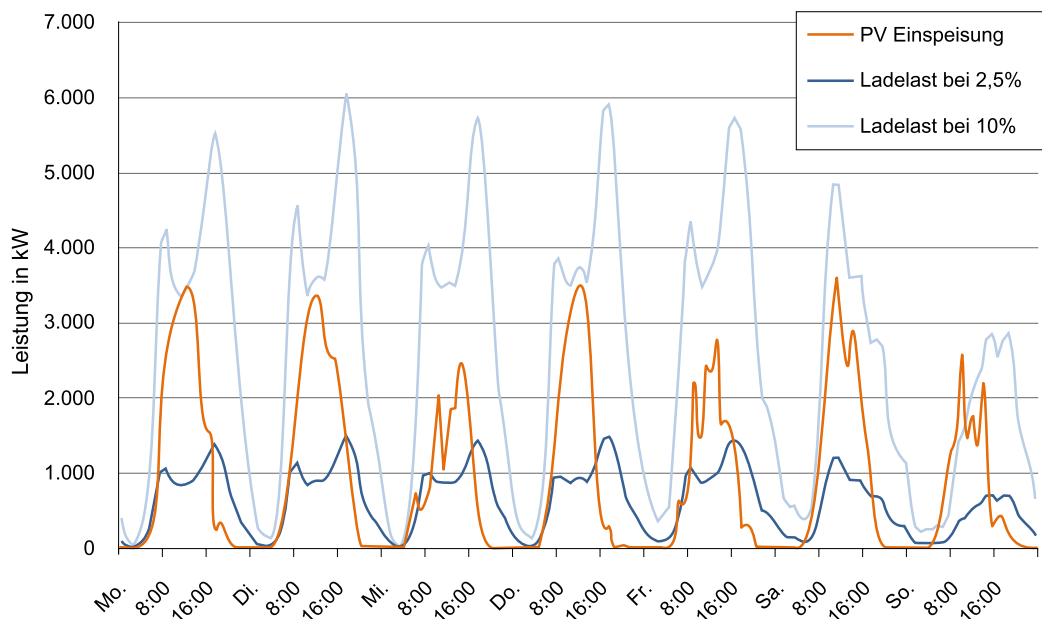
► *Abbildung 1: Wochenkurven für PV Einspeisung von Anfang März 2008 und mögliche Ladelastkurven für Karlsruhe. Quelle: eigene Darstellung der Autoren.*

Anhand einer einfachen und beispielhaften Untersuchung soll betrachtet werden, ob der Ansatz Elektrofahrzeuge vorzugsweise mit selbst erzeugtem Solarstrom zu laden, tragfähig ist. Dazu wird die Stadt Karlsruhe näher betrachtet. Zunächst werden Wetterdaten des Instituts für Meteorologie und Klimaforschung am KIT für die Globalstrahlung im Jahr 2008 in stündlicher Auflösung für die Bestimmung der Einspeiselast aus PV-Anlagen herangezogen, wobei die rund 600 installierten Anlagen in Karlsruhe im Jahr 2008 insgesamt 414 MWh eingespeist haben.

Für die Ladelast, also die Lastkurve, die durch das Laden der Elektrofahrzeuge entsteht, werden zwei Szenarien angenommen und der Einspeisekurve gegenübergestellt. Als Basis dient die Verkehrsbelastung, die für Karlsruhe angenommen werden kann. Dazu werden die Daten aus der Studie „Mobilität in Deutschland 2002“ für den Kreistyp Kernstadt herangezogen und anhand der Verkehrsleistung auf

MEREGIO - EIN PROJEKT DES KIT

Am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) werden in einer Zusammenarbeit von elf Lehrstühlen sowohl die Lastverschiebung durch intelligente Haushaltsgeräte als auch die Speicherung elektrischer Energie in Elektrofahrzeugen in den E-Energy-Projekten MeRegio und MeRegioMobil untersucht. Für die praxisnahe Forschung befindet sich derzeit ein Forschungs- und Demonstrationslabor auf dem Campus Süd im Aufbau, das neben einer PV-Anlage auch ein BHKW, intelligente Haushaltsgeräte und ein Elektrofahrzeug über ein intelligentes Gebäudeenergiemanagementsystem verknüpft. Neben technischen Themen wie Demand-Side-Management sowie intelligentem Laden und Rückspeisen von Energie aus dem Elektrofahrzeug, werden in einem interdisziplinären Ansatz auch rechtliche und sozioökonomische Fragestellungen behandelt. So widmen sich die Forscher in MeRegioMobil beispielsweise der Ausgestaltung rechtlicher Rahmenbedingungen zum Datenschutz und Fragen des Nutzerverhaltens sowie der Wirkung von Anreizsystemen.



► *Abbildung 2: Wochenkurven für PV Einspeisung von Ende Juni 2008 und mögliche Ladelastkurven für Karlsruhe. Quelle: eigene Darstellung der Autoren.*

Karlsruhe angepasst. Berücksichtigt werden dabei lediglich Fahrten unter 50 km, um die derzeitige Reichweitenbegrenzung von Elektrofahrzeugen zu berücksichtigen. Des Weiteren wird angenommen, dass nach jeder Fahrt das Fahrzeug unmittelbar mit 3,5 kW Leistung geladen werden soll. Dies entspricht dem Laden an einer gebräuchlichen Haushaltssteckdose.

In Abbildung 1 und 2 werden neben der Einspeisekurve aus PV-Anlagen (orange) zwei Ladelastkurven abgebildet. Die dunkelblaue Kurve entspricht etwa 2,5 % der Vollpenetration von Elektrofahrzeugen und liegt damit etwas über dem Ziel der Bundesregierung für das Jahr 2020. Die zweite Kurve (hellblau) entspricht einer Penetration von 10% aller Fahrten. Um den jahreszeitlichen Unterschied bei der PV-Einspeisung zu verdeutlichen wurde in Abb. 1 eine phänologische Winterwoche gewählt, in Abb. 2 eine entsprechende Sommerwoche. Der Vergleich beider Abbildungen macht die erheblich stärkere PV-Einspeisung im Sommer deutlich.

Unter idealen Voraussetzungen könnte schon bei der Einspeisung von 2008 und der resultierenden Ladelast bei 2,5 % EV-Anteil über 40 % des jährlichen Ladebedarfs direkt aus PV-Strom gedeckt werden. Bei der resultierenden Ladelast von 10 % EV-Anteil wären es noch über 15 %. Durch die steigende Anzahl der Installation von PV-Anlagen in den nächsten Jahren, kombiniert mit der relativ guten Übereinstimmung von PV-Einspeisung und Ladebedarf der Elektrofahrzeuge zeigt sich, dass PV-Anlagen und Elektrofahrzeuge sich nicht nur aus ökologischer, sondern auch aus

ökonomischer Sicht, bedingt durch die EEG-Förderung, sehr gut ergänzen.

Dennoch gilt es bei diesen Ergebnissen zu bedenken, dass zu Zeiten hoher Sonneneinstrahlung ein Elektrofahrzeug nicht notwendigerweise am Standort der PV-Anlage ist und diesbezüglich ein Nachteil gegenüber einem stationären Speicher existiert. Des Weiteren ist die Tatsache zu berücksichtigen, dass in Deutschland regional stark unterschiedliche Bedingungen herrschen, sowohl was das Wetter und die installierte Leistung von PV-Anlagen, als auch was die Nutzung von Pkw betrifft. Folglich können die Ergebnisse für Karlsruhe nicht ohne genauere Betrachtungen auf andere Gebiete übertragen werden.

Darüber hinaus zeigen die Abbildungen auch, dass besonders an sonnenschwachen Tagen die Last nur unzureichend gedeckt werden kann. Deshalb ist es erforderlich auch die Möglichkeit des intelligenten zeitversetzten Ladens zu analysieren. Das gesteuerte Laden der Fahrzeugbatterie, im Gegensatz zum sofortigen Laden nach jedem Weg, kann somit auch dem Nutzer entgegen kommen. Um diese Zusammenhänge besser zu verstehen, ist es schon heute notwendig intensiv an dieser Thematik zu forschen.

WEITERFÜHRENDE LITERATUR

Deutsche Bundesregierung: Etablierung der Nationalen Plattform Elektromobilität, Mai 2010

*Deutsche Bundesregierung: Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) 2009
EnBW Energie Baden-Württemberg AG: EEG-Anlagendaten in der Regelzone der EnBW Transportnetze AG, 2010*

Mobilität in Deutschland 2002, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, 2002

ETG Energietechnische Gesellschaft im VDE: Elektrofahrzeuge – Bedeutung, Stand der Technik, Handlungsbedarf, VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V., 2010