



Bidirektionale Energieflüsse

Bidirektionale Energieflüsse als Flexibilitätsoption im Rahmen des Mobilitäts- und Energiesektors rücken zunehmend in den Fokus. Das Potential dieser Technologie ermöglicht es, die durchschnittlich langen Standzeiten von Elektrofahrzeugen sinnvoll zur Laststeuerung zu nutzen. Dieser Faktencheck beinhaltet unter anderem grundlegende Definitionen sowie bereits vorhandene Regelungen und erläutert die Rolle des VDE in diesem Bereich.

■ Florian Regnery

Projektmanager E-Mobilität, Speicher bei VDE

FNN

Tel. +49 30 383868-75

florian.regnery@vde.com

■ Ninmar Lahdo

Projektmanager Mobility bei DKE

Tel.: +49 6308-434

ninmar.lahdo@vde.com

■ Dr. Ralf Petri

Geschäftsbereichsleiter Mobility bei VDE

■ Lydia Wagner

Projektmanagerin Neue Technologien und Services bei VDE

■ Alexander Nollau

Abteilungsleiter Energy bei DKE

■ Dr. Thomas Benz

Geschäftsführer von VDE ETG

Was bedeutet “bidirektionaler Energiefluss”?

Klingt komisch, macht aber Sinn: der bidirektionale Energiefluss von Elektrofahrzeugen. Doch was hat es damit auf sich? Das Laden – in eine Richtung – ist ganz normal für den Elektroautofahrer. Der Strom fließt aus dem Stromnetz über die Ladesäule ins Elektroauto. „Bidirektionales Laden“ – also in zwei Richtungen – ist Teil der nahen Zukunft. Hier kann der Strom auch kontrolliert aus einer Fahrzeugbatterie wieder zurück über die Ladesäule ins Stromnetz oder eigene Haus fließen, wenn er benötigt wird. Klar ist, dass das alles geregelt sein muss, denn durch intelligentes Lastmanagement ergeben sich verschiedene Möglichkeiten, flexibel Strom bereitzustellen – sowohl für die Waschmaschine am Abend als auch für das Stromnetz in bestimmten Situationen.

Das deutsche Stromnetz bildet das Rückgrat für die Elektromobilität. Darüber hinaus zählt es zu den weltweit sichersten und zuverlässigsten, wovon Fahrer und Fahrerinnen von Elektroautos hierzulande zunächst einmal profitieren werden. Sich auf dem aktuellen Stand auszuruhen, ist jedoch keine Option: Stromnetzbetreiber müssen mit einem deutlichen Zuwachs des Elektroautobestands rechnen und jedes Fahrzeug an einer Ladestation stellt einen neuen, leistungsstarken Verbraucher im Stromnetz dar. Kurzfristig sind grundsätzlich keine Probleme zu erwarten, aber mittel- bis langfristig gilt es, das Netz für den wachsenden Bedarf anzupassen und Elektroautos flexibel ins Stromnetz zu integrieren. Dies resultiert aus der grundlegenden Zielstellung, sie mit erneuerbarem Strom zu versorgen. Der Ladevorgang soll also vorzugsweise dann erfolgen, wenn das Angebot an Strom aus erneuerbaren Energiequellen möglichst hoch ist.

Zur Vermeidung von negativen Folgen ist neben dem fortwährenden Netzausbau eine intelligente Ladesteuerung notwendig. Dadurch ließe sich nicht nur eine Optimierung der Netzbelastung, sondern auch eine Reduzierung des Ausbaubedarfs realisieren. Die Herausforderung ist bekannt: Sobald abends zur „Ladestoßzeit“ ein Großteil der Elektroautobesitzer die Batterie laden möchte, kann es neben Engpässen und Überbelastungen im Netz unter Umständen auch zu Schäden und Stromausfällen kommen. Um dies zu verhindern, bietet sich ein sogenanntes Energiemanagementsystem (EMS) an, das neben dem Fahrzeug bspw. Photovoltaikanlagen und Heimspeicherbatterien in seine Berechnungen einbezieht. Die grundlegende Funktionsweise besteht darin, angeschlossene Erzeugungs- und Verbrauchseinheiten zu überwachen, zu steuern und zu optimieren.

Das Potenzial dieses Systems ergibt sich aus der im Vergleich zur Ladedauer wesentlich höheren Standzeit des Elektroautos am Arbeitsplatz oder Wohnort, woraus eine zeitliche Flexibilität im Hinblick auf den optimalen Lade- und Einspeisezeitpunkt resultiert. Dieses Flexibilisierungspotenzial wird umso größer, sofern die Fähigkeit für einen bidirektionalen Energiefluss gegeben ist. Anstatt nach dem Anschließen des Elektrofahrzeugs an die Ladestation sofort zu laden, übermittelt der Nutzer erst einmal neben dem Zeitpunkt der nächsten Fahrt auch die benötigte Reichweite an das Fahrzeug bzw. EMS. Dieses stellt Informationen zum Stromangebot (u.a. Preisentwicklung, verfügbare Leistung) zur Verfügung. Dadurch können alle Faktoren wie Strombedarf im Haushalt, Menge an selbstproduziertem Strom, Preis für die Netznutzung etc. berücksichtigt und die (preislichen) Vorteile von lokal bzw. regenerativ erzeugtem Strom genutzt werden. Die zunehmende Anzahl an Elektroautos ermöglicht ebenfalls eine steigende Flexibilität: der Ladezeitpunkt bleibt frei wählbar, da kürzere Standzeiten einzelner Autos durch andere mit längeren Standzeiten kompensiert werden können.

Warum befasst sich der VDE mit dem Thema?

Hinsichtlich des Klimaschutzes und der Luftreinhaltung in Städten kommt dem elektrischen Fahren eine Schlüsselrolle zu. Die Einbindung öffentlicher sowie privater Elektrofahrzeuge und deren Ladeinfrastruktur in Energiesysteme stellt jedoch nicht nur heute, sondern insbesondere auch in den nächsten Jahren eine große Herausforderung für unsere Stromnetze dar.

Dies muss sorgfältig sowie frühzeitig geplant werden. Der VDE vereint dafür Wissenschaft, Normung, Regelung sowie Produktprüfung unter einem Dach.

Die im konkreten Fall erarbeiteten Normen, Regeln und Standards im Mobilitätsbereich gewährleisten nicht nur Sicherheit und Qualität, sondern fördern damit auch das Vertrauen der Anwender, wodurch Investitionssicherheit geschaffen sowie die Wirtschaftlichkeit unterstützt wird. Alle Beteiligten – von Netzbetreibern über Fahrzeug-, Ladeinfrastruktur- sowie Messtechnikherstellern bis hin zu Zertifizierern und Wissenschaftlern – gestalten gemeinsam die notwendigen Grundlagen zur erfolgreichen Integration der neuen Mobilität in das Stromnetz. Im VDE werden hierzu in Komitees bzw. Arbeitskreisen und Projektgruppen umsetzbare Lösungen erarbeitet und ausgewogene, technisch fundierte Leitfäden bereitgestellt. Um spätere teure Anpassungen zu vermeiden, wird vorausschauend gehandelt. Für einen weltweiten, erfolgreichen Markthochlauf sind Normen, Regeln und Standards unerlässlich.

Definitionen

- **Vehicle-to-Grid (V2G):** Dieses Konzept sieht das Einspeisen von Strom aus der Fahrzeugbatterie in das Netz vor und entspricht somit der Funktion eines Speicherkraftwerks, wobei zur effizienten Anwendung eine ausreichende Menge an (angeschlossenen) Elektrofahrzeugen vorhanden sein muss. Hierdurch können Laststeuerungsaufgaben erfüllt werden.
- **Vehicle-to-Home (V2H):** Dieses Konzept ähnelt dem vorangegangenen, wobei hier überschüssige Energie bspw. aus einer eigenen Photovoltaikanlage in der Fahrzeugbatterie gespeichert und bei Bedarf lediglich wieder in das Hausnetz und nicht in das öffentliche Netz eingespeist wird. Damit ließe sich z.B. im Falle eines Stromausfalls der Eigenbedarf an Strom abdecken.
- **Vehicle-to-Device (V2D):** Dieses Konzept ermöglicht es, die Fahrzeugbatterie (auch unterwegs) als Stromquelle bzw. Notstromaggregat für Elektrogeräte (Smartphones, Laptops oder Küchengeräte) zu verwenden.
- **Vehicle-to-Vehicle (V2V):** Dieses Konzept sieht die Verbindung von zwei Elektrofahrzeugen durch ein Kabel vor, um bspw. ein liegengeliebenes Fahrzeug aufzuladen oder auch geparkte, zur Verfügung gestellte Fahrzeuge als Ladesäule zu nutzen.

Flexibilität im System

Derzeit sorgen größtenteils noch konventionelle Kraftwerke dafür, dass wir mit Strom versorgt sind. Durch die zunehmende Integration von Erneuerbare-Energien-Anlagen wie Photovoltaik- und Windenergieanlagen, die wetterabhängig Strom produzieren, wird immer mehr Flexibilität im Stromnetz notwendig, da Verbrauch und Erzeugung stets im Gleichgewicht sein müssen.

Hierbei können Elektrofahrzeuge helfen, indem sie bei zu hohem Verbrauch entweder das Laden ihrer Batterie einstellen, erst später damit anfangen oder bei vollem Ladestand Strom ins Stromnetz abgeben. Andersherum können Batterien im Falle eines erzeugungsseitigen Überangebotes erneuerbarer Energien gezielt mit diesem Überschussstrom geladen werden. Dieses Ladeverhalten wird von Experten als „netzdienliche Nutzung“ bezeichnet.

Regelungen „kurz und knapp“

■ Normen

Ausgehend von dem Elektromobilitätsgesetz sowie der Ladesäulenverordnung als rechtlicher Rahmen für die Elektromobilität, beschäftigt sich die Normung mit verschiedenen Aspekten – von der Fahrzeugtechnik über die Ladeinfrastruktur bis hin zur Stadtplanung unter Berücksichtigung energie- und umwelttechnischer Gesichtspunkte. Hinsichtlich bidirektionaler Energieflüsse gilt es, diverse Normen bzw. Normungsreihen zu berücksichtigen. Im Rahmen des kabelgebundenen Ladens werden allgemeine sicherheitstechnische Anforderungen für die Ladeinfrastruktur in der Norm IEC 61851-1 beschrieben, welche sich auf alle zum Einsatz kommenden Komponenten bezieht. Darüber hinaus existieren weitere Normen.¹

Im Hinblick auf kabelgebundenes Laden ist die Basisnormung inzwischen abgeschlossen, wodurch eine Interoperabilität etabliert und der Grundstein für die Entstehung des Massenmarkts gelegt werden konnte.

■ Anwendungsregeln

Für den Anschluss von Ladeeinrichtungen (Ladestation, Wallbox) sind VDE-Anwendungsregeln erarbeitet worden, die eine fachgerechte Umsetzung gewährleisten. Ob im öffentlichen Raum oder auf privatem Grund – Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge müssen

beim örtlichen Netzbetreiber angemeldet werden. Dazu sind alle Betreiber von Ladeeinrichtungen seit dem Inkrafttreten der [VDE-Anwendungsregel](#) „Technische Anschlussregeln Niederspannung“ am 8. März 2019 verpflichtet. Die Anmeldung erfolgt vor der Errichtung durch den beauftragten Elektroinstallateur. Neben dem Netzanschluss wird auch der Betrieb von Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge in verschiedenen Dokumenten geregelt.²

Für Elektrofahrzeuge, die sich zukünftig auch für die Rückspeisung von Energie aus dem Fahrzeug in eine an das öffentliche Netz angeschlossene Kundenanlage eignen, ist darüber hinaus die [VDE-Anwendungsregel](#) VDE-AR-N 4105 relevant.

■ VDE-Hinweise

Hinzu kommen Umsetzungshilfen in Form von [VDE-Hinweisen](#). Dazu zählen bspw. der „Hinweis zur Netzintegration der Elektromobilität mit aufbereiteten Anforderungen an die Ladeinfrastruktur, Informationen rund um die Steuerung von Ladevorgängen und die Auswirkungen auf die Netze“ (Stand: September 2019). Auch der Anschluss und Betrieb von Speichern am Niederspannungsnetz bietet mit verschiedenen Speicheranschlussvarianten einen praktischen Mehrwert, denn dazu gehören auch mobile Speicher wie Elektrofahrzeuge.

Für die Steuerung von Stromverbrauchern bzw. das Lastmanagement gibt es ebenfalls ein Konzept, um eine sichere Zu- und Abschaltung von z.B. Elektrospeicherheizungen oder -Fahrzeugen zu gewährleisten ([VDE Hinweis](#) „Lastenheft Steuerbox: Funktionale und konstruktive Merkmale Steuerbox“, Version: März 2021).

Ausblick

Zukünftig ist auch in Deutschland mit bidirektionalen Energieflüssen zu rechnen. Negative Auswirkungen auf die Fahrzeugbatterie durch das Bereitstellen von Energie werden von mehreren Seiten als unkritisch bewertet, sofern bspw. Schutzfunktionen sinnvoll Anwendung finden. Es bleibt dennoch wichtig, weiterhin Forschung zu betreiben und Erkenntnisse aus Pilotprojekten anzuwenden, um dieser Technologie zum Durchbruch zu verhelfen. Hierfür sind über alle Fahrzeug- und Ladeinfrastrukturhersteller hinweg geltende Ladestandards unerlässlich. Dafür müssen unter ande-

¹ DIN EN 62196-2 (VDE 0623-5-2) für AC-Steckvorrichtungen; E DIN EN 62196-3/A1 (VDE 0623-5-3/A1) für DC-Steckvorrichtungen; E DIN EN 61851-23-2 (VDE 0122-2-32) für DC-Ladeeinrichtungen

²VDE-AR-N 4100 für Anlagen in der Niederspannung; VDE-AR-N 4110 für Anlagen in der Mittelspannung; VDE-AR-N 4120 für Anlagen in der Hochspannung

rem Hersteller dafür sorgen, dass notwendige Geräte untereinander bzw. übergreifend vernetzt werden und miteinander kommunizieren können. Dies muss in enger Abstimmung mit den Netzbetreibern erfolgen, damit über entsprechende Geräte wie Smart Meter Gateways (SMG) oder Steuerboxen kommuniziert und gesteuert werden kann. Das setzt allerdings die Bereitstellung von Daten z.B. bezüglich des Ladestands, der Stand- und Fahrtzeiten etc. voraus. Hierbei sollte nicht im Fokus stehen, so viele Daten wie möglich zu beziehen, sondern nur so viele wie nötig. Grundsätzlich gilt es, die enge Zusammenarbeit zwischen allen Beteiligten noch weiter auszubauen und insbesondere datenschutzrechtliche Fragestellungen frühzeitig zu klären.

Das Potenzial bidirektionaler Energieflüsse kann einen wesentlichen Beitrag zur Mobilitäts- und somit auch zur Energiewende leisten. Die Beiträge des VDE helfen dabei.