

Elektromobilität als fahrbarer Energiespeicher

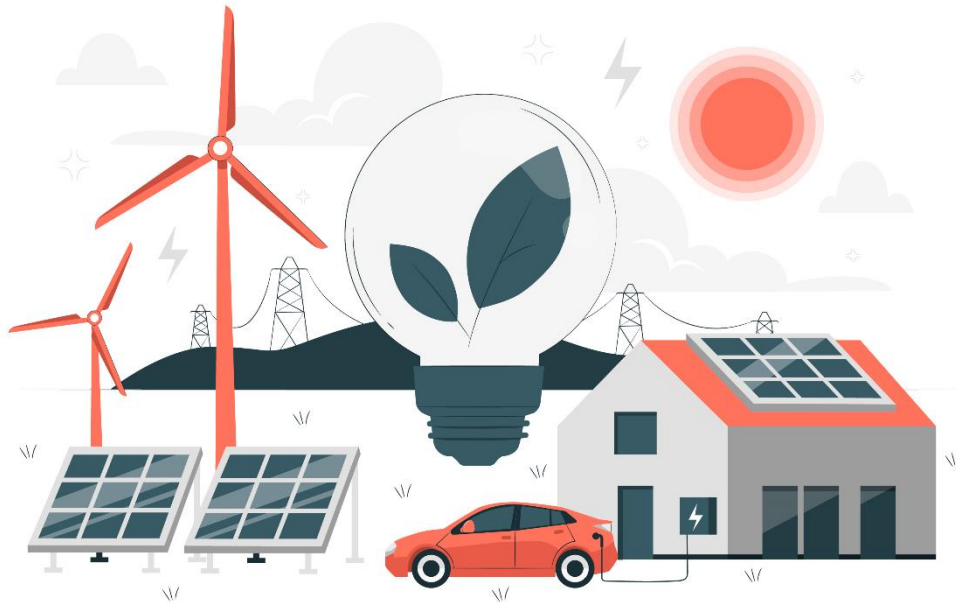


Abbildung 1: *STORYSET, Freepik* „Konzeptillustration Energiespeicher Vehicle-to-Home & Vehicle-to-Grid“

Szenario

Sie kommen am Nachmittag mit ihrem E-Auto zu Hause an – die Batteriekapazität beträgt noch 25 kW/h. Nach direktem Anschluss an die private Ladestation meldet diese den Anschluss automatisch beim Netzbetreiber. Der letzte Schritt, den Sie noch tätigen müssen, ist, über die App der Ladestation anzumelden, wann und mit wieviel Ladestand Sie ihr Auto als nächstes wieder benutzen möchten. Durch ihren intelligenten und flexiblen Stromtarif stellt der Netzbetreiber sicher, dass genügend E-Mobilbesitzer die „Vehicle-to-Grid“-Funktion gewillt sind zu nutzen. Dieser beinhaltet eine attraktive Preisgestaltung für die geforderte Vorplanung der nächsten Autonutzung, Beschränkung der Flexibilität sowie der Zurverfügungstellung der bewilligten Batteriestromkapazität. In der Zeit zur nächsten Nutzung steht der vorhandene Batteriestrom somit dem Netzbetreiber zur Verfügung. Dieser kann nun die Kapazitäten der Batterien aus unzähligen angemeldeten E-Autos als virtuelle Kraftwerke nutzen, um beispielsweise Lastspitzen im öffentlichen Stromnetz auszugleichen und zu vermeiden. Elektroautos können somit die Möglichkeit schaffen einen Beitrag zur Stromnetzstabilisierung zu leisten.

Voraussetzung für dieses Szenario, dass die Elektromobilität zu einem fahrbaren Energiespeicher werden kann, ist die Unterstützung der bidirektionalen Ladetechnologie.

Bidirektionales Laden ist durch die Möglichkeit des in zwei Richtungen fließenden Stromes charakterisiert: ganz konkret, aus dem Heim- und Stromnetz in einen (Autobatterie)Speicher, vice versa. Im Kontext der Elektromobilität wird dafür aber noch ein Zwischenschritt notwendig, denn E-Autos werden mit Gleichstrom (DC) betrieben, im Haushalt und im Stromnetz wird jedoch nur Wechselstrom (AC) verwendet. Daher muss beim Ladevorgang der Wechselstrom in Gleichstrom umgewandelt werden. Dies erfolgt über einen Gleichrichter im Bordladegerät des Fahrzeuges oder in einer speziellen Wallbox (DC).

Die drei Varianten des bidirektionalen Ladens – V2L, V2H, V2G

„Vehicle-to-Load“-Funktion (V2L)

Die V2L-Funktion, auch „Vehicle-to-Device“ (V2D) genannt, ist die einfachste der drei Varianten, um den gespeicherten Strom der Elektroautobatterie unterwegs für externe Geräte zu nutzen. Dazu kann im E-Mobil selbst eine normale Schuko-Steckdose integriert sein oder durch einen Adapter für die Ladeschnittstelle, z.B. Typ 2-Anschluss (Fahrzeugseite) auf Typ F (Schuko-Steckdose), kann die Funktion genutzt werden.

„Vehicle-to-Home“-Funktion (V2H)

V2L weitergedacht ergibt die V2H-Funktion. Der Grundgedanke dabei ist, Elektrofahrzeuge zur Einspeisung ihrer gespeicherten elektrischen Energie in Heimnetze zu nutzen. Die Idee ist nicht neu, bereits seit mehreren Jahren wird an der Technologie geforscht und entwickelt. Die V2H-Funktion sieht vor, nicht nur den Batteriespeicher des Autos aufzuladen, sondern auch den in seiner Batterie gespeicherten Strom entgegengesetzt für die Stromversorgung des Hauses und der darin befindlichen Elektrogeräte zu nutzen. Generell kann das Elektroauto dann auch als Energiespeicher genutzt werden, um Strom zwischenspeichern, der z.B. von der eigenen Solar-/Windkraftanlage zwar erzeugt, aber gerade durch das Heimnetz nicht selbst verbraucht werden kann. Möglich wäre es auch, dass aufgrund eines Überangebotes im öffentlichen Stromnetz nicht direkt eingespeist werden. Dadurch kann die eigenproduzierte Energie selbst effizienter genutzt werden. Das spart nicht nur Geld (gezieltes Laden des Autobatteriespeichers bei Überproduktion von Strom), sondern verbessert zudem die Unabhängigkeit von steigenden Strompreisen und den Schutz vor Blackouts. Denn gerade im Falle eines Blackouts des öffentlichen Stromnetzes kann durch V2H der eigene Energiespeicher im Auto unkompliziert als Notstromversorgung genutzt werden.

Auf den ersten Blick scheint V2H einfach umsetzbar, es sind jedoch einige technische Hürden zu überwinden. Wie bereits erwähnt, ist es zunächst wichtig zu erkennen, dass Elektroautos mit Gleichstrom geladen und betrieben werden. Der Output aus Steckdosen / Stromanschlüssen ist aber Wechselstrom. Bei der typischen Lademethode an der Wallbox muss der Wechselstrom erst über einen Gleichrichter in Gleichstrom umgewandelt werden, bevor er im Batteriespeicher des Autos gespeichert wird. Zur Rückspeisung ins Heimnetz muss der DC wieder über einen Wechselrichter in AC umgewandelt werden, um diesen im Heimnetzwerk nutzen zu können. Ein intelligentes Energiemanagementsystem sollte zudem das Fahrzeug selbst, die

Energieübertragung vom Auto zur und von der Ladestation sowie das Heimnetz überwachen und somit das Energiesystem vor Überlastungen schützen.

„Vehicle-to-Grid“-Funktion (V2G)

Wie bereits im Eingangsszenario beschrieben, stellt die größte und komplexeste Lösung die V2G-Funktion dar, welche Realität werden könnte, wenn Elektrofahrzeuge zu Stromspeichern im häuslichen Umfeld werden. Die Idee von V2G basiert auf der Gegebenheit, dass Elektrofahrzeuge – ebenso wie herkömmliche Kraftfahrzeuge – den größten Teil des Tages geparkt sind und daher als stille Batteriereserve genutzt werden können. Bei der V2G-Technologie sind Elektrofahrzeuge über Wall-Boxen und Ladepunkte an das öffentliche Stromnetz angeschlossen. Die unzähligen Batterien fungieren, mittels digitaler Vernetzung und intelligentem Lastenmanagement, als virtuelles Kraftwerk. So kann die überschüssige Produktion erneuerbarer Energie aufgefangen werden und der gespeicherte Strom zu Bedarfsspitzen zurück ins Netz eingespeist werden.

Durchbruch? Das Potenzial bidirektionaler Elektroautos ist sehr groß

Bislang ist das bidirektionale Ladesystem eher eine Randerscheinung, die Technologie ist aber auf dem Vormarsch. Ein Durchbruch zur massentauglichen Technologie ist sehr realistisch.

Zum einen veröffentlichte erst im April dieses Jahres die Internationale Organisation für Normung die ISO 15118-20. Diese definiert die Kommunikation zwischen Elektroautos und Ladeeinrichtungen, Mehrwertfunktionen rund um das Laden, Energiemanagement und Rahmenbedingungen für das bidirektionale Laden. Ein sehr guter Grundstein, um die Technologie auf einen einheitlichen Stand zu bringen.

Zum anderen hat der Automobilhersteller Volkswagen angekündigt, alle Automodelle, welche auf dem modularen E-Antriebs-Baukasten basieren, mit der ISO 15118-20 auszurüsten und bestehende Modelle per Update freizuschalten. Demnach sind in relativ kurzer Zeitspanne hunderttausende neu E-Autos vom Volkswagenkonzern und seinen Tochtergesellschaften bidirektional ladefähig.

Das Potenzial der Elektromobilität als fahrbare Energiespeicher ist also groß. Die Elektroautobatterien sind dann bereits zur Verfügung stehende Speicher und müssen nicht extra angeschafft und produziert werden, sondern können durch innovativen Einsatz der bidirektionalen Ladetechnik weitere Anwendungszwecke in Heimnetzen und dem öffentlichen Netz erhalten.

Herausforderungen

Aller Anfang ist schwer, gerade bei potenziell disruptiven neuen Techniken. Viele Steuergrößen beeinflussen den weiteren Erfolg der bidirektionalen Ladetechnik. Als sehr positiv können die erst kürzlich veröffentlichte ISO-Norm 15118-20 zur Standardisierung und die plattformmäßige Ausstattung der elektrischen Modelle im Volkswagen Konzern gesehen werden. Ein wichtiger Schritt für eine plattformübergreifende Kompatibilität sowie die erste große flächendeckende Verfügbarkeit durch den Verbau. Nichtsdestotrotz gibt es bis jetzt nur eine begrenzte Anzahl von kompatiblen E-Automodellen auf dem deutschen Automobilmarkt, welche bidirektionales Laden unterstützen:

Tabelle 1: E-Automodelle mit bidirektionaler Ladetechnologie auf dem deutschen Automobilmarkt (vgl. ADAC 2023)

Hersteller / Modell	Steckertyp	Stromart	Unterstützte Ladefunktion
Hyundai Ioniq 5 / 6	Schuko	AC (1-phasig)	V2L
Kia EV6 / Niro EV	Schuko	AC (1-phasig)	V2L
MG 4 / 5 / Marvel	Schuko	AC (1-phasig)	V2L
Volvo EX90	Schuko / Typ 2 / CCS	AC (1/3-phasig) / DC	V2L / V2H / V2G (vorbereitet)
Polestar 3	Schuko / Typ 2 / CCS	AC (1/3-phasig) / DC	V2L / V2H / V2G (vorbereitet)
Skoda Enyaq (mit 77 kWh)	CCS	DC	V2H / V2G (vorbereitet)
VW ID.3, ID.4, ID.5, ID Buzz (mit 77 kWh)	CCS	DC	V2H / V2G (vorbereitet)
Nissan Leaf	CHAdeMO	DC	V2H / V2G (vorbereitet)
Mitsubishi Outlander / iMIEV	CHAdeMO	DC	V2H / V2G (vorbereitet)

Auch ist das Angebot an kostengünstigen zur V2-Technologie kompatiblen Wallboxen sehr begrenzt. Die Hersteller stehen somit noch vor der großen Aufgabe, normkonforme zueinander kompatible Produkte zu wirtschaftlich erschwinglichen Preisen auf den Markt zu bringen.

Bei den zahlreichen regulatorischen Herausforderungen scheint die momentane Situation aber nachvollziehbar. Von der Netzbetreiberseite müssen Elektrofahrzeuge für V2H und V2G noch als sogenannte „fahrenden Kraftwerke“ anerkannt und zugelassen werden. Die Fahrzeugtechnik muss mit der Primärregelleistung konform sein, d. h. Umstellung der Ladesoftware von Be- zu Entladung innerhalb Millisekunden zur Aufrechterhaltung der Netzfrequenz um 50 Hertz. Die ISO-Norm ist ein wichtiger und richtiger Schritt zum „fahrenden Kraftwerk“.

Auch von Gesetzgeberseite ist noch einiges zu tun, denn aktuell sind E-Autos aus juristischer Sicht nur PKW und keine Batteriespeicher, für welche bereits teilweise weitgehende rechtliche Vorgaben gelten. Eine Definition für mobile Speicher, im deutschen und europäischen Rahmen, ist nicht einheitlich. Die Unklarheit in der Definition des mobilen Energiespeichers trägt zu Unklarheiten bei der Planung einer bidirektionalen Infrastruktur und der Umsetzung eines entsprechenden Geschäftsmodells bei. Auch die prinzipielle Innovationsträgheit der großen Stromkonzerne und Netzbetreiber vermag die Entwicklung zu verzögern, denn diese sind eher weniger daran interessiert, dass der Endkunde, durch einen steigenden Stromeigenversorgungsgrad, immer unabhängiger von ihnen wird.

Daher besteht bei den Nutzern ein erheblicher Bedarf an Rechtssicherheit, hinsichtlich Versteuerung und Stromnebenkosten bei der Speicherung über einen längeren Zeitraum, beispielsweise den Netzentgelten, der Stromsteuer und der Konzessionsabgabe. Die Abschaffung der EEG-Umlage vom Strompreis hat die Situation bereits entschärft, dieser Weg sollte fortgesetzt werden.

Bis dato fehlen auch noch attraktive Geschäfts- und Preismodelle, damit sich die Investitionen (kompatibles V2H / V2G E-Auto, Wallbox, Energiemanagementsystem, Smart Home Geräte) für den kommerziellen Einsatz rentieren. Denn es muss vergleichsweise viel Strom über dieses

neue bidirektionale System fließen, um sich zu rechnen. Dies ist aber angesichts der momentanen geringen eingeschränkten Nutzungsmöglichkeit noch nicht sinnvoll. Gewinnbringender könnte es erst werden, wenn viele E-Auto-Batterien zur Netzstabilisierung als virtuellen Lastspitzenkraftwerk zusammengeschaltet werden. Der Erlös für diesen Strom ist am Markt durchaus lukrativ.

Aber auch das Gesamtbild in Deutschland ist sehr wichtig und bedarf noch an einiger Entwicklung. Damit V2G funktionieren kann, benötigt es nicht nur intelligente Energiemanagementsystem auf Seite der Heimnetze, sondern auch ein intelligentes Lastenmanagement für das gesamte öffentliche Stromnetz, damit die Synchronisierung der E-Auto-Batterien für Stromangebot und -Nachfrage gelingen kann.

Also noch eine ganze Menge Arbeit, die vor Politik, Stromerzeugern, Netzbetreibern und Endkunden liegt. Doch die Arbeit wird sich lohnen, denn Elektromobilität als fahrbarer Energiespeicher (V2H und V2G) birgt für das Energiesystem und dem effizienteren Ausschöpfen von Erneuerbaren Energien enorme Potenziale.

Quellenverzeichnis

- **STORYSET, FREEPIK (2023):** Bild: „Konzeptillustration Energiespeicher V2G & V2H“. <https://de.freepik.com/vektoren-kostenlos/konzeptillustration-der-gruenen-energieindustrie_38687014.htm#query=green%20energy&position=32&from_view=search&track=ais#position=32&query=green%20energy> (02.06.2023)
- **ADAC – Allgemeine Deutsche Automobil-Club e. V. (2023):** Das Elektroauto als Stromspeicher fürs Haus: So funktioniert bidirektionales Laden. <<https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/elektromobilitaet/info/bidirektionales-laden/>> (02.06.2023)
- **ENBW – ENERGIE BADEN-WÜRTTEMBERG (2023):** E-Autos als Stromspeicher. <<https://www.enbw.com/blog/elektromobilitaet/trends/e-autos-als-stromspeicher-wie-funktionieren-v2h-und-v2g/>> (02.06.2023)
- **BNE – BUNDESVERBAND NEUE ENERGIEWIRTSCHAFT E.V. (2022):** Positionspapier Bidirektionales Laden von Elektrofahrzeugen. <https://www.bne-online.de/fileadmin/user_upload/bne_Positionspapier_bidirektionales_Laden.pdf> (02.06.2023)

Wir fördern Wirtschaft



Landesprogramm Wirtschaft: Gefördert durch die Europäische Union - Europäischer Fonds für regionale Entwicklung (EFRE), den Bund und das Land Schleswig-Holstein

Schleswig-Holstein. Der echte Norden.