



FACTSHEET

„VEHICLE TO GRID“ – KUNDENNUTZEN UND NETZINTEGRATION

ARBEITSGRUPPE 5
VERKNÜPFUNG DER VERKEHRS-
UND ENERGIENETZE,
SEKTORKOPPLUNG



NPM

Nationale Plattform Zukunft der Mobilität



INHALT

EXECUTIVE SUMMARY	4
1 MOTIVATION FÜR DIESES FACTSHEET	6
2 MEHRWERTE VON VEHICLE TO GRID	7
2.1 Definition von V2G	7
2.2 Use Cases	7
2.3 Kundensicht und Wertversprechen	8
3 TECHNISCHE VORAUSSETZUNG	9
4 WIRTSCHAFTLICHKEIT	11
5 HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN	13
ANHANG	14
Abkürzungsverzeichnis	14
Abbildungsverzeichnis	14
Quellenverzeichnis	15
IMPRESSUM	16

EXECUTIVE SUMMARY

Das bidirektionale Laden, also die bedarfsgerechte Ein- und Ausspeisung von Strom aus der Batterie, stellt durch die intelligente Einbindung von Elektrofahrzeugen in die Energiewirtschaft (Sektorkopplung) zukünftig einen wichtigen Baustein im Ökosystem der E-Mobilität dar. Dies wird beispielsweise auch in der *EU-Strategy for Energy System Integration* (Europäische Kommission, o. J.) und im *Integrierten Nationalen Energie- und Klimaplan* (BMWi, o. J.) der Bundesregierung hervorgehoben.

Das Ziel des Berichts ist die Darstellung der wesentlichen wirtschaftlichen und technischen Aspekte zum bidirektionalen Laden sowie die Identifikation von weiteren zentralen Handlungsschritten.

Zu den möglichen Use Cases von V2G gehören unter anderem die Optimierung des lokalen Verbrauchs, das netzdienliche Laden im Verteilnetz, die Vermarktung von Strom sowie die Erbringung weiterer Systemdienstleistungen (beispielsweise Regelenergie). Daraus ergeben sich mögliche Mehrwerte für die Nutzerin oder den Nutzer, wie zum Beispiel monetäre Vorteile durch die temporäre Erhöhung der Eigenversorgung sowie durch variable Tarife oder die Einspeisevergütung. Das heißt, mit Blick auf die Frage der erfolgreichen Netzintegration stellt V2G entsprechend der Definition im bereits veröffentlichten NPM-Bericht *Netzintegration von Elektromobilität – Basis für eine Erfolgreiche Sektorkopplung. Eine Definition* sowohl eine Option zum netzverträglichen Laden als auch zugleich eine Optimierungsmöglichkeit für die Verbraucherin oder den Verbraucher dar. In verschiedenen Studien wurden bereits mögliche Potentiale ermittelt. Diese kommen über alle Werttreiber hinweg (Optimierung Eigenverbrauch, Systemdienstleistungen, Flexibilität in der Niederspannung) zu einem Potential von mehreren Hundert Euro pro Jahr und Fahrzeug. (Aurora Energy Research, 2018, S.36; Transport & Environment, 2019; Steward, 2017)

Zudem gilt es – über die monetären Anreize hinaus – den Kunden für das bidirektionale Laden zu gewinnen. Dafür müssen auch mögliche Fragen, wie zum Beispiel die Auswirkungen auf die Produkthaftung und Gewährleistung insbesondere für die Fahrzeugbatterien geklärt werden.

Grundsätzlich sind die technischen Voraussetzungen für die Anwendung von V2G weitestgehend geschaffen, sie sind allerdings noch nicht voll in den Märkten implementiert. Mit der Finalisierung und einer flächendeckenden Implementierung von Smart Meter Gateway (SMGW) und des Kommunikationsstandards ISO 15118-20 wird das bidirektionale Laden zukünftig sowohl AC- als auch DC-seitig möglich sein. Auch die Verfügbarkeit der Kommunikationsstandards EEBUS wird die Nutzung unterstützen.

Mit Blick auf die mögliche Bedeutung von V2G als Baustein des künftigen E-Mob-Ökosystems empfiehlt die NPM (AG 5) daher die Fokussierung auf weitere Pilotprojekte beziehungsweise Reallabore. Dadurch kann der reale Anwendungsfall von V2G weiter finalisiert, die Technologie möglichst schnell implementiert und Deutschland zum Leitmarkt werden.

Darüber hinaus sollte im Rahmen der Projekte der Beitrag von V2G zur CO₂-Reduktion und stärkeren Integration erneuerbarer Energien im Verkehrssektor inklusive möglicher Erlöspotenziale im THG-Quotenhandel untersucht werden.

EXECUTIVE SUMMARY

By integrating electric vehicles into the energy sector in an intelligent way (sector integration), bidirectional charging, i.e. electricity being fed into and out of the battery on an as-needed basis, will be an important building block of the e-mobility ecosystem. This is highlighted e.g. in the *EU-Strategy for Energy System Integration* (Europäische Kommission, o. J.) and the Federal Government's *Integrated National Energy and Climate Plan (Integrierter Nationaler Energie- und Klimaplan)* (BMWi, o. J.).

This report aims at presenting the key economic and technical aspects of bidirectional charging as well as identifying further important steps to be taken.

Possible use cases of V2G include the optimisation of local consumption, grid-friendly charging in the distribution grid, marketing of electricity as well as the provision of further system services (e.g. balancing energy), amongst others. This may bring added value to users, such as financial benefits through a temporary increase in self-supply as well as variable tariffs or feed-in payments. In light of the issue of successful grid integration, V2G, in line with its definition in the NPM report *Grid integration of electric mobility – basis for successful sector integration – a definition*, is both an option for grid-friendly charging and at the same time offers optimisation opportunities for consumers. Different studies have identified possible potentials. They show a potential of several hundred Euros per year and per vehicle across all value drivers (optimisation of own consumption, system services, flexibility in low voltage). (Aurora Energy Research, 2018, S.36; Transport & Environment, 2019; Steward, 2017)

Moreover – in addition to monetary incentives –, the customer has to be acquired for bidirectional charging. Potential questions need to be answered for this, such as the effects on product liability and warranty especially regarding the vehicle batteries.

The technical prerequisites for the use of V2G are largely in place but have not yet been fully implemented in the markets. Once finalised and once Smart Meter Gateway (SMGW) and the communication standard ISO 15118-20 have been implemented at a national level, bidirectional charging will be possible for both AC and DC. Availability of the EEBUS communication standard will also support usage.

Given the potential importance of V2G as building block of the future e-mobility ecosystem, NPM (WG 5) recommends a focus on further pilot projects and/or living labs. This will help finalise real-world application of V2G, implement the technology as quickly as possible and make Germany a leading market.

Moreover, during these projects, the contribution V2G can make towards reducing CO₂ and towards further integrating renewable energies into the transport sector, including its revenue potential of GHG quota trading, should be examined.

1 MOTIVATION FÜR DIESES FACTSHEET

Auftrag der NPM ist die Entwicklung von verkehrsträgerübergreifenden Lösungsansätzen für eine nachhaltige, bezahlbare und klimafreundliche Mobilität. Die Elektromobilität ist dem Verständnis der NPM (AG 5) nach nicht nur ein zentraler Pfeiler in der Erreichung der Klimaschutzziele des Verkehrsektors, sondern auch ein wesentlicher Bestandteil der künftigen Wertschöpfung Deutschlands. Dies umfasst auch die Entwicklung neuer Produkte und Services. Daher ist absehbar, dass die intelligente Einbindung von Elektrofahrzeugen in die Energiewirtschaft (Sektorkopplung) ein wichtiger Baustein im Ökosystem der E-Mobilität sein wird. In diesem Zusammenhang wird auch neben der Beladung der Fahrzeugbatterie die Rolle einer Rückspeisung aus den Elektrofahrzeugen unter den Schlagworten „bidirektionales Laden“ oder „Vehicle to Grid“ (V2G) diskutiert. Damit sollen auch ein größerer Mehrwert für die E-Fahrzeugkundinnen und -kunden wie auch eine bessere Netzintegration und Sektorkopplung einhergehen.

Das Ziel dieses Factsheets ist daher herauszuarbeiten, welche Rolle V2G im zukünftigen Ökosystem der E-Mobilität einnehmen kann und welcher Nutzen sich dabei auch für die Kundinnen und Kunden ergibt. Außerdem sollen weitere zentrale Handlungsschritte identifiziert werden, die zur Weiterentwicklung beziehungsweise zukünftigen Wertschöpfung dieser Technologie beitragen.

2 MEHRWERTE VON VEHICLE TO GRID

2.1 DEFINITION VON V2G

Vehicle to Grid (V2G) (in den Standardisierungsdokumenten als „bidirectional power transfer“ (BPT) und übergreifend oft als Vehicle Grid Integration (VGI) bezeichnet) beschreibt ein Konzept zur Rückspeisung von Strom aus den Batterien von Elektrofahrzeugen und ergänzt damit den reinen Strombezug zum bidirektionalem Laden. Deshalb wird der Begriff V2G auch synonym für den Begriff bidirektionales Laden verwendet. Dieser bietet insbesondere folgende Anwendungsfälle:

- a) **Vehicle to Home (V2H)**
- b) **Vehicle to Grid (V2G)**

Bei Vehicle to Home wird die Batterie zur Rückspeisung in ein lokales Gebäude oder lokales Netz hinter dem Netzanschlusspunkt genutzt. Der in der Batterie zwischengespeicherte Strom, beispielsweise aus erneuerbaren Energien, kann zur Optimierung des Eigenstrombedarfs genutzt werden. Es erfolgt jedoch keine Rückspeisung in das öffentliche Stromnetz.

V2G beschreibt die Möglichkeit der Rückspeisung des Stroms aus der Batterie in das öffentliche Stromnetz. Die Batterie des E-Fahrzeugs kann dabei verschiedene Netzdienstleistungen (siehe Use Cases) erbringen.

2.2 USE CASES

Die Funktion „V2G“ bietet eine Reihe neuer beziehungsweise erweitert bereits bestehende Anwendungsfälle (Use Cases) sowohl für den privaten EV-Nutzer als auch für Flotten/ Fuhrparks. Dabei besteht die Möglichkeit, dass mehrere der nachfolgend aufgelisteten Use Cases durch die Kundin oder den Kunden beziehungsweise den durch sie oder ihn beauftragten Dienstleister genutzt und in ein übergreifendes Ökosystem integriert werden können. Pro Use Case können verschiedene technische beziehungsweise regulatorische Vorgaben bestehen, die unterschiedliche Implementierungs- und Abwicklungsaufwände nach sich ziehen (vgl. 3 sowie 5).

Die V2G-Funktionen können dabei auf verschiedenen Ebenen im Energiesystem eingesetzt werden beziehungsweise ihre Wirkung entfalten. Zu den wesentlichen Use Cases gehören:

- **Optimierung lokaler Verbrauch/Eigenverbrauchsoptimierung**
Dies bedeutet die Bereitstellung von Strom aus der Fahrzeugbatterie für den direkten Verbrauch vor Ort hinter dem Netzananschlusspunkt in der jeweiligen Liegenschaft im Rahmen einer übergreifenden In-House-Optimierung durch ein (lokales) Energiemanagementsystem.
- **Netzdienstliches Laden/Netzdienstleistungen (Verteilnetz)**
Dies bedeutet, dass der Netzbetreiber vor dem Hintergrund seines Lastmonitorings das Ladeverhalten der Fahrzeugbatterie beeinflusst, um den Netzbezug der dort vorhandenen Verbrauchseinrichtungen zeitlich begrenzt abzusenken/ zu vermeiden. Dies erfolgt z.B. durch Zeit-/ Lastfenster, Ad-hoc-Steuerungssignale und finanzielle Anreize (vgl. NPM-Bericht „Netzintegration von Elektromobilität – Basis für eine erfolgreiche Sektorkopplung. Eine Definition“).

- **Vermarktung von Strom**
Dies bedeutet die Bereitstellung und Einspeisung von Strom in das Verteilnetz auf Basis eines Vertrags mit einem Lieferanten/Händler. Die Bereitstellung/Einspeisung erfolgt nach den Vorgaben/Steuersignal des Lieferanten/Händlers und in Abstimmung mit dem lokalen Netzbetreiber.
- **Systemdienstleistungen**
Dies bedeutet die Bereitstellung und Einspeisung von Strom in das Netz auf Basis eines Vertrags mit dem Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB). Die Bereitstellung/Einspeisung erfolgt nach den Vorgaben/Steuersignal des ÜNB und in Abstimmung mit dem lokalen Netzbetreiber.

2.3 KUNDENSICHT UND WERTEVERSPRECHEN

In Deutschland können Kundinnen und Kunden von Elektrofahrzeugen grundsätzlich von einer stets vorhandenen Netzverfügbarkeit und sicheren Versorgung ausgehen. Darüber hinaus sollen neue Möglichkeiten zur Unterstützung der eigenen Energieversorgung (beispielsweise in Verbindung mit einer Photovoltaikanlage, V2H) und Erbringung von Netzdienstleistungen erschlossen werden und der Einsatz sowie die Nutzung erneuerbarer Energien unterstützt werden. Das betrifft sowohl Individual- und Gewerbekundinnen und -kunden als auch Aggregatoren und Flottenbetreiber.

In den Szenarien Vehicle to Home (V2H) und Vehicle to Grid (V2G) ergeben sich grundsätzlich folgende Möglichkeiten:

- Monetäre Vorteile durch (temporäre) Erhöhung der Eigenversorgung oder Einhalten einer wirtschaftlichen Leistungsobergrenze am Netzanschlusspunkt
- Monetäre Vorteile durch variable Tarife und Vermarktung der Flexibilität
- Ermöglichung von „Energie-im-Quartier“-Konzepten oder anderer Formen einer erweiterten „Eigennutzung“
- Erhöhung der eigenen Versorgungssicherheit (insbesondere außerhalb Europas relevant)

3 TECHNISCHE VORAUSSETZUNG

Die technischen Anforderungen für bidirektionales Laden sind in allen beteiligten Komponenten und der Kommunikation zwischen ihnen zu berücksichtigen. Prinzipiell muss vorweggestellt werden, dass die grundlegende Technik und die Rahmenbedingungen ähnlich zu den knapp zwei Millionen installierten PV-Anlagen in Deutschland sind. Für bidirektionales Laden mit Elektroautos, die mobil sind, müssen jedoch einige Dinge zusätzlich definiert werden.

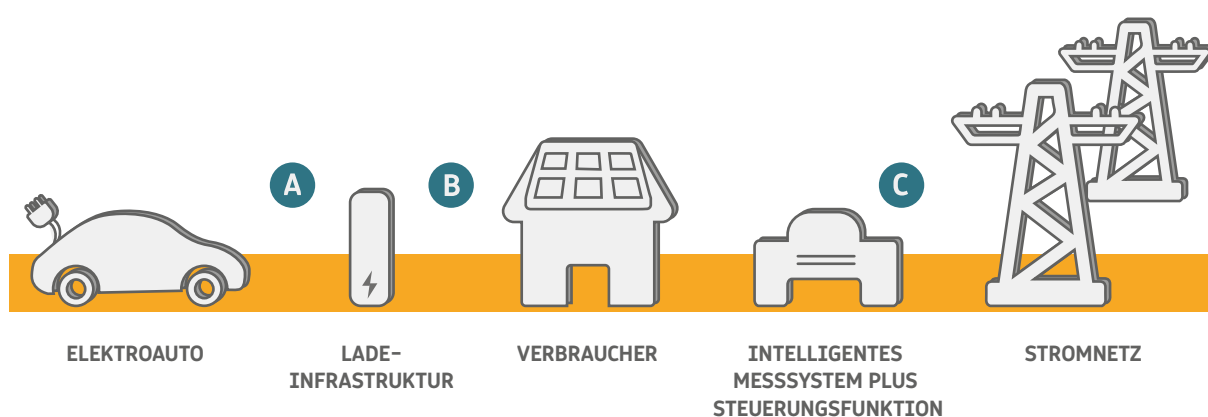


Abbildung 1: Elemente des V2G-Systems (eigene Darstellung)

Bei der Ladeinfrastruktur ist zwischen AC-Ladestationen und DC-Ladestationen zu unterscheiden. Bidirektionales Laden ergibt dort Sinn, wo Fahrzeuge lange stehen und an einer Ladestation angeschlossen bleiben, also insbesondere zu Hause oder am Arbeitsplatz. Dort kommen aktuell überwiegend AC-Ladestationen mit Leistungen bis zu 22 kW zum Einsatz. DC-Ladestationen sind in diesem Leistungsbereich aktuell nur bei einzelnen Anbietern verfügbar. Auch auf der Fahrzeugseite gibt es für die Umsetzung der Bidirektionalität zwei Ansätze, die sich danach unterscheiden, wo der Strom von der Gleich- in die Wechselspannung umgewandelt wird. Dies kann entweder im Fahrzeug oder in der Ladestation erfolgen. Damit sind für die Nutzung der Bidirektionalität je nach Ladetechnologie Änderungen an der Fahrzeugseite oder an der Ladeeinrichtung notwendig. Diese Änderungen sind jeweils mit Zusatzkosten für die Ladeinfrastruktur oder die Fahrzeugseite verbunden.

Die aktuell in der deutschen Automobilindustrie genutzten Normen der Kommunikationsprotokolle (siehe Grafik, Markierung A) sind in den veröffentlichten Editionen noch nicht auf bidirektionales Laden ausgelegt. Der aktuell in der Finalisierung befindliche Kommunikationsstandard ISO 15118-20, der von europäischen und amerikanischen Fahrzeugherstellern zusammen mit dem Combined Charging System (CCS) verwendet werden wird, ermöglicht das bidirektionale Laden sowohl über AC als auch DC. Je nach Automobilhersteller werden aktuell beide Richtungen verfolgt.

Mit Blick auf die Datenkommunikation und die ISO 15118 erstellen die NPM AG 5 und NPM AG 6 derzeit gemeinsam eine Roadmap für eine erfolgreiche Implementierung.

Fahrzeuge, die den CHAdeMO-Standard (DC) verwenden, unterstützen bereits seit mehreren Jahren bidirektionales Laden. Auch auf Basis des chinesischen GBT-Standards existieren bereits erste rückspeisefähige Fahrzeugmodelle (AC und DC). Durch die Implementierung der ISO 15118-20 zusammen mit dem CCS als vorherrschendem Standard für die Kommunikation zwischen dem Fahrzeug und der Ladesäule wird zukünftig intelligentes und netzdienliches Laden ermöglicht und eine Grundlage für V2G als Möglichkeit der Integration von Elektromobilität geschaffen. Auch

die Verfügbarkeit der Kommunikationsstandards EEBUS wird die Nutzung unterstützen. EEBUS ist eine Kommunikationsschnittstelle zur Unterstützung der Interoperabilität und des Datenaustausches zwischen den Komponenten eines Energiemanagementsystems (z.B. PV, Speicher und Elektromobilität).

In den letzten fünf bis zehn Jahren wurden weltweit über 50 relevante Pilotprojekte zum bidirektionalen Laden in unterschiedlichen Größenordnungen erfolgreich durchgeführt.

Bei der Ansteuerung der Ladeinfrastruktur hat sich beim öffentlichen Laden das OCPP-Protokoll (siehe Grafik, Markierung B) etabliert, das zukünftig in den internationalen Standard IEC 63110 überführt werden soll.

Herausfordernder ist die Umsetzung auf der Netz- und Energieseite sowie bei der elektrotechnischen Sicherheit – jedoch nicht aufgrund technischer, sondern vor allem aufgrund rechtlicher und regulatorischer Hürden. Während im Automobilbereich internationale Standards die Basis bilden, kommt aufseiten des Energiebereichs zu den internationalen Standards in der Regel eine stärker nationalstaatlich geprägte Regulierung hinzu. Durch die teilweise große Zahl an Marktteilnehmern (beispielsweise in Deutschland) weist die Energiewirtschaft zudem eine höhere Komplexität auf.

Damit V2G in Deutschland schnell Realität werden kann, müssen im Wesentlichen die technischen und regulatorischen Rahmenbedingungen zügig für diesen Anwendungsfall ausdefiniert werden. Dies betrifft zum einen das intelligente Messsystem (iMS) mit dem zertifizierten Smart Meter Gateway (SMGW) (siehe Grafik, Markierung C). Dieses muss zwingend für die Steuerung ausgelegt sein. Zum anderen muss die sichere Kommunikation und Steuerung des Ladens und Entladens von Elektroautos durch Netz- und Energieversorger sowie neue Marktteilnehmer, wie Aggregatoren, definiert werden. Ziel muss die sichere und netzdienliche Integration des Ladens und Entladens in ein immer volatileres Energiesystem sein. Die Batterien von Elektrofahrzeugen können hochdynamisch in Sekundenschnelle angesteuert werden. Diese Reaktionszeiten erlauben den Einsatz von Fahrzeugbatterien in fast allen Energiemarktprodukten. Bei Erreichung des NPM-Zielwerts von 10,5 Millionen Elektrofahrzeugen auf den deutschen Straßen in 2030 sowie Flexibilitätsmärkten im Energiebereich müssen entsprechende Steuerungs-, Mess- und Sicherheitsmechanismen bedarfsgerecht etabliert werden. Die aktuell vorgesehenen Produkte (Steuerbox) und vom BSI definierten Protokolle (Schutzprofile) scheinen dahingehend noch nicht ausreichend. Hier besteht der größte Handlungsbedarf.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die technische Ausgestaltung von bidirektionalem Laden auf der Fahrzeug- und Ladeinfrastrukturseite weit gediehen ist. Entsprechende Ankündigungen von Automobilherstellern sowie erste Pilotprojekte der Automobilbranche und der Energiewirtschaft bestätigen dies.

4 WIRTSCHAFTLICHKEIT

Die Fahrzeugbatterie (Traktionsbatterie) macht heute immer noch etwa ein Drittel der Fahrzeugbeschaffungskosten aus und wird im Normalfall zu weniger als 10 % der Zeit zum Fahren genutzt. Während der Standzeit – sofern das Fahrzeug mit dem Stromnetz verbunden ist – ist die Batterie ideal geeignet, dem Stromsystem kurzfristig Flexibilität zur Verfügung zu stellen. Die Fahrzeugbatterie kann dabei Wertbeiträge auf lokaler (hinter dem Stromzähler, in der Hausinstallation), regionaler (vor dem Stromzähler im Verteilnetz) und überregionaler (vor dem Stromzähler im Übertragungsnetz) Ebene erzeugen. Je nach Use Case sind die Werttreiber dafür unterschiedlich und hängen von der Ausgestaltung/Veränderung des Marktmodells ab (zum Beispiel hinsichtlich Netzentgeltsystematik, Umlagen, Steuern, ...). Aktuell sind dies:

1. lokal – volatile Energiepreise, Netznutzungsentgelte, Umlagen

Die Kundinnen und Kunden können durch die Bezugsoptimierung ihre Schnittstelle zum Energielieferanten monetär optimieren. Zusätzliche Optionen ergeben sich durch die Kombination mit Eigenerzeugung (zum Beispiel PV-Anlage) oder einem stationären Speicher.

2. regional – Vermeidung von Netzausbau

Durch eine abgesicherte, planbare Steuerbarkeit der Ladeleistung und die eindeutige lokale Verortung beziehungsweise die Aggregation von mehreren Ladepunkten kann der Netzausbau im Verteilungsnetz unter anderem durch eine niedrigere Spitzenlast optimiert werden. Dadurch könnten Netzbetreiber im Vergleich zu einem Ausbau ungesteuerter Ladeinfrastruktur den Netzausbaubedarf im Niederspannungsnetz reduzieren. Zudem können die Kundinnen und Kunden durch die Möglichkeit beziehungsweise Nutzung der Lade-Steuerung von entsprechenden Anreizen profitieren.

3. überregional – Netzsystemdienstleistungen, Stromhandel

Flexibilitäten im Stromnetz gewinnen – vor dem Hintergrund des Erneuerbaren-Energien-Ausbaus – weiter an Bedeutung. Fahrzeugbatterien können vor allem Regelleistung zur Verfügung stellen. Über Aggregatoren haben die Übertragungsnetzbetreiber Zugriff auf ein großes Angebot an Energiespeichern, die daraus einen Sekundärnutzen ziehen. So lassen sich die Kosten für Systemdienstleistungen für ÜNBs reduzieren und damit ebenfalls die Netzentgelte für die Kundinnen und Kunden. Die Fahrzeugbatterie wird zusätzlich für das Angebot der Regelleistung durch den ÜNB vergütet. Über Aggregatoren wird auch der Handel mit Strom aus beziehungsweise für die Fahrzeugbatterie wirtschaftlich interessant. Die gezielte Ausspeisung in Zeiten hoher Strompreise und der Ladevorgang in Zeiten niedriger – und zunehmend auch negativer – Strompreise schaffen einen virtuellen, zentral gesteuerten „Schwammspeicher“ für Strom.

Darüber hinaus gibt es noch einen weiteren, globalen Werttreiber, dessen Monetarisierung aktuell nur indirekt über die Energiepreise erfolgt. Aufgrund der schwankenden CO₂-Intensität der Stromproduktion ermöglicht ein – möglichst bidirektionales – Laden eine Reduzierung des CO₂-Ausstoßes und eine zusätzliche Integration von Strom aus fluktuierenden erneuerbaren Energien. Je nach Ausgestaltung kann diese CO₂-Reduktion nicht nur für die Nutzerin oder den Nutzer des Elektroautos, sondern zum Beispiel auch für die Automobilindustrie oder den Stromanbieter beziehungsweise Ladepunktbetreiber ein wirtschaftlicher Treiber sein.

Zu beachten ist, dass für über öffentliche Ladepunkte an E-Fahrzeuge gelieferte Strommengen die Möglichkeit einer Anrechenbarkeit im THG-Quotenhandel besteht. Die anstehende Fortschreibung des THG-Quotenhandels im Zuge der Umsetzung der RED II bietet die Möglichkeit, vergleichbare Anrechenbarkeiten bei Ladevorgängen auch an nicht-öffentlichen Ladepunkten zuzulassen. Wenn es im Zuge eines V2G-Managements gelingt, die für die E-Mobilität tatsächlich genutzten Strommengen (ohne Rückspeisungen) auszulesen und zudem einen gegenüber Graustrom erhöhten EE-Anteil und damit niedrigere CO₂-Emissionen nachzuweisen, ließen sich bei entsprechender Ausgestaltung der rechtlichen Grundlagen weitere zusätzliche Erlöse über den Quotenhandel durch den Stromanbieter beziehungsweise Ladepunktbetreiber erzielen, die den Nutzerinnen und Nutzern von Elektroautos indirekt zugutekommen können.

Den wirtschaftlichen Werttreibern stehen auch unterschiedlich hohe – vom Use-Case – abhängige Kosten gegenüber, die noch in der Praxis untersucht werden müssen, wie zum Beispiel die Auswirkungen einer höheren Anzahl von Vollladezyklen auf die Fahrzeugbatterien und den Restwert des Fahrzeuges.

Zudem gilt es – über die monetären Anreize hinaus – den Kunden für das bidirektionale Laden zu gewinnen. Dafür müssen auch mögliche Fragen, wie zum Beispiel die Auswirkungen auf die Produkthaftung und Gewährleistung insbesondere für die Fahrzeugbatterien geklärt werden. Die gesetzliche Produkthaftung der Automobilhersteller wird auch bei der noch offenen Klärung des Regelwerks für den Zugriff auf die Fahrzeugspeicher zu berücksichtigen sein.

Insgesamt sind die Werttreiber für die Kundinnen und Kunden und damit für den Ausbau der Elektromobilität von wirtschaftlicher Relevanz. In verschiedenen Studien wurden bereits mögliche Potentiale ermittelt. Diese kommen über alle Werttreiber hinweg (Optimierung Eigenverbrauch, Systemdienstleistungen, Flexibilität in der Niederspannung) zu einem Potential von bis zu mehreren Hundert Euro pro Jahr und Fahrzeug. (Aurora Energy Research, 2018, S.36; Transport & Environment, 2019; Steward, 2017)

5 HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

Um die E-Fahrzeuge mithilfe von bidirektionalem Laden zukünftig intelligent in die Energiewirtschaft (Sektorkopplung) und das Ökosystem der Elektromobilität einzubinden, arbeiten die Energiewirtschaft und die Automobilbranche derzeit gemeinsam an zukunftsfähigen Lösungen.

Grundsätzlich sind die technischen Voraussetzungen für Vehicle to Grid bereits gegeben. Diese sind jedoch noch nicht voll im Markt implementiert, sodass weitere Anpassungen nötig sind. Außerdem sollten auch die Faktoren der Wirtschaftlichkeit und der Prozessausgestaltung nicht außer Acht gelassen werden. Um die Entwicklung/ Integration von V2G weiter voranzutreiben und Deutschland zum Leitmarkt mit hohem Exportpotenzial werden zu lassen, spielt insbesondere die schnelle Implementierung der Technologie und Flankierung durch die Politik eine wichtige Rolle.

Die NPM (AG 5) empfiehlt daher:

1. Einen zeitnahen Abschluss der **technischen Arbeiten** an der ISO 15118-20 wie auch am Smart Meter Gateway (SMGW) mit klarem Fokus auf die Funktionalität der Steuerbarkeit (siehe BSI Taskforces Smart Grid und Smart Home) inklusive der Klärung der Verfügbarkeit dieser Technologien. Bei der Implementierung der ISO 15118 muss zudem darauf geachtet werden, dass weiter ein diskriminierungsfreier Wettbewerb zwischen den Marktteilnehmern möglich ist. [Adressat: BMWi; Branche]
2. Die Fokussierung auf weitere **Pilotprojekte/großflächige Reallabore** und den entsprechenden Proof of Concept, um die technischen Voraussetzungen, die prozessualen Zusammenhänge sowie die Abstimmung zwischen der Lade- und der Netzinfrastruktur entlang der Wirkkette Laden zu finalisieren (SMGW, ISO 15118-20, EEBUS). Im Rahmen dieser Pilotprojekte/Reallabore sollte darüber hinaus der Beitrag von V2G zur CO₂-Reduktion und stärkeren Integration erneuerbarer Energien im Verkehrssektor inklusive möglicher Erlöspotenziale und Kosten zum Beispiel in Form möglicher (Rest)wertverluste (Energemarkt, Systemdienstleistung, THG-Quotenhandel) untersucht werden. [Adressat: BMWi]
3. Die ambitionierte und schnelle Umsetzung der **Erneuerbare-Energien-Richtlinie** (RED II). [Adressat: BMU]
4. Die schnelle Klärung der regulatorischen Rahmenbedingungen von **mobilen Speichern**. Das heißt, mobile Speicher sollten regulatorisch genauso behandelt werden wie stationäre Speicher und Doppelbelastungen sollten ausgeschlossen werden. [Adressat: BMWi]

6 ANHANG

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AC	Alternating Current (Wechselstrom/-spannung)
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
BMWi	Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie
BPT	Bidirectional Power Transfer
CCS	Combined Charging System
DC	Direct Current (Gleichstrom/-spannung)
EE	Erneuerbare Energien
iMS	intelligentes Messsystem
kW	Kilowatt
OCPP	Open Charge Point Protocol
PV	Photovoltaik
RED	Renewable Energy Directive
SMGW	Smart Meter Gateway
THG	Treibhausgas
ÜNB	Übertragungsnetzbetreiber
V2G	Vehicle to Grid
V2H	Vehicle to Home
VGI	Vehicle Grid Integration

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Elemente des V2G-Systems

9

QUELLENVERZEICHNIS

Aurora Energy Research (2018): Opportunities in Electric Vehicle Charging at Commercial and Industrial Sites (S.36).

URL: <https://www.auroraer.com/wp-content/uploads/2018/10/Aurora-Report-Full-Opportunities-in-EV-charging-at-CI-sites-October-2018.pdf> (Stand: September 2020)

BMWi (ohne Jahr): Nationaler Energie- und Klimaplan.

URL: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Textsammlungen/Energie/necp.html> (Stand: September 2020)

Europäische Kommission (ohne Jahr): Energy system integration.

URL: https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-system-integration_en (Stand: September 2020)

Transport & Environment (2019): Batteries on wheels: risks and opportunities around electric cars.

URL: https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/publications/2019_06_Batteries_on_wheels_TE_briefing.pdf (Stand: September 2020)

Steward, Darlene (2017): Critical Elements of Vehicle-to-Grid (V2G) Economics.

URL: <https://www.nrel.gov/docs/fy17osti/69017.pdf> (Stand: September 2020)

IMPRESSUM

Verfasser

Nationale Plattform Zukunft der Mobilität
Arbeitsgruppe 5 „Verknüpfung der Verkehrs- und Energienetze, Sektorkopplung“

Berlin, September 2020

Herausgeber

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur

Redaktionelle Unterstützung

Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V.
acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften e. V.
ifok GmbH

Satz und Gestaltung

ifok GmbH

Lektorat

Nikola Klein e-squid text konzept lektorat

Die Nationale Plattform Zukunft der Mobilität (NPM) ist per Kabinettsbeschluss von der Bundesregierung eingesetzt und wird vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur federführend koordiniert.

Sie arbeitet unabhängig, überparteilich und neutral. Alle Berichte spiegeln ausschließlich die Meinungen der in der NPM beteiligten Expertinnen und Experten wider.



NPM

**Nationale Plattform
Zukunft der Mobilität**

