

Factsheet

Bidirektionales Laden

Voraussetzungen, Anwendungsfälle, Ausblick



Einführung

Bidirektionale Ladeinfrastruktur kann in naher Zukunft dazu beitragen, die **Energiewende zu beschleunigen** und damit den **Klimawandel zu bremsen**: Die Traktionsbatterien von Elektrofahrzeugen können nämlich nicht nur geladen werden, sondern auch Strom ins Netz zurückspeisen. Hierdurch kann das Potenzial der E-Fahrzeuge als **mobiler Zwischenspeicher** von Strom genutzt werden. Privathaushalte, Unternehmen und Übertragungsnetzbetreiber könnten hiervon profitieren.

In diesem Factsheet werden denkbare Anwendungsfälle des bidirektionalen Ladens vorgestellt und unter den folgenden Aspekten beleuchtet: Technische Bedingungen, Regulatorik, Wirtschaftlichkeit und Klimarelevanz.



Abbildung 1: Bei längerer Standzeit kann ein Fahrzeug auch Strom ins Netz zurückspeisen

Quelle: slavun/AdobeStock

Technische Voraussetzungen

Fahrzeug und Laden

Folgende technische Voraussetzungen müssen seitens Fahrzeug und Infrastruktur erfüllt sein:

- Der Steckerstandard ist in Europa das **Combined Charging System (CCS)** – sowohl für Wechselstrom- (Typ 2) als auch für Gleichstromladen (Combo 2).
- Die digitale Kommunikation zwischen Fahrzeug und Ladeeinrichtung muss nach dem Standard **ISO 15118-20** erfolgen.
- Ein **Wechselrichter** muss entweder im Fahrzeug, im Ladegerät oder in einer separaten Einheit verbaut sein, um bei der Rückspeisung den Gleichstrom aus der Fahrzeugbatterie wieder in Wechselstrom wandeln zu können.
- Zur Steuerung der Ladevorgänge und zu deren Datenerfassung werden voraussichtlich **intelligente Messsysteme (iMSys)** verwendet – bestehend aus einem **digitalen Zähler und einem Smart Meter Gateway** mit Anschluss an das Backend des Gebäudes bzw. des Netzbetreibers. Lokal kann der Stromfluss durch ein **Energiemanagementsystem (EMS)** gesteuert werden.



Abbildung 2: Das intelligente Messsystem – bestehend aus Digitalzähler und Smart Meter Gateway

Quelle: Golden Sikorka/AdobeStock

Netze

Verteilnetzbetreiber sehen es als ihre Hauptaufgabe an, die passenden Netzanschlüsse bereitzustellen, um mit der steigenden Komplexität der Netze die Technologie vollumfänglich zu ermöglichen. In Forschungsprojekten ermittelt die Netze BW praxisnahe Ansätze zur Netzintegration von Elektrofahrzeugen.

Netze BW: Netzintegration Elektromobilität

Bedarfsträger im Bereich Vehicle-to-Grid (V2G) sind **Übertragungsnetzbetreiber**. Aus diesem Grund hat die in Baden-Württemberg zuständige TransnetBW ein Kompetenzzentrum aufgebaut, um die Herausforderungen bei der Realisierung der Anwendungsfälle zu meistern.

TransnetBW: Vorstellung des Kompetenzzentrums

Die neun beschriebenen Anwendungsfälle (siehe Abbildung 4) lassen sich zwei Bereichen zuordnen:

■ Innerhalb der Kundenanlage:

Der Lade- bzw. Entladevorgang findet innerhalb eines lokalen Netzes, also hinter dem Netzanschlusspunkt (dem Stromzähler) statt. Diese Strombewegungen sind für die Netzbetreiber nicht abrechnungsrelevant, können aber in der Masse Auswirkungen auf den Netzbetrieb und Verbrauchsprofile haben.

■ Außerhalb der Kundenanlage:

Der Strom wird auch in das öffentliche Netz eingespeist bzw. von dort bezogen. Lade- und Entladevorgänge werden vom Stromzähler registriert und sind für Netzbetreiber abrechnungsrelevant.



Abbildung 3: Netzbetreiber spielen für das bidirektionale Laden eine wichtige Rolle

Quelle: Gina Sanders/AdobeStock

Anwendungsfälle

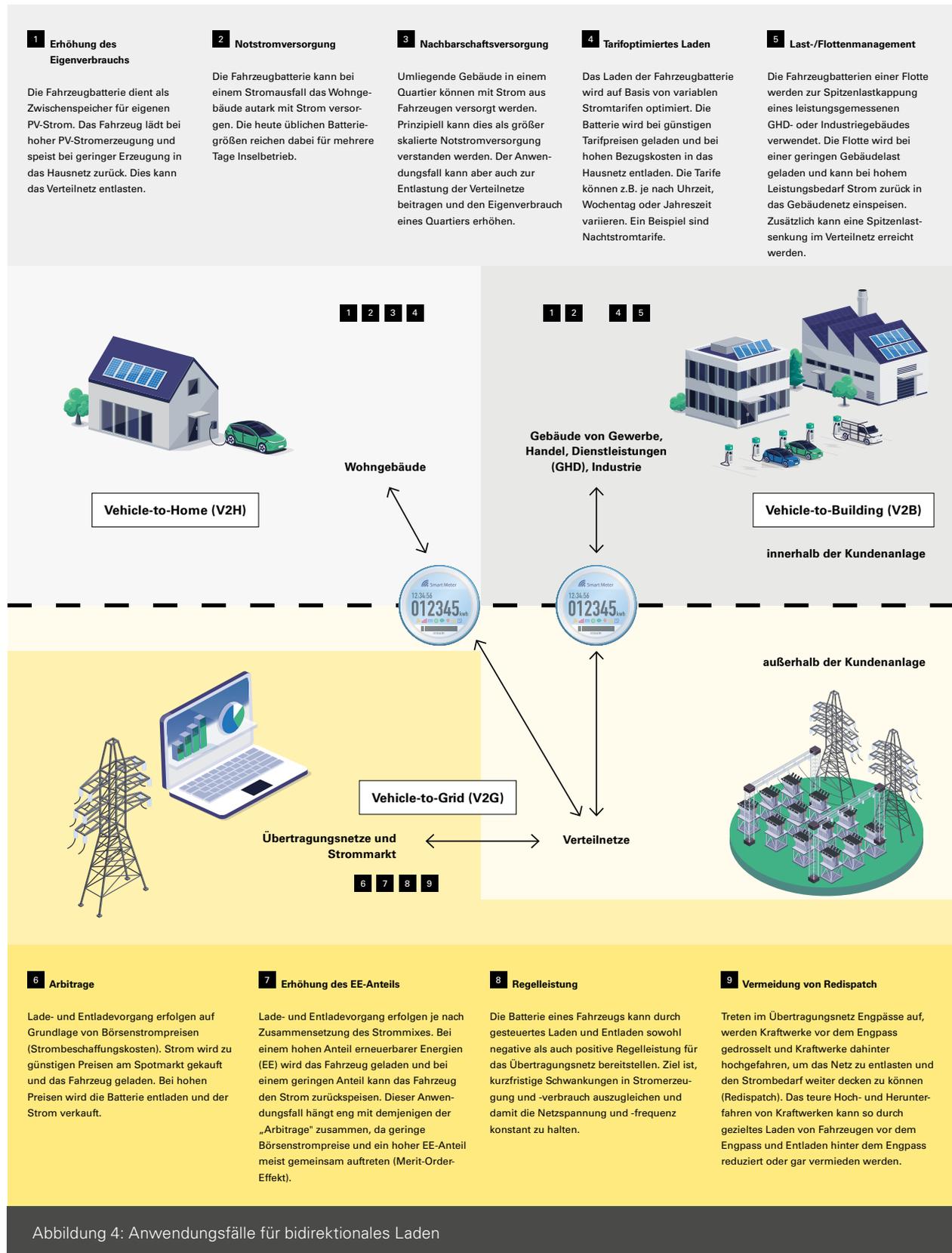


Abbildung 4: Anwendungsfälle für bidirektionales Laden

Quelle: eigene Darstellung, Einzelgrafiken: FCC/shutterstock, petovarga/shutterstock, Marisvector/shutterstock, chombosan/shutterstock

Anwendungsfall	Technische Besonderheiten	Regulatorik	Wirtschaftlichkeit	Klimarelevanz	Bedarfsträger
Erhöhung des Eigenverbrauchs	Zusätzlicher stationärer Speicher kann kleiner dimensioniert werden oder entfallen. Lokale Steuerung durch ein Energiemanagementsystem (EMS).	Keine Besonderheiten.	Kann die Wirtschaftlichkeit einer PV-Anlage je nach Leistung und Stromverbrauch erhöhen. Reduktion des Netzbezugs führt zu finanziellen Vorteilen durch vermiedene Netzentgelte. Kann durch geringe EEG-Einspeisevergütung und durch steigende Haushaltsstrompreise immer rentabler werden.	Erhöhung des erneuerbaren Stromanteils durch Speicherung von PV-Strom (Pufferfunktion).	Endkunde
Notstromversorgung	Wechselrichter muss ohne externe Stromversorgung funktionieren (Inselfähigkeit).		Kann eine Notstromversorgung erstmals wirtschaftlich machen. Keine zusätzlichen Erlöspotenziale.	Klimaschädliche Dieselaggregate können ersetzt werden.	
Nachbarschaftsversorgung	Steuerung durch ein EMS oder ein iMSys. Smart Meter Gateway bündelt mehrere Gebäude.		Einsparung durch erhöhten Eigenverbrauch von PV-Strom möglich.	Erhöhung des Erneuerbaren-Anteils durch Speicherung von lokal erzeugtem PV-Strom in verschiedenen E-PKW in einem Quartier.	
Tarifoptimiertes Laden	Umsetzung der variablen Tarife durch ein iMSys.	Variable Tarife nach §41a Nr. 1 EnWG.	Kosteneinsparungen durch weniger Strombezugskosten möglich. Potenzial könnte gesteigert werden, wenn andere Preiskomponenten (Abgaben, Umlagen, Netzentgelte) nicht statisch wären. Variabel ist aktuell nur der Strombeschaffungspreis.	Tarife können auf Basis des erneuerbaren Anteils in der Stromerzeugung erstellt werden und diesen dadurch erhöhen.	
Last-/Flotten-Management	Ab einer bestimmten Flottengröße kann die Spitzenlast aufgrund des hohen Ladebedarfs wieder zunehmen. Lokale Steuerung durch ein EMS.	Relevant für leistungsgemessene Gebäude mit Jahresstromverbrauch von über 100.000 kWh in der Niederspannung (§17 Abs. 2 Satz 2 StromNEV).	Durch die Einhaltung einer gewissen Netzbezugsleistung können geringere Leistungspreise (Teil der Netzentgelte) anfallen. Wirtschaftlichkeit ist stark von der Höhe der Netzentgelte und Größe der Flotte abhängig.	Durch reduzierte Leistungsspitzen werden weniger fossil betriebene Spitzenlastkraftwerke (vor allem Erdgas) benötigt.	Unternehmen
Arbitrage	Vermarktung wird von Aggregatoren vorgenommen. Umsetzung durch dynamische Tarife (real time pricing) und das iMSys.	Stromlieferung mit dynamischen Tarifen nach § 3 Nr. 31b EnWG.	Aggregatoren verdienen durch Handel am Strommarkt und Nutzer können von günstigen Stromtarifen profitieren. Dynamische Tarife können aber auch ein Risiko sein. Potenzial könnte gesteigert werden, wenn andere Preiskomponenten (Abgaben, Umlagen, Netzentgelte) nicht statisch wären. Dynamisch ist aktuell nur der Strombeschaffungspreis.	Verbessert die Integration erneuerbarer Energien in das Energiesystem und erhöht deren Deckungsanteil im Stromverbrauch.	Endkunden, Aggregatoren, Übertragungsnetzbetreiber
Erhöhung des EE-Anteils					
Regelleistung	Wird von Übertragungsnetzbetreiber gesteuert. Fahrzeuge müssen zuerst von Aggregatoren gepoolt werden. Erfordert iMSys.	Relativ hohe Eintrittsbarrieren in den Regelleistungsmarkt (<u>Präqualifikationsbedingungen</u>).	Teure konventionelle Kraftwerke (vor allem Gaskraftwerke) können ersetzt werden und müssen nicht auf Abruf bereitstehen.	Klimaschädliche konventionelle Kraftwerke können ersetzt werden.	Endkunden, Aggregatoren, Übertragungsnetzbetreiber
Vermeidung von Redispatch		Kleinere dezentrale Anlagen (und auch mobile Anlagen) wie E-PKW sind noch nicht Bestandteil des Redispatch (Redispatch 2.0).	Netzbetreiber können vom geringeren Netzausbau profitieren. Nutzer können durch geringere Netzentgelte oder auch günstige Stromtarife profitieren.	Ökologisch günstigere Kraftwerke müssen seltener gedrosselt und ökologisch ungünstige Kraftwerke seltener hochgefahren werden.	

Quelle: eigene Darstellung

Tabelle 1: Die Anwendungsfälle im Vergleich

Ausblick

Immer mehr E-Fahrzeuge kommen aktuell auf den Markt, die aus technischer Sicht bereits für das bidirektionale Laden gerüstet sind. Die **Anwendungsfälle in den Bereichen der privaten Haushalte (V2H) und der Unternehmen (V2B)** – also innerhalb der Kundenanlage – haben aufgrund der geringen Hürden ein **großes Potential** zur Umsetzung. **Kurz- bis mittelfristig** ist also zu erwarten, dass die Technologie des bidirektionalen Ladens gerade in diesen Bereichen einen **Einzug in der Praxis** findet.

Die **Vorteile** des bidirektionalen Ladens ergeben sich in Zusammenhang mit entsprechenden Chancen beim **Klimaschutz**. Vielerlei Hindernisse müssen jedoch abgebaut werden, um die **Potentiale** des bidirektionalen Ladens in allen oben genannten Anwendungsfällen auszuschöpfen. Folgende Problemkreise lassen sich identifizieren:



Abbildung 5: Erforderliche Maßnahmen, um Markteintritt des bidirektionalen Ladens zu beschleunigen

Quellen

Fachgespräche mit Expert:innen aus folgenden Institutionen:

- Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg;
- Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg;
- Verband für Energie- und Wasserwirtschaft Baden-Württemberg e.V.;
- TransnetBW GmbH;
- Netze BW GmbH.

Wir danken sehr für Ihre Zeit und Hinweise!

Forschungsprojekt „Bidirektionales Lademanagement (BDL)“, Forschungsstelle Energiewirtschaft e.V. (2022): Bereitstellung von Systemdienstleistungen aus Elektrofahrzeugen mit bidirektionalem Lademanagement – Ein BDL-Positionspapier zu Vehicle-to-Grid-Anwendungen. Online verfügbar unter <https://www.ffe.de/projekte/bdl/>. Zuletzt geprüft am 14.03.2023.

Forschungsprojekt „Bidirektionales Lademanagement (BDL)“, Forschungsstelle Energiewirtschaft e.V. (2022): Bidirektionales Lademanagement im Kontext von Vehicle-to-Home (V2H). Online verfügbar unter <https://www.ffe.de/projekte/bdl/>. Zuletzt geprüft am 14.03.2023.

Initiative „Bidirektionales Laden“, nymoen strategieberatung (2022): Positionspapier zu notwendigen regulatorischen Anpassungen im Kontext des bidirektionalen Ladens. Online verfügbar unter <https://www.conenergy-unternehmensberatung.com/wp-content/uploads/2022/03/Initiative-Bidirektionales-Laden-Positionspapier-Maerz-2022.pdf>. Zuletzt geprüft am 14.03.2023.

Publikationen (Auswahl)



Anwendungsbeispiele zur Elektrifizierung von Fuhrparks

Diese Einführung bietet Anregungen und grundlegende Informationen für die Elektrifizierung von Fuhrparks. Anwendungsbeispiele veranschaulichen die Herausforderungen und Vorteile der Umstellung auf eine elektrische Flotte.



Wirtschaftsfaktor Ladeinfrastruktur – Potenziale für Wertschöpfung in Baden-Württemberg

Die Studie der e-mobil BW analysiert den Hochlauf der globalen Elektromobilität, leitet daraus die Entwicklungen des Ökosystems des öffentlichen und privaten Ladens ab und zeigt Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte für Baden-Württemberg auf.



Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge: Grundlagen und Anwendungsbeispiele aus dem Förderprojekt LINOx BW

Im vorliegenden Leitfaden stellen die Projektpartner von LINOx BW und die e-mobil BW die Grundlagen zum Aufbau und zur Nutzung von Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge vor. Zielsetzung des Leitfadens ist es, über die Antriebstechnologie, den Ausbau der Infrastruktur und deren mögliche Nutzung zu informieren. Im Rahmen des Projektes LINOx BW wurde der Leitfaden von 2020 aktualisiert und um neue Inhalte ergänzt.

Weitere Publikationen auf www.e-mobilbw.de (Service/Publikationen)

Impressum

Herausgeber

e-mobil BW GmbH – Landesagentur für neue
Mobilitätslösungen und Automotive Baden-Württemberg

Autoren

e-mobil BW GmbH
Anatolij Kasnatscheew, Adrian Jenter

Redaktion und Koordination

e-mobil BW GmbH
Nadja Hirt

Layout/Satz/Illustration

markentrieb – Die Kraft für Marketing und Vertrieb

Fotos

Umschlag © envfx/AdobeStock
Die Quellennachweise aller weiteren Bilder befinden sich
auf der jeweiligen Seite.

März 2023

© Copyright liegt bei den Herausgebern

Alle Rechte vorbehalten. Dieses Werk ist einschließlich seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die über die engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes hinausgeht, ist ohne schriftliche Zustimmung des Herausgebers unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Speicherung in elektronischen Systemen. Für die Richtigkeit der Herstellerangaben wird keine Gewähr übernommen.