

Bidirektionales Laden

Energiestammtisch Juli 2026

Vortrag von Detlef Weier

Aktueller Stand und ohne Gewähr

Vortragsdauer ca. 90 Minuten

Motivation zur Energiewende

- Deutschland ist ein **Elektrostaat**, kein Fossilstaat!
- Elektroanwendungen sind viel effizienter als vergleichbare Fossilanwendungen. Effizienz hat sich in der Vergangenheit immer durchgesetzt (in der Natur und in der Menschheit).
- Deutschland kaufte in 2025 **fossile Energien für 80 Milliarden** in Staaten, welche uns nicht immer freundlich gesinnt sind.
- Der **Kollaps des Golfstroms** in diesem Jahrhundert wird mittlerweile mit dem „Anzeichen einer kritischen Instabilität“ bewertet. (50% Kippwahrscheinlichkeit im 21. Jahrhundert Stefan Rahmsdorf vom Potsdam Institut für Klimafolgenforschung)
- Veranstaltungshinweis: Energiesysteme im Wandel, Fachtagung Mainau 24./25. September 2026
- Mitmachen z.B. in einem unserer Arbeitskreise

Inhaltsverzeichnis Bidirektionales Laden

- Bedeutung, Gesetzgebung und Nomenklatur
- Technik am Gebäude
- Batterie Degradation
- Wirtschaftlichkeit
- Blick ins Ausland

Messe Intersolar München 23.-25. Juni 2026

Viele mögliche Anwendungsfälle

Es wurde deutlich, dass es viele mögliche Anwendungsfälle für bidirektionales Laden und V2G gibt: So die Verlagerung des Stromverbrauchs in Schwachlastzeiten, die Optimierung der Nutzung von lokal erzeugtem PV-Strom, die **Notstromversorgung sowie die Vermeidung von Lastspitzen**. Darüber hinaus bietet V2G die Möglichkeit, Flexibilität auf dem Strommarkt zu vermarkten, Hilfs- und Netzdienstleistungen wie Vermeidung **von Abregelungen, Schwarzstartfähigkeit und Lastmanagement** sowie Großhandels- und Energiedienstleistungen wie EE-Portfoliooptimierung und Flexibilitätsaustausch bereitzustellen.

Bidirektionales Laden ist ein Gamechanger für die Energiewirtschaft und die Elektromobilität. Das war die zentrale Botschaft des ersten Vehicle-to-Grid Summits am 28. Januar in Berlin. Denn Vehicle-to-Grid (V2G) steigert die Attraktivität der Elektromobilität, unterstützt den Ausbau der erneuerbaren Energien und trägt zur Stabilisierung der Stromnetze bei.

Nun gilt es, regulatorische Hürden abzubauen, V2G interoperabel und diskriminierungsfrei in den Markt zu bringen und den Mehrwert für den Endkunden besser zu kommunizieren.

Die Elektrifizierung des Verkehrssektors schreitet in Deutschland und Frankreich weiter voran. Dies hat nicht nur klimapolitische Beweggründe, sondern wird zunehmend auch vor dem Hintergrund der Energie- und Versorgungssicherheit betrachtet. Die Energiepreisentwicklungen der vergangenen Jahre im Zuge geopolitischer Krisen, aktuell etwa im Zusammenhang mit Spannungen im Nahen Osten und der Blockade zentraler Handelsrouten wie der Straße von Hormus, verdeutlichen die Risiken einer anhaltenden Abhängigkeit von fossilen Energieimporten. Elektrifizierung und erneuerbare Energien stellen einen Ansatz zur Verringerung dieser Abhängigkeiten dar.

Bedeutung

Das Elektroauto wird zum festen Bestandteil des Energiesystems. Es entwickelt sich zum mobilen Speicher, der:

- die Stromversorgung in Haushalten sichern
- Schwankungen der Strom Nachfrage und der Erzeugung ausgleichen
- das **intelligente Stromnetz** („Smart Grid“) stabilisieren kann.

Das Elektroauto übernimmt die Stromversorgung des Hauses (im Idealfall über Tage), wenn die Solaranlage auf dem Dach zu wenig Energie produziert.

Die Technologie ermöglicht auch eine Versorgung bei Stromausfällen im EFH (über Tage).

Der Autarkiegrad kann damit deutlich gesteigert werden.

Wirktechniken von Bidirektionalem Laden

Lastverschiebung

Der Ladevorgang von Elektrofahrzeugen wird so gesteuert, dass dieser hauptsächlich während der Nebenzeiten erfolgt (z.B. ab mittags). Während Spitzenlastzeiten im Stromnetz wird langsamer geladen. Es wird schneller geladen, wenn das Stromnetz weniger belastet ist.

Lastspitzenkappung

Verhindert, dass die verfügbare Energiekapazität an einem bestimmten Standort überschritten wird. Der Stromverbrauch wird automatisch und auch dynamisch zwischen der KFZ Ladestation und dem restlichen Energieverbrauch im Gebäude ausgeglichen. Vor Überschreitung der maximalen Kapazität verlangsamt Peak Shaving den Ladevorgang automatisch oder stoppt ihn ganz – bis wieder genügend Energie zur Verfügung steht, um den Ladevorgang abzuschließen.

Dynamisches Lastmanagement

Um das Gleichgewicht zwischen allen Energieverbrauchern wie Fahrzeugen, Wärmepumpen, Gebäudestrom zu wahren, wird das Laden von Elektrofahrzeugen entsprechend angepasst. Es stellt sicher, dass alle Fahrzeuge effizient innerhalb der maximal verfügbaren Leistung und entsprechend ihrer jeweiligen Ladeleistung geladen werden.

Im einfachsten Fall V1G

Unterschiede V2(x)

Unterscheidungen zu kennen und korrekt zu benennen ist wichtig!

V2H – Die Autobatterie als Heimspeicher. Diese speist Strom in das private Hausnetz, übernimmt somit die Stromversorgung des Hauses. Die Ladeorte können sich unterscheiden bzw. flexibel sein.

V2B – Das Auto versorgt größere Gebäude, meist mehrere Fahrzeuge

V2L – Lieferung von Strom für einzelne Elektrogeräte. Über eine Steckdose am Auto oder einen Adapter lassen sich so beispielsweise Werkzeuge, Kaffeemaschinen, E-Bikes, Laptops, etc. betreiben

V2G – Das Auto stellt Speicherkapazität für das öffentliche Stromnetz. Es wird bedarfsabhängig ein- und ausgespeist. Viele gleichzeitig angeschlossene KFZ unterstützen die Netzstabilisierung (Schwarmspeicher, schneller Speicher).

V2V – Stromlieferung an anderes Auto, z.B. Pannenhilfe

V1G – Kommunikationsverbindung mit dem Stromnetz um auf Tarifschwankungen reagieren zu können

Viel Potential, doch auch viele Hürden, auch noch gesetzliche, finanzielle.

z.B. müssen die verschiedenen technischen Systeme zueinander passen (Wallboxen, Steckverbinder, elektrische Leistungen, Kommunikation/Software, HEMS, Smart Meter, ...)

Weitere Abkürzungen, ohne Bezug zu BiDi-Laden:

V2V – Kommunikation Fahrzeug zu Fahrzeug

V2P – Kommunikation Fahrzeug zu Fußgänger

V2I – Fahrzeug zu Infrastruktur

Durchbruch der Gesetzgebung V2G

Entscheidender Durchbruch im Juni 2026: **Befreiung von Umlagen beim Wiedereinspeisen** vorgelegt im Energiefinanzierungsgesetz (EnFG), § 21 Umlageerhebung bei Stromspeichern und Verlustenergie.

MisPel Regelung →

Weitere Regelungen:

Seit der Novellierung des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG) 2023 liegen nach § 11c Anlagen zur Speicherung elektrischer Energie **im überragenden öffentlichen Interesse und dienen der öffentlichen Gesundheit und Sicherheit.**

Änderung Energiewirtschaftsgesetz, Nov. 2025 – E-Autos werden als Speicheranlagen eingestuft

Änderung Stromsteuergesetz, für rückgespeiste Strommengen wird keine doppelte Stromsteuer fällig

Die V2G Anlage (<11 kW) muss beim zuständigen Netzbetreiber angemeldet und im Marktstammdatenregister eingetragen werden.

Was sagt (Energiefinanzierungsgesetz) EnFg §21?

Festlegung im Gesetz, hier nur Übersicht in Stichpunkten

Zum Gesetzestext 

Absatz 1: Keine Zahlung von Umlagen beim Wiedereinspeisen von Strom aus dem Zwischenspeicher im gleichen Kalenderjahr

Absatz 2: Stromspeicherverlust im Zwischenspeicher wird gewürdigt, der Anspruch auf Zahlung der Umlagen verringert sich entsprechend

Absatz 3.1: **Ladepunkte von Elektromobilen sind Stromspeichern gleich zu setzen**

Absatz 4: sämtliche Strommengen müssen **mess- und eichrechtskonform** erfasst oder abgegrenzt werden, mit:

- Im 15-Minuten-Intervall
- Der niedrigere ermittelte Wert wird verwendet (Differenz Netzentnahmemenge – Speicherverbrauch) bzw. (Differenz Netzeinspeisemenge – tatsächlicher Speichererzeugung)

MisPel Regelung EEG §19 Abs. 3b und 3c und EnFG §21 Abs. 1–4a

MiSpeL steht für „Misch-Speicher-Einspeisung-Ladung“

Achtung: Das Gesetz ist in Kraft, aber die genauen Mess- und Rechenregeln der Bundesnetzagentur noch nicht (V2G).

Geltende Regelung: Der Stromspeicher darf nur mit eigenem PV Strom geladen werden. Bei jeglichem Laden aus dem Stromnetz geht der Anspruch auf EEG Vergütung verloren

Ziel der Gesetzesänderung: Ermöglichen des bidirektionalen Betriebs von Batteriespeicher und Ladepunkte für Elektrofahrzeuge, ohne die EEG-Fördervorteile zu verlieren

Geplant sind zwei Optionen für den Speicherbetrieb:

1. Für komplexe Speicherprojekte - Abgrenzungsoption:

- Erlaubt den Mischbetrieb von PV-Strom und Netzstrom im Batteriespeicher, Erfassung viertelstündlich und mathematisch eindeutige Zuordnung (um doppelte Förderung zu vermeiden)
- PV-Strom wird vorrangig für Eigenverbrauch genutzt. Netzstrom wird bei Bedarf zugeordnet. Bei Einspeisung wird die Speicherentladung vorrangig als Netzeinspeisung gewertet.

2. Für kleinere PV-Prosumer - Pauschaloption:

- Vereinfacht die Abrechnung. Ein Teil der in das Stromnetz eingespeisten Strommengen wird **pauschal** als förderfähig oder saldierungsfähig eingestuft.
- Minimaler Messaufwand erforderlich. Ermöglicht flexible Nutzung von Speicher und Ladepunkten bei gleichzeitiger Wahrung der EEG-Förderfähigkeit

Einordnung Speicherkapazitäten

Eine Einordnung der (summierten) Speicherkapazitäten für D:

500 GWh - KFZ mit Speicher 50 kWh, 10 Mio. KFZ (Potential Schwarmpeicher)

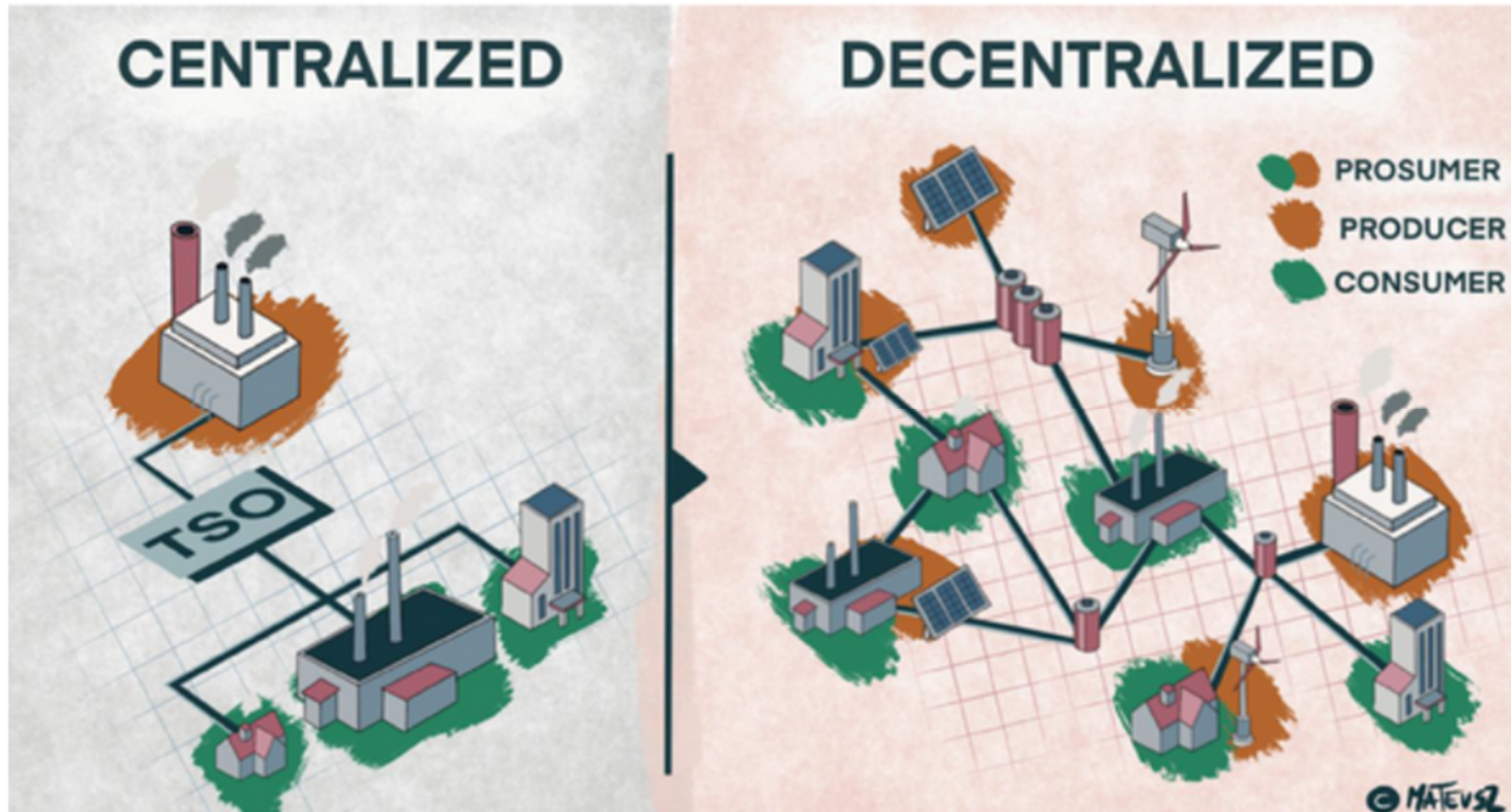
90 GWh - Schluchsee – größtes Pumpspeicherwerk in D

25 GWh - Ende 2025 waren in D ca. 25 GWh Speicherbatterien installiert Heimspeicher (ca. 20 GWh) und Gewerbespeicher (ca. 5 GWh) – Zahlen Marktstammdatenregister, Zuwachs in 2025 = 7,2 GWh

Modellrechnung für Salem:

6.000 KFZ, Spitzenlast 5,6 MW, 25 kWh, Potential alle Salemer KFZ zusammen ➔ 150 MWh (1 Tag +)

Umbau Stromsystem



Erzeuger und
Letztverbraucher

TSO= Transmission System Operator auf deutsch: Übertragungsnetzbetreiber

IET Renewable Power Generation

Übersicht Entgelte, Umlagen, Abgaben

Status Prosumer

Energy Sharing

Bidirektionales Laden V2G

Status Erzeuger beim Wiedereinspeisen

Bezeichnung	Preis cent/kWh	Beim Strombezug und ES	Beim Wiedereinspeisen	Geregelt wo
Netzentgelt	8 – 14	Ja	Nein*	
Konzessionsabgabe	1,3 – 2,4	Ja	eventuell	noch nicht endgültig geklärt
Aufschlag besondere Netznutzung	1,56	Ja	Nein*	Kein Letztverbraucher, §21 EnFG, Handelsstrom besondere Regelung, MiSpel-Regelung
Offshore Netzumlage	0,94	Ja	Nein*	§21 EnFG
KWKG Umlage	0,45	Ja	Nein*	§21 EnFG
Stromsteuer	2,05	Ja (nein bei ES)	Nein	§ 5a StromStG
Umsatzsteuer	19%	Eventuell	Eventuell	Kleinunternehmerregelung §19 UStG
Mehrwertsteuer	19%	Eventuell	Eventuell	Dienstwagen, messtechnische Erfassung

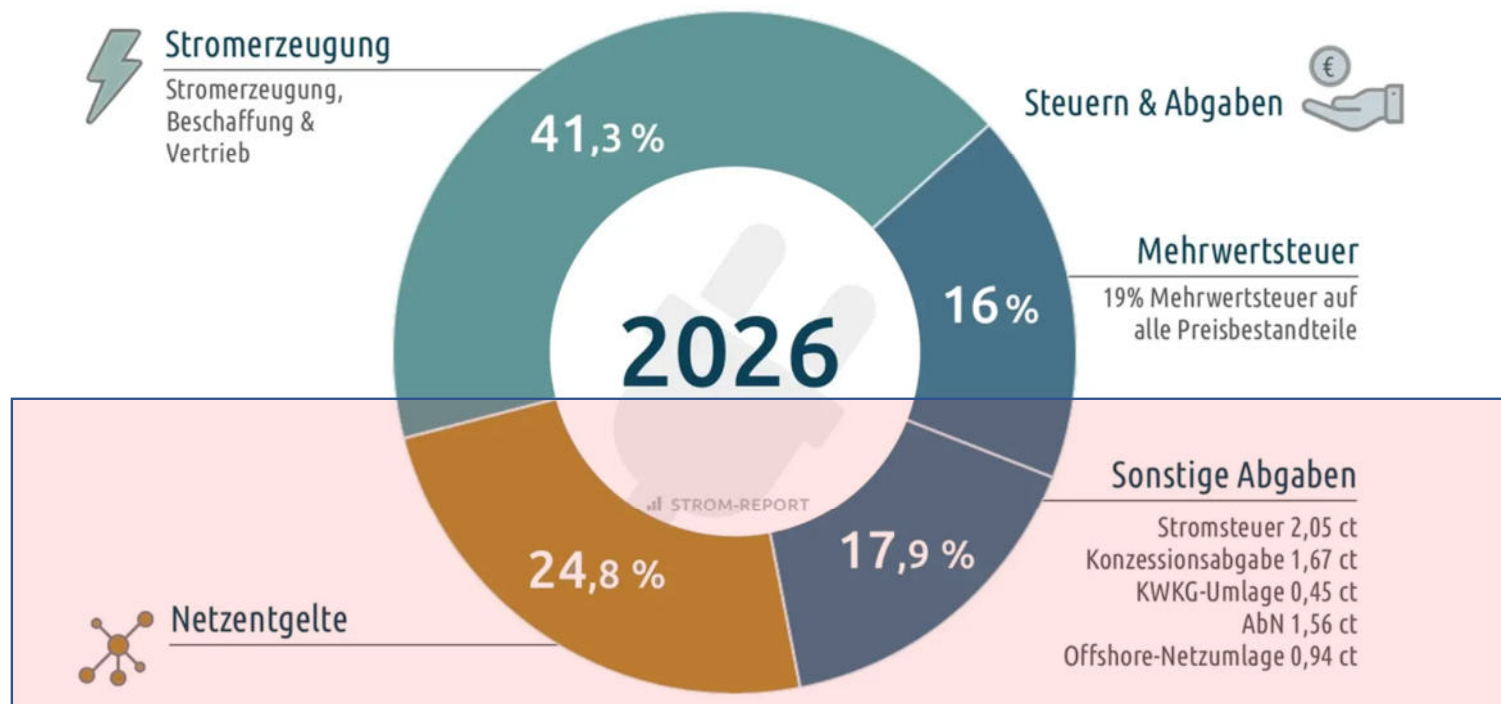
*nur im gleichen Kalenderjahr

Strompreis Zusammensetzung



STROMPREIS ZUSAMMENSETZUNG 2026

Komponenten des Strompreises für Privatkunden in Deutschland*

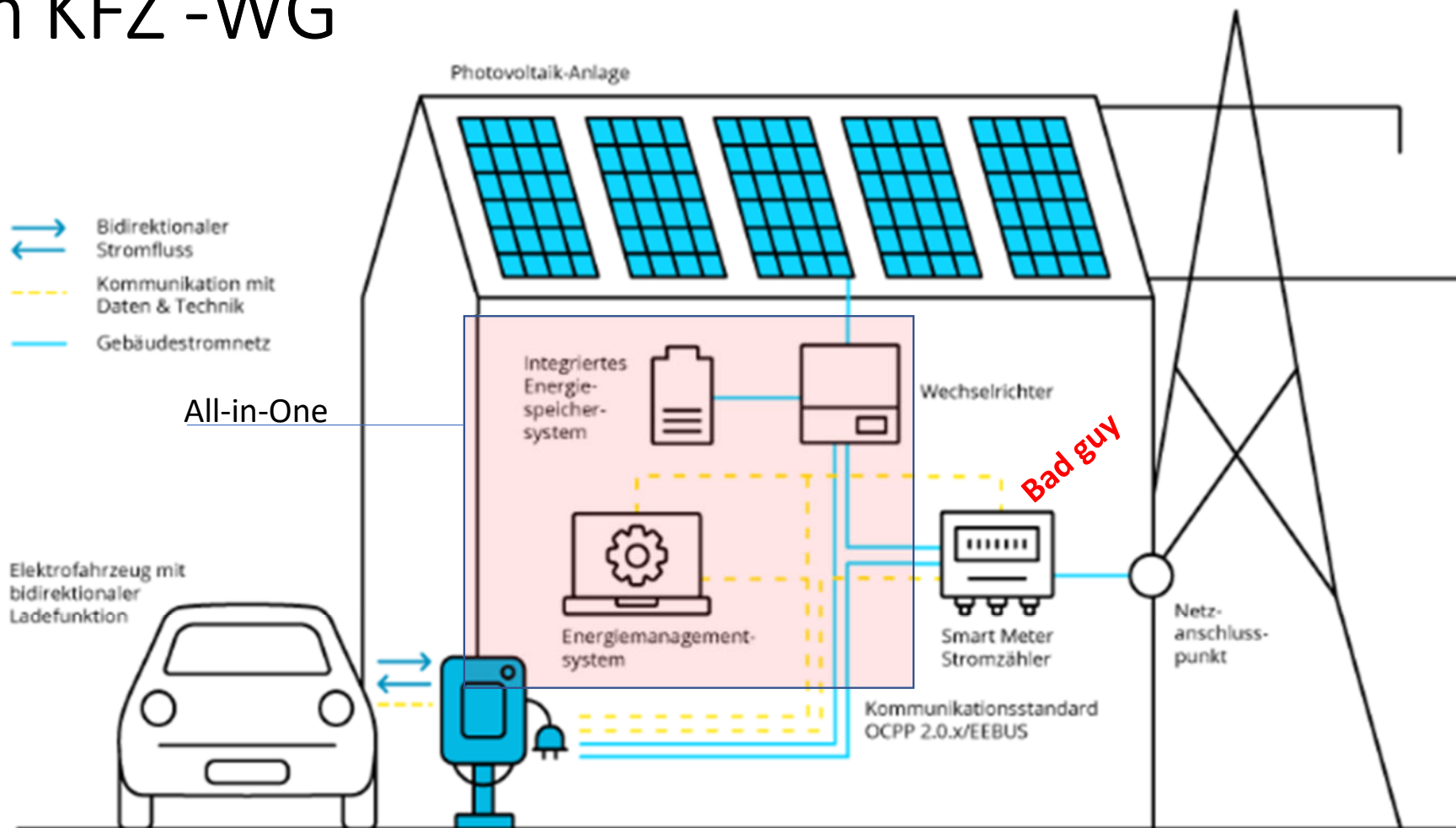


* Preis pro kWh bei 3.500 kWh Jahresverbrauch, Daten & Download: <https://strom-report.com/strompreise>

Inhaltsverzeichnis

- Bedeutung, Gesetzgebung und Nomenklatur
- Technik am Gebäude
- Batterie Degradation
- Wirtschaftlichkeit
- Blick ins Ausland

Bildlich KFZ -WG

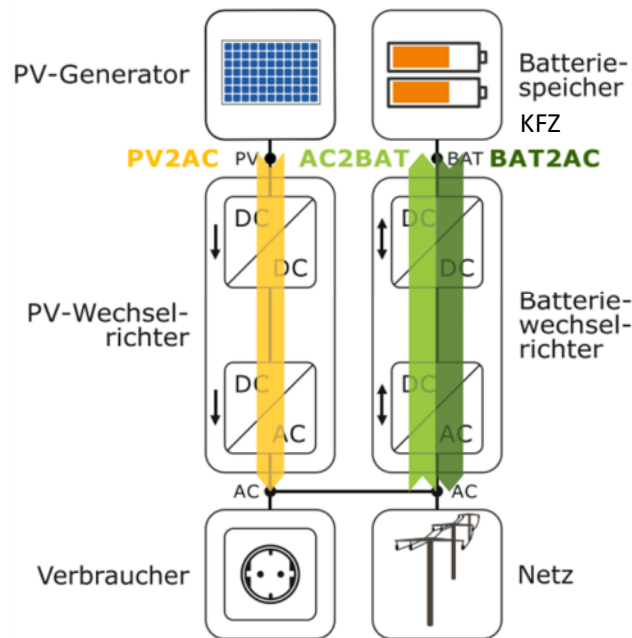


Kommunikationsstandard nach ISO 15118 - 20

Energieumwandlungspfade Systemtopologie

AC-gekoppeltes System

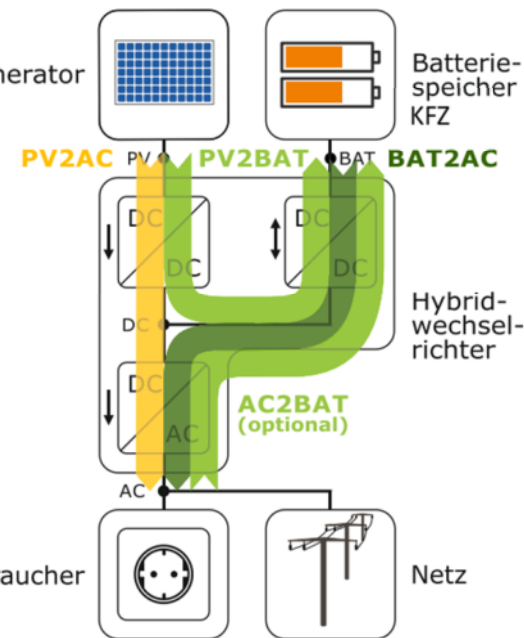
PV
300-1.000 VDC



230 – 400 VAC

DC-gekoppeltes System

PV-Generator



Low Voltage ca. 48 VDC
High Voltage 200-1.000 VDC

Back

htw
© solar.htw-berlin.de

KFZ bis 1.000 VDC

Pfad			Min [%]	Max [%]
PV nach AC	(PV-Einspeisung)	PV2AC	95,4	97,9
PV nach Batterie/KFZ (PV Batterieladung)		PV2BAT	92	98,2
AC nach Batterie	(AC-Batterieladung)	AC2BAT	92,1	97,7
Batterie nach AC	(AC-Batterieentladung)	BAT2AC	92	97,8

Mittlere Umwandlungswirkungsgrade AC + DC

Steckertypen

	Normalladen	Normalladen	Schnellladen
Ladeeinrichtung	Wallbox (Wand-Ladestation)	Normal-Ladesäule	Schnell-Ladesäule
Montage	wandhängend	freistehend	freistehend
typische Ladeleistung der Ladestation	11 kW	22 kW	bis zu 400 kW
typische Ladeleistung des Fahrzeugs	11 kW	11 kW	100 bis 150 kW
typische Ladedauer → nicht zum Schnell-Ladegerät	4 bis 8 Stunden (je nach Akkugröße)	4 bis 8 Stunden (je nach Akkugröße)	30 bis 40 Minuten
Stromart	Wechselstrom (AC)	Wechselstrom (AC)	Gleichstrom (DC)
Standardstecker			
angeschlagenes Ladekabel	optional an der Wallbox	immer separates Kabel nötig	immer an der Ladesäule
Verwendung	private Stellplätze, Parkhäuser	öffentliche Straßen, Parkplätze	Kundenparkplätze, Raststätten
Kosten	1.000 bis 2.500 €	4.000 bis 8.000 €	30.000 bis 90.000 €

	Vehicle to Load	Vehicle to Home	Vehicle to Grid
Einrichtung	Steckdose	DC-Wallbox	DC-Ladesäule
typ. Leistung	3,6 kW	7 bis 11 kW	noch offen
Stromart	Wechselstrom	Gleichstrom	Gleichstrom

Standardstecker



Schuko-Stecker



CCS-Stecker



CCS-Stecker

unterwegs

private Stellplätze

noch offen

Norm:

AC: Typ 2 Stecker

DC: CCS-Stecker

95% sind AC (historisch, Wohnen)



asiatisch, in Europa
auslaufend

AC oder DC Laden

Erforderlich für V2L

Beides ist möglich, hängt ab vom KFZ und vom Wechselrichter

AC Pfad: [Netz] - Wallbox günstig - Wechselrichter im KFZ - KFZ Batterie

DC Pfad: [Netz] - Wallbox mit integriertem Wechselrichter aufwändig und teuer - KFZ Batterie

Lange war der DC Pfad führend und wird sich auch wahrscheinlich durchsetzen. Derzeit hat allerdings der AC-Pfad die Nase vorn. Empfehlung: Im privaten Bereich auf beides vorbereiten, z.B. Leerrohre verlegen.

Die Konfiguration bleibt komplex und es bleibt die Frage wer führt das Projekt an?

Der Solarteuer, der Hauselektriker, der HEMS Hersteller (zusammen als Lieferant für Wechselrichter und Hausbatteriespeicher), der KFZ-Hersteller, der Garagennachbar, der Hausverwalter, der Stromlieferant, der Messstellenbetreiber oder der („überforderte“) Kunde?

Sorgfältige Planung erforderlich, Lock-In Effekte wahrscheinlich, gegebenenfalls zertifizierte Berater einschalten

Beispiel Beraternetzwerk

Inhaltsverzeichnis

- Bedeutung, Gesetzgebung und Nomenklatur
- Technik am Gebäude
- Batterie Degradation
- Wirtschaftlichkeit
- Blick ins Ausland

Batterie Degradation

Welchen Einfluss nimmt Bidirektionales Laden auf die Batterie Degradation (Batterie Lebensdauer bzw. KFZ Reichweite)?

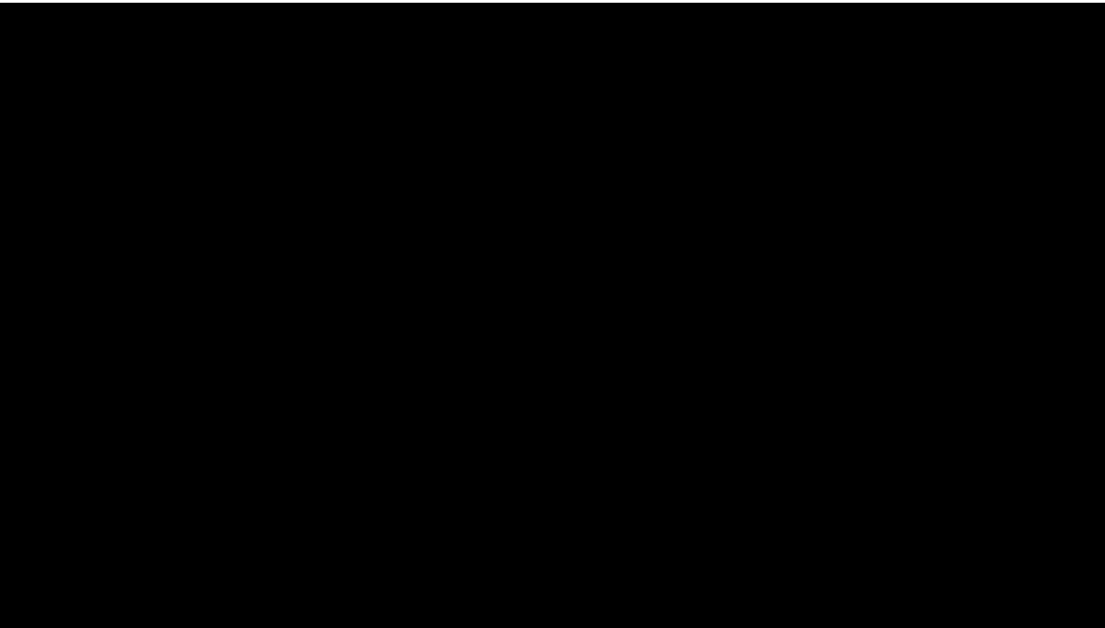
Übersicht kommende Folien

- Folie – Übersicht Zellchemien
- Folie – Degradation bei hoher Laufleistung (300.000 km, ohne BiDi)
- Folie – Untersuchung Einfluss Bidirektionales Laden auf Degradation

Zellchemien im KFZ im Vergleich

Zellchemie	Ladezyklen vollständig	Eigenschaften	Beispiele wo verbaut
NMC Nickel-Mangan-Cobalt	1.500 bis 2.500 dann < 80%, 10-15a Beispiel: 1.500 * Ladezyklus 200 km = 300.000 km (80%)	Gut bei: - hohe Reichweiten, - hohe kW, - Kälte Schlecht (er) bei: - Ladung auf 100%, - hohe T, - Brandsicherheit	VW-ID, Porsche, Tesla, BMW (i4, iX3, i7, iX9) und Mercedes (EQS, EQE, G-), XIAOMI SU7 Ultra
LFP Lithium-Eisenphosphat	3.000 bis 5.000, 500 tkm+ 15-20a,	Robust, thermisch sicher, schwerer als NMC, schwächelt bei Kälte	BYD, MG, Mercedes CLA, BMW künftig im low price, Kleinere SKODA, Yangwang U9
NCA Nickel-Cobalt-Aluminium	1.500 bis 2.500, ähnlich NMC	Ähnlich NMC, sehr leistungstark	Ältere Tesla
Na-Ion Natrium-Ionen	2.000 bis 3.000, potential für 10.000+	Salzbatterie, extrem günstig und kälte-resistent, kein Lithium, extrem brandsicher	Neu, erste Keinwagen, Changan, GAC, BYD Seagull
(Semi-) Solid State Feststoffbatterien	6.000 +	Noch in der Entwicklung	NIO (neuere)

KFZ Batterie Degradation über Laufleistung, 2 TAXI Beispiele



Beispiel 1: 11 Minuten
Elroq Taxi ca. 300.000 km
Batteriegröße 74 kWh, NMC
Häufiges Schnellladen



Beispiel 2: 9 Minuten
i-Pace Taxi, 286.000 km
Batteriegröße 90 kWh, NMC

Einfluss BiDi-Laden auf KFZ Batterie Degradation

RWTH Aachen-Studie:

Untersucht und verglichen wurden mit simulierter 52 kWh Batterie über die Dauer von 10 Jahren die Szenarien:

- Sofortiges Laden (Ladevorgang beginnt sofort nach Anschluss des FZ (volle Ladeleistung bis maximaler Ladezustand)
- Mit intelligentem Laden (V1G) und
- Bidirektionalem Laden – Vehicle-to-Grid (V2G) – an unterschiedlichen im Markt verfügbaren Zelltypen.

Ergebnisse der Studie im **Vergleich „sofortiges Laden“ mit V1G:**

- Nach zehn Jahren betrug die reduzierte Alterung durch V1G zwischen 3,3 % und 6,8 %.
- Kapazitätsgewinn gegenüber sofortigem Laden von 1,8 bis 3,6 kWh oder 10,9 bis 22,5 km Reichweite nach WLTP2.
- Intelligentes Laden bringt (aktuelle Energiemarktpreise) zwischen 200 bis 400 Euro an Erlösen pro Jahr.

Ergebnisse der Studie **rein V2G** betrachtet:

- Nach zehn Jahren betrug die zusätzliche Alterung durch V2G zwischen 1,7% und 5,8%
- Entsprechend einem Kapazitätsverlust von 0,9 bis 3,1 kWh oder 5,8 bis 19,2 km Reichweite nach WLTP2.
- Diese Kapazität kostet heute ca. 100 bis 300 Euro Investition, bringt aber über 600 Euro pro Jahr.
- Die simulierte 52 kWh Batterie erfuhr dabei jährlich einen zusätzlichen Energiedurchsatz von 4,70 MWh

Gesamtergebnis:

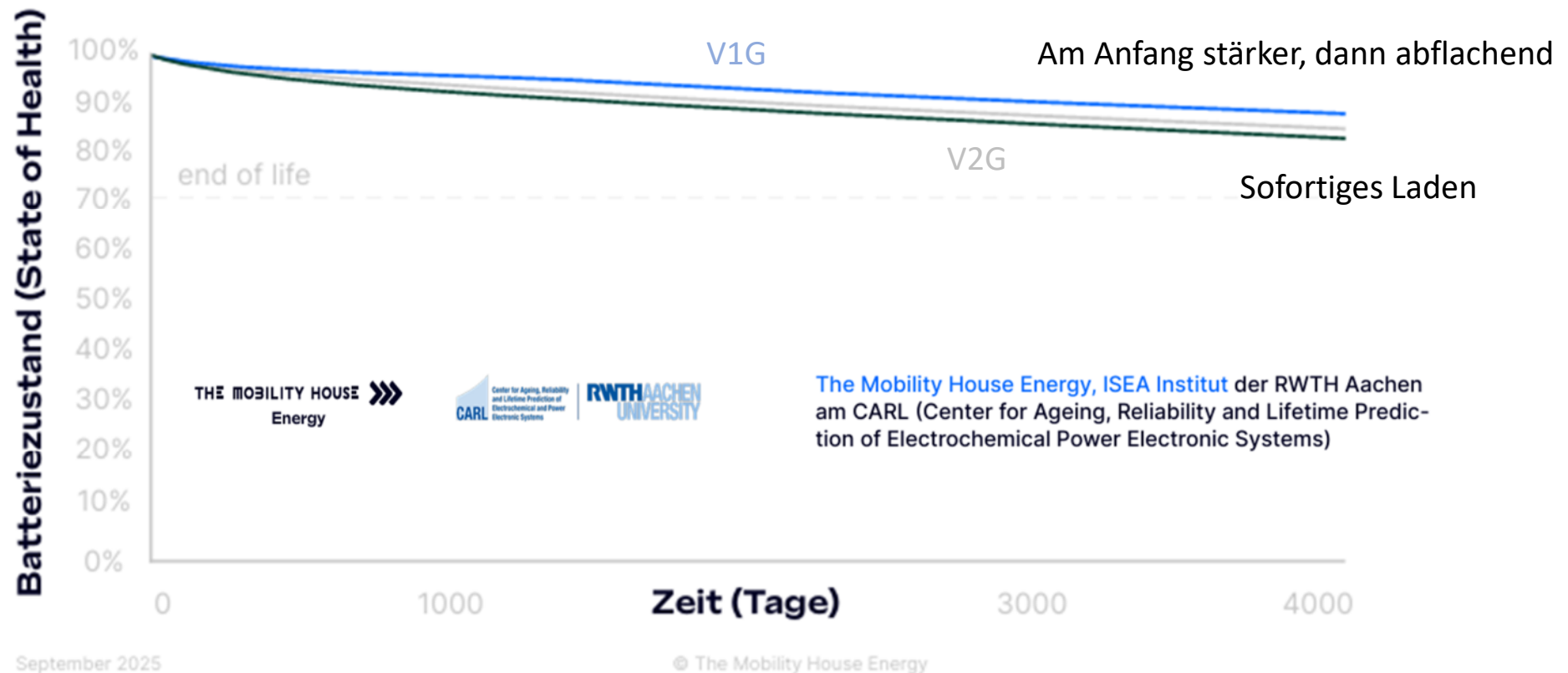
- Sofortiges Laden ist die schlechteste Alternative
- Je flacher ein Be- und Entladezyklus im V2G-Betrieb ist, desto schonender ist dieser für die Batterie.

Berücksichtigt wurden

- Kalendarische Alterung und zyklische Alterung
- Zellen von Tesla, Lucid, BMW (Rundzellen), GM, Ford, Nissan VW (Pouchzellen), NIO, BYD (Prismatische Zellen)

Studienergebnis: Bidirektionales Laden beeinträchtigt die Lebensdauer von Elektroauto-Batterien kaum

Einfluss BiDi auf KFZ Batterie Degradation



Zusammenfassung

Negativ auf den Batteriezustand wirken sich aus:

- Häufiges Schnellladen
- Das KFZ mit vollgeladener Batterie abstellen und die Steigerung in
- Praller Mittagssonne mit vollgeladener Batterie abstellen
- Fahren mit voller Leistung

Positiv auf den Batteriezustand wirken sich aus:

- Eine große Batterie
- Intelligentes Laden mit vielen, aber flachen Ladezyklen wie bei V2H
- Laden in Bereichen von 20-80% (flache Zyklisierung)
- Schonendes Fahren

Studienergebnis: Bidirektionales Laden beeinträchtigt die Lebensdauer von Elektroauto-Batterien kaum

Das Gegenteil kann der Fall sein!

Einfluss auf Fahrzeugelektronik und Steuergeräte

- Bisher nur wenig erforscht, keine Langzeitstudien
- Dieses Thema ist in der Automobilentwicklung ein bekannter, kritischer Faktor
- Kernproblem: Die Betriebsstunden-Falle. Auslegung klassischer Steuergeräte auf Lebensdauer von 8.000 bis 15.000 Betriebsstunden. Bei V2H und V2G wird dieser Wert innerhalb weniger Jahre erreicht.
- Betroffene Komponenten: Kommunikations- und Steuergeräte, sowie ggfs. der On-Bord Charger (AC Laden)
- Wie reagiert die Industrie z.B. VW: V2H ist ab Werk auf eine maximale Gesamt-Energiemenge oder maximale Anzahl Betriebsstunden begrenzt, danach wird die Software für V2H gesperrt
- Technische Lösungsansätze der Autobauer:
 - A) DC-basiertes Laden - damit sind fast alle Steuergeräte beim V2(X) aus („schlafen“), nur das Batteriemanagementsystem funkt minimale Daten an die Wallbox
 - B) Neue Steuergeräte Architektur, für das Laden wird hier ein hocheffizienter, separater Ladepfad geschaltet. 95% der Steuergeräte sind aus („schlafen“), während ein extrem langlebiger Chip die Kommunikation übernimmt.

Inhaltsverzeichnis

- Bedeutung, Gesetzgebung und Nomenklatur
- Technik am Gebäude
- Batterie Degradation
- Wirtschaftlichkeit
- Blick ins Ausland

V2G Anbieter Beispiele

- Elli (Volkswagen Naturstrom) präsentiert gemeinsam mit Volkswagen (MEB Plattform ID.3, ID.4, ID.7,..) Volkswagen Nutzfahrzeuge und CUPRA. Bereitstellung der Batteriekapazität, beim Erreichen von Mindestanschlussstunden beträgt das Einsparpotential ca. 700.- bis 900.- €/Jahr
- E.ON (Ökostrom) und BMW (neue V2G-fähige Modelle wie iX3), Bereitstellungsvergütung von 0,24 €/h in der das KFZ anschlussbereit ist. Tarif für Strom zurückspeisen 0,40 €/h, Deckel 720.- €/Jahr
- Octopus Energy (Ökostrom) mit Ford (neuere Modelle wie E Explorer und Capri), Monatsbonus 30.- €/Monat beim Erreichen von Mindestanschlussstunden, Ladepreise 0,15 €/kWh, Vorteil max. ca. 1.260 €/Jahr
- Mercedes mit The Mobility House (Ökostrom), Modelle CLA, GLC, 2 Tarifmodelle V1G oder V2G, Mercedes bietet ein dreistufiges Tarifmodell mit flexiblen Strompreisen
- Renault mit The Mobility House (Ökostrom), beim Erreichen von Mindestanschlussstunden beträgt das Einsparpotential ca. 600.- €/Jahr
- EnBW Markteintritt vermutlich in 2027
- Auf dem Automarkt muss man beim Thema bidirektionales Laden ganz genau hinschauen. Viele Hersteller werben mit "bidirektional", meinen damit aber oft nur V2L (Vehicle-to-Load) – also eine normale 230V-Steckdose am Auto für Kaffeemaschinen oder E-Bikes.

Wirtschaftlichkeit von Bidirektionalem Laden

V2H (mit eigener PV Anlage)

Differenz zwischen Stromgestehungskosten PV Anlage (7-10 ct/kWh) bzw. Einspeisevergütung (3-8 ct/kWh) und den vermiedenen Kosten beim Stromeinkauf (30-35 ct/kWh) abhängig vom Haushaltsstromverbrauch

Einsparpotential: 200.- bis 900.- Euro/Jahr

V2G (Netzdienliches Be- und Entladen)

Nutzung dynamischer Stromtarife an der Strombörse

Potential: 500.- bis 1.200.- Erlöse in Euro/Jahr (Bonuspunkte, Gesamtverbindungszeit am Stromnetz)

Die Investkosten:

Kostenmassnahme	Einmalig	Kommentar
Bidirektionale Wallbox (DC)	3.500 – 6.000 €	BiDi Wechselrichter in der Wallbox
Installation u. Netzanschluss	1.000 – 2.500 €	Smart Meter, HEMS, Zählerschrank
Fahrzeugaufpreis	0 - 2.000 €	Extra Zahlung für <u>Freischaltung durch Hersteller</u>

Lohnt sich Bidirektionales Laden schon?

Reines V2H mit eigener Solaranlage und Wärmepumpe – **ja, Einzelfallprüfung**

Reines V2H unter Nutzung flexibler Stromtarife und Wärmepumpe – **ja, Einzelfallprüfung**

V2G über Herstellertarife (z.B. BMW/Ford, rabattierte Wallboxen) – **Amortisationsdauer kann 4 Jahre**

Fazit: Für viele sind die Investitionskosten noch zu hoch, jeder Interessent sollte seinen Fall prüfen. Grund für die hohen Kosten sind auch, dass die Umsetzung der Technologie erst am Anfang steht (teure Wallboxen).

Wer bietet DC, wer AC

DC (spezielle und teurere DC Wallbox erforderlich)

VW: alle Modelle mit Batteriegröße min 77 kWh und Softwarestand 3.5 oder neuer

Ford: Extended Range Modelle mit MEB Technik

KIA&Hyundai: neuere Modelle

BMW: Neue Klasse

Mercedes: MMA Plattform

Nissan Leaf: der Klassiker mit altem CHAdeMO Stecker

AC (On Bord Charger im KFZ verbaut)

Renault: R5 E-Tech, R4, aktueller Megane E-Tech, Scenic E-Tech

Volvo und Polestar: EX90 und Polestar 3

Sonderform Tesla: Bisher keine softwareseitige Freigabe vom Hersteller

Tipp: Webseiten der Gerätehersteller

ADAC, welche Fahrzeugtypen sind geeignet?

Liste vom ADAC

Datum 28.11.2025

Juli 2026

Modell	Stecker	AC / DC	Art
<u>Cupra Born</u> und <u>Cupra Tavascan</u> (jew. mit 77 kWh und VW-Konzern-Software 3.5)	CSS	DC	V2H: lt. VW seit Anfang 2024 mit Wallbox und Hauskraftwerk S10 E Compact von E3/DC / V2G (vorbereitet)
<u>Ford Explorer</u> / <u>Ford Capri</u> (beide auf Basis der VW-ID-Plattform)	CSS	DC	V2H: lt. Ford seit Anfang 2025 mit Wallbox und Hauskraftwerk S10 E Compact von E3/DC / V2G (vorbereitet)
Genesis Electrified <u>GV60</u> / <u>G80</u> / <u>GV70</u>	Schuko	AC (1-phasig)	V2L, Einführung von V2H und V2G voraussichtlich in der nächsten Generation
<u>Nissan Leaf</u>	CHaDeMO	DC	V2H / V2G (vorbereitet)
<u>Nissan eNV200</u> ¹	CHaDeMO	DC	V2H / V2G (vorbereitet)
Mitsubishi ¹ <u>Outlander</u> / <u>iMIEV</u> ¹	CHaDeMO	DC	V2H / V2G (vorbereitet)
<u>Hyundai Ioniq 5</u> / <u>6</u>	Schuko	AC (1-phasig)	V2L
<u>Hyundai Ioniq 9</u>	Schuko	AC (1-phasig)	V2L
<u>Hyundai Kona Elektro</u>	Schuko	AC (1-phasig)	V2L
<u>Kia EV6</u> / <u>Niro EV</u>	Schuko	AC (1-phasig)	V2L
<u>MG 4</u> / <u>5</u> / <u>Marvel</u>	Schuko	AC (1-phasig)	V2L
<u>Renault R5</u>	Typ 2	AC (1-phasig)	V2L, V2H und V2G vorbereitet
<u>Škoda Enyaq</u> und <u>Škoda Elroq</u> (jew. mit 85 kWh und VW-Konzern-Software 3.5)	CCS	DC	V2H: lt. VW seit Anfang 2024 mit Wallbox und Hauskraftwerk S10 E Compact von E3/DC / V2G (vorbereitet)
<u>Volvo EX90</u>	Schuko / Typ 2 / CCS	AC (1/3-phasig) / DC	V2L / V2H / V2G (vorbereitet)
<u>VW ID.3</u> / <u>ID.4</u> / <u>ID.5</u> / <u>ID.7 ID Buzz</u> (mit 77 kWh und VW-Konzern-Software 3.5)	CSS	DC	V2H: lt. VW seit Anfang 2024 mit Wallbox und Hauskraftwerk S10 E Compact von E3/DC / V2G (vorbereitet)
<u>Polestar 3</u>	Schuko / Typ 2 / CCS	AC (1/3-phasig) / DC	V2L / V2H / V2G (vorbereitet)
<u>XPeng G6</u> / <u>G9</u>	Schuko	AC	V2L

¹ Modell(e) nicht mehr erhältlich.

Inhaltsverzeichnis

- Bedeutung, Gesetzgebung und Nomenklatur
- Technik am Gebäude
- Batterie Degradation
- Wirtschaftlichkeit
- Zukunft ein Blick ins Ausland

Beispiele: Frankreich, Niederlande

Frankreich

Anfänge 2015 mit Renault und der Software Smart Charging. In 2024 ging Renault in das Stromnetz mit einer in München entwickelten Software.

Niederlande

Seit Ende 2019 können Besucher der Johan Cruijff ArenA – Heimstätte von Ajax Amsterdam und Schauplatz hochkarätiger Konzert-Events – mit ihrem Elektroauto aktiv zur Notstromversorgung des Stadions beitragen , indem das Auto in das Stromnetz des Stadions integriert wird. Dafür sind bidirektionale Ladestationen aufgebaut, an denen Arenabesucher nicht nur Strom beziehen, sondern diesen in einer Notfallsituation intelligent gesteuert auch wieder an das Stadion abgeben können.

Beispiel China

Bis Ende 2026 sollen mehr als **5.000 neue V2G-Ladestationen** entstehen. In Shenzhen beispielsweise haben bereits Mitte 2025 rund 2.500 E-Autos erfolgreich über 70.000 MWh Strom ins Netz zurückgespeist.

Bis 2030 will China V2G so weit skalieren, dass den Stromnetzen eine bidirektionale Flexibilitätskapazität im **10-Gigawatt-Bereich** zur Verfügung steht.

Die drei chinesischen Säulen des V2G

- Zentralisiertes V2G: Große Ladeparks (z. B. an Pendler-Parkplätzen oder Firmen), bei denen Hunderte Fahrzeuge gebündelt als virtuelles Kraftwerk gesteuert werden.
- Dezentrales V2G: Laden in Wohnanlagen und Einkaufszentren.
- Batteriewechsel-Stationen (Battery Swapping): Anbieter wie Nio nutzen ihre Wechselstationen bereits als riesige, bidirektionale Speicher. Da die Batterien dort ohnehin im Netz hängen, können sie perfekt gesteuert geladen oder entladen werden, ohne dass ein privater Autobesitzer zustimmen muss.

Welche Hürden gibt es noch?

- Batterie-Verschleiß: Viele chinesische Autofahrer haben noch Sorge, dass das ständige Be- und Entladen die Lebensdauer ihrer Batterie verkürzt. Hier arbeiten Hersteller an speziellen V2G-Garantien.
- Netz-Abrechnung: Es fehlt teilweise noch an einheitlichen, standardisierten Mess- und Abrechnungssystemen zwischen den verschiedenen Provinzen und den staatlichen Stromnetzbetreibern.

Zusammenfassung Bidirektionales Laden – key take aways

- Bidirektionales Laden in Form von V2H und V2G haben hohes Potential die Wende zu Erneuerbaren Energien mit hoher Wucht zu unterstützen
- Bidirektionales hat die Pilotphase verlassen, erste Modelle von beispielsweise der Volkswagen Gruppe, Mercedes und BMW können erworben werden.

Es ist bereit für den Massenmarkt, steht jedoch auch erst am Anfang der Entwicklung und seiner möglichen Dynamik

- Die deutschen Autobauer stehen unter internationalem Wettbewerbsdruck, auch in dieser Technologie
- Einhergehend mit dieser Technologie stehen die Stromlieferanten unter zunehmenden Wettbewerbsdruck, neue Stromlieferanten wie Autobauer und Autohäuser kommen in den Wettbewerb
- Der deutsche Gesetzgeber hat Anfang Juni 2026 den Weg freigemacht
- Wie die Langzeitstudie der RWTH Aachen nachwies hat Bidirektionales Laden kaum Einfluss auf die Batterie Lebensdauer und kann diese im Gegenteil sogar verlängern
- Ob es wirtschaftlich ist, hängt von vielen individuellen Faktoren ab. Wem jedoch ein hoher Autarkiegrad, Unabhängigkeit von Stromausfällen und Klimaschutz wichtig ist, der ist hier richtig
- Die hinterher hängende Digitalisierung des deutschen Stromnetzes verzögert diese für die deutschen Autobauer wichtige Technologie und die Wende zu Erneuerbaren Energien maßgeblich
- Bidirektionales Laden ist ein komplexes Thema und hat mehrere Varianten und bietet sehr viele Anwendungsmöglichkeiten und Chancen. Es gibt zertifizierte Berater für Elektromobilität

Schlussfolie



BU: Hintergrund zur Studie RWTH Aachen

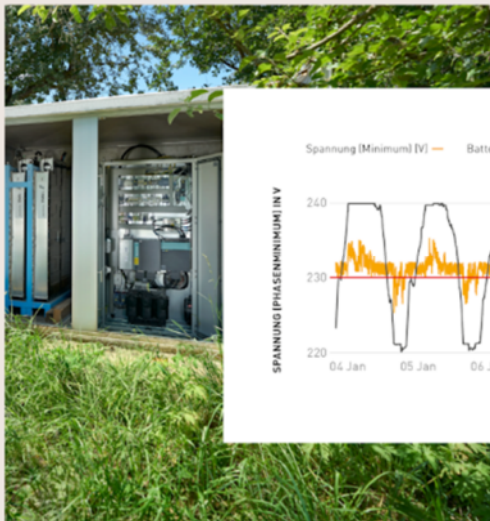
In der Studie der **RWTH Aachen** (durchgeführt vom ISEA-Institut unter der Leitung von Prof. Dr. Dirk Uwe Sauer in Kooperation mit The Mobility House im Jahr 2025) wurden **keine spezifischen, einzelnen Zellchemien isoliert genannt**, sondern gezielt **die drei im Markt am weitesten verbreiteten Zelltypen und -technologien** untersucht, um ein repräsentatives Abbild des aktuellen Elektroautomarktes zu schaffen.

Das Studiendesign umfasste empirische Alterungsmodelle für:

- **Rundzellen** (wie sie z. B. von Tesla eingesetzt werden)
- **Pouchzellen** (flache, taschenartige Zellen, weit verbreitet bei vielen europäischen und asiatischen Herstellern)
- **Prismatische Zellen** (quadratische Blöcke, die unter anderem Standard bei vielen modernen Lithium-Eisen-Phosphat (LFP)- und NMC-Akkus sind)

Die Studie modellierte die genauen chemischen Mischungen (wie das exakte Verhältnis von Nickel, Mangan und Kobalt bei NMC-Zellen oder Lithium-Eisen-Phosphat bei LFP) im herstellerübergreifenden Durchschnitt. Diese drei Formfaktoren bildeten die typischen **NMC- (Nickel-Mangan-Cobalt)** und **LFP- (Lithium-Eisen-Phosphat)** Zellchemien ab, die in modernen Elektrofahrzeugen mit einer Kapazität um die 50–55 kWh verbaut sind.

Netze BW



Der zentrale Batteriespeicher: Unterstützung für Spannungsniveau und Gesamtauslastung

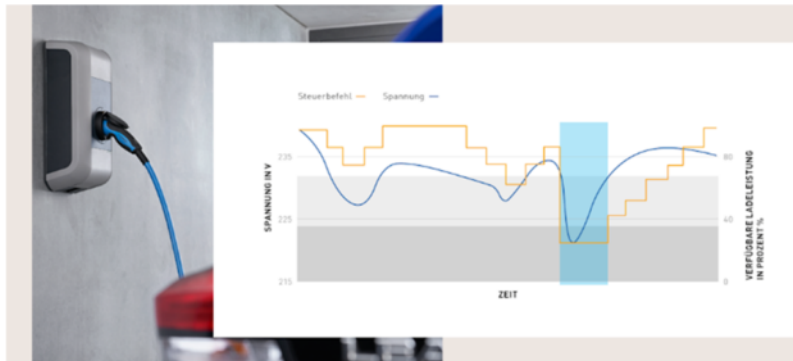
Der zentrale Batteriespeicher bietet mehrere Wirkmöglichkeiten: Durch Einspeisung am Strangende - ähnlich einer EEG-Anlage - kann er sowohl einen positiven Effekt auf das Spannungsniveau ausüben als auch die Gesamtauslastung des Stromkreises reduzieren. Beispielsweise, wenn der eingespeiste Strom zeitgleich in der Straße verbraucht wird. Mit dem zentralen Batteriespeicher konnte mit statischen und dynamischen Betriebsmodi auf die maximale Spannungsdifferenz von 11,5 V im Stromkreis (Wert aus dem freien Laden) ein positiver Effekt erzielt werden.

Das Lademanagement: Stabile Steuerung bei garantierter Verfügbarkeit – statisch

Lademanagement sorgt dafür, dass einerseits die maximal zur Verfügung stehende Leistung gleichmäßig unter den E-Fahrzeugen verteilt wird, andererseits aber Lastspitzen im Stromnetz vermieden werden. Indem die in einem Stromkreis zur Verfügung stehende Leistung aufgeteilt wird, kann ein Lademanagementsystem gezielt Ladevorgänge steuern. Ausgehend von Standardlastprofilen, der zu erwartenden Nutzung von E-Fahrzeugen und dem daraus resultierenden Ladeverhalten werden während des **statischen Lademanagements** Fahrpläne erstellt. Damit wird die Ladeleistung temporär reduziert, um die Lastspitze der Elektromobilität gezielt zu senken. Dadurch konnte eine 27,5 Prozent geringere Durchschnittsauslastung des Stromkreises erreicht.



Netze BW



Das Lademanagement: Stabile Steuerung bei garantierter Verfügbarkeit – dynamisch

Beim **dynamischen Lademanagement** werden Ladevorgänge mittels Echtzeit-Messwerten aus dem Stromnetz gesteuert. Anders als bei statischen Varianten, die täglich im vorgegebenen Rhythmus und unabhängig von der Netzsituation Steuerungs- und Freigabebefehle ausführen, greift das dynamische Lademanagement nur ein, wenn es die Netzsituation erfordert. Wird ein Grenzwert erreicht, beginnt das System mit einer schrittweisen Reduktion der Ladeleistung; verbessert sich die Netzsituation wird stufenweise wieder freigegeben. Den Kund*innen stand zwischen 85 - 95 Prozent der Zeit die maximale Ladeleistung zur Verfügung, was nach eigenen Angaben zu keinerlei Einschränkungen in deren Nutzungsverhalten führte. Hochrechnungen mit den ermittelten Ergebnissen aus Kusterdingen ergaben, dass beinahe doppelt so viele E-Fahrzeuge in das Netz der Römerstraße integriert werden können, als ohne Zuhilfenahme dieses technischen Lösungsansatzes.

Lademanagement bietet das höchste Potenzial zur Integration einer großen Anzahl an E-Fahrzeugen in das Verteilnetz

Aus den Testszenarien des NETZlabors und den daraus abgeleiteten Erkenntnissen lassen sich folgende Punkte zusammenfassen:

- ✓ Durch den Einsatz statischer Lademanagementvarianten kann die durchschnittliche Netzauslastung um bis zu 30 % reduziert werden.
- ✓ Die netzdienliche Steuerung von Ladevorgängen durch dynamisches Lademanagement ermöglicht die Integration von beinahe doppelt so vielen E-Fahrzeugen in das bestehende Stromnetz als ohne Einsatz eines technischen Lösungsansatzes.
- ✓ Ein Großteil der Projektteilnehmer*innen bemerkte das Lademanagement nicht, die Mehrheit von ihnen fühlte sich nicht dadurch eingeschränkt.

Elektromobilität überzeugt: Auch nach dem Projektende der E-Mobility-Chaussee sind bereits die ersten E-Pionier*innen privat auf ein E-Fahrzeug umgestiegen oder möchten dies zeitnah tun!



Charge Line BiDi – The Mobility House

Ab Herbst 2026

Die ChargeLine BiDi ist ab Herbst 2026 über ausgewählte OEM-Partner sowie qualifizierte Installations- und Vertriebspartner erhältlich. Willst du Vertriebspartner werden oder die Wallbox selbst zu Hause nutzen? Dann setze dich auf unsere Warteliste und werde als Erste:r informiert.

Herstellerunabhängig und zukunftsicher

Die ChargeLine BiDi ist mit allen relevanten Standardschnittstellen ausgestattet. Dies ermöglicht die reibungslose, herstellerübergreifende Integration zwischen deinem E-Auto, deiner Solaranlage, einem optionalen Heimspeicher und allen weiteren Komponenten deines intelligenten Zuhauses.

Kommunikation & Protokollstandards



Fahrzeug

ISO15118-20, ISO15118-2
und DIN70121



Backend

OCPP 2.0.1, OCPP 2.1



HEMS

API, Modbus TCP/IP



Vehicle-to-Home (V2H)

Nutze dein Elektroauto als Heimspeicher.

Speichere überschüssigen Strom aus deiner PV-Anlage in der Autobatterie, um ihn später einfach selbst im Haus zu verbrauchen.



Vehicle-to-Grid (V2G)

Sichere dir finanzielle Vorteile.

Speise Energie zur richtigen Zeit ins öffentliche Stromnetz ein, erhalte einen Bonus und reduziere deine Stromkosten dadurch deutlich.

Technische Daten

Ladeleistung: 7 / 11 kW

Ladeanschluss: CCS Ladekabel

Ladekabellänge: 6 m

Ausgangsspannung: 150 - 1.000V DC

Abmessungen: 575 × 352 × 135 mm

Verbindung: LAN, WLAN, 4G

Notstromfähigkeit: Verfügbar über Update ab 2027

Die neuesten Modelle von Mercedes-Benz, wie der GLC, GLB und CLA, werden unterstützt. Außerdem sind – je nach Softwarestand und Batteriekonfiguration – bereits viele Fahrzeuge von Volkswagen und einige Modelle von Ford kompatibel.