



Gesteuertes Laden – kurz erklärt

Warum es sich lohnt, beim Laden von Elektrofahrzeugen auf Stromangebot und Netzauslastung zu achten

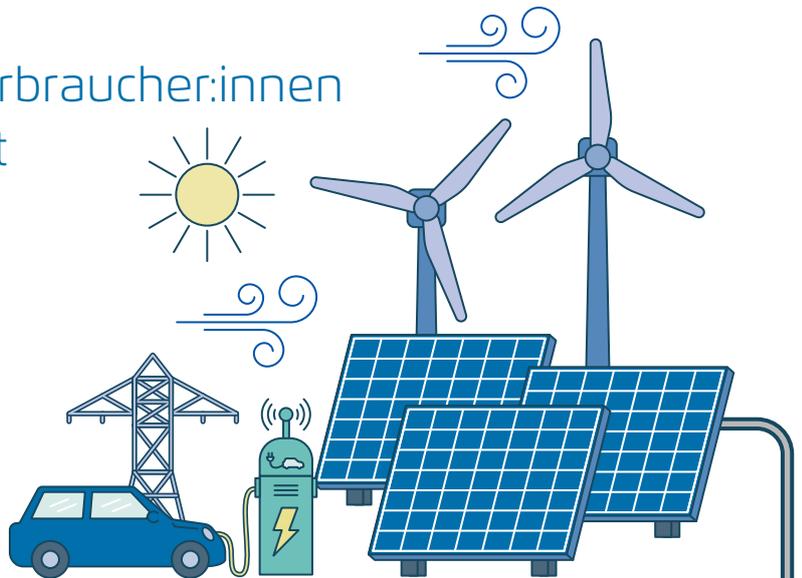
FAKTENBLATT



Flexibler Verbrauch

Wie gesteuertes Laden für Verbraucher:innen funktioniert und was es bringt

Ein Auto, das mit Strom fährt, ist mehr als ein Fahrzeug. Mit seiner Batterie ist es auch Teil des Stromsystems – von den Kraftwerken, die Strom erzeugen, über die Netze, die den Strom transportieren, bis zu den Geräten und Anlagen, die den Strom nutzen. Wie und wann ein E-Auto Strom tankt, hat Einfluss auf das Stromsystem insgesamt, den Ausbau der Elektromobilität und das Erreichen der Klimaziele im Verkehr.

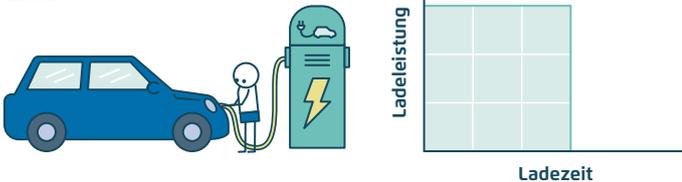


Strom tanken, wann und wie es am besten passt

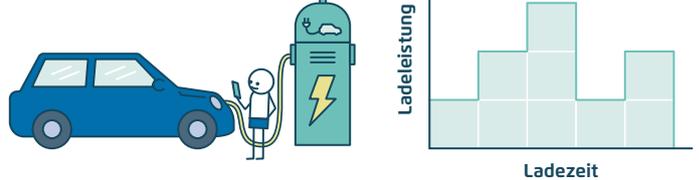
Normalerweise lädt ein E-Auto mit maximaler Leistung, sobald es an einen Ladepunkt angeschlossen wird. Beim gesteuerten Laden wird hingegen auch das Stromsystem berücksichtigt. Der Ladevorgang startet zum Beispiel erst dann, wenn besonders viel Strom verfügbar ist oder die Ladeleistung variiert, je nachdem, wie frei das Stromnetz ist.

Gesteuertes Laden bietet sich an, wenn das Auto lange an einem Ladepunkt steht – etwa beim Arbeitgeber oder zu Hause. Für E-Autofahrer:innen macht es dann keinen Unterschied, wann genau wie viel geladen wird. Hauptsache, die Batterie ist zum Abfahrtszeitpunkt ausreichend geladen. Dafür kann auch eine Mindesthöhe der Batterieladung bestimmt werden, die immer erreicht sein soll.

ungesteuertes Laden



gesteuertes Laden



Stromkosten sparen und Ladepunkte schneller anschließen

Gesteuertes Laden hat für Verbraucher:innen vor allem zwei Vorteile:

1. Geringere Stromkosten



Wenn viel Strom verfügbar ist, fallen die Preise an der Strombörse – etwa bei geringer Nachfrage, viel Wind oder starkem Sonnenschein. Wer ein E-Auto lädt, könnte von diesen niedrigen Preisen profitieren, wenn er oder sie den Ladevorgang am Stromangebot ausrichtet.



2. Schnellerer Anschluss

Ein Anschluss von Ladeinfrastruktur an das Stromnetz ist schneller möglich, wenn die Netzbetreiber die Ladeleistung regulieren dürfen. Diese Eingriffe sollten jedoch die Ausnahme bleiben und nur in akuten Engpasssituationen vorkommen (siehe Seite 5, blauer Kasten).

Ehe Verbraucher:innen beide Arten des gesteuerten Ladens – marktorientiert am Stromangebot und netzorientiert an der Netzauslastung – einsetzen und die Vorteile nutzen können, müssen allerdings erst die technischen und regulativen Rahmenbedingungen dafür geschaffen werden.

Flexibles System

Elektromobilität und gesteuertes Laden sind Bausteine der Energiewende

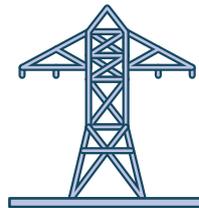
Gesteuertes Laden bringt nicht nur den Vorteilen, die E-Autos fahren, es ist auch für das Stromsystem insgesamt nützlich. Weil das gesteuerte Laden dem Stromsystem zugutekommt und Kosten spart, kann es als Dienstleistung finanziell belohnt werden, etwa durch günstigere Preise und Entgelte. Es ist wertvoll, weil es die Integration von erneuerbaren Energien und den Hochlauf der Elektromobilität erleichtert.

Besseres Zusammenspiel



Windräder und Solaranlagen liefern je nach Tageszeit und Wetterlage unterschiedlich viel Strom. Werden E-Autos marktorientiert gesteuert geladen, wird ihr Stromverbrauch an die Erzeugung angenähert. Sie laden vor allem dann, wenn viel Wind- oder Solarstrom verfügbar ist.

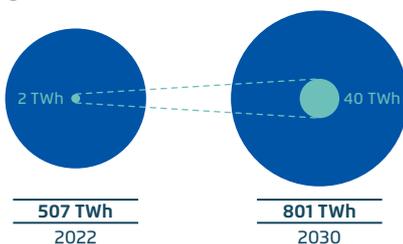
Weniger Netzausbaubedarf



Wie viel Netzausbau notwendig ist, hängt vor allem davon ab, wie groß die zu transportierende Strommenge in Spitzenzeiten ist. Netzorientiert gesteuertes Laden nutzt das Stromnetz vor allem dann, wenn Kapazitäten frei sind. So wird die Auslastung in Spitzenzeiten gesenkt und das Netz muss weniger ausgebaut werden.

Ausreichend Strom

Bruttostromerzeugung in Deutschland (■) im Vergleich zum Strombedarf von E-Autos (■)

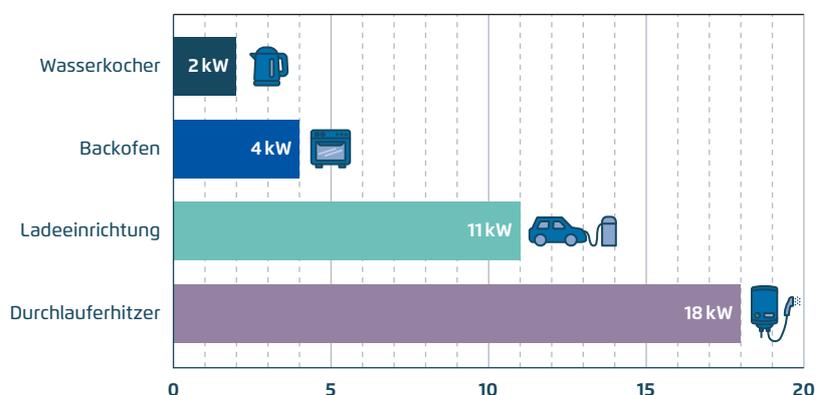


Je mehr E-Autos in Betrieb sind, desto mehr Strom muss für Elektromobilität zur Verfügung stehen. Dieser wachsende Bedarf lässt sich gut einplanen und abdecken. Denn auch die Erzeugungskapazitäten werden weiter ausgebaut, vor allem Windkraft- und Solaranlagen. Im Jahr 2022 beanspruchten E-Autos mit 2 Terawattstunden (TWh) etwa 0,4 Prozent der Stromerzeugung in Deutschland. Bis 2030 wird der Strombedarf von E-Autos voraussichtlich auf etwa 40 TWh steigen. Das wären dann etwa 5 Prozent der deutschen Stromerzeugung.

Ausreichend Netzkapazität

Mehr Stromerzeugung und -nachfrage bedeuten auch mehr Bedarf an Stromtransport. Netzbetreiber prüfen fortlaufend den Ausbaubedarf in ihrem Stromnetz und berücksichtigen dabei auch den Hochlauf der Elektromobilität. Die übliche Maximalleistung von privaten Ladepunkten für E-Autos ist mit 11 Kilowatt zwar höher als die vieler anderer Haushaltsgeräte, aber immer noch geringer als die eines Durchlauferhitzers (18 Kilowatt).

Typische Anschlussleistungen im Vergleich



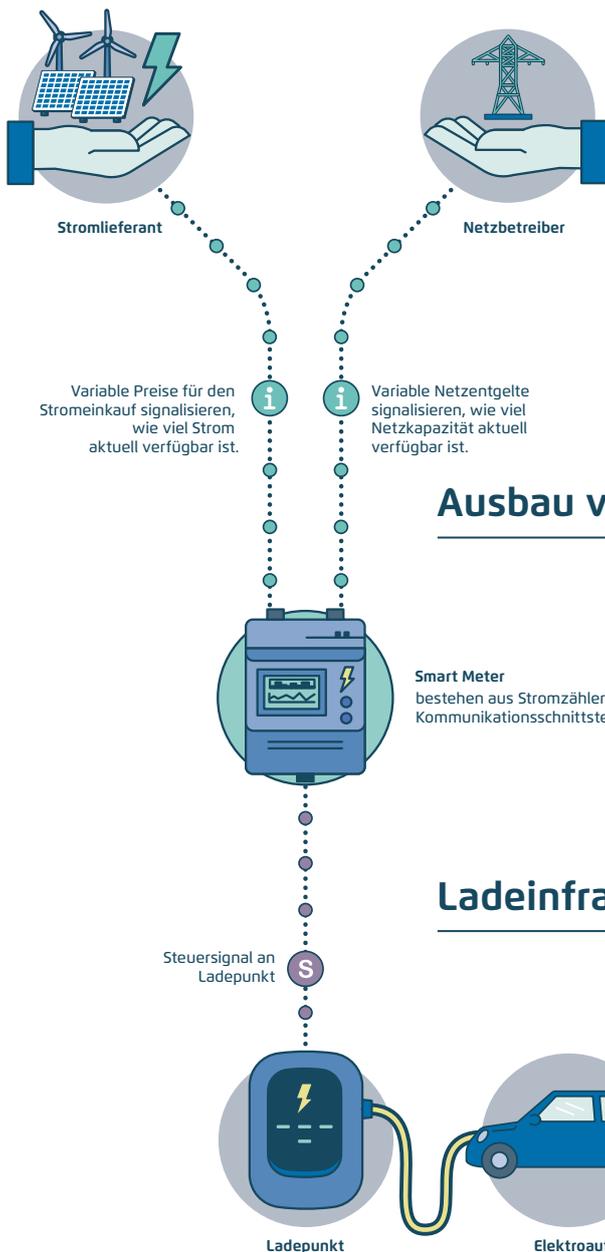
Die energiewirtschaftlichen Vorteile des gesteuerten Ladens lassen sich nicht immer zeitgleich nutzen. Wenn etwa viele Ladevorgänge gleichzeitig gestartet werden, weil gerade der Strom günstig ist (marktorientiertes Laden), kann das nur so weit zugelassen werden, wie die Netzkapazitäten es erlauben (netzorientiertes Laden). Daher müssen die unterschiedlichen Ziele des gesteuerten Ladens, Markt- und Netzorientierung, miteinander koordiniert werden.

Technik aufbauen

Gesteuertes Laden und flexible Verbraucher stellen neue Anforderungen an die technische Infrastruktur

Damit gesteuertes Laden funktioniert, müssen Informationen über Stromangebot und Netzkapazitäten zur Verfügung stehen und verarbeitet werden können. Mit der vorhandenen technischen Infrastruktur ist das noch nicht möglich. An verschiedenen Stellen braucht es Mess-, Kommunikations- und Steuerungssysteme.

Aufbau von Messinfrastruktur zur Pflicht machen



Private Ladepunkte werden in der Regel auf niedriger Spannungsebene an das Stromnetz angeschlossen. Aktuell kennen Netzbetreiber die Auslastung ihrer Netze auf dieser Spannungsebene kaum. Variable Entgelte für die Netznutzung, wie sie als Preissignal für netzorientiert gesteuertes Laden sinnvoll wären, können sie lediglich mit pauschalen Rechenwerten ansetzen. Für effektive variable Netzentgelte sollten sie dazu verpflichtet werden, zusätzliche Messinfrastruktur zur Überwachung des Netzzustands aufzubauen – so wie es der Vorschlag der Bundesnetzagentur zu Paragraph 14a des Energiewirtschaftsgesetzes vorsieht. Mit so einer Messinfrastruktur können Netzbetreiber auch besser beurteilen, in welchen Situationen es notwendig ist, die Ladeleistung zu begrenzen.

Ausbau von Smart Metern beschleunigen

Verbraucher:innen müssen die Preissignale zur Stromverfügbarkeit und Netzauslastung empfangen und Steuersignale an den eigenen Ladepunkt weitergeben können. Dies kann in Zukunft automatisiert über sogenannte intelligente Messsysteme (*Smart Meter*) funktionieren. Bisher kommt der flächendeckende Ausbau nur schleppend voran. Das kürzlich verabschiedete Gesetz zum Neustart der Digitalisierung der Energiewende soll hier Abhilfe schaffen.

Ladeinfrastruktur steuerbar machen

Damit Ladepunkte für gesteuertes Laden genutzt werden können, müssen sie in der Lage sein, Steuersignale von *Smart Metern* zu empfangen und den Ladevorgang entsprechend anzupassen. Dafür benötigen Ladepunkte Kommunikations- und Steuerungssysteme. Staatliche Förderung sollten daher, wenn überhaupt, weiterhin nur die Ladepunkte erhalten, die über solche Systeme verfügen und damit steuerbar sind.



Bidirektionales Laden mitdenken

Bidirektionales Laden bietet wertvolle flexible Speicherkapazität für das Stromsystem. E-Autos können dann nicht nur gesteuert laden, sondern auch Strom in das Netz einspeisen, wenn dies nützlich und gewünscht ist. Immer mehr E-Autos sollen serienmäßig dazu zukünftig in der Lage sein. Deshalb sollte die Bundesregierung mit Stakeholdern untersuchen, wie sich das Potenzial des bidirektionalen Ladens erschließen lässt.

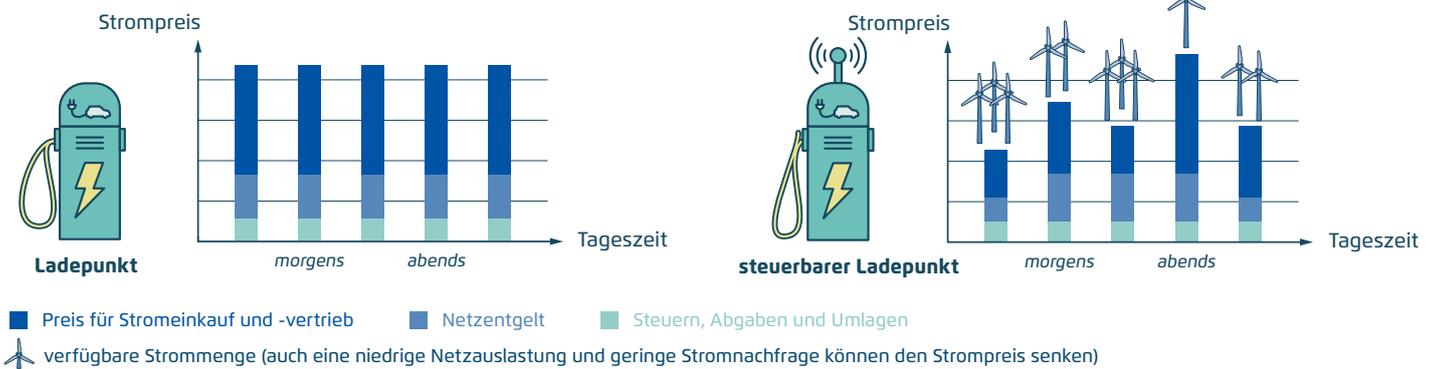
Markt gestalten

Variable Preise bringen E-Autos, Stromerzeugung und Stromnetz am besten zusammen

Fixe und variable Strompreise im Vergleich

Der Strompreis setzt sich aus verschiedenen Teilen zusammen. Den Großteil machen die Vergütungen für den gelieferten Strom und die Nutzung des Netzes (Netzentgelte) aus. Für Privatkund:innen ist der Strompreis bisher normalerweise zu jeder Tageszeit gleich. Sie zahlen einen jährlichen Durchschnittspreis. Schwankungen an der Strombörse werden in der Regel nicht an sie weitergegeben.

Auf Basis variabler Strompreise können sich Privatkund:innen dagegen beim Laden ihrer Fahrzeuge an der Verfügbarkeit von Strom und Netzkapazitäten orientieren. Die Preise sinken, wenn viel Strom erzeugt wird oder das Netz wenig ausgelastet ist; umgekehrt würden sie steigen, wenn der Strom knapp oder das Netz ausgelastet ist. Der Abgleich geschieht automatisch über *Smart Meter*.



Variable Preise als Voraussetzung für das gesteuerte Laden

Gesteuertes Laden funktioniert durch variable Preise für Stromeinkauf und -vertrieb sowie Netznutzung, denn sie:

...informieren Verbraucher:innen über die verfügbaren Strom- und Netzkapazitäten,

...motivieren Verbraucher:innen, ihre Fahrzeugbatterie in Zeiten mit niedrigen Preisen zu laden,

...erleichtern die Koordinierung von marktorientiertem und netzorientiertem Laden.



Bundesregierung und Bundesnetzagentur in der Verantwortung

Um variable Preise einzuführen, sind vor allem zwei Schritte erforderlich:



1. Einführung variabler Netzentgelte, sodass Netzbetreiber für Zeiten mit niedriger Netzauslastung ein niedrigeres Netzentgelt festlegen und umgekehrt. Ein Vorschlag dafür müsste von der Bundesnetzagentur kommen.



2. Ausweitung des Angebots dynamischer Stromtarife: Nach dem im Mai 2023 verabschiedeten Gesetz zum Neustart der Digitalisierung der Energiewende werden alle Stromlieferanten dazu verpflichtet, ab 2025 variable Preise für Stromeinkauf und -vertrieb anzubieten.

Eingriffe nach Paragraph 14a EnWG sollten die Ausnahme bleiben

Variable Stromtarife und Netzentgelte helfen dabei, Erzeugung und Verbrauch gut aufeinander abzustimmen sowie Engpässe im Stromnetz frühzeitig zu vermeiden. So können Kosten gesenkt werden. Kommt es dennoch zu einem Engpass, sollten Netzbetreiber das Laden von flexiblen Verbrauchseinheiten wie Wärmepumpen oder Elektroautos steuern können. Nach Paragraph 14a des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG) sind solche Eingriffe bereits vorgesehen. Bisher fehlt jedoch eine genaue Ausgestaltung dieser Regelung, etwa in welchem Ausmaß die Netzbetreiber eingreifen dürfen. Die Bundesnetzagentur hat kürzlich einen Vorschlag zur Ausgestaltung veröffentlicht.

Entscheidend ist, dass Eingriffe nach Paragraph 14a die Ausnahme bleiben, denn sie erschweren eine Orientierung des Ladevorgangs am Stromangebot und gehen mit Komfortverlusten für Verbraucher:innen einher. Für den Regelbetrieb sollte deshalb gesteuertes Laden durch die Verbraucher:innen Vorrang haben.

Dieses Faktenblatt erläutert die Technik, die Potenziale und die mögliche Regulierung des gesteuerten Ladens von E-Autos. Die Anpassung des Ladevorgangs an Stromerzeugung und Netzauslastung kann Ladekosten senken und Netzanschlüsse privater Ladepunkte beschleunigen. Zudem kann so der Anteil von erneuerbaren Energien im Strommix erhöht werden. Unter den richtigen Rahmenbedingungen bringt das Vorteile für Energiewirtschaft und E-Autofahrer:innen. Während das Thema bislang vor allem aus Sicht des Energiesektors diskutiert wurde, ermöglicht dieses Faktenblatt allen Interessierten einen Einstieg. Es betrachtet außerdem die aktuellen regulatorischen Vorhaben der Bundesregierung und gibt Empfehlungen für eine erfolgreiche Einführung des gesteuerten Ladens in Deutschland.

1. Auflage

96-2023-DE

Herausgeber

Agora Verkehrswende

Anna-Louisa-Karsch-Str. 2 | 10178 Berlin

T +49 (0)30 700 14 35000

F +49 (0)30 700 14 35129

www.agoraverkehrswende.de

info@agoraverkehrswende.de

Durchführung

Fanny Tausendteufel, Projektmanagerin Industriepolitik

Marica Gehlfuß, Referentin für Mediengestaltung und Kommunikation

Nikolas Linck, Manager Kommunikation

Kerstin Meyer, Projektleiterin Fahrzeuge und Antriebe

Dr. Philipp Prein, Leiter Kommunikation

Auftragnehmer

Ellery Studio – Bernd Riedel, Andreas Lohner, David Ramirez Fernandez

Consentec GmbH – Wolfgang Fritz, Christian Linke

Bitte zitieren als:

Agora Verkehrswende (2023): *Gesteuertes Laden – kurz erklärt. Warum es sich lohnt, beim Laden von Elektrofahrzeugen auf Stromangebot und Netzauslastung zu achten.*

www.agora-verkehrswende.de



Agora Verkehrswende ist eine gemeinsame Initiative der Stiftung Mercator und der European Climate Foundation.

Quellenangaben

TITELBILD: SimonSkafar

„Ausreichend Strom“: Nur rein batterieelektrische Fahrzeuge betrachtet. Stromerzeugung heute: [smard.de](https://www.agora-energiewende.de/veroeffentlichungen/klimaneutrales-stromsystem-2035/); Stromerzeugung 2030: <https://www.agora-energiewende.de/veroeffentlichungen/klimaneutrales-stromsystem-2035/>; Stromnachfrage E-Autos: <https://www.agora-verkehrswende.de/veroeffentlichungen/gesteuertes-laden-1/>

„Fixe und variable Strompreise im Vergleich“: Auf Basis von Auswertungen des BDEW: https://www.bdew.de/media/documents/221208_BDEW-Strompreisanalyse_Dez2022_08.12.2022_korr_vx5gByn.pdf

Veröffentlichung Mai 2023



Unter diesem QR-Code steht diese Publikation als PDF zum Download zur Verfügung.

