

»» Elektromobilität in Deutschland: Ausbau der Ladeinfrastruktur muss Schritt halten

Nr. 379, 21. April 2022

Autoren: Dr. Daniel Römer, Telefon 069 7431-6326, daniel.roemer@kfw.de
Dr. Johannes Salzgeber, Telefon 069 7431-2306, johannes.salzgeber@kfw.de

Die Elektromobilität ist ein wesentlicher Faktor für eine erfolgreiche Dekarbonisierung des Verkehrs. Das KfW-Energiewendebarmometer zeigt, dass Bedenken bezüglich der verfügbaren Ladeinfrastruktur nach wie vor zu den meistgenannten Gründen gegen einen Umstieg auf die Elektromobilität gehören. Dies deckt sich mit aktuellen Studien, die einen positiven Zusammenhang zwischen der Einrichtung öffentlicher Ladepunkte und der Verbreitung von Elektroautos identifizieren. Vor diesem Hintergrund ist die Relation von Fahrzeugen und Ladepunkten ein wichtiger Indikator. Hierbei zeigt sich, dass die öffentliche Ladeinfrastruktur in Deutschland in den letzten beiden Jahren weniger stark gewachsen ist als der zuletzt dynamisch ansteigende Bestand an Elektrofahrzeugen. Dies gilt sowohl hinsichtlich der Anzahl der Ladepunkte als auch mit Blick auf die installierte Ladeleistung.

Wie ist diese Entwicklung zu bewerten? Ein pauschales Zielkriterium würde den Anforderungen sicherlich nicht gerecht. So zeigt ein Blick über Europa, dass es in dünner besiedelten Ländern in der Regel weniger öffentliche Ladepunkte gibt, was durch eine höhere Verfügbarkeit heimischer Lademöglichkeiten kompensiert werden kann. Es gibt also durchaus Substitutionseffekte, die auch vor dem Hintergrund der Wirtschaftlichkeit öffentlicher Ladepunkte zu betrachten sind. Zudem ist die Leistungsfähigkeit der Ladepunkte zu berücksichtigen. In jedem Fall wird dem Ausbau der Ladeinfrastruktur in Deutschland in den nächsten Jahren eine wichtige Rolle zukommen. Denn nur wenn die wachsenden Ladebedarfe erfüllt werden, können stärkere Anreize zum Umstieg auf die Elektrotechnologie gegeben und damit die gesetzten Klimaziele für den Verkehrssektor erreicht werden.

Ladeinfrastruktur ist wichtiger Beitrag zur Etablierung der Elektromobilität

Rund ein Fünftel der Treibhausgasemissionen in Deutschland entfiel zuletzt auf den Verkehr.¹ Die Elektrifizierung von Pkw und leichten Nutzfahrzeugen steht deshalb im Fokus der Instrumente für die notwendigen Emissionsreduktionen im Verkehrssektor. Doch wie lässt sich der angestrebte Umstieg auf Elektrofahrzeuge rechtzeitig erreichen? Um den Fahrern von konventionellen Pkw den Umstieg auf Elektroautos schmackhaft zu machen, können verschiedene Stellschrauben gedreht werden. Bedenken bezüglich der verfügbaren Ladeinfrastruktur zählen zu den meistgenannten Gründen gegen die Anschaffung eines Elektroautos, wie das KfW-Energiewendebarmometer zeigt. Dies betrifft private Ladepunkte zuhause oder am Arbeitsplatz,² aber insbesondere auch öffentliche Ladesäulen.³

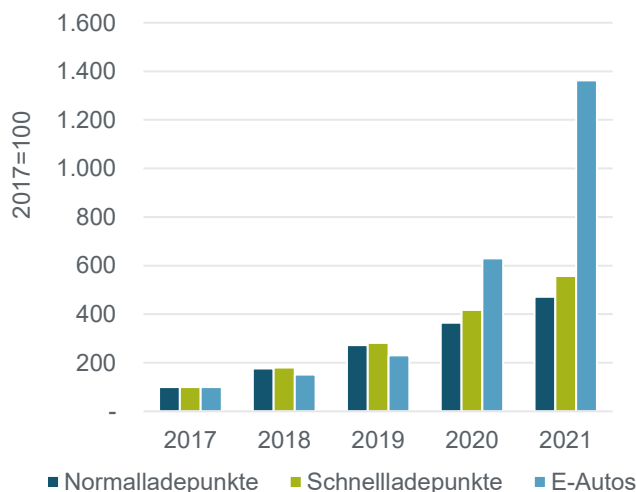
Aktuelle Forschungsergebnisse zeigen in diesem Zusammenhang, dass die Verfügbarkeit von öffentlichen Ladepunkten einen positiven Einfluss auf die Verbreitung von Elektromobilität in Deutschland hat.⁴ Zu ähnlichen Befunden kommen auch Analysen für andere Länder, beispielsweise für Norwegen⁵, China⁶ oder die USA⁷.

Bestand an Elektroautos wächst schneller als die öffentliche Ladeinfrastruktur

Sollen die aktuellen Ziele der Bundesregierung von bis zu 15 Mio. Elektrofahrzeugen bis zum Jahr 2030 erreicht werden, muss auch der Ausbau der Ladeinfrastruktur mit der Entwicklung Schritt halten. Das war in den vergangenen Jahren aber nicht immer der Fall.

Der Anteil der Elektrofahrzeuge hat sich in Deutschland zuletzt dynamisch entwickelt: Rund 700.000 elektrisch aufladbare Fahrzeuge wurden 2021 in Deutschland neu zugelassen, das sind über 20 % aller Neuzulassungen.⁸ Auch das öffentliche Ladenetz wächst, allerdings nicht im gleichen Tempo wie der Fahrzeugbestand (Grafik 1).

Grafik 1: Anzahl der Elektroautos wächst schneller als Anzahl der öffentlichen Ladepunkte



Quellen: KBA, Bundesnetzagentur, eigene Darstellung.

Wuchsen in den Jahren 2017 bis 2019 öffentliche Ladepunkte und Elektroautos noch ungefähr im Gleichklang, zeigten sich zuletzt unterschiedliche Geschwindigkeiten: Der Bestand an Fahrzeugen hat sich in den vergangenen beiden Jahren fast sechsfacht, während es nur zu einer knappen Verdopplung

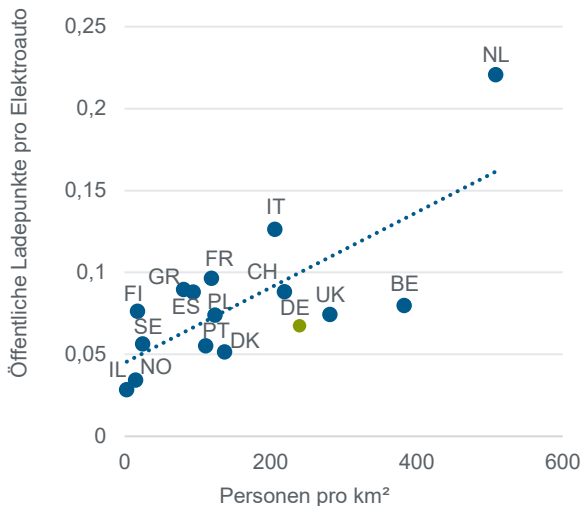
der Ladepunkte kam. Anders betrachtet teilen sich in Deutschland nun dreimal mehr Elektroautos einen öffentlichen Ladepunkt: Während im Jahr 2019 noch 8 Elektroautos auf einen öffentlichen Ladepunkt kamen, sind es im Jahr 2021 bereits 23 Fahrzeuge. Dies sind auch deutlich mehr als die von der EU ursprünglich als indikative Zielgröße genannten 10 Elektroautos pro öffentlichem Ladepunkt.⁹

Der neue Entwurf der EU-Richtlinie über den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe stellt auf eine verfeinerte Zielgröße ab, auf die Ladeleistung pro Elektroauto.¹⁰ Dies ist sinnvoll, da es letztendlich auf die Leistungsfähigkeit der Ladepunkte ankommt. Allerdings zeigt sich auch hierbei laut einer Untersuchung von Agora Verkehrswende in den letzten beiden Jahren ein deutlicher Rückgang.¹¹ Somit konkurrieren immer mehr Fahrzeuge um die Lademöglichkeiten, was die Alltagstauglichkeit von Elektroautos potenziell einschränken könnte – vor allem für Nutzer, die keine privaten Lademöglichkeiten nutzen können.

Mehr öffentliche Ladepunkte in dichter besiedelten Gebieten

Im europäischen Vergleich steht Deutschland bei der Anzahl der öffentlichen Ladepunkte je Einwohner besser da als viele seiner Nachbarstaaten, z. B. Frankreich.¹² Das Verhältnis von öffentlichen Ladepunkten pro Elektroauto ist jedoch leicht unterdurchschnittlich. Insgesamt zeigt sich, dass einige Länder unter dem indikativen Zielwert der EU (von umgerechnet 0,1 öffentliche Ladepunkten pro Elektroauto) liegen. Hierbei spielt auch die Bevölkerungsdichte im Land eine Rolle. In dichter besiedelten Ländern kommen in der Regel mehr öffentliche Ladepunkte auf ein Elektroauto als in dünner besiedelten Ländern (Grafik 2).

Grafik 2: Ladepunktdichte steigt in Europa mit der Bevölkerungsdichte



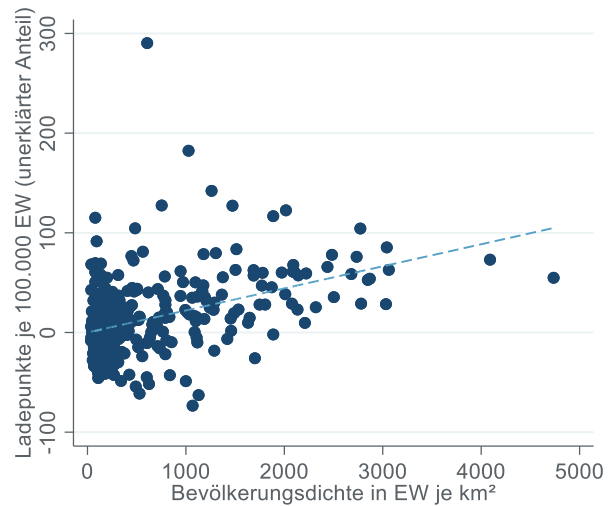
Quellen: Eigene Berechnungen auf Basis von IEA (2021) und Eurostat.

Die Niederlande nehmen als ein sehr dicht besiedeltes Land die Spitzenposition bei der Anzahl der Ladesäulen pro Elektroauto ein, während Norwegen neben Island über die geringsten öffentlichen Ladepunkte pro Fahrzeug verfügt. Die Position

Norwegens wird u. a. mit der hohen Eigenheimquote im Land begründet, durch die sich umfangreiche heimische Lademöglichkeiten eröffnen – so befinden sich 94 % aller norwegischen Ladepunkte zuhause oder am Arbeitsplatz.¹³

Auch innerhalb Deutschlands zeigt sich eine Abhängigkeit von der Bevölkerungsdichte, die allerdings weniger stark ausgeprägt ist und erst in einer multivariaten Analyse signifikant wird ($p=0,016$, Grafik 3). Die positive Korrelation zwischen Bevölkerungsdichte und öffentlichen Ladepunkten besagt, dass ein Anstieg der Bevölkerungsdichte um 100 Einwohner je Quadratkilometer im Durchschnitt mit einem Anstieg um 2,2 öffentliche Ladepunkte je 100.000 Einwohner einhergeht. Gleichzeitig weisen die Daten aber eine hohe Varianz auf, insbesondere in den dünn besiedelten Gebieten mit weniger als 500 Einwohnern je Quadratkilometer.

Grafik 3: Mehr öffentliche Ladepunkte in dichter besiedelten Gebieten, aber große Streuung im ländlichen Raum



Anmerkung: Dargestellt ist der unerklärte Anteil der Streuung in den Ladepunkten je Einwohner und der Bevölkerungsdichte (Component plus Residual Plot). Grundlage ist eine einfache lineare Regression, bei der für die Kreisebene die Ladepunkte je Einwohner durch die folgenden Strukturvariablen erklärt werden: Bevölkerungsdichte, Anzahl der Pkw je Einwohner, kommunale Schulden, regionales Bevölkerungspotenzial, Durchschnittsdistanz zum nächsten Supermarkt sowie Pendlersaldo. Der Anstieg der gestrichelten Gerade entspricht dem geschätzten Regressionskoeffizienten.

Quellen: Bundesnetzagentur, Statistisches Bundesamt, eigene Berechnung.

Ladepunkte im Spannungsfeld von hinreichender Abdeckung und Wirtschaftlichkeit

Der insgesamt etwas schwächere Zusammenhang zwischen Ladepunktdichte und Bevölkerungsdichte innerhalb Deutschlands deutet darauf hin, dass hier ein eher gleichmäßiger Ausbau der öffentlichen Ladepunkte erfolgt ist. Hält man sich vor Augen, dass die Bevölkerung in Deutschland dezentral verteilt ist, sind vergleichsweise umfangreiche Ladevorgänge an interregionalen Strecken zu erwarten.¹⁴ Dies kann die relativ gleichmäßige Verteilung der öffentlichen Ladepunkte erklären, zumal auch die Förderprogramme der Bundesregierung das Ziel verfolgen, zunächst eine flächendeckende Versorgung mit Ladeinfrastruktur in ganz Deutschland sicherzustellen.¹⁵

Diese Ziel erscheint auch angemessen, um die bestehenden Bedenken in der Bevölkerung zu adressieren. Bei einer sehr

gleichmäßigen Ladeinfrastruktur besteht allerdings die Gefahr, dass insbesondere Ladepunkte in dünnbesiedelten Regionen nicht kostendeckend angeboten werden können, wenn nur verhältnismäßig wenige potenzielle Nutzer auf die jeweilige Ladestelle kommen.¹⁶

Eine Analyse der Profitabilität der öffentlichen Ladeinfrastruktur in Deutschland zeigt zum einen, dass die Nutzungsraten öffentlicher Ladepunkte in den Jahren 2019 und 2020 eher gering waren, sodass nur wenige Ladeparks ökonomische Rentabilität erreichten, und zum anderen, dass bei einem weiteren Anstieg der Elektrofahrzeuge eine wirtschaftliche Nutzung insbesondere in den Ballungsgebieten zu erwarten ist.¹⁷

Diese Zahlen zur Auslastung öffentlicher Ladepunkte in Deutschland legen nahe, dass der momentane Rückgang der relativen Verfügbarkeit noch keine starke Nutzereinschränkung mit sich bringt. Die Entwicklung in den letzten beiden Jahren weist jedoch auf einen tendenziell steigenden Handlungsbedarf hin, den weiteren Ausbau der Ladeinfrastruktur bedarfsgerecht voranzutreiben. Öffentliche Ladepunkte werden insbesondere in dicht besiedelten Gebieten benötigt, wie auch der neue Masterplan Ladeinfrastruktur II der Bundesregierung unterstreicht. Zudem stellt die Nationale Leitstelle Ladeinfrastruktur Planungstools bereit, mit denen zur Optimierung der Ladeinfrastruktur künftige Ladebedarfe geschätzt werden können.¹⁸

Private und öffentliche Ladepunkte können sich ergänzen

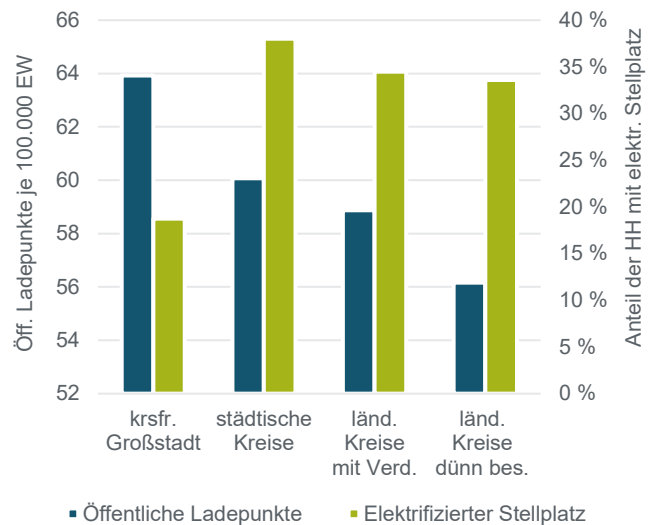
Wichtig ist, dass öffentliche Ladestationen nur ein Teil der Ladeinfrastruktur sind. Haushalte können ihre Pkw grundsätzlich auch zuhause oder bei ihrem Arbeitgeber aufladen, wenn hier entsprechende Lademöglichkeiten gegeben sind. Beide Lademöglichkeiten sind zu einem gewissen Grad substitutiv.¹⁹ Gerade im ländlichen Raum, wo ein flächendeckendes Netz an öffentlichen Ladepunkten häufig nur zu deutlich höheren Kosten bereitzustellen ist als in dicht besiedelten Regionen, kann die private Ladeinfrastruktur diese Lücke schließen.²⁰

Wie zu erwarten, liegt die Anzahl der öffentlich zugänglichen Ladepunkte je 100.000 Einwohner in kreisfreien Großstädten mit knapp 64 über den Zahlen in ländlichen Regionen, mit z. B. 56 in dünn besiedelten ländlichen Kreisen (Grafik 4, linke Achse). Bei der Verfügbarkeit an geeigneten privaten Stellplatzmöglichkeiten kehrt sich hingegen die Reihenfolge um, wie Ergebnisse des KfW-Energiewendebarmeters 2021 zeigen. So gaben in kreisfreien Großstädten rund 19 % der Haushalte mit Auto an, einen eigenen Stellplatz mit Stromanschluss nutzen zu können, während der Wert in ländlicheren Regionen mit 34 bis 38 % fast doppelt so hoch lag (Grafik 4, rechte Achse).

Dieses Muster zeigt sich auch im Ladeverhalten der Haushalte. So gaben 70 % der im KfW-Energiewendebarmeter befragten Nutzer von Elektroautos an, ihr Auto zuhause zu laden. In kreisfreien Städten liegt dieser Wert nur bei rund 40 %. Dementsprechend wird ein fehlender geeigneter Stellplatz in städtischen Regionen mit rund 43 % auch deutlich öfter als Grund gegen den Kauf eines Elektroautos genannt als in

ländlichen Regionen, wo nur etwas über 25 % der Haushalte dies als Grund nennen.

Grafik 4: Weniger öffentliche aber mehr private Ladepunkte im ländlichen Raum



Quellen: KBA, Bundesnetzagentur, KfW-Energiewendebarmometer.

Nach dem Laden zuhause wird das Laden an öffentlichen Ladepunkten mit 52 % als zweithäufigste Versorgungsquelle genannt. Hier liegen Haushalte in kreisfreien Großstädten mit rund 72 % erwartungsgemäß deutlich über dem Durchschnitt. Als dritthäufigste Möglichkeit gaben rund 49 % der Haushalte an, ihr Auto beim Arbeitgeber zu laden. Diese Werte liegen in städtischen Regionen etwas unter und in ländlichen Regionen etwas über dem Durchschnitt, allerdings sind die Unterschiede hier deutlich geringer als bei den beiden vorher genannten Lademöglichkeiten.

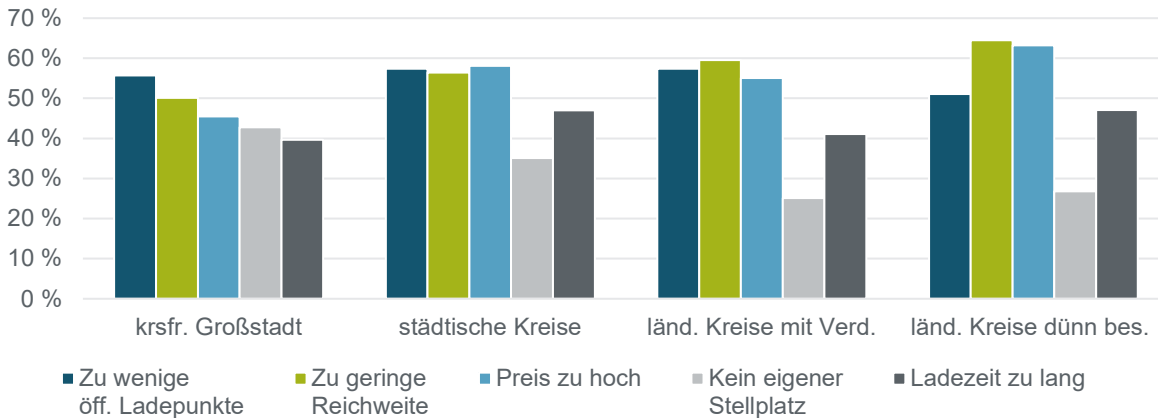
Breiter Wunsch nach mehr öffentlichen Ladepunkten

Interessanterweise wird über alle Siedlungsstrukturen hinweg ein Mangel an öffentlichen Ladepunkten als Hindernis für die Anschaffung eines Elektroautos genannt (Grafik 5): Stets gaben mehr als 50 % der Haushalte, die sich die Anschaffung eines Elektroautos bislang nicht vorstellen können, eine unzureichende öffentliche Ladeinfrastruktur als Grund dafür an. In kreisfreien Großstädten ist dies mit rund 56 % sogar der meistgenannte Grund.

Weiterhin zeigt sich, dass die öffentlich zugänglichen Ladepunkte je Einwohner im jeweiligen Landkreis erwartungsgemäß einen großen Einfluss auf die Wahrnehmung der Haushalte haben – auch dann, wenn man gleichzeitig andere Faktoren berücksichtigt. So sinkt in einer einfachen logistischen Regression die geschätzte Wahrscheinlichkeit, dass ein Haushalt die öffentliche Ladeinfrastruktur als Grund gegen den Kauf eines Elektroautos nennt, mit einer steigenden Anzahl an Ladepunkten je Einwohner.²¹ Dieser Zusammenhang ist statistisch hochsignifikant ($p=0,000$).

Grafik 5: Unzureichende öffentliche Ladeinfrastruktur ist in allen Regionen ein wichtiger Grund gegen die Anschaffung eines Elektroautos

Anteil der Haushalte mit Nennung als Grund gegen den Kauf eines Elektroautos.



Quelle: KfW-Energiewendebarmeter 2021.

Die Wahrscheinlichkeit sinkt ebenfalls, wenn Haushalte einen geeigneten Stellplatz nutzen können. Der Zusammenhang mit dem Vorhandensein des Stellplatzes ist allerdings nur schwach statistisch signifikant. Dieses Ergebnis lässt sich auch mit Blick auf Grafik 5 vermuten. Denn auch in ländlichen Regionen – in denen relativ viele Haushalte einen privaten Stellplatz für den Ladevorgang nutzen können – gehört die als unzureichend wahrgenommene öffentliche Ladeinfrastruktur zu den meistgenannten Gründen gegen den Kauf eines Elektroautos.

Die Wahrscheinlichkeit, dass die unzureichende öffentliche Ladeinfrastruktur von einem Haushalt als Grund gegen die Anschaffung eines Elektroautos genannt wird, steigt hingegen, wenn Haushalte ihren Pkw mehrmals pro Woche nutzen. Auch dies erscheint intuitiv plausibel: je stärker ein Haushalt das Auto nutzt, desto stärker dürfte er auch auf eine möglichst flächendeckende Bereitstellung von Lademöglichkeiten angewiesen sein, um das Auto für alle Besorgungen und zu jeder Zeit nutzen zu können.

Fazit

Aus den vorliegenden Zahlen kann man drei erste Befunde für Deutschland ableiten. Zum ersten zeigt sich, dass die öffentliche Ladeinfrastruktur zuletzt nicht im gleichen Maße gewachsen ist wie die Zulassungszahlen von Elektroautos. Setzt sich dieser Trend fort, könnte dies für die Praxistauglichkeit der Elektromobilität zum Problem werden.

Zum zweiten sind die öffentlichen Ladepunkte in Deutschland bislang relativ gleichmäßig verteilt. Die erwartete Häufung in Gebieten mit höherer Bevölkerungsdichte, an denen weniger private Lademöglichkeiten bestehen, ist derzeit weniger stark ausgeprägt als ein Blick in andere europäische Länder vermuten ließe. Der künftige Ausbau öffentlicher Lademöglichkeiten wird jedoch verstärkt die Ballungsgebiete betreffen, sodass insbesondere die Großstädte gefordert sein werden. Da gerade einwohnerstarke Kommunen in Deutschland überdurchschnittlich häufig eine angespannte Finanzlage und hohe

Investitionsrückstände aufweisen, kann eine gezielte Förderung finanzschwacher Kommunen auch mit Blick auf die Mobilitätswende deshalb sinnvoll und notwendig sein.²²

Zum dritten befindet sich Deutschland derzeit noch in einer Phase des Markthochlaufs, in der das Ziel der Sicherstellung eines flächendeckenden Netzes angestrebt wird – in erster Linie durch staatliche Förderung. Mit den steigenden Nutzerzahlen wird das Betreiben von öffentlichen Ladesäulen jedoch immer wirtschaftlicher werden, sodass es wichtig erscheint, einen guten Übergang hin zu marktbasierteren Lösungen zu finden, bei denen die potenzielle Nachfrage stärker in die Ausbaustrategie mit einbezogen wird. Verschiedene Ansätze liegen hierzu vor.²³ Hierbei sind auch private Lademöglichkeiten als Alternativen zu öffentlichen Ladepunkten einzubeziehen.

Soll sich die Elektromobilität als echte Alternative zu Verbrennungsmotoren entwickeln, dürfen den Nutzern keine Nachteile in der täglichen Anwendung dieser Technologie gegenüber der etablierten Technologie entstehen. Fragen hinsichtlich der Ladezeit, Reichweite und der Ladeinfrastruktur gehören dabei nach wie vor zu den meistgenannten Gründen gegen einen Umstieg auf die Elektromobilität. Während der Staat kaum Einfluss auf die Weiterentwicklung der Fahrzeugtechnik – und damit auf Ladezeiten und Reichweite – nehmen kann, hat er direkten Einfluss auf den Ausbau der öffentlich zugänglichen Ladeinfrastruktur. Aktuelle Forschungsergebnisse und die Antworten der Haushalte im KfW-Energiewendebarmeter zeigen, dass dieser Ausbau eine zentrale Stellschraube für die flächendeckende Akzeptanz und Nutzung der Elektromobilität ist. Alle staatlichen Ebenen müssen deshalb weiterhin am Ausbau der öffentlichen Ladeinfrastruktur arbeiten – unter Berücksichtigung von Substitutionsmöglichkeiten durch private Ladepunkte. Dabei die Balance zwischen den Bedürfnissen der Elektroautonutzer auf der einen und der notwendigen Rentabilität bzw. Kosteneffizienz auf der anderen Seite zu finden, wird entscheidend dafür sein, dass das ehrgeizige Ziel von 15 Mio. elektrisch betriebener Fahrzeuge bis 2030 auch tatsächlich erreicht werden kann.

Das KfW-Energiewendebarmeter

ist eine jährlich erscheinende haushaltsrepräsentative Befragung von etwa 4.000 in Deutschland ansässigen privaten Haushalten zu Entscheidungen und Einstellungen rund um das Thema Klimaschutz.

Weitere Informationen zum KfW-Energiewendebarmeter unter: [kfw.de/energiewendebarmeter](https://www.kfw.de/energiewendebarmeter).

Folgen Sie KfW Research auf Twitter:

<https://twitter.com/KfW>

Oder abonnieren Sie unseren kostenlosen E-Mail-Newsletter, und Sie verpassen keine Publikation: <https://www.kfw.de/KfW-Konzern/Service/KfW-Newsdienste/Newsletter-Research/>

¹ Vgl. Umweltbundesamt (2021): Nationales Treibhausgasinventar 2021, 12/2020; Presseinformation 07/2021 vom 15.03.2021.

² Vgl. Römer, D und J. Steinbrecher (2020): Private Ladeinfrastruktur ist eine wichtige Säule für den Ausbau der Elektromobilität, Fokus Volkswirtschaft Nr. 304, KfW Research.

³ Vgl. Römer, D und J. Steinbrecher (2021): Die Elektromobilität nimmt Fahrt auf – doch wer setzt sich eigentlich ans Steuer? Fokus Volkswirtschaft Nr. 331, KfW Research.

⁴ Vgl. Sommer, S. und C. Vance (2021): Do more chargers mean more electric cars?, Environ. Res. Lett. 16 (2021) 064092; sowie Illmann, U., und J. Kluge (2020): Public charging infrastructure and the market diffusion of electric vehicles. Transportation Research Part D 86, 102413.

⁵ Vgl. Schulz, F. und J. Rode (2022): Public charging infrastructure and electric vehicles in Norway, Energy Policy 160 (2022) 112660.

⁶ Ma, S.-C. und Y. Fan, (2020): A deployment model of EV charging piles and its impact on ev promotion. Energy Policy 146, 111777.

⁷ Greene, D.L., Kontou, E., Borlaug, B., Brooker, A. und M. Muratori (2020): Public charging infrastructure for plug-in electric vehicles: What is it worth?. Transportation Research Part D 78, 102182.

⁸ Vgl. Kraftfahrtbundesamt (2022): Neuzulassungen von Kraftfahrzeugen mit alternativem Antrieb – Monatsergebnisse Dezember 2021, veröffentlicht Januar 2022.

⁹ Vgl. Richtlinie 2014/94/EU über den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe.

¹⁰ Konkret wird im neuen Entwurf der Richtlinie über den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe 1kw Ladeleistung pro reinem Elektroauto und 0,66 kW Ladeleistung pro Plug-In-Hybrid genannt, vgl. EU (2021): revision of the directive on deployment of the alternative fuels infrastructure with annex 0.pdf (europa.eu)

¹¹ Vgl. Agora Verkehrswende (2022): Schnellladen fördern, Wettbewerb stärken, Abb. 2.3.

¹² Vgl. Falchetta, G. und M. Npussan (2021): Electric vehicle charging network in Europe: An accessibility and deployment trends analysis, Transportation Research Part D 94, 102813.

¹³ Vgl. IEA (2018): Nordic EV Outlook 2008.

¹⁴ Vgl. BCG (2021): Winning the Battle in the EV Charging Ecosystem | BCG

¹⁵ Vgl. Masterplan Ladeinfrastruktur der Bundesregierung.

¹⁶ Vgl. Mortimer Benedict J., et al. (2021): Public Charging Infrastructure in Germany—A Utilization and Profitability Analysis, Journal of Modern Power Systems and Clean Energy 99, S. 1-10.

¹⁷ Vgl. Mortimer Benedict J., et al. (2021): Public Charging Infrastructure in Germany—A Utilization and Profitability Analysis, Journal of Modern Power Systems and Clean Energy 99, S. 1-10.

¹⁸ Vgl. <https://www.standorttool.de/strom/ladebedarfe/>.

¹⁹ Vgl. NPM (2020): Flächendeckende Ladeinfrastruktur, S. 9.

²⁰ Vgl. Römer, D und J. Steinbrecher (2020): Private Ladeinfrastruktur ist eine wichtige Säule für den Ausbau der Elektromobilität, Fokus Volkswirtschaft Nr. 304, KfW Research.

²¹ Geschätzt wird dafür eine einfache logistische Regression, in der die Wahrscheinlichkeit für die Nennung fehlender öffentlicher Ladeinfrastruktur als Grund gegen den Kauf eines Elektroautos durch die folgende Variablen erklärt wird: Dummyvariable elektrischer Stellplatz vorhanden, Ladepunkte je Einwohner im Landkreis, Dummyvariable für regelmäßige Pkw-Nutzung, Kreistyp/Siedlungsstruktur.

²² Vgl. Tabellenband KfW-Kommunalpanel 2021, KfW Research.

²³ Vgl. Agora Verkehrswende (2020): Schnellladen fördern – Wettbewerb stärken.