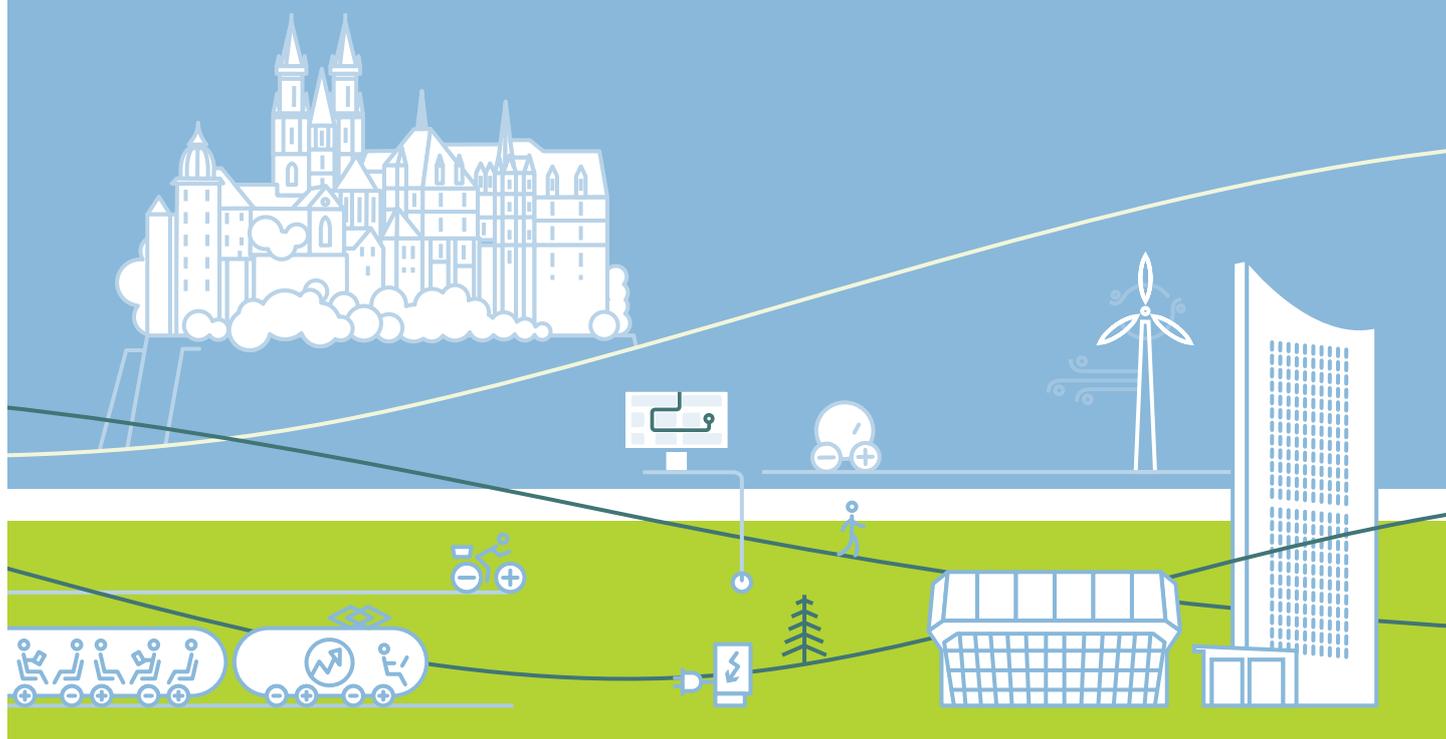


# Nachhaltige Mobilität für Unternehmen



## Empfehlungen zum Einsatz von Elektromobilität

# Inhaltsverzeichnis

---

Mobilität im Wandel .....	2
---------------------------	---

---

Gundlagen der Elektromobilität .....	4
--------------------------------------	---

→ Mythen und Fakten der Elektromobilität .....	4
→ Fahrzeugtypen und Verfügbarkeit .....	6
→ Ladekonzepte .....	6
→ Grundlagen Ladeinfrastruktur .....	6
→ Lastmanagement .....	7
→ Öffentliches Laden .....	8
→ Ladezeiten .....	9

---

Elektromobilität in der Praxis .....	10
--------------------------------------	----

→ Klimabilanz .....	10
→ Kraftstoffe .....	10
→ Akkugröße .....	11
→ Wirtschaftlichkeit von Elektrofahrzeugen .....	12
→ Fördermittel und rechtliche Rahmenbedingungen .....	13
→ Elektromobilitätsgesetz .....	13
→ Energiewirtschaftsrecht .....	13
→ Ladesäulenverordnung .....	14
→ Eichrecht .....	14
→ Einkommenssteuerrecht .....	14

---

Betriebliches Mobilitätsmanagement .....	15
--	----

→ Bedarfsanalyse .....	15
→ Fahrzeugpools / Corporate Carsharing .....	15
→ Dienstfahrzeuge mit Privatnutzung .....	15
→ Mobilitätsmanagement .....	17
→ Ladeinfrastruktur für Beschäftigte .....	18
→ Einrichtung von Ladeinfrastruktur .....	18
→ Branchen mit hohem Potenzial für Elektromobilität .....	20

---

Mobilität der Zukunft .....	22
-----------------------------	----

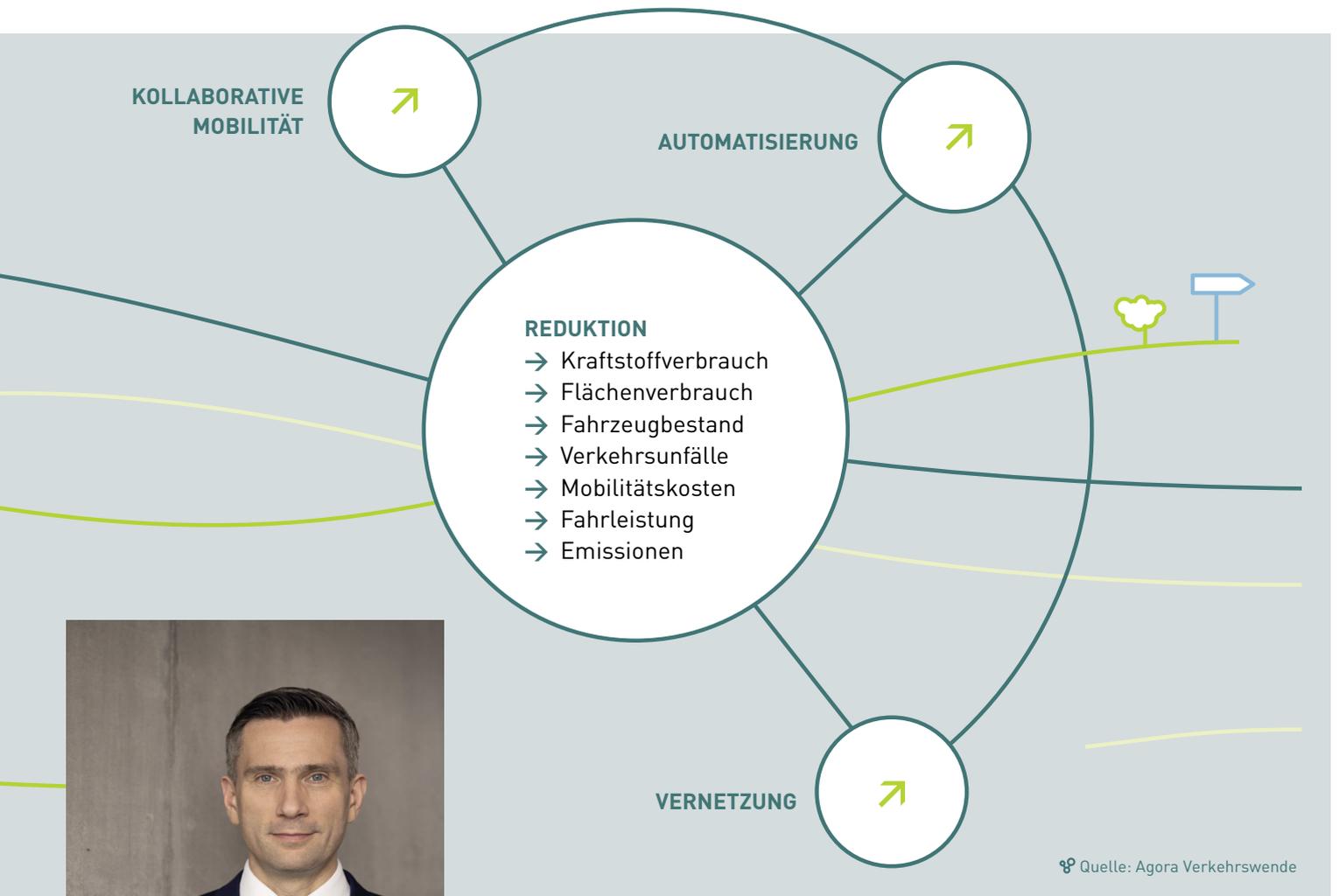
→ Autonomes Fahren .....	22
→ Brennstoffzellen als alternative Fahrzeugkonzepte .....	22

---

→ Abkürzungsverzeichnis .....	23
-------------------------------	----



# Vorwort



## Liebe Unternehmerinnen und Unternehmer, liebe Leserinnen und Leser,

neue Technologien bringen neben Herausforderungen auch Chancen mit sich. Das sächsische Unternehmertum zeichnet es schon immer aus, sich dem Wandel zu stellen und ihn zu nutzen.

Auf dem Laufenden zu bleiben ist im unternehmerischen Alltag dabei so wichtig wie anspruchsvoll. Mit dieser Broschüre möchten wir Sie dabei unterstützen. Sie gibt Ihnen eine Einordnung über die Entwicklungen der Mobilität und soll Ihnen als Hilfestellung für Ihre unternehmerischen Entscheidungen dienen.

Foto: © SMWA/Ronald Bonß

Das Erreichen der ausgewiesenen Klimaschutzziele gehört zu den zentralen Herausforderungen der kommenden Jahrzehnte. Dem Verkehrssektor kommt hier eine besondere Bedeutung zu. Neben alternativen Antriebstechnologien bietet die Digitalisierung neue Perspektiven. Entscheidungen müssen über eine reine Fuhrparkbetrachtung hinausgehen und die Möglichkeiten vernetzter Angebote einbeziehen.

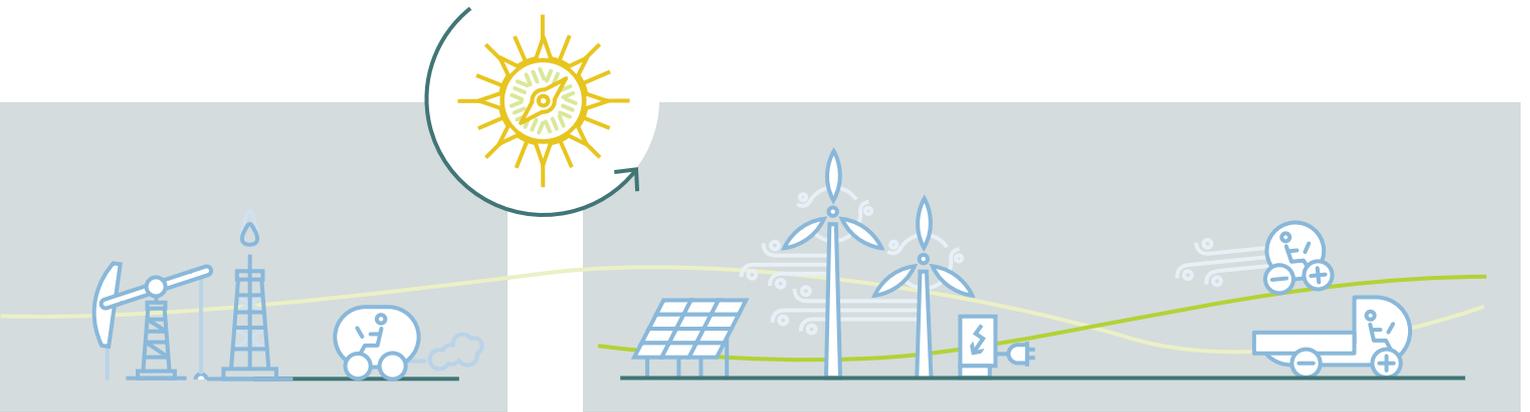
Die Broschüre soll Ihnen einen sachlichen Überblick über das Themengebiet der Elektromobilität bieten und praktische Tipps sowie Beispiele näherbringen. Neben technischen und rechtlichen Grundlagen erhalten Sie auch Einblicke in neue Ideen des betrieblichen Mobilitätsmanagements. Eine kurze Einordnung weiterer Perspektiven, wie dem autonomen Fahren oder der Wasserstoff-Mobilität, runden die Broschüre ab.

Die Sächsische Energieagentur verfügt mit der Kompetenzstelle Effiziente Mobilität Sachsen, finanziert durch das Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr, über fundierte Expertise auf diesem Gebiet. Sie finden dort jederzeit Informationen und Unterstützung für Ihre Vorhaben.

Ich wünsche Ihnen eine anregende Lektüre.

**Martin Dulig**  
Sächsischer Staatsminister für  
Wirtschaft, Arbeit und Verkehr

# Mobilität im Wandel



Jahrzehntelang konnte die Mobilität in Deutschland nur eine Richtung: immer mehr und immer größere Fahrzeuge. Dabei hat die Effizienz der Fahrzeuge zugenommen, der CO<sub>2</sub>-Ausstoß im Verkehrssektor ist jedoch nicht gesunken.

Trotz hoch gesteckter CO<sub>2</sub>-Ziele konnte eine Senkung der Flottenemissionen nicht erreicht werden: Plug-in-Hybride (PHEV), die auf dem Prüfstand 2 l/100 km verbrauchen, benötigen in der Realität durchaus 8 l/100 km. Ebenso hält die Einstufung von Elektrofahrzeugen mit 0 g CO<sub>2</sub>/km einer objektiven Betrachtung nicht stand, da der lokalen Emissionsfreiheit die elektrische Energieerzeugung in z. T. fossilen Kraftwerken sowie die Produktion der Fahrzeuge natürlich mit einem CO<sub>2</sub>-Ausstoß entgegenstehen. Nicht zuletzt wegen manipulierter Abgaswerte ist eine Diskussion über die Mobilitätswende in Gang gekommen und wird in den kommenden Jahren weiter an Dynamik gewinnen. Hauptursachen dafür sind die Digitalisierung sowie die Elektrifizierung der Fahrzeuge.

Längst wurde der Pkw als Statussymbol gerade bei Jüngeren von Smartphone, Tablet und Laptop abgelöst. Durch die rasante Entwicklung des Internets mit dem darüber verfügbaren Mix an vielfältigen, flexiblen und günstigen Mobilitätsmöglichkeiten sind die Menschen auch ohne eigenes Auto mobil. Fahrrad, Semesterticket und Carsharing im Nahbereich, Mietwagen, Fernbus, Mitfahrgelegenheit, Bahn und Flugzeug für die weiteren Strecken werden ganz selbstverständlich situativ genutzt.

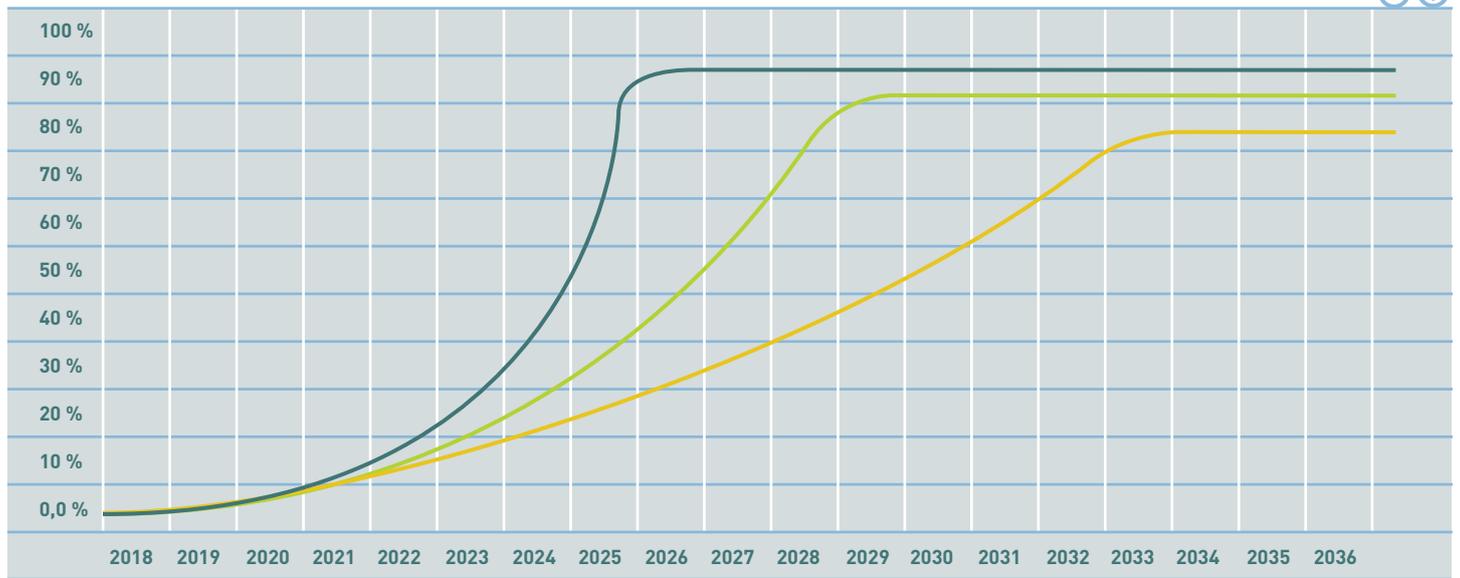
Dabei unterstützen multimodale Planungstools durch ein hohes Maß an Transparenz bei der Suche nach dem jeweils besten Verkehrsmittel.

Die Mobilitätsbranche beginnt gerade, sich auf diesen Wandel einzustellen. Fast alle Autohersteller und Leasinggesellschaften stoßen mit ihren Angeboten im „Corporate Carsharing“ in die gleiche Richtung vor. Einige Unternehmen gehen noch weiter und bieten als Alternative zum Firmenwagen ein Mobilitätsbudget an. Dieses fördert aktiv ressourcenschonendes Mobilitätsverhalten und die Nutzung eines Mobilitätsmixes aus mehreren Verkehrsmitteln durch monetäre Anreize. Dabei ist es den Beschäftigten freigestellt, für welche Verkehrsmittel sie ihr Budget verwenden. Für den Arbeitgeber besteht im Handling kein nennenswerter Unterschied zur heutigen Mobilitätsförderung. Für die Beschäftigten bietet es jedoch die Möglichkeit, die eigene Mobilität bedarfsgerecht zu konfigurieren und sich den passenden Mix aus Bahn, Mietwagen, (Corporate) Carsharing, Bikesharing, Firmenrad, Taxi etc. selbst zusammenzustellen. Sollte darüber hinaus ein Saldo zugunsten des bzw. der Beschäftigten verbleiben, so kann dieser als Prämie für ein nachhaltiges Mobilitätsverhalten verbucht werden.

In den nächsten fünf bis zehn Jahren werden sich die zuvor beschriebenen Veränderungen deutlich beschleunigen und verstärken. In diesem Kontext erfährt Elektromobilität eine immer größere gesellschaftliche Beachtung. Luftbelastungen aus dem Verkehr (NO<sub>x</sub> und Feinstaub) sind in einigen Ballungsräumen zu einem Problem

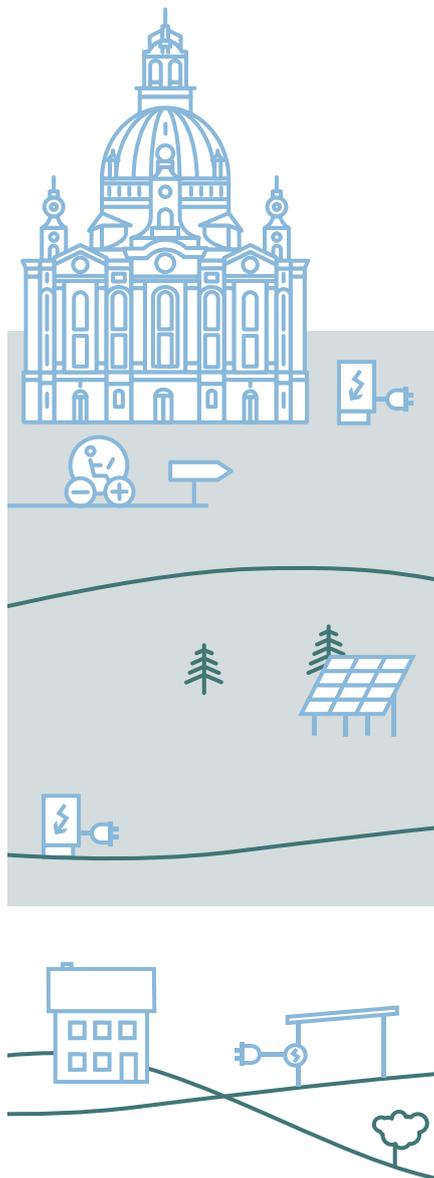
geworden und können eventuell für Pendler wie Reisende vor allem mit Dieselfahrzeugen zu Fahrverboten führen. Selbst wenn dies nur sehr begrenzt für Sachsen zutreffen sollte, so ist dieser Effekt auf die Gesamtheit aller Fahrzeuge in Deutschland zu übertragen. Als Lösung beim motorisierten Individualverkehr (MIV) können E-Fahrzeuge daher eine Schlüsselrolle bei der Reduzierung dieser Luftschadstoffe und bei der Lärmreduktion in Innenstädten spielen.

Das ursprüngliche Ziel der Bundesregierung, bis zum Jahr 2020 eine Million Elektrofahrzeuge auf die Straße zu bekommen, wurde nicht erreicht. Es ist jedoch möglich, dass der Plan, bis 2030 mehr als sieben Millionen Elektrofahrzeuge zu erreichen, dennoch aufgehen könnte. Im Zuge des gerade einsetzenden Markthochlaufs hat sich das Tempo in Richtung Elektromobilität deutlich erhöht. Nach schwachem Beginn ist eine exponentielle Steigerungsrate zu verzeichnen: Ausgehend von etwa 54.500 Neuzulassungen im Jahr 2017 und 67.800 verkauften E-Fahrzeugen im Jahr 2018 gab es zu Beginn des Jahres 2020 ca. 240.000 elektrische Fahrzeuge (inkl. Plug-in-Hybride). Inzwischen wurden nach Angaben des Kraftfahrtbundesamtes allein im November 2020 fast 60.000 batterieelektrische Fahrzeuge (BEV) und Plug-in-Hybride in Deutschland zugelassen. Bei einem Faktor von 1,8 im Durchschnitt der letzten sechs Jahre wurden die nachfolgenden Szenarien aufgestellt:



— Szenario 1 moderat — Szenario 2 dynamisch — Szenario 3 progressiv

Quelle: EcoLibro 2019



Bei einem „dynamischen“ (mittleren) Verlauf der Neuzulassungen mit einem Faktor von 1,4 könnten so im Jahr 2025 rund 27 % der neu zugelassenen Fahrzeuge einen Elektroantrieb besitzen. Dies wird auch durch die Prognose der Nationalen Plattform Elektromobilität, heute Nationale Plattform Zukunft der Mobilität (hier: progressiver Verlauf) gestützt. <sup>1</sup>

Nach gegenwärtigem Stand sind laut einer Studie von Joanneum Research aus dem September 2019 allerdings Gasfahrzeuge und kleine Dieselfahrzeuge auf Langstrecken (noch) CO<sub>2</sub>-ärmer als batterie-elektrische Fahrzeuge. Auch Elektroautos mit Brennstoffzellen oder durch eFuels betriebene Fahrzeuge, also Verbraucher von aus Energie und CO<sub>2</sub> hergestellten Kraftstoffen, sind nicht CO<sub>2</sub>-neutral, wenn die Energie aus dem bisherigen deutschen Strommix stammt. Erst mit zunehmendem Anteil an erneuerbaren Energien im Strommix sowie einer langen Nutzungsdauer der Fahrzeuge steigt der ökologische Vorteil zugunsten der E-Fahrzeuge. <sup>2</sup>



**PRAXISBEISPIEL Dresden**

**Claudia Birkigt** Direktorin  
Hotel Bayerischer Hof | Dresden

Wir möchten unseren Gästen eine Möglichkeit für entspanntes Reisen in Verbindung mit Nachhaltigkeit anbieten. Der Gast kann über Nacht eine unserer Ladestationen nutzen und gleichzeitig die Annehmlichkeiten unseres Hauses genießen, sich entspannen und am nächsten Tag seine Reise fortsetzen. Wir als GreenLine Hotel achten auf nachhaltiges Wirtschaften, eine nachhaltige Entwicklung sowie Regionalität. Tesla-Stationen sowie eine kompatible Ladestation in Verbindung mit Übernachtungen anbieten zu können, macht uns stolz und spiegelt unsere Philosophie in Bezug auf eine zukunftsgerichtete und ökologische Unternehmensführung wider. Positives Feedback unserer Gäste fördert dieses Bewusstsein.

<sup>1</sup> Quelle: nationale-plattform-elektromobilitaet.de  
<sup>2</sup> Quelle: adac.de

# Grundlagen der Elektromobilität

Die im Vergleich zum konventionellen Fahrzeug geringeren Energiekosten sind ein wesentlicher Vorteil von Elektrofahrzeugen. Dieser Effekt beruht darauf, dass Elektromotoren einen deutlich höheren Wirkungsgrad und daher weniger Energieverluste als Verbrennungsmotoren (z. B. Wärme) aufweisen. Dieselmotoren haben Wirkungsgrade von maximal 45 %, Benzinmotoren sogar nur 35 %. Elektromotoren haben i. d. R. Wirkungsgrade von bis zu 98 %.

Zur Vergleichbarkeit eines konventionellen Fahrzeugs mit einem batterieelektrischen Antrieb seien die Verbrauchskosten gegenübergestellt: Ein Benziner verbraucht beispielhaft auf einer Strecke von 100 km durchschnittlich rund 6,8 Liter Benzin. Dies entspricht einem Energieverbrauch (Hu) von ca. 60 kWh. Bei einem Preis von 1,34 Euro pro Liter betragen die Energiekosten ca. 9 Euro.

Hätte ein Elektrofahrzeug die gleiche Energieeffizienz wie das konventionelle Fahrzeug und würde somit ebenfalls 60 kWh Elektrizität für 100 km benötigen, so lägen die Kosten für diese Strecke bei rd. 19 Euro bei 0,27 Euro/kWh (inkl. 20 % Ladeverluste). Durch seine hohe Energieeffizienz verbraucht ein durchschnittliches BEV jedoch nur rund 15 kWh auf 100 km,

## Mythen und Fakten der Elektromobilität<sup>3</sup>

### Mythos 1: „E-Autos sind zu teuer“

Auch heute sind Elektroautos schon wirtschaftlich, wenn sie viel genutzt werden. Durch erheblich niedrigere Betriebskosten, wie z. B. Strompreise, Steuern sowie Service- und Wartungskosten, kann ein Elektroauto über die Laufleistung bereits heute vorteilhafter sein als ein konventionelles Fahrzeug. Hinzu kommt, dass etwa die Kosten für Batterien seit Jahren erheblich sinken. Schließlich tragen Skalierungseffekte in der Entwicklung und Produktion der Fahrzeuge sowie staatliche Förderprogramme dazu bei, Elektroautos wirtschaftlich attraktiv zu machen.



#### saena Tipp:

→ Prüfen Sie vor der Anschaffung eines Elektrofahrzeugs Ihr Mobilitätsverhalten, z. B. die Nutzungshäufigkeit und zurückgelegte Entfernungen.

### Mythos 2: „E-Autos überlasten das Stromnetz“

Nach übereinstimmenden Studien verkräftet unser Stromnetz die Elektromobilität problemlos: So beträgt der jährliche Nettostromverbrauch in Deutschland gut 500 Terawattstunden (TWh). Ein E-Auto benötigt durchschnittlich etwa 15 kWh für 100 km. Autos fahren im Durchschnitt 15.000 km im Jahr, d. h., sie benötigen hierfür  $150 \times 15 \text{ kWh} = 2.250 \text{ kWh}$ . Selbst wenn eine Million Autos rein elektrisch fahren würden, liefe das auf einen Mehrverbrauch von rd. 2,25 TWh hinaus, also knapp 0,5 % Mehrbedarf. Auch unter Berücksichtigung der Ladeverluste (10 bis 20 %) erhöht sich der Mehrbedarf kaum.

Wenn der gesamte derzeitige Bestand an Fahrzeugen in Deutschland elektrisch betrieben würde, entspräche das einem Energiebedarf von etwa  $47 \text{ Mio.} \times 2,25 \text{ TWh} = 106 \text{ TWh}$  pro Jahr, also gut 20 % Mehrbedarf.

Hinzu kommt, dass das Stromnetz mit steigenden Fahrzeugzahlen parallel ausgebaut wird und zunehmend auch für den Bus- und Schwerlastverkehr ausgerichtet wird.

### Mythos 3: „E-Autos haben zu lange Ladezeiten“

Die technische Entwicklung von Fahrzeugen der neueren Generation und die Weiterentwicklung der Ladeinfrastruktur tragen dazu bei, dass die Ladezeit kein wirkliches Problem darstellt. Ein Elektrofahrzeug wird meist dann geladen, wenn es länger steht. Das sind im Durchschnitt insgesamt ca. 23 Stunden am Tag. Nach diesen Standzeiten verfügt die Batterie über ihre volle Kapazität. Darüber hinaus entsteht entlang der Autobahnen und Bundesstraßen ein immer dichteres Netz mit Schnellladeinfrastruktur, das schon heute mit einer Pause von ca. 30 Minuten eine Weiterfahrt mit bis zu 80 % der Batteriekapazität ermöglichen kann.

### Mythos 4: „E-Autos haben eine zu geringe Reichweite“

Das Reichweiten-Problem kann mittlerweile als gelöst betrachtet werden: Neuere Elektroautos schaffen inzwischen Reichweiten von 300 bis zu 550 Kilometern. Für die meisten Wege ist das völlig ausreichend, da in Deutschland im Durchschnitt weniger als 60 km am Tag mit dem Pkw zurückgelegt werden. So genügt ein vollgeladener Akku ohne Nachladen bis zu einer Woche. 4

<sup>3</sup> Quelle: „Mythbuster Elektroauto“,

Swiss eMobility, c/o Mobilitätsakademie, Bern

wodurch die realen Kosten für diese Strecke bei Berücksichtigung von 20 % Ladeverlusten unter 5 Euro betragen. Das Einsparpotenzial gewinnt für die Zukunft aufgrund der zunehmenden Bedeutung der variablen Kosten in Relation zu den Fixkosten des Fahrzeuges und einer zu erwartenden stärkeren Preissteigerung fossiler Kraftstoffe an Bedeutung.

Hinzu kommt, dass die schnell wachsende Dichte an (Schnell-) Ladeinfrastruktur zunehmend ein kurzes Zwischenladen ermöglicht.

## Mythos 5: „E-Autos sind nicht sicher“

Elektroautos sind nicht gefährlicher als Verbrennungsfahrzeuge. So wird bei einem Unfall der Stromfluss der sicher im Unterboden verbauten Batterie sofort unterbrochen. Bei der Bergung nach einem Unfall sind Spezialkenntnisse erforderlich, die Rettungskräfte in der Regel haben. Für den Ladevorgang gilt: Dieser kann bei jeder Witterung bedenkenlos vorgenommen werden.

## Mythos 6: „E-Autos sind nicht klimaschonend“

Elektroautos leisten einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz. Sie verursachen weniger CO<sub>2</sub> als vergleichbare Verbrennungsfahrzeuge. Im Fahrbetrieb gelten sie als lokal emissionsfrei, dennoch ist die Gewinnung des Stroms (nach deutschem Strommix derzeit mit etwa 40 % Ökostrom) mit CO<sub>2</sub> belastet. In den kommenden Jahren ist jedoch mit einem Ausbau der Energiewende und dem damit verbundenen Anteil an grünem Strom zu rechnen. So werden elektrisch betriebene Fahrzeuge indirekt ebenfalls umweltfreundlicher.

## Mythos 7: „Es gibt nicht genügend (öffentliche) Ladesäulen“

Die aktuelle Diskussion suggeriert, dass es einen hohen Bedarf an Ladesäulen gibt. Das ist richtig und falsch zugleich: Für den derzeitigen Bestand an Elektrofahrzeugen reichen die Kapazitäten vollkommen aus. Mit zunehmendem Bestand muss und wird die Zahl der Lademöglichkeiten anwachsen. Immer mehr nationale und internationale Konsortien bauen Infrastrukturen entlang der Autobahnen und Schnellstraßen auf. Hotels, Supermärkte und Parkhausbetreiber entdecken das Potenzial und rüsten auf. Anfang November 2020 gab es nach Angaben der Bundesnetzagentur (BNetzA) gut 32.000 öffentliche Ladepunkte in Deutschland. Im Freistaat Sachsen sind es demnach knapp 1.400 frei zugängliche Ladepunkte. Die Tendenz verspricht einen weiteren Anstieg in den nächsten Jahren.



### saena Tipp:

→ **Etwa 80 % der Ladevorgänge finden am Arbeitsplatz und zu Hause statt, weil dort die Fahrzeuge über lange Zeiträume stehen und an jeder professionell installierten Haushaltssteckdose mit kleiner Leistung und verhältnismäßig wenig Aufwand langsam nachgeladen werden können.**

## Mythos 8: „E-Autos kosten Jobs“

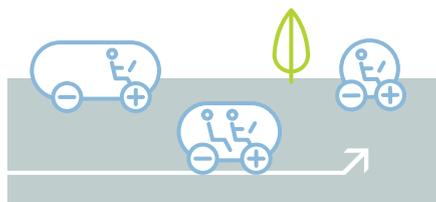
Global betrachtet sind E-Autos ein wichtiger Anker der Beschäftigungssicherung. Es ist zwar richtig, dass zunächst Arbeitsplätze abgebaut werden, weil Elektrofahrzeuge mit wesentlich weniger Bauteilen auskommen und so die klassische Fertigung an Bedeutung verliert. Gleichzeitig entstehen aber neue Perspektiven durch die Digitalisierung, autonomes Fahren und das Infotainment während der Fahrt. Es entsteht ein Wettbewerb mit neuen Marktteilnehmern aus dem Technologieumfeld, der für die deutsche Automobilindustrie und die Zulieferindustrie neue Herausforderungen, aber auch neue Chancen bereithält.

## Mythos 9: „E-Autos sind ressourcenintensiv“

Die für E-Autos wichtigen Rohstoffe sind ebenso endliche Ressourcen wie die für Produktion und Betrieb notwendigen Rohstoffe für Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor. Insbesondere bei den für die Batterieherstellung benötigten Elementen Lithium und Kobalt werden die verfügbaren Mengen und die Abbaubedingungen kritisch gesehen. Lithium ist jedoch ein in ausreichender Menge vorhandener Rohstoff, welcher auch in recyceltem Zustand eingesetzt werden kann. Die eingesetzte Menge an Kobalt in der Traktionsbatterie nimmt seit Jahren merklich ab. Die Forschung konzentriert sich unter anderem darauf, die seltenen Rohstoffe zu ersetzen. So kann zum Beispiel in Batterien Eisenphosphat statt Kobalt zum Einsatz kommen. In dieser noch jungen Disziplin der Automobilproduktion wird an der Entwicklung der Batterietechnik und an alternativen Materialien intensiv geforscht, so dass Anteile kritischer Rohstoffe sinken und die Recyclingquote steigt.

# Fahrzeugtypen und Verfügbarkeit

Spätestens seit den Diskussionen um Abgaswerte 2015 und der Debatte über Fahrverbote ist der Markt für Elektrofahrzeuge spürbar in Bewegung gekommen. In Deutschland stehen bereits etliche batterieelektrische Fahrzeugmodelle und Plug-in-Hybride von verschiedenen Herstellern als Serienfahrzeuge zur Verfügung.



**Seit 2020 wird ein signifikanter Umschwung auch bei den deutschen Markenherstellern beobachtet**

➤ **Bis 2025 will BMW 25 elektrifizierte Modelle anbieten. Dabei sollen auch Fahrzeuge mit einer Reichweite bis zu 500 km zu einem vergleichbaren Preis wie Benziner des jeweiligen Segments angeboten werden.**

➤ **Der Volkswagen-Konzern startet mit der „Roadmap E“ eine deutliche Elektrifizierungsoffensive. In Sachsen rollen inzwischen die ersten neuen, rein elektrischen Modelle vom Band. Insgesamt 80 neue E-Fahrzeuge sollen die Konzernmarken von Volkswagen (inkl. Audi, Porsche, Seat, Skoda etc.) bis 2025 auf den Markt bringen.**

➤ **Bis zum Jahr 2022 will Daimler das gesamte Produktportfolio von Mercedes-Benz elektrifizieren. Insgesamt sind mehr als 50 elektrifizierte Modelle geplant. Zudem soll der Smart ab 2020 nur noch rein elektrisch erhältlich sein.**

➤ **Porsche produziert bereits sein erstes rein batterieelektrisches Modell und hat auch Plug-in-Hybrid-Varianten im Portfolio. Der Sportwagenhersteller hat die Elektrifizierung weiterer Modelle angekündigt, auch der Standort Leipzig wird für die Produktion von rein elektrischen Fahrzeugen umgerüstet.**

➤ **Opel will bis 2024 alle Modelle in Europa auch in einer elektrifizierten Version anbieten. Neben den E-Varianten von Corsa, der 2020 auf den Markt kam, und Grandland X sind elektrische Ausführungen des Kompakt-SUV Mokka X sowie des Kleintransporters Vivaro geplant bzw. verfügbar.**

➤ **Unter den asiatischen Anbietern haben sich schon sehr frühzeitig Hersteller wie Toyota (vorrangig Hybrid-Modelle), Nissan, Hyundai und Kia profiliert. In Europa waren dies zunächst Renault, Peugeot und Citroën, aktuell läutet Volvo einen beachtlichen Veränderungsprozess ein. Schließlich ist als Pionier und Treiber der Elektromobilität noch die Marke Tesla aus den USA zu nennen.**

Bei den Reichweiten der BEV ist ein deutlicher Anstieg zu beobachten. Lagen die Reichweiten der meisten Modelle nach NEFZ 2016 bei 150 bis 200 km, haben mittlerweile immer mehr Fahrzeuge schon Reichweiten von 300 bis zu 550 km, zum Teil auch mehr. Alle weiteren neuen Modelle bis 2020 liegen im gleichen Korridor. Nach 2020 werden dann für die meisten Modelle Reichweiten bis zu 600 km oder mehr erwartet.



**saena Tipp:**

➔ **Laufend aktualisierte Informationen über Herstellerangaben und tatsächlich vom ADAC ermittelte Reichweiten sowie Grundpreise und weitere technische Angaben finden Sie hier: [adac.de](https://www.adac.de)**

Der Kleintransporter StreetScooter von der Deutschen Post AG sorgte für Aufsehen, da er gezeigt hat, wie mit einfachen Mitteln ein vielseitiges Nutzfahrzeug entstehen kann. Insgesamt ist das Angebot im Transportersegment jedoch noch recht übersichtlich. Die gängigsten und auch alltagstauglichen Kastenwagen sind der Renault Kangoo Z.E. sowie der Nissan e-NV200. Auch Citroën kündigt an, sein gesamtes Angebot an leichten Nutzfahrzeugen elektrifizieren zu wollen. 2020 starteten eine vollelektrische Versionen des Citroën Jumpy und des Citroën Jumper.

2021 folgt die Elektro-Variante des neuen Berlingo. Bei den Kleintransportern stehen u. a. bereits der VW e-Crafter, eine neue Variante des Mercedes e-Vito und ein Mercedes e-Sprinter sowie eine elektrische Variante des Renault Master (Z.E.) bereit. Nicht zu vergessen und vor allem nicht zu unterschätzen sind die elektrischen Fahrzeuge, die aus China auf den europäischen Markt drängen.



**Weiterführende Informationen:**

[handwerk-magazin.de](https://www.handwerk-magazin.de)

## Ladekonzepte Grundlagen der Ladeinfrastruktur

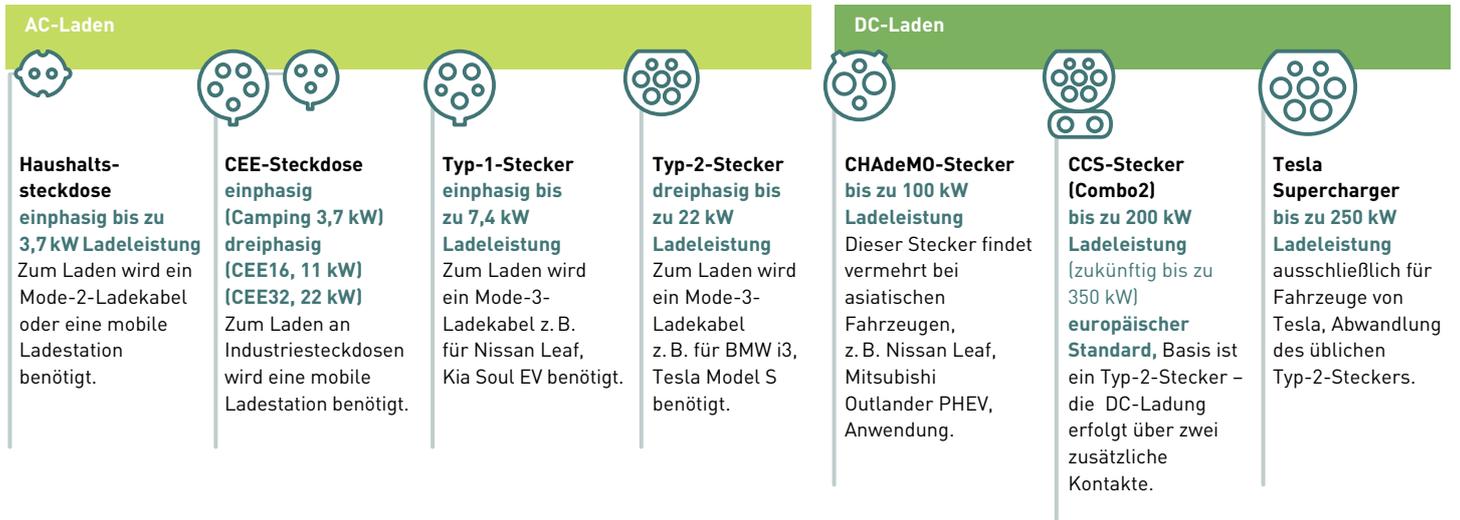
Für die Versorgung von Elektrofahrzeugen mit elektrischer Energie stehen verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung: Beim Laden mit Wechselstrom (AC-Laden) wird das Fahrzeug ein- bzw. dreiphasig mit dem Wechselstromnetz über ein geeignetes Ladesystem und ein Kabel verbunden. Das im Fahrzeug eingebaute Ladegerät übernimmt die Gleichrichtung und steuert das Laden der Batterie. Das Laden mit Gleichstrom (DC-Laden) benötigt ebenfalls eine Kabelverbindung mit dem Fahrzeug und der Ladestation. Die Steuerung des Ladens erfolgt über eine Kommunikationsschnittstelle zwischen Fahrzeug und Ladestation.

Beim induktiven Laden erfolgt die Energieübertragung mithilfe des Transformatorprinzips, also kontaktlos. Diese Technologie befindet sich für Elektrofahrzeuge aktuell noch in der Entwicklung und Standardisierung. Ob sie sich großflächig durchsetzen kann, muss sich zeigen.



**saena Tipp:**

➔ **Eine Liste aller derzeit förderfähigen Pkw und Nutzfahrzeuge finden Sie hier: [bafa.de](https://www.bafa.de)**



In der praktischen Anwendung wird weiterhin nach dem Ort des Ladevorgangs unterschieden, da jeweils unterschiedliche Voraussetzungen anzunehmen sind:

### A | Im Privatbereich

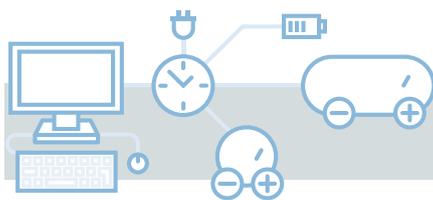
<b>Leistung Wechselstromladen</b> <b>2,3 bis 3,7 kW</b> (230 V, 10 bzw. 16 A, 1 Phase) <b>Wallbox bis 11 kW</b> (400 V, 16 A, 3 Phasen)
<b>Infrastruktur einfache</b> <b>Haushaltssteckdosen</b> (Schuko) <b>oder</b> <b>Industriestecker</b> (CEE) <b>oder</b> <b>Wallbox</b>
<b>Ladezeit ca. 4 bis 16 Stunden</b> (Vollladung, je nach Leistung der Batterie)
<b>Einsatzbereiche privater Stellplatz, Carport oder Garage</b>

### B | Im privaten, (halb-) öffentlichen Bereich

<b>Leistung Wechselstromladen bis zu 22 kW</b> (400 V, 32 A, 3 Phasen)
<b>Infrastruktur Wallboxen, Ladesäulen mit spezifischem Ladestecker Typ 2</b> (auch induktives Laden, derzeit jedoch nur im Testbetrieb verfügbar)
<b>Ladezeit ca. 2 bis 4 Stunden</b> (Vollladung, je nach Leistung der Batterie)
<b>Einsatzbereiche Unternehmensflotten, öffentliche Stellplätze</b> , wie z. B. Parkplätze oder Straßenrand, <b>halböffentliche Stellplätze</b> , wie z. B. Kundenparkplätze von Restaurants und Geschäften oder Parkhäusern

### C | Im öffentlichen Bereich

<b>Leistung Gleichstromladen ab 50 kW</b> (500 V, 125 A und höher)
<b>Infrastruktur Spezielle Schnellladestationen</b> (Stromtankstellen mit 200 kW und perspektivisch bis 400 kW), spezifische Ladestecker (CHAdeMO (überwiegend Fahrzeuge asiatischer Herkunft) oder Combined Charging System (CCS) und zukünftig eventuell auch induktives Laden)
<b>Ladezeit bis unter 30 Minuten</b> (Vollladung, je nach Leistung der Batterie)
<b>Einsatzbereiche Stromtankstellen</b>



## Lastmanagement

In Deutschland verkehrten Anfang 2020 etwa 240.000 batterieelektrische und Plug-in-Hybrid-Fahrzeuge. Mit der heutigen Netzstruktur könnten nach Angaben der Energieversorger etwa 13 Millionen Elektroautos geladen werden. Das entspricht einem Anteil von ca. 30 % aller Autos.

In Ballungsgebieten seien bei konzentrierten Zuwächsen allerdings lokale Engpässe möglich, daher sollen

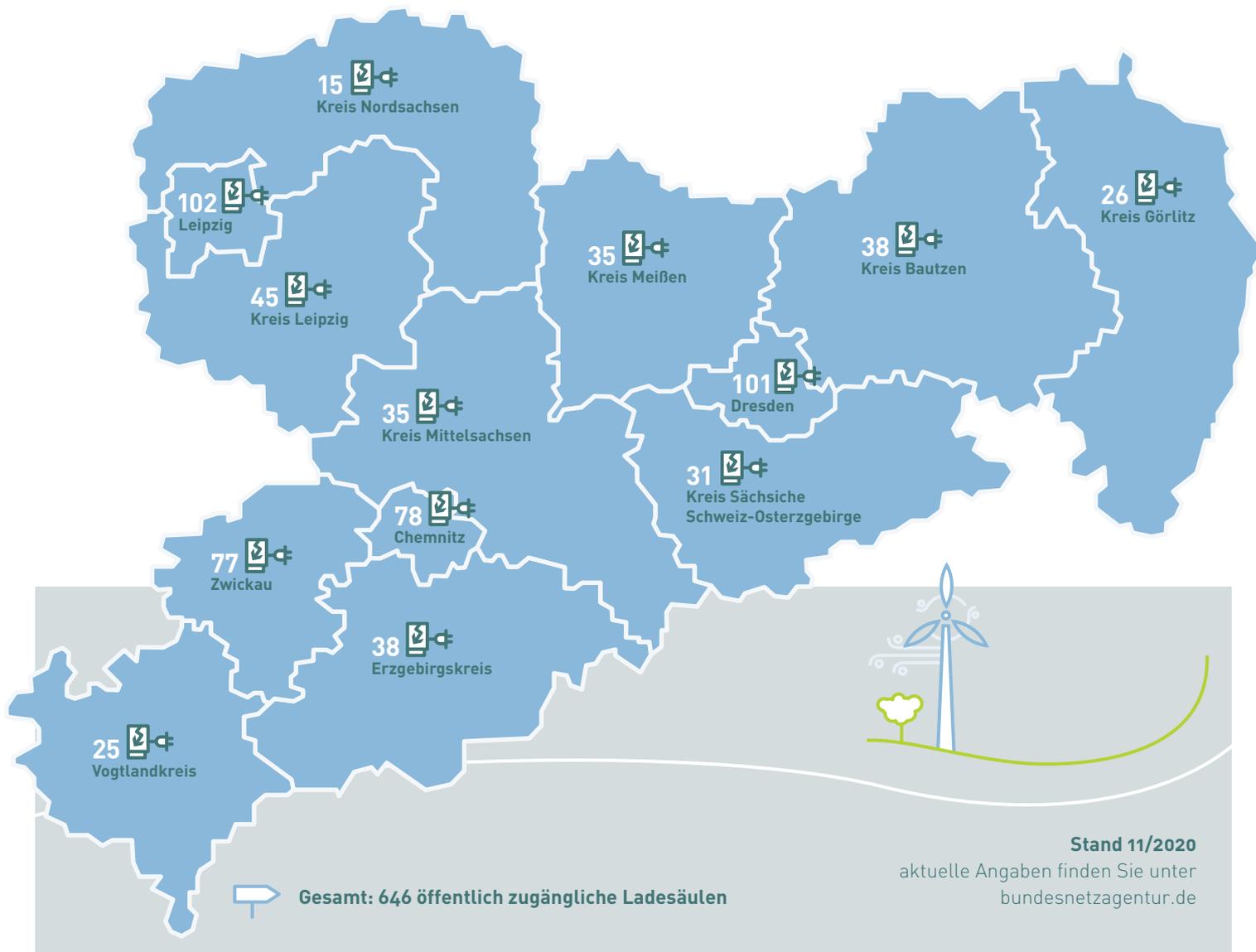
Elektroautos künftig intelligent laden, damit es nicht zu Engpässen kommt. Konkret sollen die Ladevorgänge zeitlich flexibel von Computern gesteuert erfolgen, um Ladespitzen zu vermeiden und die steigende Zahl der Ladevorgänge je nach Bedarf zu verteilen.

Dies geschieht durch ein intelligentes Lademanagement, das es ermöglicht, die Energie, die in Verbindung mit E-Fahrzeugen erzeugt, gespeichert und verbraucht wird, effizient zu nutzen.



### saena Tipp:

→ Mit einem Lademanagementsystem ist es möglich, mehrere Anschlüsse von E-Fahrzeugen intelligent zu vernetzen und so ggf. einen Ausbau des internen Stromnetzes zu vermeiden. Außerdem ist es mithilfe eines Lademanagements einfach möglich, Nachtstrom zu nutzen oder die in den E-Fahrzeugen gespeicherte Energie zur Deckung von Bedarfsspitzen im Unternehmen zu nutzen (bidirektionales Laden).



## Öffentliches Laden

Um das Ziel von einer Million Elektrofahrzeugen zu erreichen, ist laut Fortschrittsbericht der Nationalen Plattform Elektromobilität (NPE, inzwischen Nationale Plattform Zukunft der Mobilität) die Installation von 70.000 AC-Ladepunkten und 7.100 DC-Ladepunkten notwendig. Im Jahr 2025 werden nach dem NPE-HochlaufszENARIO 130.000 bis 190.000 öffentliche AC-Ladepunkte und 13.000 bis 19.000 öffentliche DC-Ladepunkte benötigt. Da i. d. R. jede Ladestation über mehrere Anschlüsse, sog. Ladepunkte, verfügt, können an einer Ladesäule mehrere Fahrzeuge gleichzeitig geladen werden. Die Zahl der Ladepunkte variiert zwischen zwei und zehn Anschlüssen je Ladesäule.

Nach Angaben der Bundesnetzagentur gab es Anfang November 2020 in Deutschland gut 16.300 Ladesäulen.

In Sachsen wurden demnach fast 650 öffentliche Ladesäulen mit knapp 1.400 Ladepunkten offiziell registriert. Weitere, überwiegend privat installierte, nicht registrierungspflichtige Infrastruktur wird nicht erfasst, erhöht den Bestand jedoch erheblich.

Um die konkrete Anzahl und die genauen Standorte der Ladesäulen zu finden, gibt es im Internet mehrere Möglichkeiten: Die Bundesnetzagentur veröffentlicht die gemeldeten Daten zur öffentlich zugänglichen Ladeinfrastruktur in einer Ladesäulenkarte. Andere Portale und Apps liefern darüber hinaus nutzergenerierte Daten, wie z. B. den aktuellen Status der Belegung oder die Funktionstüchtigkeit.

-  [bundesnetzagentur.de](http://bundesnetzagentur.de)
-  [goingelectric.de/stromtankstellen/](http://goingelectric.de/stromtankstellen/)
-  [intercharge.eu](http://intercharge.eu)
-  [my.newmotion.com](http://my.newmotion.com)
-  [chargemap.com](http://chargemap.com)

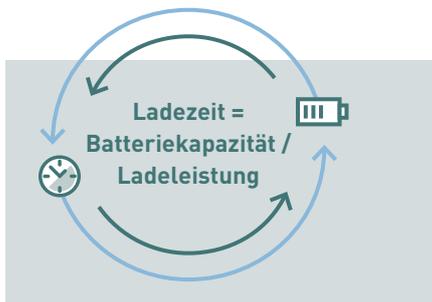
Bezahlt wird der Strom nach erfolgtem Ladevorgang über Ladekarten mit RFID-Technologie als Standard fast aller Stromanbieter.

Damit authentifiziert sich der Nutzer oder die Nutzerin an dem jeweiligen Ladepunkt. Die Abrechnung erfolgt in der Regel über eine Rechnung oder durch zeitlich befristete Prepaid-Karten. Auch die Ermöglichung des Ad-hoc-Ladens bspw. per Kreditkarte oder mobile Bezahlssysteme ohne vorherige Registrierung wird diskutiert. Weitere Technologien sind die Abrechnung über Smartphone-Apps oder mobile Zähler im Ladekabel.

-  [ladenetz.de](http://ladenetz.de)
-  [plugsurfing.com/de/](http://plugsurfing.com/de/)
-  [my.newmotion.com](http://my.newmotion.com)
-  [dkv-euroservice.com](http://dkv-euroservice.com)

# Ladezeiten

Als allgemeine „Daumenregel“ für das Laden eines Elektrofahrzeuges gilt:



Die nebenstehende Tabelle gibt weitere grobe Richtwerte, wie lange der Ladevorgang eines Elektroautos dauern kann. Im Wesentlichen sind es drei Faktoren, die Einfluss auf die Ladezeit eines E-Autos haben:

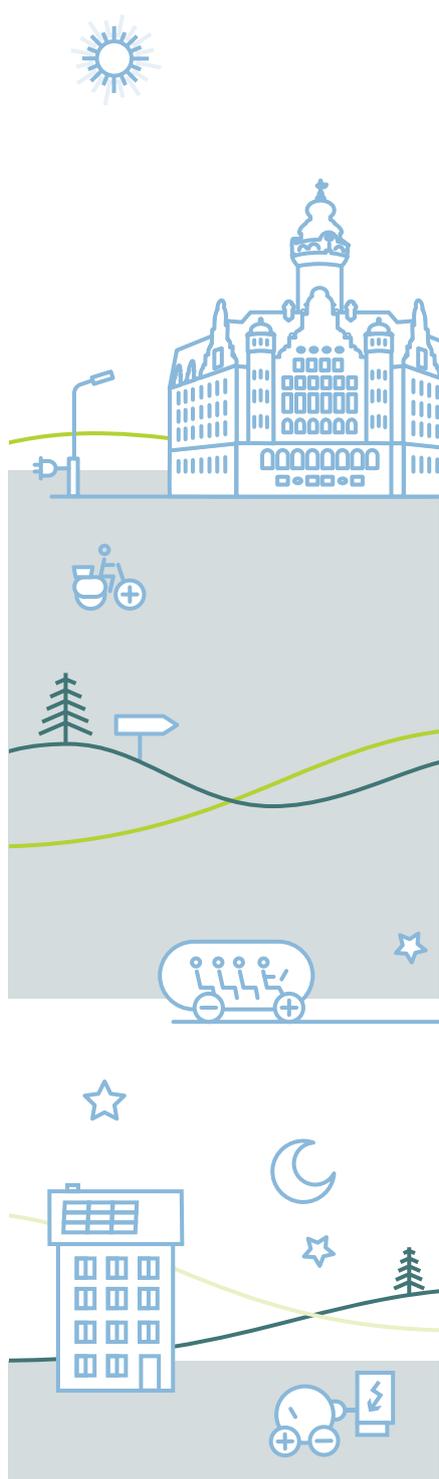
- die Kapazität der Batterie (wie viel Energie steckt in einem vollen Akku)
- die Ladeleistung der Ladestation (Geschwindigkeit, mit der die Ladesäule Strom abgeben kann)
- die Ladetechnik des Autos (Geschwindigkeit, mit der das Auto Strom aufnehmen kann. Nicht jeder Stromer besitzt die entsprechende Technik, um an Schnellladesäulen zufriedenstellend zu „tanken“.)

**Beispiel:** Wenn ein Akku mit 30 kWh komplett leer ist (was in der Praxis selten vorkommt), braucht er an einer Ladesäule mit 11 kW Leistung rechnerisch etwa 2,7 Stunden zum Aufladen, mit 22 kW wären es ca. 1,4 Stunden. Dabei ist zu beachten, dass die Ladeleistung zwischen 80 und 100 % i. d. R. stark gedrosselt mit einem Viertel der Ladegeschwindigkeit erfolgt, um den Akku zu schonen.

**Als nicht-technischer Faktor ist noch die Außentemperatur zu beachten:**

Batterien funktionieren am besten bei Temperaturen zwischen 15 und 20 Grad. Deshalb nimmt im Winter die Ladeleistung ab und es dauert länger, bis der Akkustand 100 % erreicht. Doch nicht nur bei Kälte, sondern auch bei extrem hohen Temperaturen kann sich die Ladezeit verlängern.

	Ladedauer in Stunden						
100	45,5	27,0	9,1	4,5	2,0	0,7	0,3
90	40,9	24,3	8,2	4,1	1,8	0,6	0,3
80	36,4	21,6	7,3	3,6	1,6	0,5	0,2
70	31,8	18,9	6,4	3,2	1,4	0,5	0,2
60	27,3	16,2	5,5	2,7	1,2	0,4	0,2
50	22,7	13,5	4,5	2,3	1,0	0,3	0,1
40	36,4	10,8	3,6	1,8	0,8	0,3	0,1
30	13,6	8,1	2,7	1,4	0,6	0,2	0,1
20	9,1	5,4	1,8	0,9	0,4	0,1	0,1
10	4,5	2,7	0,9	0,5	0,2	0,1	0,1
<b>Kapazität Batterie kWh</b>	<b>2,2</b>	<b>3,7</b>	<b>11</b>	<b>22</b>	<b>50</b>	<b>150</b>	<b>350</b>



**PRAXISBEISPIEL Leipzig**  
**Gregor Spitzke** Geschäftsführer  
 Allgemeiner Leipziger Pflegedienst GmbH

Das Thema Elektromobilität ist in aller Munde und so haben auch wir uns als Betreiber ambulanter Pflegedienste dazu entschieden, den Schritt vom klassischen Verbrenner hin zum Elektroauto zu wagen. Anfängliche Bedenken, vor allem gegenüber der Reichweite und Flexibilität im Alltagsgeschäft, sind bereits nach wenigen Monaten vollkommen verfliegen. Für unsere alltäglichen Fahrwege, welche sich auf maximal 100 km beschränken, sind die kleinen Stadtflyter (40 VW e-Ups) die perfekte Lösung. Effizient, leise, nie wieder vergeudete Zwischenstopps an Tankstellen und das ganze zum Wohle der Umwelt. Für uns die perfekte Mischung! Zusätzlich bieten wir unseren Mitarbeitern die Möglichkeit, die E-Flitzer nach ihrer Schicht auch für private Zwecke zu nutzen.

# Elektromobilität in der Praxis

## Energieträger im deutschen Vergleich

	Mehrkosten Fahrzeug	Infrastruktur	Kraftstoffkosten für 100 km netto	Energieeinsatz	Lokal emissionsfrei
<b>Benzin</b>	gleich	vorhanden	3,00 €	gering	nein
<b>Diesel</b>	gleich	vorhanden	2,50 €	gering	nein
<b>Erdgas CNG</b>	2000,- €	vorhanden Ausbau nötig	2,40 €	gering	quasi
<b>Erdgas LNG</b>	3000,- €	4,5 Milliarden € für Tankstellen	2,40 €	gering	quasi
<b>LPG</b>	1000,- €	vorhanden Ausbau nötig	3,00 €	gering	quasi
<b>Strom</b>	5000,- €	Infrastruktur vorhanden Ausbau nötig	3,50 €	gering	ja
<b>Wasserstoff</b>	> 10.000,- €	5 Milliarden € für Tankstellen	12,40 €	5 x > Strom	ja
<b>Biokraftstoff</b>	gleich	vorhanden	4,20 €	gering	nein
<b>eFuels</b>	gleich	umbaubar	12,50 €	5 x > Strom	quasi

🔗 **Quelle:** „Status Elektromobilität 2018: Der Kunde wird es entscheiden“, Markus Lienkamp, München 2018

Elektrofahrzeuge sind im Betrieb so sauber wie der Strom, mit dem sie fahren. Zwar stößt der Elektromotor im Fahrbetrieb weder Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) noch Schadstoffe aus. Doch nur mit Strom, der vollständig aus erneuerbaren Energiequellen stammt, gäbe es in der Nutzungsphase eine Energiebilanz ganz ohne lokal emittiertes CO<sub>2</sub> und weitestgehend ohne sonstigen Schadstoffausstoß.

Ein heute auf die Straße kommendes Elektroauto stößt über seinen Lebensweg zwischen 16 und 27 % weniger Klimagase aus, je nachdem mit welchem Verbrenner-Typ es verglichen wird. Eines, das 2025 neu zugelassen wird, weist nach Prognosen einen größeren Vorteil auf, vor allem wegen der Energiewende im Bereich der Stromerzeugung. Der Vorteil wächst auf 32 bis 40 %, und das obwohl auch die Verbrenner-Typen bis dahin effizienter werden. **5**

Über ein Fahrzeugleben hinweg liegen Elektroautos bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen unterhalb ihrer mit fossilen Kraftstoffen betriebenen Pendanten.

Dieser Klimavorteil wird mit jedem Jahr, in dem die Energiewende im Strombereich voranschreitet, größer.

## Klimabilanz Kraftstoffe

Der wichtigste Rohstoff, aus dem die wesentlichen Kraftstoffe unserer Zeit gewonnen werden, ist das Erdöl. Es hat einen Siegeszug erlebt und viele Annehmlichkeiten beschert. Es ist aber ebenso bekannt, dass fossiles Rohöl gewaltige Mengen an CO<sub>2</sub>-Emissionen erzeugt, die alle anderen Vorteile überlagern, die es zum erfolgreichsten Energieträger der Mobilität gemacht haben.

Daher erscheint es angebracht, eine Gegenüberstellung vergleichbarer Energieträger anzustellen, um eine Bewertung vornehmen zu können. In der obenstehenden Übersicht der TU München werden Energieträger für Deutschland bezogen auf den Referenzträger ‚Strom‘ untersucht. Wesentliche Vergleichspunkte sind:

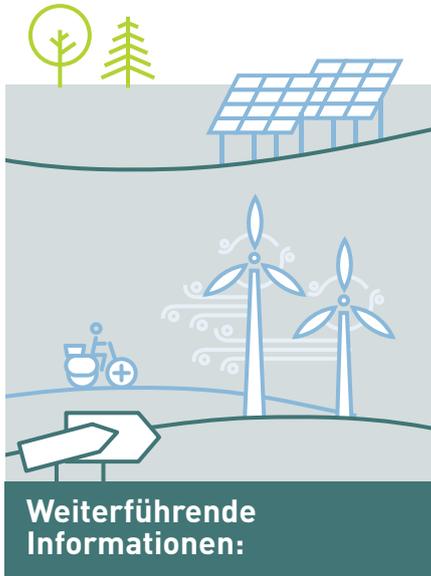
- a) lokal emissionsfrei,**
- b) in ausreichenden Mengen verfügbar,**
- c) kostengünstig und vor allem**
- d) potenziell CO<sub>2</sub>-frei.**

In der Gesamtbewertung kommt der Autor der Studie zu dem Schluss: Wenn die gesteckten Klimaziele ernst genommen werden, ist langfristig nur noch das reine BEV in Betracht zu ziehen. Alle anderen Kraftstoffe sind entweder nicht CO<sub>2</sub>-neutral oder haben sehr viel höhere Kosten, weil sie bis zu fünfmal mehr Energie brauchen als der reine Stromantrieb. Sollte wirklich einmal so viel erneuerbare Energie zur Verfügung stehen, dass es keinen Engpass gibt, könnten sie beispielsweise den E-Fuels für den Flugverkehr oder ebenso für Fernbusse, schwere LKW, Schifffahrt und Schienenverkehr vorbehalten bleiben, da hier Elektroantriebe auf Langstrecken technisch wahrscheinlich ausscheiden.

🔗 **5 Quelle:** BMU, 01/2019

Eine Rechnung der Wirtschaftswoche, die mit den Mittelwerten verschiedener Studien arbeitet, ergibt ebenfalls eine eindeutige Aussage: Bereits nach etwa drei Jahren oder 45.000 Kilometern fahren batterieelektrische Autos insgesamt klimafreundlicher als Diesel oder Benzin. Danach wird die Ökobilanz nicht mehr belastet. **6**

Quelle: WIWO, High Voltage, 11/2019



**Weiterführende Informationen:**  
 Forschungsstelle für Energiewirtschaft e. V.  
 ffe.de  
 Fraunhofer ISI  
 isi.fraunhofer.de  
 Agora Verkehrswende |  
 agora-verkehrswende.de

## Akkugröße

Bei der Bewertung eines rein elektrischen Fahrzeugs gilt es noch, nach der Größe der Akkus zu unterscheiden, die einen wesentlichen Einfluss auf den ökologischen Fußabdruck haben.

Die Herstellung von Batterien für Elektroautos erzeugt sehr viel CO<sub>2</sub> und verursacht damit einen ökologischen Nachteil gegenüber der Produktion eines vergleichbaren Verbrennungsfahrzeugs. Um diesen Startnachteil wettzumachen, muss ein Elektroauto erst einige Tausend Kilometer mit möglichst CO<sub>2</sub>-arm erzeugtem Strom zurücklegen. Je größer die Kapazität der Batterie ist, umso größer ist auch der anfängliche ökologische Nachteil und es benötigt eine wesentlich höhere Laufleistung, um diesen Nachteil wieder auszugleichen bzw. in eine positive Bilanz zu ändern.

Bei Fahrprofilen mit kurzen Strecken und der damit verbundenen geringen Laufleistung kann nur dann eine positive Bilanz entstehen, wenn E-Fahrzeuge mit kleineren Batterien Verbrennerfahrzeuge mit niedrigeren Fahrleistungen ersetzen. Selbst ein kleiner (leichter) Akku hat mehr als die dreifache Reichweite der durchschnittlichen Laufleistung eines Pkw in Deutschland von ca. 50 km am Tag.

Die Agora Verkehrswende hat verschiedene Szenarien zur Klimafreundlichkeit von Elektroautos gerechnet. Im Gesamtergebnis zeigt sich, dass ein städtisch genutztes Elektroauto mit kleiner Batterie gegenüber einem Benzinere bereits ab knapp 40.000 km einen Klimavorteil hat. Daraus ergibt sich bei einer Lebenslaufleistung von 100.000 km ein Klimavorteil von insgesamt 29 %.

**Fazit:** Im städtischen Einsatz erreicht ein Elektrofahrzeug einen Klimavorteil bereits nach rund 3,5 Jahren, wenn die durchschnittliche Laufleistung eines Pkw von rund 50 km pro Tag zugrunde gelegt wird.

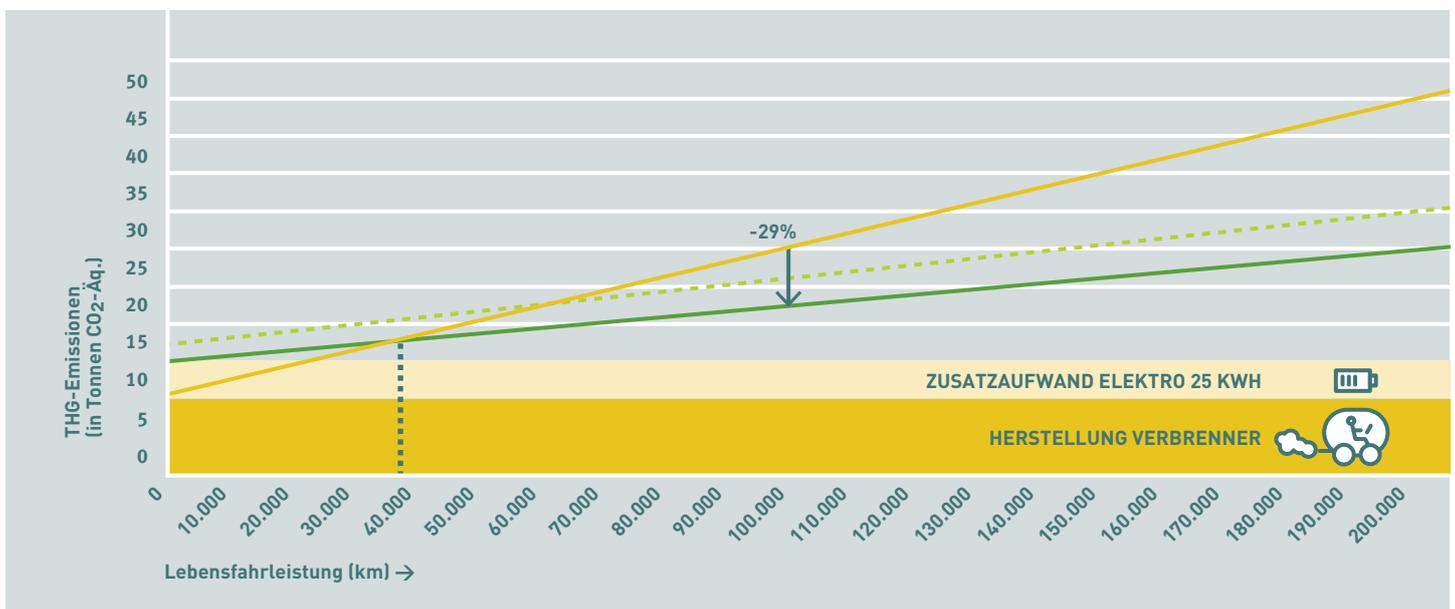


### Weiterführende Informationen:

- Ifeu-Institut: Umweltbilanzen Elektromobilität
- Elektromobilität – Faktencheck des Ökoinstituts



Stadt: Benzin vs. E-Auto (25 kWh) (100.000 km)



Elektro Sensitivität Stadt | Benzin Sensitivität Stadt | Elektro Basisfall (35 kWh, gemischte Nutzung)

Quelle: → Agora Verkehrswende

# Wirtschaftlichkeit von Elektrofahrzeugen

**Elektrofahrzeuge sind bei den meisten Herstellern aus zwei verschiedenen Gründen in der Anschaffung teurer als Verbrenner:**

→ Die Hersteller wollen die hohen Entwicklungskosten trotz der noch geringen Stückzahlen möglichst umfassend über den Verkauf der E-Fahrzeuge refinanzieren. Sowohl mit zunehmendem Wettbewerb als auch mit zunehmenden Stückzahlen werden diese Aufschläge sinken.

→ Die Batteriekosten waren bisher sehr hoch. 2016 lagen sie noch bei ca. 225,00 Euro je kWh,

Ende 2019 schon nur noch bei knapp über 100,00 Euro. Für das nächste Jahrzehnt wird ein Preis von deutlich unter 100,00 Euro je kWh prognostiziert.

Abgesehen von den Batteriekosten ist die Produktion eines Elektrofahrzeugs deutlich günstiger. So sind die Kosten für den Motor geringer und auf teure Bauteile, wie z. B. den Auspuff oder die teure Abgasreinigung, kann verzichtet werden. Insgesamt haben Elektrofahrzeuge bis zu 90 % weniger Bauteile als vergleichbare konventionelle Fahrzeuge.

Wesentlich für die Betrachtung der Wirtschaftlichkeit von Elektrofahrzeugen sind jedoch nicht die Beschaffungskosten, sondern alle mit dem Betrieb verbundenen Kosten, die sogenannten Vollkosten oder Total Cost of Ownership (TCO).



Der wichtigste Faktor in Bezug auf die Vollkosten ist der Wertverlust gegenüber heutigen Benzin- und Dieselfahrzeugen. Es zeigt sich, dass die Restwerte von Dieselfahrzeugen aufgrund der Diskussionen um Abgaswerte und der aktuellen Debatte um Fahrverbote sehr stark sinken. Vergleichbare Effekte könnten in den kommenden Jahren auch bei Benzinfahrzeugen eintreten. Gleichzeitig zeigen die aktuellen Restwerte der Elektrofahrzeuge eine sehr stabile Entwicklung. Ein Grund dafür sind die Erfahrungen aus der Praxis, dass selbst Akkus auf Basis älterer Technologien nach intensiver Nutzung deutlich geringere Kapazitätsverluste aufweisen als zunächst erwartet. So hatten die Akkus beim Tesla Roadster nach zehn Jahren immer noch 85–90 % und beim aktuellen Model S nach mehr als 300.000 km noch 90 % der ursprünglichen Kapazität. <sup>7</sup> Zu beachten ist in diesem Kontext, dass Elektrofahrzeuge mit konventionellen Fahrzeugen aus dem gleichen Herstellungszeitraum verglichen wurden.

Darüber hinaus sind bauartbedingt die Wartungskosten erheblich geringer. So gibt es beispielsweise weniger verschleißanfällige Bauteile wie z. B. Getriebe oder Abgassystem, regelmäßige Wartungsarbeiten wie z. B. Öl- und Keilriemenwechsel etc. entfallen ganz. Zudem sind Elektrofahrzeuge, die bis Ende 2025 zugelassen werden, bis 2030 steuerbefreit.

Ein weiterer wichtiger Kostenvorteil von Elektrofahrzeugen liegt, wie schon in den „Grundlagen der Elektromobilität“ erläutert, in der höheren Energieeffizienz im Vergleich zu Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor.

Und schließlich wirken sich bei der Beschaffung von Elektrofahrzeugen durch Privatpersonen und Unternehmen zudem der Umweltbonus und weitere Förderprogramme positiv aus (s. nachfolgendes Kapitel).

Bei der Berücksichtigung aller Faktoren, nicht nur der heute noch hohen Beschaffungskosten für Elektrofahrzeuge, zeigen sich im Vollkostenvergleich bereits heute nahezu identische Kostenverläufe von Elektrofahrzeugen und vergleichbaren konventionellen Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor. Grundlage der nachfolgenden Berechnung sind ADAC-Fahrzeugkosten bei einer Fahrleistung von 20.000 km pro Jahr. Bei den Beschaffungskosten des Elektrofahrzeuges wurde eine Förderung in Höhe von 50 % der Mehrkosten berücksichtigt. Alle Werte sind in Netto angegeben. Nicht berücksichtigt wurden Kosten für Ladeinfrastruktur.

<sup>7</sup> Quelle: teslarati.com

## Gesamtkosten pro Jahr bezogen auf die Haltedauer



Quelle: EcoLibro GmbH

# Fördermittel und rechtliche Rahmenbedingungen

Seit 2016 fördert der Bund den Kauf von elektrisch betriebenen Fahrzeugen – besser bekannt unter dem Namen „Umweltbonus“. Dieser wurde im Sommer 2020 um die „Innovationsprämie“ erhöht. Darüber hinaus gibt es spezifische Förderprogramme wie zum Beispiel das Flottenaustauschprogramm „Sozial & Mobil“, mit dem die Umstellung von im Gesundheits- und Sozialwesen eingesetzten Fahrzeugflotten auf batterieelektrische Fahrzeuge gefördert wird. Eine Milliarde Euro will die Bundesregierung außerdem in Batteriezellenforschung investieren, um effizientere und leistungsstärkere Batterien zu entwickeln. Weiterhin bleiben Elektroautos bis 2030 steuerfrei. Außerdem soll sich die Kfz-Steuer künftig stärker an den CO<sub>2</sub>-Emissionen eines Autos ausrichten. Bislang ist die Besteuerung linear, künftig könnten Fahrzeuge mit besonders hohem CO<sub>2</sub>-Ausstoß überproportional besteuert werden.

Auch die Dienstwagenregelung für die private Nutzung eines batterieelektrischen oder eines Plug-in-Hybrid-Fahrzeugs soll bis 2030 verlängert werden: Statt monatlich 1 % des Listenpreises als geldwerten Vorteil zu versteuern, gilt für Elektro- und Hybridfahrzeuge ein halbiertes Satz von 0,5 %. Bei batterieelektrischen Dienstwagen bis 60.000 Euro sind es nur noch 0,25 %. Darüber hinaus wurde festgelegt, dass langfristig, bis 2030, eine Million öffentliche Ladepunkte geschaffen werden sollen.

Abschließend sei die Förderdatenbank des Bundes genannt. Dort finden Sie eine Übersicht der geförderten Programme, der gesetzlichen Grundlagen sowie eine Checkliste, um einschätzen zu können, inwieweit eine Projektidee die Fördervoraussetzungen erfüllt.



## saena Tipp:

→ **Um dauerhaft auf dem Laufenden zu bleiben, abonnieren Sie unseren regelmäßigen Newsletter mit allen aktuellen Förderaufrufen:** [saena.de](https://www.saena.de)



## Weiterführende Informationen:

➔ **ÜBER DAS GESAMTE KLIMAPAKET SOWIE EINZELNE RICHTLINIEN:**

### Regelungen zum Umweltbonus

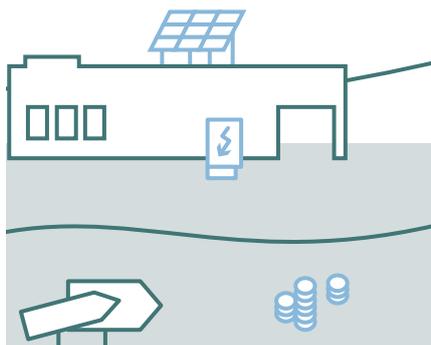
[bafa.de](https://www.bafa.de)

### Stellungnahme der Bundesregierung

[bundesregierung.de](https://www.bundesregierung.de)

### Förderfähige Fahrzeuge

[bafa.de](https://www.bafa.de)



## Weiterführende Informationen:

➔ **FÖRDERDATENBANK DES BUNDES/LANDES**

### Fördermittelübersicht Effiziente

### Mobilität Sachsen

[effiziente-mobilitaet-sachsen.de](https://www.effiziente-mobilitaet-sachsen.de)

# Rechtliche Rahmenbedingungen Elektromobilitätsgesetz

Das Elektromobilitätsgesetz (EmoG) ist ein Bundesgesetz, mit welchem Bevorrechtigungen bei der Verwendung elektrisch betriebener Fahrzeuge geregelt werden. Wesentliche Bestandteile sind:

→ Parken auf öffentlichen Straßen oder Wegen,

→ Nutzung von für besondere Zwecke bestimmten öffentlichen Straßen oder Wegen oder Teilen von diesen (z. B. Busspuren),

→ Zulassen von Ausnahmen von Zufahrtbeschränkungen oder Durchfahrtsverboten,

→ Erheben von Gebühren für das Parken auf öffentlichen Straßen oder Wegen.

Auf Grundlage von § 3 des EmoG können Kommunen die nach § 6 Absatz 1 Straßenverkehrsgesetz (StVG) erlassenen Rechtsverordnungen nutzen, um entsprechende Bevorrechtigungen einzuräumen.

# Energie-wirtschaftsrecht

Im Bereich des Energiewirtschaftsrechts wurden in den vergangenen Jahren weiterreichende Veränderungen zur Förderung der Elektromobilität festgelegt.

So sieht das Strommarktgesetz eine Ergänzung der Begriffsbestimmung des Letztverbrauchers vor (§ 3, Nr. 25 Energiewirtschaftsgesetz (EnWG)). Durch diese Regelung werden die Betreiber von Ladepunkten mit Letztverbrauchern gleichgestellt, wodurch sie nicht den Status eines Stromlieferanten oder Energieversorgungsunternehmens haben. In der Folge gilt der durch die Ladepunkte an Elektrofahrzeuge abgegebene Strom als Letztverbrauch und nicht wie bislang als Strombezug im Sinne des EnWG. Das EnWG findet damit keine Anwendung zwischen dem Ladepunktbetreiber und dem Fahrzeugnutzer, sondern nur zwischen dem Ladepunktbetreiber und dem Stromlieferant bzw. Verteilnetzbetreiber.

Weitere Vorteile für den Betreiber des Ladepunkts sind, dass er ein Anrecht auf den Anschluss an das vorgelagerte Energieversorgungsnetz hat und den Stromlieferanten festlegen kann.

# Ladesäulen- verordnung

Die Ladesäulenverordnung (LSV) ist eine vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) erlassene Verordnung, um den Ausbau von öffentlich zugänglichen Stromtankstellen in Deutschland zu beschleunigen und Rechtssicherheit zu schaffen.

Die Verordnung regelt „technische Mindestanforderungen an den sicheren und interoperablen Aufbau und Betrieb von öffentlich zugänglichen Ladepunkten für Elektromobile“.

## Mindestanforderungen:

→ Jeder Ladepunkt muss mindestens mit Steckdosen oder jeweils mit Steckdosen und Fahrzeugsteckern des Typs 2 ausgerüstet werden.

→ Jeder Ladepunkt, an dem Gleichstromladen möglich ist, muss mindestens mit Steckern des Typs Combo 2 ausgerüstet werden.

→ Insbesondere Anforderungen an die technische Sicherheit von Energieanlagen sind gemäß EnWG anzuwenden.

→ Die In- und Außerbetriebnahme von Ladepunkten ist schriftlich oder elektronisch bei der Bundesnetzagentur anzuzeigen.

→ Alle öffentlich zugänglichen Ladepunkte müssen den Nutzern von Elektrofahrzeugen auch das punktuelle Aufladen ermöglichen, ohne dass ein Vertrag mit dem betreffenden Elektrizitätsversorgungsunternehmen oder Betreiber geschlossen werden muss.

Stand: 11 / 2020

## Eichrecht

Das Eichrecht betrifft die Abrechnung von Strom- oder Zeitkosten. Es sieht vor, dass die Ladeinfrastruktur mit geeichten Zählern ausgestattet werden muss, sobald eine verbrauchs- oder zeitgenaue Abrechnung des Stroms erfolgen soll.

Das Eichrecht ist jedoch immer im Zusammenhang mit der Preisangabenverordnung (PAngV) zu betrachten.

Zweck der PAngV ist es, durch eine sachlich zutreffende und vollständige Verbraucherinformation Preiswahrheit und Preisklarheit zu gewährleisten und durch optimale Preisvergleichsmöglichkeiten die Stellung der Verbraucherinnen und Verbraucher gegenüber Handel und Gewerbe zu stärken und den Wettbewerb zu fördern.

## Einkommens- steuerrecht

### Dienstwagenbesteuerung

Im Rahmen der pauschalen Versteuerung des geldwerten Vorteils für die private Nutzung von Dienstwagen (früher: 1%-Regel für alle Fahrzeuge / derzeit: 0,25-%-Regel für batterieelektrische Fahrzeuge mit einem Bruttolistenpreis nicht mehr als 60.000 Euro / 0,5-%-Regel für Plug-in-Hybrid-Fahrzeuge unter bestimmten Bedingungen) entsteht für Nutzer von Dienstwagen mit elektrischem Antrieb ein Nachteil durch den im Verhältnis zu einem vergleichbaren konventionellen Fahrzeug höheren Bruttolistenpreis.

Zum Ausgleich dieses Nachteils besteht seit 2013 die Möglichkeit, einen Abschlag von 500 Euro pro kWh der Batteriekapazität bis zu einer maximalen Minderung von 10.000 Euro in Anspruch zu nehmen. Der Minderungsbetrag reduziert sich seit 2013 jährlich um 50 Euro je kWh. Der Minderungshöchstbetrag reduziert sich gleichzeitig jedes Jahr um 500 Euro, bis er im Jahre 2023 vollständig entfällt.

### Lohnsteuervorteile

Stellt ein Arbeitgeber seinen Beschäftigten vergünstigten oder kostenlosen Strom für das Laden von privaten Fahrzeugen zur Verfügung, so muss der dadurch entstehende geldwerte Vorteil aktuell nicht versteuert werden. Hierdurch besteht auch nicht die Notwendigkeit, den geladenen Strom zu messen oder zu berechnen, wodurch viele Prozesskosten entfallen. Diese Regelung gilt bis Ende 2030. Stellt der Arbeitgeber dem Arbeitnehmer kostenfrei oder vergünstigt eine Ladesäule für das Laden zu Hause zur Verfügung, kann dieser Vorteil pauschal mit 25 % versteuert werden. Alle diese Vergünstigungen gelten nur, wenn der Arbeitgeber diese Vorteile zusätzlich zum geschuldeten Arbeitslohn gewährt.



### PRAXISBEISPIEL Pirna

**Max Stauß** Geschäftsführer  
1st Mould GmbH, Pirna

Bei uns werden MITARBEITERBINDUNG und -MOTIVATION groß geschrieben. Ein klarer Vorteil für Kollegen und Kolleginnen mit langen Arbeitswegen von bis zu 100 km: während der Arbeitszeit können die Elektroautos an unseren 12 Ladestationen Solarstrom laden. Dafür wird die firmeneigene Photovoltaikanlage stufenweise weiter ausgebaut auf mittelfristig 100 kW. Positiv zu verbuchen ist eine deutliche Betriebskostensenkung gegenüber unseren ehemaligen „Verbrennern“. Unbedingt erwähnt werden muss das tolle Fahrerlebnis in einem E-Auto, welches einige Mitarbeiter angesteckt hat, sich ganz privat einen Elektro-Pkw zuzulegen. Seit 2013 ist unser Elektro-Fuhrpark auf inzwischen 25 Elektrofahrzeuge angewachsen. Täglich genutzt für Beschaffungen bzw. Auslieferungen von Gütern im regionalen Umland bis 50 km. Dienstreisen in das In- und Ausland sind kein Problem, sogar am Nordkap war schon einer unserer Stromer.



## Weiterführende Informationen:

### ➤ RECHTLICHE GRUNDLAGEN

- **Elektromobilitätsgesetz**  
🌐 [gesetze-im-internet.de](https://www.gesetze-im-internet.de)
- **Ladesäulenverordnung BMWI**  
🌐 [bmw.de](https://www.bmw.de)
- **Bundesnetzagentur zur Registrierung**  
🌐 [bundesnetzagentur.de](https://www.bundesnetzagentur.de)
- **Dienstwagenbesteuerung**  
🌐 [haufe.de](https://www.haufe.de)
- **Lohnsteuervorteile**  
🌐 [bundesfinanzministerium.de](https://www.bundesfinanzministerium.de)

# Betriebliches Mobilitätsmanagement

Der Einsatz von Elektromobilität in Unternehmen bedeutet nicht, dass lediglich eine Antriebsart gegen eine andere ausgetauscht wird, sich aber ansonsten nichts ändert. Die große Chance von Elektromobilität in Unternehmensflotten liegt in ihrer Bedeutung für eine neue, intelligente, betriebliche Mobilität. Elektromobilität ist ein wichtiger Baustein in einem kosten- und ressourceneffizienten, multimodalen Mobilitätsmix, in dem für den jeweiligen Bedarf das am besten geeignete Verkehrsmittel eingesetzt wird. Die Einführung von Elektromobilität ist somit nicht nur ein Technologiewechsel, sondern im Wesentlichen auch ein mentaler Veränderungsprozess im Umgang mit Mobilität im Unternehmen und Ressourcen im Allgemeinen.

## Bedarfsanalyse

Viele Menschen gehen (noch) davon aus, dass sie immer und jederzeit auf einen Pkw angewiesen sind. Dabei wäre zunächst nach der Antriebsart zu unterscheiden. Um zu erkennen, wo, wie viele und in welcher Form auch Elektrofahrzeuge eingesetzt werden können, ist es von entscheidender Bedeutung, sich zunächst ein möglichst genaues Bild davon zu machen, wie und warum die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter heute mobil sind.

Die nächste Überlegung sollte beinhalten, ob es eine feste Verbindung einer Person mit einem personenbezogenen Fahrzeug unbedingt braucht.

## Fahrzeugpools Corporate Carsharing

Für die Nutzung von Elektromobilität in Unternehmen bietet ein Fahrzeugpool optimale Bedingungen. Dieser bildet die Grundlage für eine Trennung von Fahrzeug und Fahrer. Mit einer Mischung aus großen und kleinen Elektro- und konventionellen Fahrzeugen, aber auch mit der Einbindung von Fahrrädern, E-Bikes und E-Rollern ist der Fahrzeugpool die Basis für eine bedarfsorientierte Mobilität.

Maßgebliche Erfolgsfaktoren für die Einrichtung und den erfolgreichen Betrieb eines Fahrzeugpools sind:

- **einfache Prozesse,**
- **eine gute Einweisung und Betreuung der Nutzerinnen und Nutzer,**
- **eine ausreichende Verfügbarkeit von geeigneten Fahrzeugen und**
- **die Qualität des Fahrzeugzustands.**

Ab einer Anzahl von fünf bis zehn Fahrzeugen ist grundsätzlich der Einsatz einer professionellen Dispositionssoftware zu empfehlen. Die Software sollte zum einen den Buchungsprozess über eine Buchungsplattform, aber auch die Fahrzeugübernahme und -rückgabe, ggf. durch automatische Übergabesysteme wie z. B. Schlüsseltresore, für die Nutzer und Nutzerinnen so komfortabel wie möglich gestalten. Zum anderen soll sie die Prozesse im Fuhrparkmanagement unterstützen und die Verfügbarkeit von Fahrzeugen durch eine optimierte Disposition und ggf. Ausfallsteuerung weitestgehend sicherstellen.

Im Zusammenhang mit Fahrzeugpools sollte grundsätzlich auch die Möglichkeit in Betracht gezogen werden, die Fahrzeuge außerhalb der dienstlichen Nutzungszeiten (Feierabend/Wochenende) für die private Nutzung durch die Beschäftigten freizugeben. Heutige Softwaretools unterstützen die notwendigen Prozesse zur Ermittlung des geldwerten Vorteils oder der Abrechnung der Fahrtkosten.



### saena Tipp:

- **Hinweis Erdgas für Vielfahrer: Bei Autos mit Verbrennungsmotor sind Erdgasautos hinsichtlich Kosten, CO<sub>2</sub>-Ausstoß und Umweltauswirkungen besser als Diesel. Wenn also eine Erdgastankstelle in Reichweite liegt, ist Erdgas eine gute Wahl.**

## Dienstfahrzeuge mit Privatnutzung

Der Dienstwagen mit Privatnutzung stellt neben dem Werkstatt- und Montagefahrzeug die häufigste Form der Dienstwagennutzung in Deutschland dar.

Ursprünglich wurde diese Regelung insbesondere für Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter mit einem sehr hohen dienstlichen Fahrbedarf, etwa im Außendienst, geschaffen. Heute ist der Dienstwagen mit Privatnutzung durch seine steuerliche Bevorzugung im Rahmen der Pauschalversteuerung und somit als vermeintliches Modell zur Einsparung von Kosten bei Arbeitgeber und Arbeitnehmer sehr weit verbreitet. Dienstwagen mit Privatnutzung werden als Gehaltsbestandteil gerne im Bereich von Führungskräften, aber auch als Gehaltsumwandlungsmodell für alle Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter genutzt.

Der Dienstwagen darf durch die Versteuerung des geldwerten Vorteils im Regelfall ohne Einschränkungen auch für die gesamte private Mobilität durch die dienstwagenberechtigten Personen genutzt werden. Unabhängig von der Intensität der privaten Nutzung entstehen den Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen außer der pauschalierten Steuerlast keine weiteren Kosten durch die Nutzung des Fahrzeuges (Flatrate-Prinzip).

## Bei der Einführung von Elektromobilität stellen sich drei wesentliche Herausforderungen:

- Dienstliche und private Mobilitätsprofile weichen häufig erheblich voneinander ab, da das Fahrzeug z. B. auch für weitere Urlaubsfahrten genutzt wird. Dann wird die begrenzte Reichweite als Hindernis gewertet und doch ein konventionelles Fahrzeug favorisiert.

→ Auch wenn das Mobilitätsprofil in Bezug zu den Reichweiten ausreicht, gab es oft (noch) kein Elektrofahrzeug, das mit dem vorhandenen konventionellen Fahrzeug in Klasse, Ausstattung und Kosten vergleichbar ist. Das wandelt sich jedoch gerade.

→ Bei privater Nutzung und Abwesenheit vom Arbeitsplatz muss im Regelfall ein Ladepunkt am Wohnort vorhanden sein oder geschaffen werden.

### Mögliche Maßnahmen zur Einführung von Elektromobilität in diesem Bereich sind:

→ Analyse des dienstlichen und privaten Mobilitätsprofils der jeweiligen Nutzer und Nutzerinnen

→ Entwicklung eines Dienstreisekonzepts, in dessen Rahmen für weitere Fahrten die Bahn in Kombination mit anderen Verkehrsmitteln wie Carsharing, dem öffentlichen Nahverkehr, Taxi oder Poolfahrzeuge genutzt werden

→ Ggf. Einsatz einer Software zur multimodalen Reiseplanung

→ Ggf. Einrichtung eines Mobilitätsbudgets zur Deckung der Kosten für den Teil der privaten Mobilität, der nicht mit dem Elektrofahrzeug gedeckt werden kann (z. B. Mietwagen oder Bahntickets für Fernstrecken)

→ Ggf. Einrichtung eines gemischten Fahrzeugpools mit konventionell und elektrisch angetriebenen Fahrzeugen als Mobilitätsgarantie für Fahrten, die nicht mit dem Elektrofahrzeug gemacht werden können (Tausch des Fahrzeuges zur Urlaubszeit und an Ausflugswochenenden gegen ein konventionell angetriebenes Fahrzeug)

→ Einrichtung von Ladepunkten am Wohnort des Mitarbeiters bzw. der Mitarbeiterin

In diesem Zusammenhang gilt es, unternehmensintern kritisch zu hinterfragen, ob und wie betriebliche Abläufe künftig so organisiert werden können, dass ein intelligentes und zukunftsorientiertes bereichsübergreifendes Mobilitätssystem entstehen kann. Einzelne der zuvor beschriebenen Maßnahmen können nach Bedarf und auch stufenweise eingeführt werden.

Neben der betrieblich verursachten Mobilität spielen die privaten Wege vom Wohnort zur Arbeit häufig eine noch größere Rolle. Sie verursachen bis zu zehnmal so viele CO<sub>2</sub>-Emissionen. Daher ist es notwendig, auch das private Mobilitätsverhalten zu untersuchen und zu fördern. Alle Anstrengungen, den Umweltverbund stärker zu nutzen, wirken klimaschonend. Mit gezielten Informationen und Anreizen kann ein klimafreundliches Mobilitätsverhalten der Beschäftigten weiter unterstützt werden.



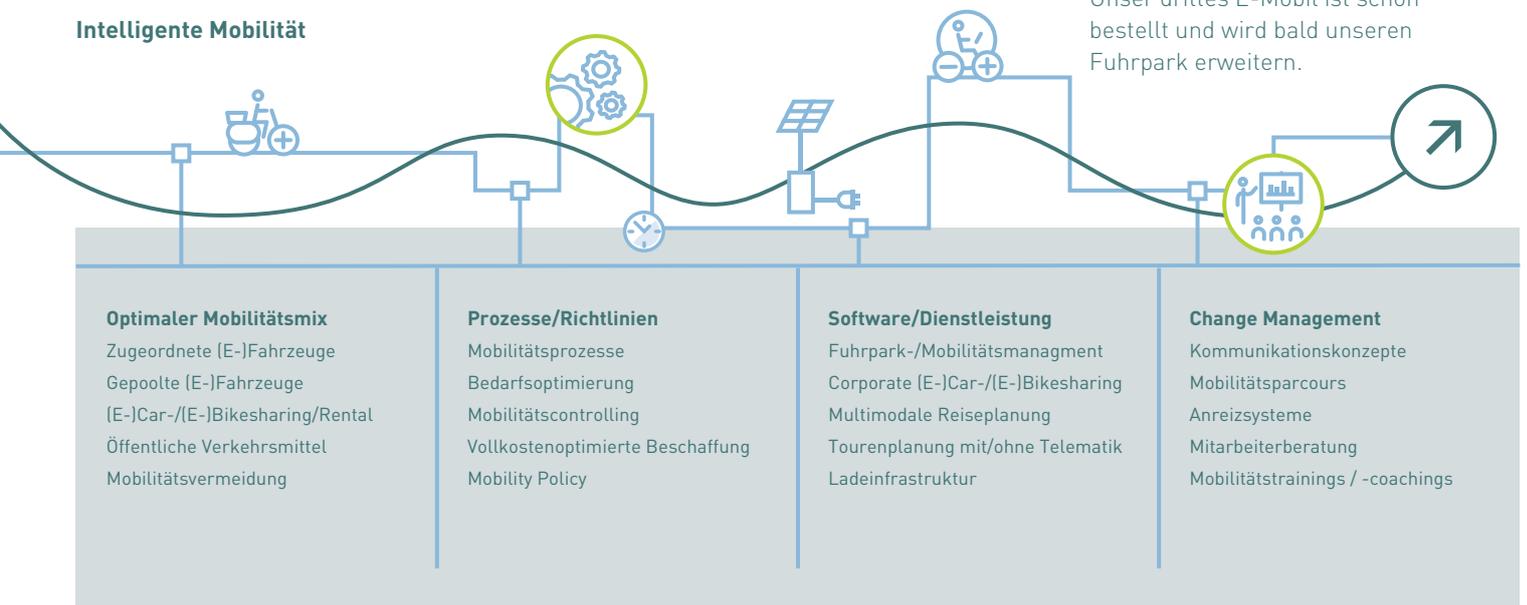
### PRAXISBEISPIEL Dresden

**Mario Holz** | Niederlassungsleiter Klüh Catering GmbH

**Madlen Gey** | Fuhrparkmanagerin Klüh Catering GmbH | Niederlassung Dresden

Unter unserem Motto in Dresden – NEUE WEGE GEHEN – haben wir einen Stein ins Rollen gebracht und einen Teil unserer Zukunftsvision umgesetzt. Unser Ziel war es, einen Beitrag für eine saubere Umwelt und zur Nachhaltigkeit im Bereich der alternativen Antriebe zu leisten. Zusätzlich haben wir uns für das Förderprogramm beim Bundesamt für Verkehr und digitale Infrastruktur beworben und jubelnd die Förderzusage erhalten, was die Entscheidung deutlich vereinfachte. Seit Ende des letzten Jahres stromert nun in Leipzig unser Nissan eNV 200 leise durch die Stadt und in Altscherbitz surrt der Renault Kangoo Z.E. quer durch das Sachsenland. Volle Power voraus sind wir mit einem imposanten, neuen und ungewohnten Fahrgefühl unterwegs. Beginnend mit dem Anfahren bei deutlich weniger Gewicht bis zum mitbremsenden Motor fühlen wir uns wesentlich sicherer. Ein weiteres Merkmal ist der am Anfang „vermisste“ Geräuschpegel eines Verbrennungsmotors. Unser drittes E-Mobil ist schon bestellt und wird bald unseren Fuhrpark erweitern.

### Intelligente Mobilität



# Mobilitätsmanagement

Das (betriebliche) Mobilitätsmanagement zeichnet sich dadurch aus, dass es weit über das übliche Fuhrparkmanagement hinausgeht und neben einer reinen Fahrzeugbetrachtung die bewusste Gestaltung der Rahmenbedingungen jeglicher durch den Betrieb ausgelöster Mobilität darstellt. Durch die Gestaltung von Fuhrpark, Geschäftsreisen und der Mobilität der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter auf dem täglichen Arbeitsweg wird das Ziel verfolgt, die Mobilität effizienter, umwelt- und sozialverträglicher, gesünder und attraktiver zu gestalten.

Dabei versucht das Mobilitätsmanagement auch durch „weiche“ Maßnahmen aus den Bereichen Information, Kommunikation, Motivation, Koordination und Service zu verändern.

## Zu den Rahmenbedingungen gehören:

→ Das Angebot eines optimalen Mobilitätsmix, das auf die Mobilitätsbedürfnisse des Betriebs zugeschnitten ist und das zum einen aus einer individuell passenden Mischung von Individualverkehrsmitteln besteht, zum anderen aus den externen, öffentlich zugänglichen Verkehrsmitteln: von Bus und Bahn über das Taxi bis zum Flugzeug

→ Die Prozesse so auszugestalten, dass diese effizient ablaufen und auch zum gewünschten Mobilitätsverhalten – sprich, zur Nutzung des optimalen Mobilitätsmix – lenken

→ Die Nutzung von Software zur effizienten Unterstützung der Prozesse sowie zur Generierung von Controllingdaten

→ Die bewusste Gestaltung eines begleitenden Changemanagements, basierend auf einem homogenen Anreizsystem, einem Kommunikationskonzept und der Vermittlung von Mobilitäts-Know-how, verbunden mit dem Ziel, die Mitarbeitenden zur Nutzung eines optimalen Mobilitätsmix zu motivieren und zu befähigen

Die Bandbreite betrieblicher Maßnahmen und Anreizmodelle ist sehr weit gefächert und eröffnet unterschiedliche Ansatzpunkte. Allgemein lassen sich die Grundregeln im betrieblichen Mobilitätsmanagement wie folgt zusammenfassen:

- **Vermeiden** von Wegen
- **Verlagern** von Wegen auf den Umweltverbund und alternative Verkehrsmittel
- **Verbessern** des Zugriffs und bessere Auslastung der Mobilitätsressourcen

Konkreter und beispielhaft können Unternehmen mit folgenden Maßnahmen das Mobilitätsverhalten beeinflussen:

- Schaffung einer guten Infrastruktur für Fahrräder und Pedelecs (Abstellanlagen, Duschen und Umkleiden)
- Förderung von JobRädern
- Einführung von JobTickets und BahnCards
- Einführung von Mobilitätsbudgets als freiwillige Alternative zum Firmenwagen
- Reduzierung oder Abschaffung der dienstlichen Nutzung von Privat-Pkw gegen Kilometergelderstattung
- Privilegierung von Fahrgemeinschaften
- Pooling von Dienstfahrzeugen mithilfe innovativer Corporate-Carsharing-Technologie
- Vermietung nach Dienstschluss und am Wochenende zu günstigen Konditionen an die Mitarbeitenden
- Veranstaltung von Mobilitätstagen und Mitarbeiterberatung
- Einführung von Parkraumbewirtschaftung
- betriebsübergreifende Maßnahmen zur Verbesserung der Erreichbarkeit von Gewerbegebieten
- u. v. a. m.

Gerade bei jungen Menschen ist zunehmend ein geändertes Mobilitätsverhalten zu beobachten. Im Zusammenhang mit einem steigenden Bedarf an Fachkräften sind innovative Mobilitätsangebote, vor allem in ländlichen Regionen, ein wichtiger Faktor im Bereich Mitarbeiterattraktivität. Hier können Arbeitgeber durch innovative Angebote gerade für diese Zielgruppe neue Potenziale erschließen.



## Weiterführende Informationen:

### ➤ BETRIEBLICHE MOBILITÄTSKONZEPTE:

- „mobil gewinnt“
- 🌐 [mobil-gewinnt.de](http://mobil-gewinnt.de)
- ACE: „Gute Wege“
- 🌐 [ace.de/gute-wege](http://ace.de/gute-wege)

### ➤ FAHRRADLEASING

- 🌐 [jobrad.org](http://jobrad.org)
- 🌐 [businessbike.de](http://businessbike.de)
- 🌐 [eurorad.de](http://eurorad.de)



## Weiterführende Informationen:

### ➤ BEISPIEL:

- 🌐 [regio-mobil-deutschland.de](http://regio-mobil-deutschland.de)

### ➤ BEISPIEL:

- 🌐 [Azubis mobil machen 1](#)
- 🌐 [Azubis mobil machen 2](#)



## saena Tipp:

→ Je nach lokalen Gegebenheiten, individuellen Präferenzen und finanzieller Ausstattung kann die Anzahl und Ausprägung von Maßnahmen variieren. Es ist empfehlenswert, die Stelle eines/-r Mobilitätsmanagers/-in einzuführen oder Beratung, z. B. bei der SAENA, einzuholen.

# Ladeinfrastruktur für Beschäftigte

Vor dem Hintergrund des Markthochlaufs von Elektrofahrzeugen kommt auf Unternehmen eine vollkommen neue Aufgabe zu: die Bereitstellung von Ladeinfrastruktur für ihre Beschäftigten.

Mit den Reichweiten künftiger Elektrofahrzeuge von 300 bis zu 550 km muss ein Pkw, der im Jahr durchschnittlich 11.000 km und somit am Tag durchschnittlich 30 Kilometer zurücklegt, rein rechnerisch nur alle zwei Wochen geladen werden. Die im Alltag zurückgelegten Tagesstrecken liegen in aller Regel deutlich unterhalb von 400 Kilometern, nur bei Wochenendausflügen und Urlaubsreisen wird ein Laden unterwegs erforderlich.

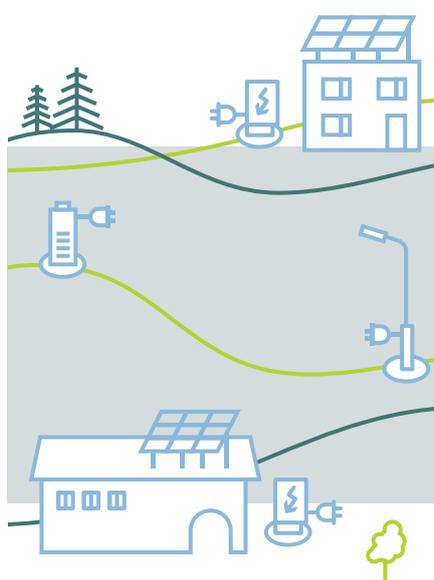
Sofern möglich, ist der Wohnort der optimale Ladeort. Für alle Nutzerinnen und Nutzer von Elektrofahrzeugen, die nicht zu Hause laden können, wird das Laden während der Arbeitszeit aufgrund der langen Standzeiten, Regelmäßigkeit sowie sicheren Verfügbarkeit eine wichtige Grundvoraussetzung zur Nutzung von Elektromobilität bilden. Vor diesem Hintergrund ist davon auszugehen, dass rd. 80 % aller Pkw entweder nachts auf einem zum Wohnhaus gehörenden Stellplatz und/oder tagsüber auf einem Firmenparkplatz stehen, zumal langsames Laden zu Hause oder am Arbeitsplatz deutlich günstiger sein wird als andere Varianten.

Aufgrund der hohen Kosten sowie der starken Netzbelastungen sollte schnelles Laden (DC 50 bis 350 kW) nur zum Zwischenladen genutzt werden, wenn es nicht anders möglich ist, z. B. bei weiteren oder Anschlussfahrten.

Laden an öffentlichen Ladesäulen am Straßenrand wird wahrscheinlich aufgrund der Kosten, einer unsicheren Verfügbarkeit sowie der i. d. R. kurzen Standzeiten eine untergeordnete Rolle spielen. Beide Varianten sind nicht zur Deckung des Grundbedarfs geeignet. Arbeitgeber sollten sich hierauf einstellen und in den kommenden Jahren nach Bedarf entsprechende Angebote für ihre Beschäftigten bereitstellen.

Unternehmen, die ihren Sitz in Nachbarschaft zur Wohnbebauung haben, sollten zudem darüber nachdenken, die Ladepunkte nachts kostenpflichtig an Dritte, die ansonsten nicht am Wohnort laden können, zu vermieten.

Hierzu ist es sinnvoll, bereits frühzeitig Konzepte für den Aufbau und Betrieb, ggf. inkl. Abrechnung, zu erstellen, um auch bei einem stufenweisen Aufbau von Beginn an ein integriertes und skalierbares System zu haben. Eine besondere Bedeutung hat hierbei die Planung der notwendigen Stromkapazitäten, sowohl im Bestand als auch insbesondere beim Neubau von Parkflächen, sowie der damit ggf. verbundene Investitionsbedarf (siehe hierzu auch nachfolgenden Abschnitt).



## Einrichtung von Ladeinfrastruktur

Da bei der Planung der Ladeinfrastruktur und des Ladekonzepts vielfältige Faktoren berücksichtigt werden müssen, sollte zunächst eine genaue Bedarfsanalyse als Grundlage durchgeführt werden. Als eine der größten Herausforderungen haben sich begrenzte Leistungskapazitäten bei den jeweiligen Hausanschlüssen von Immobilien herausgestellt. Oftmals sind die verfügbaren Kapazitäten durch zunehmenden Stromverbrauch (z. B. durch IT, Klimaanlage etc.) bereits jetzt bis an die Grenzen ausgelastet.

Für den Betrieb einer Ladeinfrastruktur stehen dann nur noch geringe Kapazitäten zur Verfügung. Kapazitätserhöhungen sind i. d. R. mit sehr hohen Kosten, z. B. durch die Installation von neuen Transformatoren, verbunden. Aber auch Faktoren wie erhöhte Bedarfsspitzen können zu deutlichen Mehrkosten führen. Durch eine gute und detaillierte Planung können zusätzliche Kosten vermieden oder begrenzt werden. Ziel sollte es sein, Bedarfsspitzen und hohe Lastgänge zu vermeiden.

### Hierzu sollten die nachfolgenden Fragen beantwortet werden:

- Wie ist das Mobilitäts- bzw. Einsatzprofil?
- Wie hoch muss die Verfügbarkeit der Fahrzeuge sein? (Pufferzeiten zum Laden)
- Welche Fahrzeuge sollen zum Einsatz kommen? (Ladeleistung des Fahrzeugs)
- Welche Ladevarianten kommen in welcher Ausprägung zum Einsatz? (Normalladung und ggf. Schnellladung)
- Wie viele Ladepunkte werden benötigt?
- Welche Leistung kann am Standort vom Energieversorger (EVU) bereitgestellt werden? (Prüfung durch Stromversorger veranlassen)
- Soll selbst produzierter Strom genutzt werden (z. B. Solarcarport)?

Stellt sich z. B. heraus, dass die ermittelten Einsatzprofile die Reichweiten der Fahrzeuge ohne Nachladung nicht übersteigen, genügt es, die Batterie über Nacht aufzuladen.

Dann reicht grundsätzlich ein kostengünstiger Ladepunkt für Normalladen mit einfacher Wallbox aus.

Werden Fahrzeuge aus einem Pool hingegen für kürzere und längere Fahrten gemischt eingesetzt, so kann es wirtschaftlicher sein, auf eine leistungsfähigere Ladeinfrastruktur zu setzen. Damit können die Fahrzeuge im Pool besser ausgelastet werden, was in der Folge zu einem geringeren Fahrzeugbestand führt. So besteht die Möglichkeit, dass die höheren Kosten für eine leistungsfähige Ladeinfrastruktur durch die geringeren Fahrzeugkosten kompensiert werden.

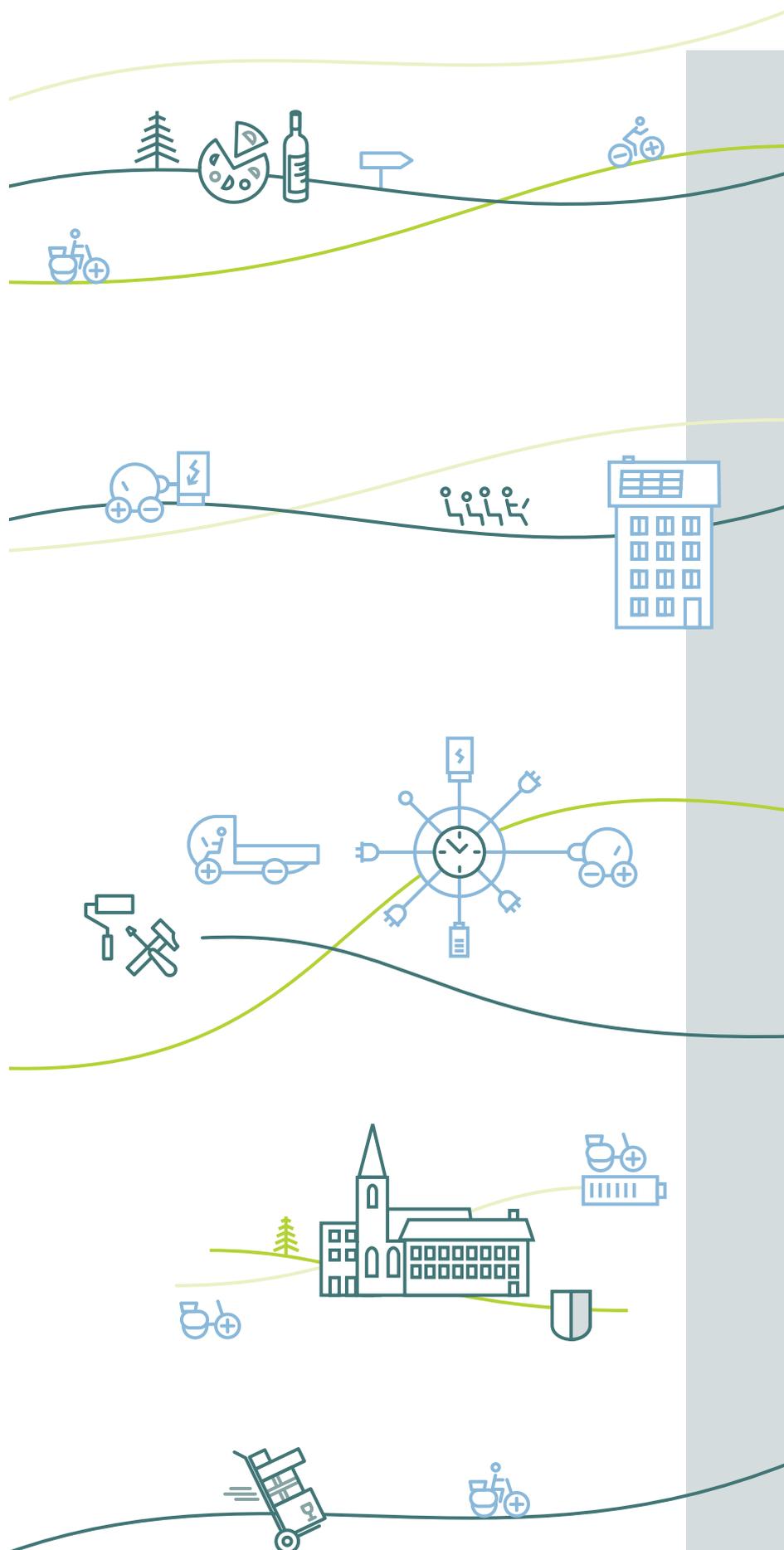
Zur Begrenzung von Lastspitzen bzw. zur besseren Verteilung der vorhandenen Leistung kann die Einrichtung eines Lastmanagements sinnvoll sein. Mit einem dynamischen Lastmanagement erfolgt eine an die Bedürfnisse des Verbrauchers und die Netzkapazitäten angepasste Energiebereitstellung, die durch einen Algorithmus gesteuert wird. So wird beim dynamischen Last- bzw. Lademanagement nur angegeben, bis zu welchem Zeitpunkt eine definierte Strommenge geladen werden soll. Das System reguliert in der Folge die Stromzufuhr immer im Abgleich mit den Anforderungen aller angeschlossenen Fahrzeuge mit dem Ziel, diese zu erfüllen, gleichzeitig aber die maximale Gesamtlast nicht zu überschreiten und einen gleichmäßigen Lastgang sicherzustellen.

## Branchen mit hohem Potenzial für Elektromobilität

Ein sehr großes Potenzial für Elektromobilität weisen Unternehmen auf, die regional aktiv sind. Gerade hier können die Stärken der Elektromobilität sehr gut genutzt werden.

Die Deutsche Post AG hat dies beispielsweise schon sehr früh erkannt und bei der lokalen Logistik in der jüngeren Vergangenheit auf Elektromobilität gesetzt. Zukünftig sollen auch Brennstoffzellenfahrzeuge getestet werden. Hierfür hat die Post mit dem StreetScooter ein auf ihre Bedürfnisse optimal konfiguriertes Fahrzeug, das sich durch eine an den Fahrbedarf angepasste Reichweite (80–100 km) auszeichnet. Hierdurch werden hohe Kosten und eine negative Umweltbilanz durch überdimensionierte Batterien vermieden.

Für die meisten regional aktiven Unternehmen existiert mit dem verfügbaren Fahrzeugangebot im Pkw und Kleintransporterbereich eine ausreichende Auswahl, um mit Elektromobilität zu starten. Die Reichweiten (bis zu 150 km) sind für die vorhandenen Fahrprofile meist ausreichend, zumal i. d. R. ohne Probleme nachts an den Betriebsstätten geladen werden kann.



## Nachfolgend finden Sie eine exemplarische Darstellung möglicher Einsatz- und Nutzungsszenarien:

Einsatzbereich	Mobilitätsprofil	Empfohlene Maßnahmen zur Förderung von Elektromobilität	Empfohlene Ladeszenarien	Potenzial für Elektromobilität
 <p><b>Wach- und Sicherheitsdienste</b></p>	<p>Zuverlässigkeit: Stetig und spontan wechselnd</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▸ überwiegend lokal mobil</li> <li>▸ Touren im festgelegten Verlauf, Rhythmus und Zeitrahmen</li> <li>▸ Pendelverkehre zwischen mehreren Standorten mit größeren zeitlichen Unterbrechungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▸ Analyse der Mobilitätsprofile</li> <li>▸ ggf. Bildung von Elektro- und konventionellen Touren</li> </ul>	<p><b>Standard:</b> mittelschnelles Laden auf dem Betriebsgelände</p>	<p>↑ sehr hoch</p>
 <p><b>Handwerk und handwerksnahe Dienstleistungen</b></p>	<p>Einsatzfreude: kurzfristig geplant</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▸ lokal, regional und überregional mobil</li> <li>▸ Touren mit sich spontan änderndem Verlauf</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▸ Analyse der Mobilitätsprofile</li> <li>▸ Standardisierung der Fahrzeuge, insbesondere der Ausstattung</li> <li>▸ Verkleinerung der Fahrzeuge</li> <li>▸ Bildung eines gemischten Fahrzeugpools aus konventionellen und Elektrofahrzeugen</li> <li>▸ Trennung von Fahrer und Fahrzeug</li> <li>▸ Bildung von elektro- und konventionellen Touren</li> <li>▸ ggf. Einsatz von zweirädriger Elektromobilität (E-Bike, E-Roller)</li> <li>▸ ggf. separate Zuführung von Spezialwerkzeug und Material</li> </ul>	<p><b>Standard:</b> normales Laden auf dem Betriebsgelände</p>	<p>↗ hoch</p>
 <p><b>Betriebe mit lokalen Verteilungsstrukturen</b> (z. B. Bäckereien)</p>	<p>Regelmäßigkeit: gut plan- und standardisierbar</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▸ nur lokal mobil</li> <li>▸ Touren mit täglich gleichem Verlauf</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▸ Analyse der Mobilitätsprofile</li> <li>▸ Standardisierung der Fahrzeuge, insbesondere der Ausstattung</li> </ul>	<p><b>Standard:</b> normales Laden auf dem Betriebsgelände</p>	<p>↑ sehr hoch</p>
 <p><b>Essenslieferung</b> (Restaurant, Pizzaservice etc.)</p>	<p>Auf Zuruf: stark spontan wechselnd</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▸ nur lokal mobil</li> <li>▸ spontane Fahrten mit sehr kurzfristig planbarem Verlauf (je nach Anzahl der Auslieferungen) von überschaubarer Länge und Dauer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▸ Analyse der Mobilitätsprofile</li> <li>▸ ggf. Verkleinerung der Fahrzeuge (1 Person zzgl. Lieferung)</li> <li>▸ Einsatz von zweirädriger Elektromobilität (E-Roller)</li> </ul>	<p><b>Standard:</b> mittelschnelles Laden bei kurzen Zwischenstopps auf dem Betriebsgelände</p>	<p>↑ sehr hoch</p>
 <p><b>Essenslieferung</b> (soziale Dienstleistung)</p>	<p>Feste Tagesstruktur: große Regelmäßigkeit</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▸ nur lokal mobil</li> <li>▸ Touren im festgelegten Verlauf, Rhythmus und Zeitrahmen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▸ Analyse der Mobilitätsprofile</li> <li>▸ Bildung eines gemischten Fahrzeugpools aus konventionellen und Elektrofahrzeugen</li> <li>▸ Trennung von Fahrer und Fahrzeug</li> <li>▸ Bildung von Elektro- und konventionellen Touren</li> <li>▸ ggf. Verkleinerung der Fahrzeuge (1 Person zzgl. Lieferung)</li> <li>▸ ggf. Umbauten zur Optimierung der Wärme-/Kühlkette ggf. Verkleinerung der Fahrzeuge (1 Person zzgl. Lieferung)</li> <li>▸ ggf. Einsatz von zweirädriger Elektromobilität (E-Roller)</li> </ul>	<p><b>Standard:</b> normales Laden über Nacht <b>Nach Bedarf:</b> mittelschnelles Laden bei kurzen Zwischenstopps auf dem Betriebsgelände</p>	<p>↑ sehr hoch</p>
 <p><b>Ambulante Pflegedienste</b></p>	<p>Pflegliche Behandlung: stetig – mit Vorlauf wechselnd</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▸ nur lokal mobil</li> <li>▸ Touren im festgelegten Verlauf, Rhythmus und Zeitrahmen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▸ Analyse der Mobilitätsprofile</li> <li>▸ Bildung eines gemischten Fahrzeugpools aus konventionellen und Elektrofahrzeugen</li> <li>▸ Trennung von Fahrer und Fahrzeug</li> <li>▸ Bildung von Elektro- und konventionellen Touren</li> <li>▸ ggf. Einsatz von zweirädriger Elektromobilität (E-Bike, E-Roller)</li> </ul>	<p><b>Standard:</b> normales Laden über Nacht <b>Nach Bedarf:</b> mittelschnelles Laden bei kurzen Zwischenstopps auf dem Betriebsgelände</p>	<p>↑ sehr hoch</p>



### Apotheken- lieferdienste

Service entscheidet

- ▶ nur lokal mobil
- ▶ Touren mit täglich wechselndem Verlauf

- ▶ Analyse der Mobilitätsprofile
- ▶ Bildung eines gemischten Fahrzeugpools aus konventionellen und Elektrofahrzeugen
- ▶ Trennung von Fahrer und Fahrzeug
- ▶ Bildung von Elektro- und konventionellen Touren

**Nach Bedarf:**

normales Laden über Nacht oder mittelschnelles Laden bei kurzen Zwischenstopps vor dem Ladenlokal



sehr hoch



### Stadtver- waltungen

Kurze Wege, vielseitig machbar

- ▶ überwiegend lokal mobil
- ▶ planbare Fahrten mit hohem Potenzial für multimodale Mobilität

- ▶ Analyse der Mobilitätsprofile
- ▶ Bildung eines gemischten Fahrzeugpools aus konventionellen und Elektrofahrzeugen
- ▶ Trennung von Fahrer und Fahrzeug
- ▶ Multimodale Fahrtenplanung
- ▶ Einsatz von zweirädriger Elektromobilität (E-Bike, E-Roller)
- ▶ Verlagerung von Fahrten auf den öffentlichen Nah- und Fernverkehr

**Nach Bedarf:**

normales Laden über Nacht und mittelschnelles Laden am Poolstandort



sehr hoch



### Kurier- und Paketdienste (KEP)

Geplante Hektik

- ▶ überwiegend lokal mobil
- ▶ Touren mit täglich wechselndem Verlauf

- ▶ Analyse der Mobilitätsprofile
- ▶ Bildung eines gemischten Fahrzeugpools aus konventionellen und Elektrofahrzeugen
- ▶ Trennung von Fahrer und Fahrzeug
- ▶ Bildung von Elektro- und konventionellen Touren
- ▶ ggf. Einsatz von Lastenrädern mit Elektroantrieb

**Standard:**

normales Laden über Nacht und mittelschnelles Laden am Poolstandort



mittel



### Kommunale Energie- versorger

Kundennähe nach Absprache

- ▶ lokal und regional mobil
- ▶ planbare Fahrten mit hohem Potenzial für multimodale Mobilität
- ▶ Touren mit sich spontan änderndem Verlauf

- ▶ Analyse der Mobilitätsprofile
- ▶ Standardisierung der Fahrzeuge, insbesondere der Ausstattung
- ▶ Verkleinerung der Fahrzeuge
- ▶ Bildung eines gemischten Fahrzeugpools aus konventionellen und Elektrofahrzeugen
- ▶ Trennung von Fahrer und Fahrzeug
- ▶ Bildung von Elektro- und konventionellen Touren
- ▶ Einsatz von zweirädriger Elektromobilität (E-Bike, E-Roller)
- ▶ Verlagerung von Fahrten auf den öffentlichen Nah- und Fernverkehr
- ▶ ggf. separate Zuführung von Spezialwerkzeug und Material

**Standard:**

normales Laden über Nacht

**Nach Bedarf:**

mittelschnelles Laden bei kurzen Zwischenstopps auf dem Betriebsgelände



hoch



### Sonstige Unternehmen mit lokaler und regionaler Per- sonenmobilität

Schrittweise Umstellung

- ▶ lokal und regional mobil
- ▶ planbare Fahrten mit hohem Potenzial für multimodale Mobilität

- ▶ Analyse der Mobilitätsprofile
- ▶ Bildung eines gemischten Fahrzeugpools aus konventionellen und Elektrofahrzeugen
- ▶ Multimodale Fahrtenplanung
- ▶ Einsatz von zweirädriger Elektromobilität (E-Bike, E-Roller)
- ▶ Verlagerung von Fahrten auf den öffentlichen Nah- und Fernverkehr

**Nach Bedarf:**

normales Laden über Nacht und mittelschnelles Laden am Poolstandort



sehr hoch



### Sonstige Unternehmen mit regionaler und überregio- naler Mobilität

Schrittweise Umstellung

- ▶ lokal und regional mobil
- ▶ Fahrten mit sich spontan änderndem Verlauf
- ▶ personenbezogene Dienstwagen mit Privatnutzung

- ▶ Analyse der Mobilitätsprofile
- ▶ Bildung eines gemischten Fahrzeugpools aus konventionellen und Elektrofahrzeugen
- ▶ Entwicklung eines multimodalen Mobilitätskonzepts, das sowohl die private als auch die dienstliche Mobilität betrachtet
- ▶ Weiterentwicklung der bestehenden Car Policy zur Mobility Policy, ggf. Mobilitätsbudget

**Nach Bedarf:**

normales Laden über Nacht und mittelschnelles Laden am Poolstandort; ggf. Möglichkeit zum Heimladen bei den Mitarbeitern



mittel



### Fahrdienste (Schüler, Men- schen mit Behin- derungen)

Bedienungssicherheit:  
langfristig geplant

- ▶ lokal und regional mobil
- ▶ Touren im festgelegten Verlauf, Rhythmus und Zeitrahmen
- ▶ Pendelverkehre zwischen mehreren Standorten mit größeren zeitlichen Unterbrechungen

- ▶ Analyse der Mobilitätsprofile
- ▶ Bildung eines gemischten Fahrzeugpools aus konventionellen und Elektrofahrzeugen
- ▶ Trennung von Fahrer und Fahrzeug
- ▶ Bildung von Elektro- und konventionellen Touren

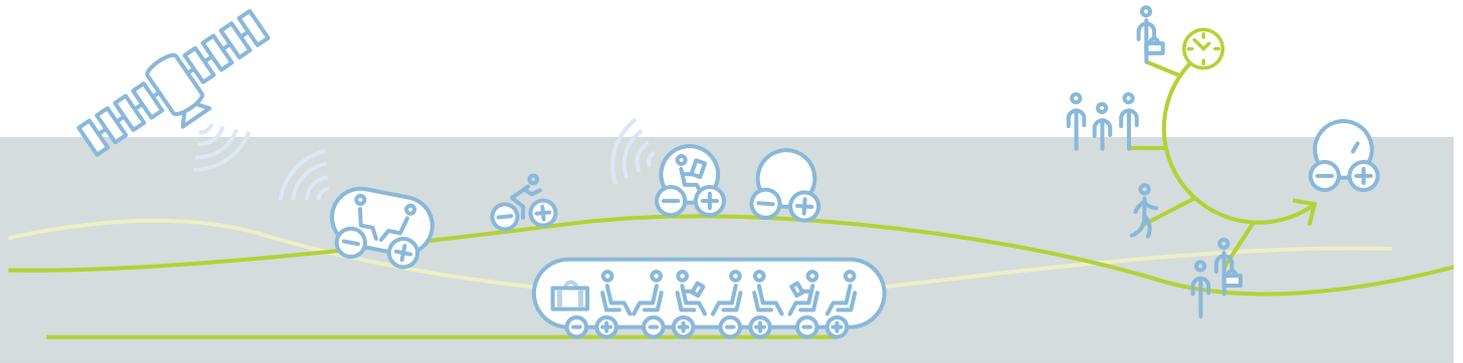
**Nach Bedarf:**

normales Laden über Nacht und mittelschnelles Laden bei Wartezeiten „zwischen den Touren“



mittel

# Mobilität der Zukunft



## Autonomes Fahren

Seit einigen Jahren preisen Digital- und Autokonzerne das autonome Fahren als bequeme Zukunft des Pkw-Verkehrs. Manche denken, dass es niemals so weit kommt, andere glauben, dass das autonome Fahren in zehn Jahren zum Alltag gehört. Die Entwicklung wird auch davon abhängen, inwieweit Menschen bereit sind, das Steuer vollkommen aus der Hand zu geben. Die Passivität kann Stress verursachen, weil sich die Passagiere dem Fahrzeug und dem Verkehr ausgeliefert fühlen. Zudem sind die Komplexität des städtischen Verkehrs und plötzliche Witterungswechsel selbst für eine trainierte Hochleistungs-sensorik nicht einfach zu bewältigen.

Moderne Assistenzsysteme führen schrittweise an das selbstfahrende Auto heran. Um unterschiedliche Grade von autonomem Fahren zu kennzeichnen, wird international ein fünfstufiges Phasenmodell verwendet.

Auf der niedrigsten Stufe unterstützen einzelne Assistenzsysteme – vom Tempomat bis zum Abstandswarner – den Fahrer bzw. die Fahrerin.

Auf der höchsten Stufe gibt es nur noch Passagiere ohne Fahraufgaben.

In solchen „Robotaxis“ gibt es auch keine Lenkräder und Pedale mehr. Derzeit befinden sich Fahrzeuge auf Level drei im Probetrieb.

Auf dieser Stufe muss die Person am Steuer immer bereit sein, das Fahrzeug selbst zu übernehmen. **8**

Eine zuverlässige Aussage, wie sich unsere Mobilität hinsichtlich des automatisierten Fahrens entwickeln wird, kann nicht getroffen werden. Sicher ist, dass eine Kombination aus Elektromobilität, autonomem Fahren, Shared Mobility, Flugtaxis und anderen Innovationen unsere Mobilität verändern wird. Das selbstfahrende (kleine Stadt-) Auto wird viel weniger Bauteile benötigen. Es wird hoch ausgelastet sein. Es wird Kosten von 0,10–0,20 Euro/km verursachen und es wird eine viel höhere Verfügbarkeit haben als heute, d. h., es wird immer und überall binnen weniger Minuten nutzbar sein. Kurzum: Es wird leicht bedienbar und günstiger sein.

Hinzu kommt, dass selbstfahrende Autos flexibel einsetzbar sein werden, weil sich ihre Größe und Ausstattung dem Bedarf anpasst. Nicht nur Personen, sondern auch Güter können problemlos und zielgenau an den Ort ihrer Bestimmung befördert werden.

Die Digitalisierung wird schließlich dafür sorgen, dass die Organisation und Abwicklung der Mobilität einfach und schnell erfolgen kann.

Selbstfahrende Mitfahrangebote werden schon jetzt mit ersten Fahrzeugen u. a. in Hamburg, der Schweiz und noch intensiver in Asien und den USA getestet. Technisch ist schon vieles möglich, die Beschränkungen liegen in vielen Rechts- und Versicherungsfragen. Laut einer Studie des Prognos Forschungsinstituts im Auftrag des ADAC wird der Anteil von Neufahrzeugen, bei denen sich der Fahrer oder die Fahrerin auf allen Autobahnen komplett von der Fahraufgabe abwenden kann, im „optimistischen“ Fall von 2,4 % im Jahr 2020 auf immerhin 70 % im Jahr

2050 steigen. Ab 2030 werden dann Pkw mit Citypilot, also der Fähigkeit, sowohl auf der Autobahn als auch in der Stadt allein zu fahren, allmählich auf den Straßen auftauchen. Voraussichtlich erst nach 2040 werden in größerer Zahl Autos angeboten, die völlig autonom von Tür zu Tür kommen, also auch auf Landstraßen keine/-n Fahrer/-in mehr benötigen. **9**

Aus unternehmerischer Sicht stellt sich die Frage, ob die Technologie des (teilweise) autonomen Fahrens und digitale Neuheiten heute schon im Mobilitätsmanagement zum Einsatz kommen sollen. Jeder Fortschritt verhilft dazu, Kosten zu reduzieren, ein hohes Maß an Flexibilität zu gewährleisten und sehr geringe Prozessaufwendungen zu verursachen.

## Brennstoffzellen als alternative Fahrzeugkonzepte

Die aktuelle Herausforderung besteht darin, Mobilität zukünftig auch ohne fossile Energiequellen zu ermöglichen. Mit global steigender Mobilität und zunehmender Erschöpfung der Ölfelder wird die Versorgung mit fossilen Kraftstoffen jedoch kritischer. Kraftstoffe auf Basis erneuerbarer Energien können den Bedarf decken und damit auch geopolitische Abhängigkeiten reduzieren. Daher gelten Strom und Wasserstoff als die Kraftstoffe für die Automobilität der Zukunft. Die Stärken und Chancen der batterieelektrischen Mobilität sind zuvor umfassend beschrieben und bewertet worden.

**8 Quelle:** Mobilitätsatlas 2019, Heinrich-Böll-Stiftung und Verkehrsclub Deutschland e. V.

**9 Quelle:** Einführung von Automatisierungsfunktionen in der Pkw-Flotte, Prognos Forschungsinstitut – im Auftrag des ADAC, August 2018

Es bleiben jedoch Schwächen und Risiken, sodass vielen Kritikern die Brennstoffzelle als Lösung des Problems erscheint. Brennstoffzellen wandeln Wasserstoff durch chemische Reaktion mit Sauerstoff zu Wasser um. Dabei wird elektrische Energie frei, die einen Elektromotor antreiben kann und beim Autofahren keine lokalen Emissionen erzeugt. Der Wirkungsgrad von Brennstoffzellen ist deutlich höher als der von herkömmlichen Verbrennungsmotoren.

Ein weiterer Vorteil dieser Technologie liegt darin, dass sie gute Eigenschaften der Elektromobilität enthält, so z. B. die Fahreigenschaften und die geringen Geräuschemissionen sowie geringe Verbrauchswerte. Die Fahrzeuge lassen sich innerhalb weniger Minuten betanken und erzielen Reichweiten von bis zu 650 km. Gerade letzteres wird als wesentliches Kriterium zugunsten der Wasserstoffmobilität ins Feld geführt. Eingübte Gewohnheiten können beibehalten werden.

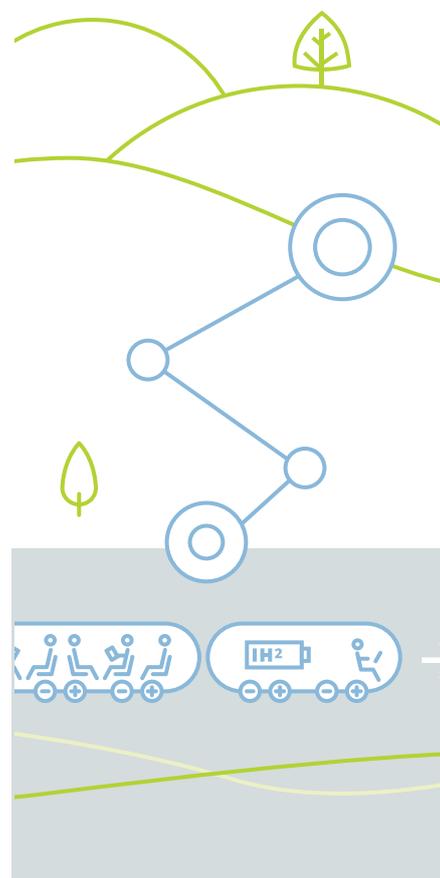
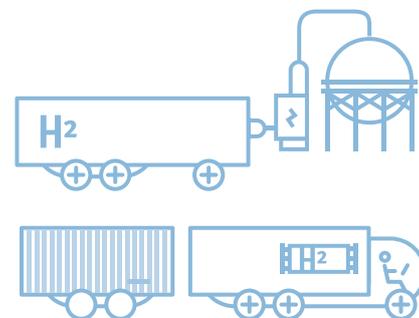
Doch insbesondere die Technik, um Wasserstoff herzustellen, ist sehr aufwendig und teuer. Es ist auch ungeklärt, mit welcher Energie Wasserstoff in großen Mengen aus Wasser hergestellt werden soll. Denn Wasserstoff, der in einer Brennstoffzelle elektrische Energie erzeugt, muss selbst erst gewonnen werden. Dazu ist Energie nötig. Aus Umweltsicht kommt nur regenerativ erzeugter Strom in Betracht, um sog. grünen Wasserstoff herzustellen. Ein umfangreiches Forschungsprogramm unter dem Namen HYPOS (Hydrogen Power Storage & Solutions East Germany) versucht unter anderem diese Frage zu beantworten. Wie schon im Kapitel „Klimabilanz“ bei der Gegenüberstellung der Kraftstoffe ersichtlich wurde, weist die Wasserstoffmobilität weitere Nachteile auf. Durch den deutlich schlechteren Wirkungsgrad zum rein batterieelektrischen Antrieb wird etwa die fünf-fache Menge an Energie benötigt und die Kraftstoffkosten liegen etwa viermal so hoch. Zudem müsste ein völlig neuartiges Tankstellennetz aufgebaut werden. In ganz Deutschland sind nach Angaben des Betreiberkonsortiums H2 Mobility derzeit 87 Wasserstofftankstellen in Betrieb, davon drei in Sachsen.

Die Bundesregierung plant, zusammen mit der Wirtschaft, bis 2025 400 Wasserstofftankstellen zu installieren. Dennoch ist abzuwarten, ob angesichts der aufwendigen Herstellung von Wasserstoff und der hohen Kosten für Infrastruktur und Brennstoffzelle die Technik marktfähig wird.

Schließlich ist noch der Markt des Pkw-Angebots zu beleuchten. Derzeit sind wenige Hersteller weltweit in der Lage, serienreife Wasserstofffahrzeuge anzubieten, Toyota produziert den Mirai, Hyundai den Nexo und den Kona in Kleinserien. Mercedes hat mit dem GLC F-Cell zwar ein erprobtes Fahrzeug, das aber kaum im freien Verkauf erhältlich ist. Außerdem wurde die Entwicklung und Produktion des Brennstoffzellen-Antriebs für das Pkw-Segment inzwischen eingestellt.

Voraussichtlich wird sich in absehbarer Zukunft der Einsatz von Brennstoffzellen auf zwei Anwendungsbereiche konzentrieren: großvolumige und schwere Fahrzeuge sowie Speicherung. So hat z.B. die Firma StreetScooter ein Brennstoffzellen-Fahrzeug unter dem Namen „H2 Panel Van“ entwickelt, das von DHL Express eingesetzt werden soll. Bisher ist die Auswahl alternativer Antriebe im Schwerlastverkehr überschaubar. Die Unternehmen Bosch und Nikola haben gemeinsam einen Brennstoffzellenantrieb für den Elektro-Schwerlast „Nikola Two Alpha“ entwickelt. Er soll laut Angaben der Hersteller neue Maßstäbe bei der Fahrzeugreichweite von bis zu 1.900 km setzen. Vor allem wegen der kurzen Betankungszeit und dem deutlich geringeren Gewicht gegenüber batteriebetriebenen Nutzfahrzeugen sind die Erwartungen für die Zukunft hoch. Zukünftig wird Wasserstoff nicht nur als erneuerbarer Kraftstoff, sondern auch in der Energiewirtschaft eine zunehmend wichtige Rolle spielen. Für die Speicherung der fluktuierenden Wind- und Sonnenenergie zeigt sich immer mehr, dass über Elektrolyse erzeugter Wasserstoff ein attraktiver Ansatz ist. Wasserstoff ist der optimale Speicher für große Energiemengen und kann vielfältig genutzt werden, nicht nur als Kraftstoff für den Schwerlastverkehr, sondern auch in anderen Bereichen wie Strom, Wärme und Industrie. Wasserstoff bietet damit Potenzial für die von der Politik gewünschte Sektorenkopplung.

Wie sich die Mobilität der Zukunft tatsächlich entwickeln wird, vermag niemand exakt vorherzusagen. Sehr viele Faktoren aus verschiedenen Fachrichtungen im In- und Ausland greifen ineinander. Dieser Dynamik versucht die vorliegende Broschüre durch eine Vielzahl an Verlinkungen und Tipps nachzukommen.



**Quelle:** „Brennstoffzellen- und Batteriefahrzeuge – Bedeutung für die Elektromobilität“, VDI/VDE-Studie, Mai 2019

**Quelle:** „Strategiepapier elektrische Pkws – aktueller Stand und zukünftige Entwicklung“, Prof. Dr.-Ing. Martin Doppelbauer, Karlsruher Institut für Technologie, Oktober 2019

**Quelle:** „Die Wahrheit über die Brennstoffzelle“, Auto, Motor und Sport, November 2019

# Abkürzungsverzeichnis

<b>AC</b>	Alternating Current: Wechselstrom
<b>BEV</b>	Battery Electric Vehicle: Batterieelektrisches Fahrzeug
<b>CNG</b>	Compressed Natural Gas: Erdgas
<b>CO<sub>2</sub></b>	Kohlendioxid
<b>DC</b>	Direct Current: Gleichstrom
<b>E-Fuels</b>	Flüssige oder gasförmige Kraftstoffe, die aus CO <sub>2</sub> und elektrischer Energie hergestellt werden
<b>EnWG</b>	Energiewirtschaftsgesetz
<b>EmoG</b>	Elektromobilitätsgesetz
<b>FCV</b>	Fuel Cell Electric Vehicle: mit Brennstoffzelle betriebenes Fahrzeug
<b>HAF</b>	Hochautomatisiertes Fahren
<b>HEV</b>	Hybrid Electric Vehicle: Hybridfahrzeug (ein Elektromotor und eine kleine Batterie können Energie beim Bremsen rekuperieren). Die Energiequelle ist aus- schließlich Benzin/Diesel oder Erdgas.
<b>ICEV</b>	Internal Combustion Engine Vehicle: verbrennungsmotorisch angetriebenes Fahrzeug
<b>LNG</b>	Liquified Natural Gas: verflüssigtes Erdgas
<b>LPG</b>	Liquified Petrol Gas: Flüssiggas
<b>MaaS</b>	Mobility as a Service: Mobilität als Dienstleistung
<b>NEFZ</b>	Neuer Europäischer Fahrzyklus
<b>NO<sub>x</sub></b>	Stickoxide bestehend aus NO und NO <sub>2</sub>
<b>NPE</b>	Nationale Plattform Elektromobilität
<b>NPM</b>	Nationale Plattform Zukunft der Mobilität
<b>ODM</b>	On Demand Mobility: Mobilität bei Bedarf
<b>PHEV</b>	Plug-in-Hybrid Electric Vehicle: 20–50 km Reichweite werden mit elektrischer Energie abgedeckt. Darüber hinaus Fahrzeug mit Flüssigkraftstoff.
<b>RDE</b>	Real Driving Emission: Reale Emissionen auf der Straße
<b>RFID</b>	Englisch Radio-Frequency Identification
<b>TCO</b>	Total Cost of Ownership: Gesamtbetriebskosten inklusive aller Nebenkosten
<b>WLTP</b>	Worldwide Harmonized Light Duty Testing Procedure: Emissions- und Verbrauchszyklus in der EU als Nachfolger des NEFZ

# Impressum

**Herausgeber:****Sächsische Energieagentur - SAENA GmbH**

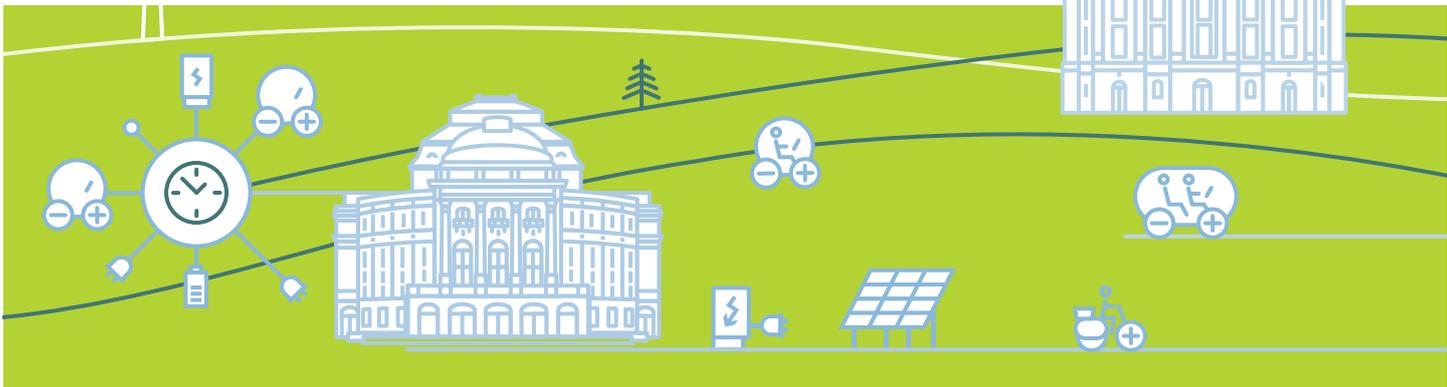
Pirnaische Straße 9, 01069 Dresden

**Telefon: 0351. 4910-3179****Telefax: 0351. 4910-3155****E-Mail: [info@saena.de](mailto:info@saena.de)****Autor und Konzeption:****Christoph von Radowitz | EcoLibro GmbH****Redaktion und inhaltliche Überarbeitung:****Sächsische Energieagentur - SAENA GmbH****visuelle Konzeption, Illustration und Gestaltung:****Studio Reduzieren | Paul Jokisch****[www.reduzieren.com](http://www.reduzieren.com)****Korrektorat:****Helge Pfannenschmidt | [www.textfokus.de](http://www.textfokus.de)****Stand: Dezember 2020**

ist ein Unternehmen des Freistaates Sachsen und der Sächsischen Aufbaubank - Förderbank - SAB. Die SAENA wurde 2007 mit dem Ziel gegründet, die Schonung der Ressourcen und die Erhaltung der Lebensgrundlagen für künftige Generationen durch aktiven Klimaschutz und die Steigerung der Energieeffizienz als Elemente der Daseinsvorsorge integrativ zu unterstützen.

Mit freundlicher Unterstützung der:





saena.de