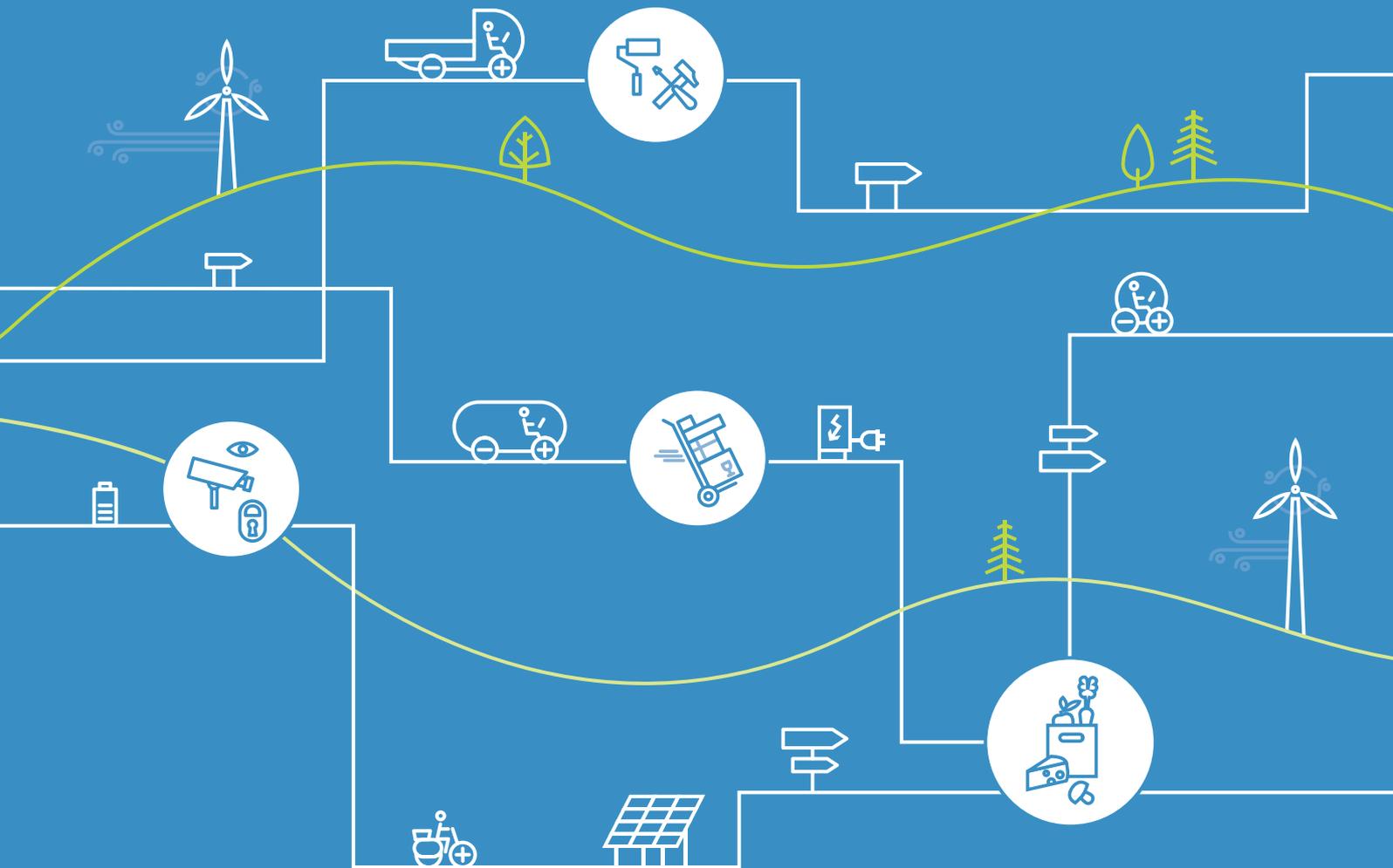


# Nachhaltige Mobilität für Unternehmen

Empfehlungen zum Einsatz von Elektromobilität



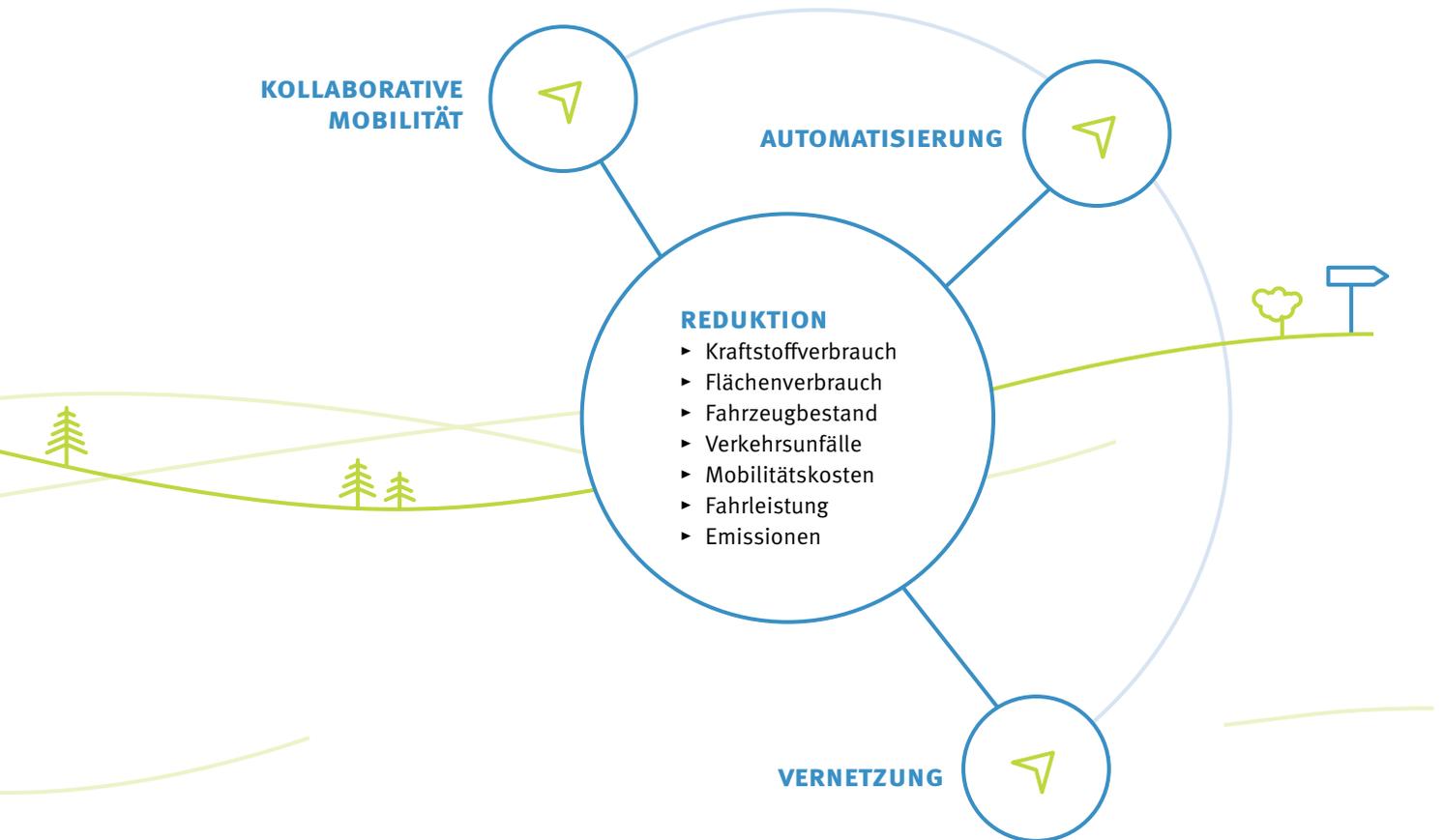
Nutzen Sie die Onlineversion der Broschüre!  
Hier können Sie die Inhalte in digitaler Form nachlesen, an Interessierte weiterleiten oder die Verlinkungen zur Vertiefung und Aktualisierung nutzen.

[www.thega.de/elektromobilitaet](http://www.thega.de/elektromobilitaet)



## Inhalt

<b>Mobilität im Wandel</b> .....	2	▶ <b>Wirtschaftlichkeit von Elektrofahrzeugen</b> .....	12	▶ <b>Dienstfahrzeuge mit Privatnutzung</b> .....	15
<b>Grundlagen der Mobilität</b> .....	4	▶ <b>Fördermittel und rechtliche Rahmenbedingungen</b> .....	13	▶ <b>Mobilitätsmanagement</b> .....	17
▶ <b>Mythen und Fakten der Elektromobilität</b> .....	4	▶ <b>Elektromobilitätsgesetz</b> .....	13	▶ <b>Ladeinfrastruktur für Beschäftigte</b> .....	18
▶ <b>Fahrzeugtypen und Verfügbarkeit</b> ....	6	▶ <b>Energiewirtschaftsrecht</b> .....	13	▶ <b>Einrichtung von Ladeinfrastruktur</b> ..	19
▶ <b>Ladekonzepte</b> .....	6	▶ <b>Ladesäulenverordnung</b> .....	14	▶ <b>Branchen mit hohem Potenzial für Elektromobilität</b> .....	19
▶ <b>Grundlagen Ladeinfrastruktur</b> .....	6	▶ <b>Eichrecht</b> .....	14		
▶ <b>Lastmanagement</b> .....	7	▶ <b>Einkommenssteuerrecht</b> .....	14	<b>Mobilität der Zukunft</b> .....	22
▶ <b>Öffentliches Laden</b> .....	8			▶ <b>Autonomes Fahren</b> .....	22
▶ <b>Ladezeiten</b> .....	9	<b>Betriebliches Mobilitätsmanagement</b> .....	15	▶ <b>Brennstoffzellen als alternative Fahrzeugkonzepte</b> .....	23
<b>Elektromobilität in der Praxis</b> .....	10	▶ <b>Bedarfsanalyse</b> .....	15		
▶ <b>Klimabilanz</b> .....	10	▶ <b>Fahrzeugpools / Corporate CarSharing</b> .....	15	<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	24
▶ <b>Kraftstoffe</b> .....	10				
▶ <b>Akkugröße</b> .....	11				



## Vorwort

### LIEBE UNTERNEHMERINNEN UND UNTERNEHMER, LIEBE LESERINNEN UND LESER,

die Welt verändert sich, sie verändert sich schnell. Da ist es im unternehmerischen Alltag nicht immer leicht, auf dem Laufenden zu bleiben. Mit dieser Broschüre erhalten Sie eine Einordnung, wie sich die Mobilität in der Zukunft entwickeln kann, sie gibt Ihnen Unterstützung bei Ihren unternehmerischen Entscheidungen.

Neben der Energiewende, die bereits in vollem Gange ist, muss der Verkehrssektor einen Beitrag leisten, um die Klimaziele des Übereinkommens von Paris aus dem Dezember 2015 zu

erreichen. Es gilt, Alternativen zu finden, wo sie möglich sind. Es geht darum, die Alternativen abzuwägen und ein ganzheitliches Bild zu entwickeln.

Die Entscheidungen werden über eine reine Fuhrparkbetrachtung hinausgehen müssen, denn die Digitalisierung eröffnet neue Perspektiven und Möglichkeiten. Der Grad der Automatisierung wird steigen, ebenso wie die Vernetzung von neuen Angeboten.

Neben einer Zusammenfassung der Grundlagen für eine nachhaltigere Mobilität und vielen praktischen Tipps soll diese Broschüre zu einer sachlichen Betrachtung der Elektromobilität beitragen. Technisch-organisatorische Gegebenheiten werden in einen Kontext

gestellt, um bedarfsweise Hilfestellung zu geben und neue Horizonte zu öffnen. Abschließend findet eine Einordnung zukünftiger Themenkomplexe statt, wie etwa „Autonomes Fahren“ und „Wasserstoff-Mobilität“ unsere zukünftige Mobilität beeinflussen werden. In beiden Feldern bietet Thüringen bereits jetzt gute Voraussetzungen. Diese gilt es weiter zu erforschen und auszubauen.

Die ThEGA verfügt über fundierte Kompetenzen auf diesem Gebiet. Zögern Sie nicht, uns direkt anzusprechen.

**Prof. Dr. Dieter Sell**  
Geschäftsführer der Thüringer Energie- und GreenTech-Agentur (ThEGA)



## Mobilität im Wandel

Jahrzehntlang 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 des Dieselskandals ist eine Diskussion über die Mobilitätswende in Gang gekommen und wird in den kommenden Jahren weiter an Dynamik gewinnen. Hauptursachen dafür sind die Digitalisierung und die Elektrifizierung der Fahrzeuge.

Längst wurde der Pkw als Statussymbol 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 ihre Nutzer, durch ein höheres Maß an Transparenz und bei der Suche nach dem jeweils besten Verkehrsmittel.

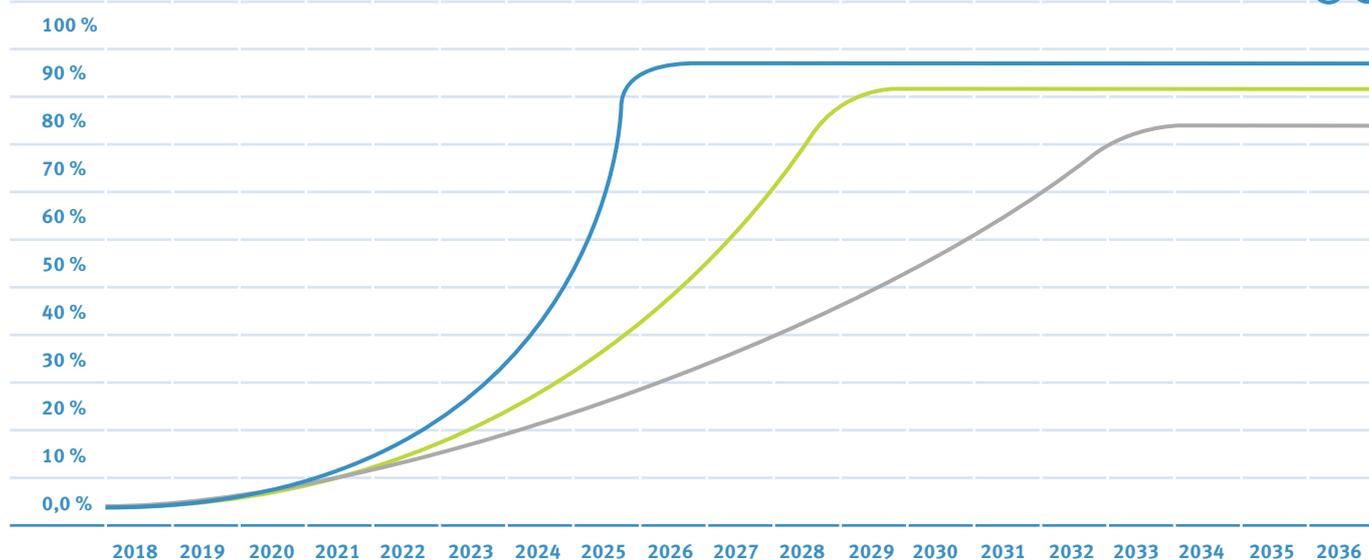
Die Mobilitätsbranche beginnt gerade, sich auf diesen Wandel einzustellen. Fast alle Autohersteller und Leasinggesellschaften stoßen mit ihren Angeboten im „Corporate-CarSharing“ in die gleiche Richtung vor. Die Deutsche Bahn – aber auch erste Newcomer wie z.B. ubeeqo – gehen noch weiter und bieten als Alternative zum großen 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 der Nutzer verbleiben, so kann dieser als Prämie 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 Thüringen zutrifft, 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 klar verfehlt. Es ist jedoch möglich, dass der Plan, bis 2030 mehr als sieben Millionen Elektrofahrzeuge zu erreichen, mit Verspätung 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 sowie einem Faktor von 1,8 im Durchschnitt der letzten sechs Jahre wurden die nachfolgenden Szenarien aufgestellt:



## Anteil Zulassungen E-Fahrzeuge PKW



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

Quelle: EcoLibro 2019

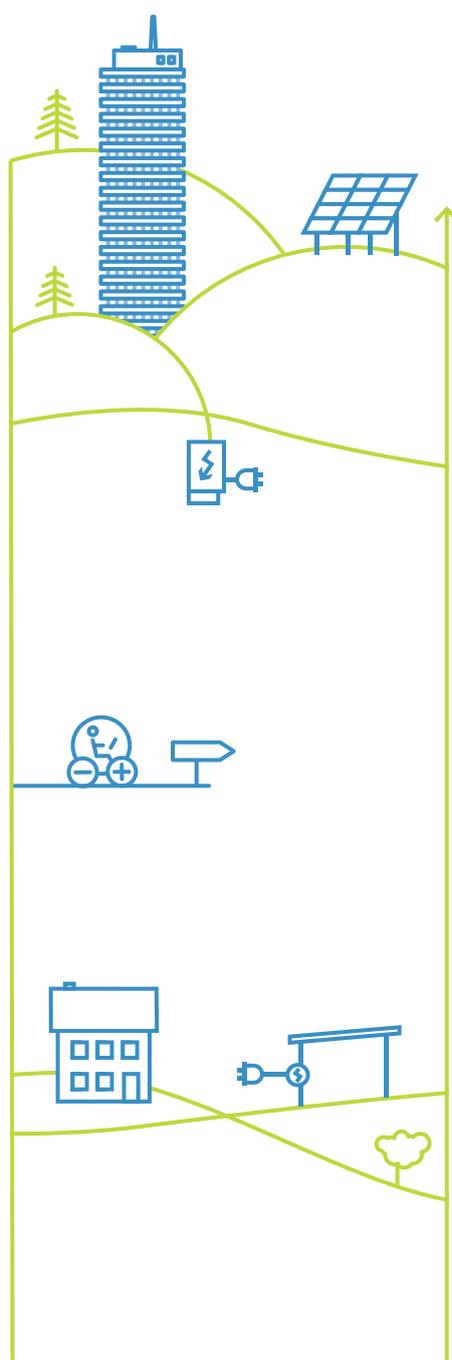
Bei einem „dynamischen“ (mittleren) Verlauf der Neuzulassungen mit einem Faktor von 1,4 könnten so im Jahr 2025 rund 27 % der neu zugelassenen Fahrzeuge einen Elektroantrieb besitzen. Dies wird auch durch die Prognose der Nationalen Plattform Elektromobilität (hier: progressiver Verlauf) gestützt.<sup>1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

Alle drei Kurven zeigen an, dass mit unterschiedlichen Steigerungsfaktoren ein erheblicher – und zum Teil frühzeitiger – Anteil an Elektrofahrzeugen zu verzeichnen sein wird.

**Fazit:** Nach gegenwärtigem Stand sind laut einer Studie von Joanneum Research aus dem September 2019 Gasfahrzeuge und kleine Dieselfahrzeuge (noch) auf Langstrecken CO<sub>2</sub>-ärmer als batterieelektrische Fahrzeuge. Denn auch Elektroautos, mit Brennstoffzellen oder eFuels angetriebene Fahrzeuge, also Verbraucher von aus Energie und CO<sub>2</sub> hergestellten Kraftstoffen, sind nicht CO<sub>2</sub>-neutral, wenn die Energie aus deutschem 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>

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

<sup>2</sup> Quelle: adac.de



### PRAXISBEISPIEL ASPHERICON



#### ALEXANDER W. ZSCHÄBITZ

Geschäftsführer  
Asphericon GmbH, Jena

„asphericon setzt auf Nachhaltigkeit und kombiniert Elektromobilität mit einer eigenen Photovoltaikanlage. Und das lohnt sich auch für die Mitarbeiter: Die E-Autos werden während der Arbeitszeit mit Solarstrom betankt und bringen die Angestellten nach Feierabend wieder nach Hause. Für unsere Gäste haben wir zudem mit den Kollegen der Stadtwerke eine der ersten öffentlichen Schnellladesäulen der Region eingerichtet. Diese liegt in unmittelbarer Nähe zur Autobahn A4 und ermöglicht das Aufladen in nur 30 Minuten.“

# 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. Bei einem Preis von 1,34 Euro pro Liter betragen die Energiekosten ca. 9,00 Euro. Dies entspricht einem Energieverbrauch (Hu) von ca. 60 kWh.

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. 19,00 Euro bzw. 0,27 Euro/kWh (inkl. 20 % Ladeverluste). Durch seine hohe Energieeffizienz verbraucht ein durchschnittliches BEV jedoch nur rund 15 kWh, wodurch die realen Kosten für diese Strecke bei ca. 4,05 Euro liegen.

## 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 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.

#### ThEGA 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, seriösen Studien verkraftet unser Stromnetz die Elektromobilität problemlos: So beträgt der jährliche Verbrauch an elektrischer Energie in Deutschland knapp 600 Terawattstunden (TWh). Ein E-Auto benötigt etwa 15 kWh für 100 km. Autos fahren im Durchschnitt 15.000 km im Jahr, d. h., sie benötigen hierfür  $150 \times 15 \text{ kWh} = 2250 \text{ kWh}$ . Selbst wenn eine Million Autos rein elektrisch fahren würden, liefe das auf einen Mehrverbrauch von rd. 2,25 TWh hinaus. Das sind nur 0,38 % Mehrbedarf!

Selbst 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, das sind 18 % 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 trägt dazu bei, dass die Ladezeit kein wirkliches Problem darstellt. Ein Elektrofahrzeug wird immer dann geladen, wenn es länger steht. Das sind nach einer jüngeren Studie 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 80 % der Batteriekapazität erlaubt.

### 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

<sup>3</sup> Quelle: „Mythbuster Elektroauto“, Swiss eMobility, c/o Mobilitätsakademie, Bern

Kraftstoff   9,86 kWh	Preis	Energieinhalt
1 kg Erdgas	0,947 €/kg	12,87 kWh
1 Liter Super	1,34 €/Liter	8,77 kWh
1 Liter Diesel	1,11 €/Liter	9,86 kWh
1 Liter Wasserstoff flüssig	9,50 €/Liter	2,36 kWh

Quelle: Kuchling, Taschenbuch der Physik

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.

im Durchschnitt weniger als 60 km am Tag mit dem Pkw zurückgelegt werden. So genügt ein vollgeladener Akku ohne Nachladen bis zu eine Woche. <sup>4</sup>

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 i. d. R. den Rettungskräften bekannt sind. Für den Ladevorgang gilt: Dieser kann bei jeder Witterung bedenkenlos vorgenommen werden.

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

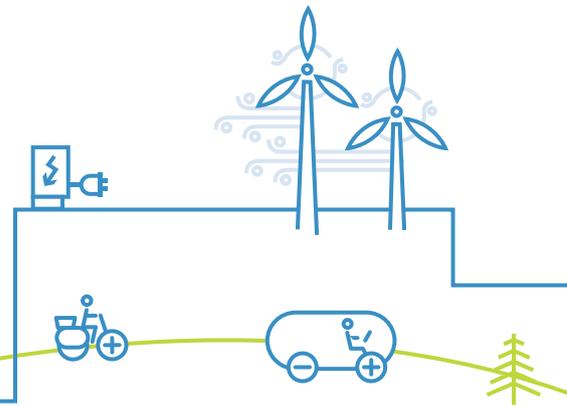
Elektroautos leisten einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz. Sie verursachen weniger CO<sub>2</sub> als vergleichbare Verbrennungsfahrzeuge. Im Fahrbetrieb gelten sie als „lokal emissionsfrei“, dennoch ist die Gewinnung des Stroms (nach deutschem Strommix mit etwa 40 % Ökostrom) mit CO<sub>2</sub> belastet. In den kommenden Jahren ist jedoch von 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. Ende 2019 gab es etwa 21.000 öffentliche Ladepunkte in Deutschland. Im Freistaat Thüringen sind es nach Angaben der Bundesnetzagentur (BNetzA) 630 frei zugängliche Ladepunkte. Die Tendenz verspricht einen weiteren Anstieg in den nächsten Jahren.



Etwas 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, bislang für die Automobilindustrie weniger relevante Perspektiven durch die Digitalisierung, Autonomes Fahren und das Infotainment während der Fahrt. Es entsteht ein Wettbewerb mit neuen Marktteilnehmern wie Apple oder Google, der für die deutsche Automobilindustrie neue Herausforderungen, aber auch neue Chancen bereit hält.

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

Die für E-Autos wichtigen Rohstoffe sind ausreichend vorhanden. Lithium und Kobalt, deren Vorkommen als Engpässe betrachtet werden, sind vor allem wegen ihrer Abbaumethoden in Verruf geraten – zu Recht. Andererseits werden Fehlentwicklungen der Mineralölproduktion und damit verbundene weltweite Konflikte kleingeredet. Beides gilt es zu bekämpfen und neue Lösungen zu suchen. In dieser noch jungen Disziplin der Automobilproduktion wird an der Entwicklung der Batterietechnik und an alternativen Materialien intensiv geforscht, sodass z. B. der Kobaltanteil mittelfristig um die Hälfte reduziert werden kann. Hinzu kommt, dass die Recyclingquote wertvoller Metalle bei über 90 % liegt.

Quelle: MiD 2017

## Fahrzeugtypen und Verfügbarkeit

Spätestens seit dem VW-Abgasskandal 2015 und der Diskussion über Fahrverbote ist der Markt für Elektrofahrzeuge spürbar in Bewegung gekommen.

Derzeit stehen in Deutschland rund 50 rein elektrisch angetriebene Fahrzeugmodelle sowie über 30 Plug-in-Hybride von verschiedenen Herstellern als Serienfahrzeuge zur Verfügung.

### AB 2020 WIRD EIN SIGNIFIKANTER UMSCHWUNG AUCH BEI DEN DEUTSCHEN MARKENHERSTELLERN ERWARTET:

⊕ 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. 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.

⊕ Auch 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 kommen soll, und Grandland X sind elektrische Ausführungen des Kompakt-SUV Mokka X sowie des Kleintransporters Vivaro geplant.

Unter den asiatischen Anbietern haben sich schon sehr frühzeitig Hersteller wie Toyota (vorrangig Hybrid-Modelle), Nissan, Hyundai, Kia profiliert. In Europa waren dies zunächst 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 zwischen 300 und 400 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 erwartet.

### TheEGA Tipp

Laufend aktualisierte Informationen über Herstellerangaben und tatsächlich vom ADAC ermittelte Reichweiten sowie Grundpreise und weitere technische Angaben finden Sie hier: [adac.de](http://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 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 startet eine vollelektrische Version des Citroën Jumpy und des Citroën Jumper. 2021 folgt die Elektro-Variante des neuen Berlingo. Bei den Kleintransportern stehen 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.) in den Startlöchern. Nicht zu vergessen sind die elektrischen Fahrzeuge, die aus China auf den europäischen Markt drängen werden.

## weiterführende Informationen

▶ [handwerk-magazin.de](http://handwerk-magazin.de)

## Ladekonzepte

### GRUNDLAGEN LADEINFRASTRUKTUR

Für die Versorgung von Elektrofahrzeugen mit elektrischer Energie stehen verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung: Beim Laden mit Wechselstrom (AC-Laden) wird das Fahrzeug mit dem ein- bzw. dreiphasigen 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, sodass sie erst in der Zukunft großflächig verfügbar sein wird.

### TheEGA Tipp

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



# ISO 15118 als einheitliche Kommunikation für alle Ladetechnologien

## AC-Laden

## DC-Laden



**Haushaltssteckdose**  
 einphasig bis zu 3,7 kW Ladeleistung  
 Zum Laden wird ein Mode-2-Ladekabel oder eine mobile Ladestation benötigt.



**CEE-Steckdose einphasig**  
 (Camping 3,7 kW)  
**dreiphasig (CEE16, 11 kW) (CEE32, 22 kW)**  
 Zum Laden an Industriesteckdosen wird eine mobile Ladestation benötigt.



**Typ-1-Stecker einphasig bis zu 7,4 kW Ladeleistung**  
 Zum Laden wird ein Mode-3-Ladekabel z. B. für Nissan Leaf, Kia Soul EV benötigt.



**Typ-2-Stecker dreiphasig bis zu 22 kW Ladeleistung**  
 Zum Laden wird ein Mode-3-Ladekabel z. B. für BMW i3, Tesla Model S benötigt.



**CHAdeMO-Stecker bis zu 100 kW Ladeleistung**  
 Dieser Stecker findet vermehrt bei asiatischen Fahrzeugen, z. B. Nissan Leaf, Mitsubishi Outlander PHEV, Anwendung.



**CCS-Stecker (Combo2) bis zu 200 kW Ladeleistung**  
 (zukünftig bis zu 350 kW)  
**europäischer Standard**, Basis ist ein Typ-2-Stecker – die DC-Ladung erfolgt über zwei zusätzliche Kontakte.



**Tesla Supercharger bis zu 120 kW Ladeleistung**  
 ausschließlich für Fahrzeuge von Tesla (Model S, Model X), Abwandlung des üblichen Typ-2-Steckers.



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

### A | Im Privatbereich

**Leistung Wechselstromladen 2,3 bis 3,7 kW**  
 (230 V, 10 bzw. 16 A, 1 Phase)

**Infrastruktur einfache Haushaltssteckdosen**  
 (Schuko) oder Industriestecker (CEE)

**Ladezeit ca. 8 bis 16 Stunden**  
 (Vollladung, je nach Leistung der Batterie)

**Einsatzbereiche privater Stellplatz, Carport oder Garage**

### B | Im privaten, (halb-) öffentlichen Bereich (Privatgrundstücke mit öffentlichem Zugang)

**Leistung Wechselstromladen bis zu 22 kW**  
 (400 V, 32 A, 3 Phasen)

**Infrastruktur Wallboxen, Ladesäulen mit spezifischem Ladestecker Typ 2**  
 (auch induktives Laden, derzeit jedoch nur im Testbetrieb verfügbar)

**Ladezeit ca. 2 bis 4 Stunden**  
 (Vollladung, je nach Leistung der Batterie)

**Einsatzbereiche** Unternehmensflotten, öffentliche Stellplätze, wie z. B. Parkplätze oder Straßenrand, halböffentliche Stellplätze, wie z. B. Kundenparkplätze von Restaurants und Geschäften oder Parkhäusern

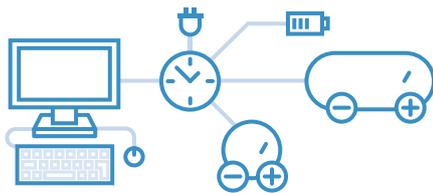
### C | Im öffentlichen Bereich

**Leistung Gleichstromladen ab 50 kW**  
 (500 V, 125 A und höher)

**Infrastruktur Spezielle Schnellladestationen**  
 (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)

**Ladezeit bis unter 30 Minuten**  
 (Vollladung, je nach Leistung der Batterie)

**Einsatzbereiche Stromtankstellen**



### LASTMANAGEMENT

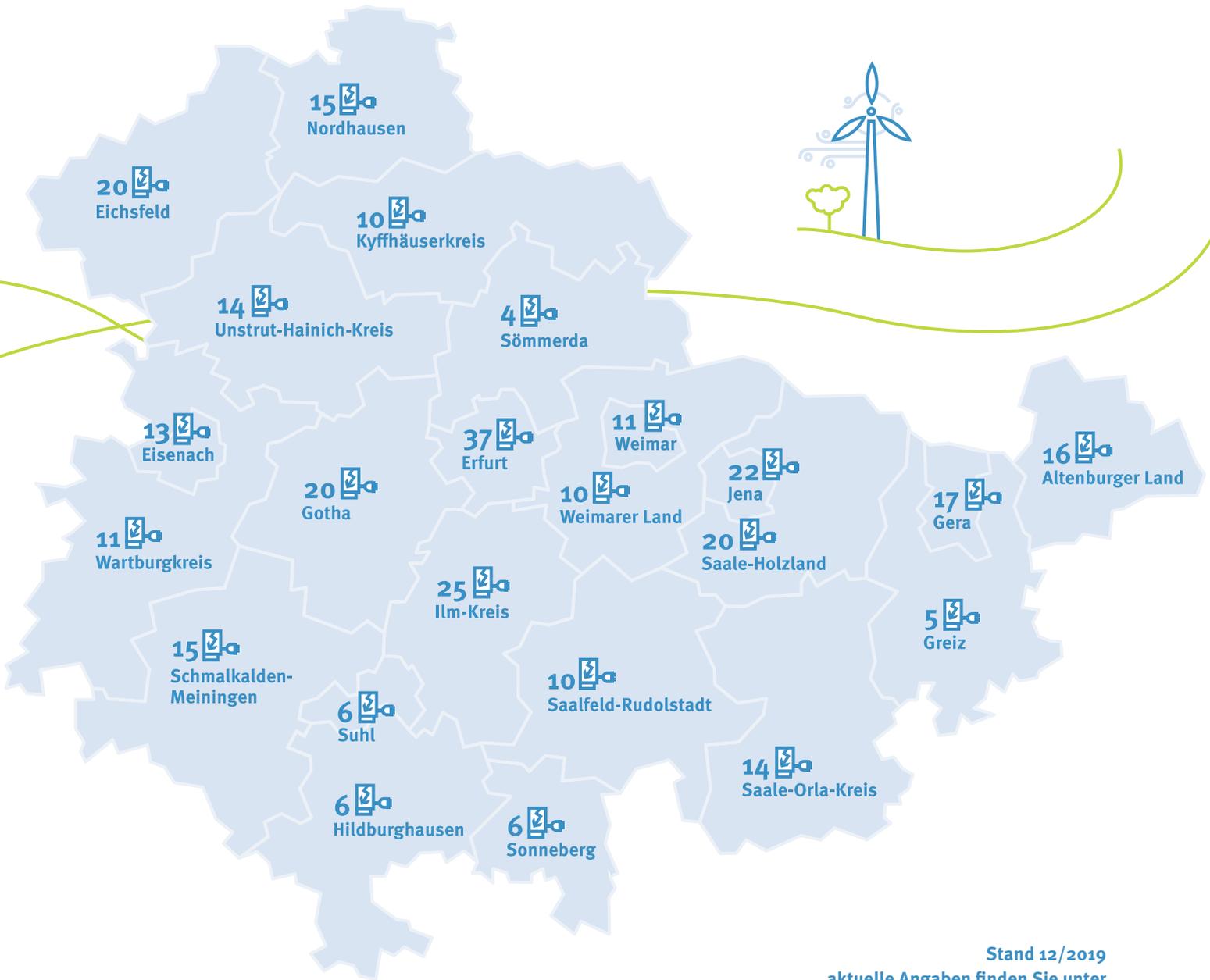
In Deutschland verkehren derzeit etwa 200.000 batterieelektrische und Plug-in-Fahrzeuge. Mit der heutigen Netzstruktur könnten nach Angaben der Energieversorger etwa 13 Millionen Elektroautos geladen werden. Das entspricht einem Anteil von ca. 30 % aller Autos. In Ballungsgebieten seien bei konzentrierten 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.

### TheEGA 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).



**Gesamt: 327 öffentlich zugängliche Ladesäulen**

Stand 12/2019  
aktuelle Angaben finden Sie unter  
[www.bundesnetzagentur.de](http://www.bundesnetzagentur.de)

### ÖFFENTLICHES LADEN

Um das Ziel von einer Million Elektrofahrzeugen zu erreichen, ist laut Fortschrittsbericht der Nationalen Plattform Elektromobilität (NPE) 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 waren Ende 2019 in Deutschland ca. 10.858 und in Thüringen 327

Ladesäulen offiziell registriert. Weitere, überwiegend privat installierte, nicht registrierungspflichtige Infrastruktur wird nicht erfasst, erhöht den Bestand jedoch erheblich.

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

1. [bundesnetzagentur.de](http://bundesnetzagentur.de)
2. [goingelectric.de/stromtankstellen/](http://goingelectric.de/stromtankstellen/)
3. [intercharge.eu](http://intercharge.eu)
4. [my.newmotion.com](http://my.newmotion.com)
5. [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 an dem jeweiligen Ladepunkt. Die Abrechnung erfolgt in der Regel über eine Rechnung oder durch zeitlich befristete Prepaid-Karten. Weitere Technologien sind die Abrechnung über Smartphone-Apps oder mobile Zähler im Ladekabel:

1. [ladenetz.de](http://ladenetz.de)
2. [chargenow.com](http://chargenow.com)
3. [www.plugsurfing.com/de/](http://www.plugsurfing.com/de/)
4. [my.newmotion.com](http://my.newmotion.com)
5. [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 Schnell-Ladesäulen 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 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>	
								<b>Ladeleistung kW</b>



## PRAXISBEISPIEL THÜRINGER HOF



### ANNETTE KRUMREY Direktorin, Vienna House Thüringer Hof, Eisenach

„Das Konzept ‚Laden im Schlaf‘ ist für die zeitnahe Umsetzung der Elektromobilität alternativlos. Die Aufstellung von Ladesäulen ist deshalb nicht allein als Gästeservice zu sehen, sondern vielmehr als Willensbekundung unseres Hauses zum nachhaltigen Wirtschaften. Durch ein vernünftiges Lademanagement lassen sich sogar in Kombination mit einer kulanten Nutzung der Säulen wirtschaftliche Risiken vermeiden. Im Interesse unserer Gäste ein klares JA zum Ausbau der Ladeinfrastruktur in der Hotellerie!“

# Elektromobilität in der Praxis

## Energieträger im deutschen Vergleich



	Gesamtbewertung	Mehrkosten Fahrzeug	Infrastruktur	Kraftstoffkosten für 100 km ohne Steuern	Energieeinsatz	Lokal emissionsfrei	CO2-Einsparpotenzial
<b>Benzin</b>	♥ CO2-Emissionen	gleich	↑ vorhanden	3,00 €	↑ gering	♥ nein	♥ 0 %
<b>Diesel</b>	♥ CO2-Emissionen	gleich	↑ vorhanden	2,50 €	↑ gering	♥ nein	♥ 0 %
<b>Erdgas CNG</b>	♥ CO2	2000,- €	➔ vorhanden Ausbau nötig	2,40 €	↑ gering	➔ quasi	♥ 0 %
<b>Erdgas LNG</b>	♥ CO2-Kosten	3000,- €	4,5 Milliarden € für Tankstellen	2,40 €	↑ gering	➔ quasi	♥ 0 %
<b>LPG</b>	♥ CO2	1000,- €	➔ vorhanden Ausbau nötig	3,00 €	↑ gering	➔ quasi	♥ 0 %
<b>Strom</b>	➔ Initialkosten TCO ok	5000,- €	➔ Infrastruktur vorhanden Ausbau nötig	3,50 €	↑ gering	↑ ja	↑ 100 %
<b>Wasserstoff</b>	♥ Kosten Energie	> 10.000,- €	♥ 5 Milliarden € für Tankstellen	12,40 €	♥ 5 x > Strom	↑ ja	↑ 100 %
<b>Biokraftstoff</b>	♥ Land	gleich	↑ vorhanden	4,20 €	➔ gering	♥ nein	↑ 40 %
<b>eFuels</b>	♥ Kosten Energie	gleich	➔ umbauar	12,50 €	♥ 5 x > Strom	➔ quasi	↑ 100 %

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

Elektrofahrzeuge sind 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 in Kombination von Elektrofahrzeugen mit Strom aus erneuerbaren Energiequellen würde es in der Nutzungsphase zu einer Energiebilanz ganz ohne CO<sub>2</sub> und weitestgehend ohne Schadstoffausstoß führen.

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 einen größeren Vorteil auf, vor allem wegen der Energiewende im Strombereich. Der Vorteil wächst auf 32 bis 40 %, und das obwohl auch die Verbrenner-Typen bis dahin effizienter werden. <sup>5</sup>

Über ein Fahrzeugleben hinweg liegen Elektroautos bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen unterhalb ihrer mit fossilen Kraftstoffen betriebenen Pendant. 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 gesellschaftlicher Konsens, 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: Sollten 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

📄 <sup>5</sup> Quelle: BMU, 01-2019

Fernbusse, schwere LKW, Schifffahrt und Schienenverkehr, wo Elektroantriebe auf Langstrecken technisch ausscheiden, vorbehalten bleiben.

Eine Rechnung der Wirtschaftswoche, die mit den Mittelwerten dieser Studien arbeitet, ergibt ebenfalls eine eindeutige Aussage: Bereits nach etwa drei Jahren oder 45.000 Kilometern fahren E-Autos insgesamt klimafreundlicher als Diesel oder Benziner. Danach wird die Ökobilanz nicht mehr belastet.<sup>6</sup>

<sup>6</sup> Quelle: WIWO, High Voltage, 11/2019



### weiterführende Informationen

- ▶ Forschungsstelle für Energiewirtschaft e. V. | [ffe.de](http://ffe.de)
- ▶ Fraunhofer ISI | [isi.fraunhofer.de](http://isi.fraunhofer.de)
- ▶ Agora Verkehrswende | [agora-verkehrswende.de](http://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 verbraucht 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>-armem 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 die dreifache Reichweite der durchschnittlichen Laufleistung eines Pkw in Deutschland von ca. 60 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 Benziner bereits ab knapp 40.000 km einen Klimavorteil hat. Daraus ergibt sich bei einer Lebenslaufleistung von 100.000 km ein Klimavorteil von insgesamt 29 %.

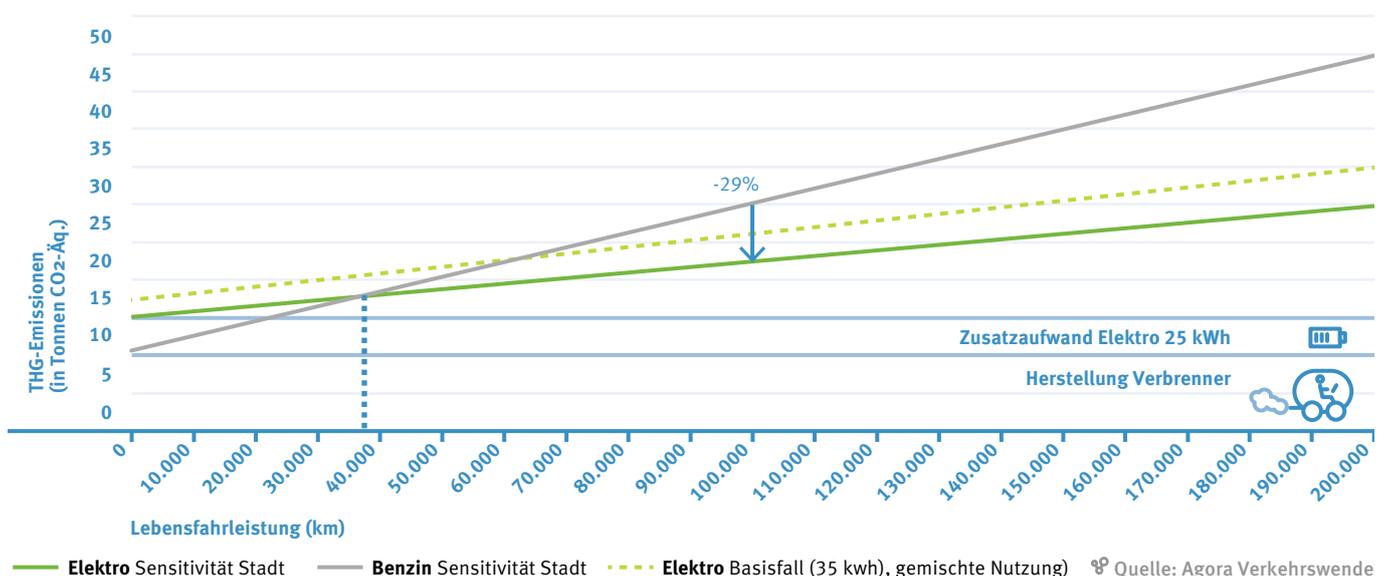
**Fazit:** Im städtischen Einsatz erreicht ein Elektrofahrzeug einen Klimavorteil bereits nach rund 3,5 Jahren, wenn die durchschnittliche Laufleistung eines Pkw von rund 50 km pro Tag zugrunde gelegt wird.

### weiterführende Informationen

- ▶ [ifeu-institut.de](http://ifeu-institut.de): Umweltbilanzen Elektromobilität
- ▶ [Elektromobilität – Faktencheck des Ökoinstituts](http://elektromobilitaet-faktencheck.de)



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



## 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. Die nebenstehende Grafik zeigt, wie sich die Kosten je kWh in den letzten Jahren entwickelt haben. 2016 lagen sie noch bei ca. 225,00 Euro je kWh, aktuell 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).

Quelle: teslarati.com

## Entwicklung Batteriekosten | in Euro/kWh

2016	2017	2018	2019	2020	2022
225	171	149	105	84	75
	-24%	-13%	-30%	-20%	-6%
Ist Batteriekosten			Prognose		

Quelle: Horváth AG

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 des Dieselskandals und der aktuellen Diskussion um Fahrverbote sehr stark sinken. Vergleichbare Effekte sind in den kommenden Jahren auch bei Benzinfahrzeugen zu erwarten. 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, Abgassystem u. a., regelmäßige Wartungsarbeiten wie z. B. Öl- und Keilriemenwechsel etc. entfallen ganz.

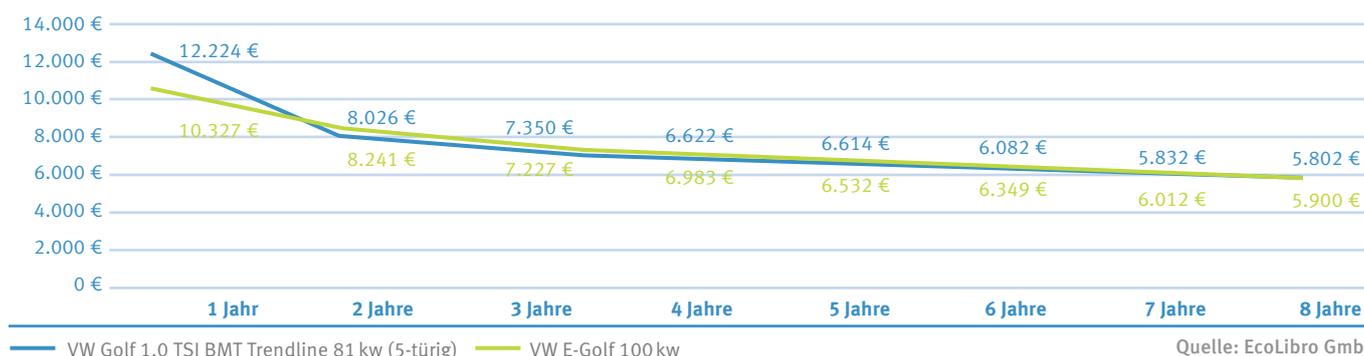
Zudem sind Elektrofahrzeuge, die bis Ende 2020 zugelassen werden, für 10 Jahre steuerbefreit.

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 wirkt sich bei der Beschaffung von Elektrofahrzeugen durch Privatpersonen und Unternehmen zudem der Umweltbonus der Bundesregierung 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.

## Gesamtkosten pro Jahr bezogen auf die Haltedauer



## Fördermittel und rechtliche Rahmenbedingungen

Seit 2016 fördert der Bund den Kauf von elektrisch betriebenen Fahrzeugen – besser bekannt unter dem Namen „Umweltbonus“. Kürzlich wurde das Programm verlängert. Bis 2030 will die Bundesregierung sieben bis zehn Millionen Elektrofahrzeuge auf deutsche Straßen bringen und den Verkauf von umweltfreundlichen Autos fördern. So soll die staatliche Kaufprämie für Autos mit alternativen Antrieben verlängert werden. Für günstige Autos unter 40.000 Euro soll die Kaufprämie sogar noch angehoben werden. Eine Milliarde Euro will die Bundesregierung in Batteriezellenforschung investieren, um effizientere und leistungsstärkere Batterien zu entwickeln. Weiterhin sollen Elektroautos bis 2025 steuerfrei bleiben. Außerdem soll sich die Kfz-Steuer künftig stärker an den CO<sub>2</sub>-Emissionen eines Autos ausrichten. Bisher 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-Fahrzeuges 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 Elektro-Dienstwagen unter 40.000 Euro sollen es künftig nur noch 0,25 % sein.

Darüber hinaus wurde festgelegt, dass in den kommenden zwei Jahren 50.000 neue öffentliche Ladepunkte entstehen sollen. Langfristig, bis 2030, sollen eine Million öffentliche Ladepunkte geschaffen werden.



Um dauerhaft auf dem Laufenden zu bleiben, abonnieren Sie den regelmäßigen Newsletter mit allen aktuellen Förderaufrufen des Bundes : [now-gmbh.de/de/service/infoservice](http://now-gmbh.de/de/service/infoservice)

### weiterführende Informationen

#### ÜBER DAS GESAMTE KLIMAPAKET SOWIE EINZELNE RICHTLINIEN:

- ▶ Regelungen zum Umweltbonus [www.bafa.de](http://www.bafa.de)
- ▶ Stellungnahme der Bundesregierung [www.bundesregierung.de](http://www.bundesregierung.de)
- ▶ Förderfähige Fahrzeuge [www.bafa.de](http://www.bafa.de)

Das Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz fördert darüber hinaus mit dem Programm „E-Mobil Invest“ bis Ende 2021 den Kauf von Elektrofahrzeugen, die Umrüstung von Nutzfahrzeugen auf E-Antrieb sowie die Installation öffentlicher Ladesäulen. Eine überarbeitete Förderrichtlinie kombiniert etablierte und neue Förderinstrumente für Elektromobilität. Neben gemeinnützigen Vereinen und kommunalen Unternehmen mit mindestens 25 % kommunaler Beteiligung und eigener Rechtspersönlichkeit werden auch Wohnungsbaugesellschaften bei der Anschaffung von Elektrofahrzeugen und Ladepunkten unterstützt. Über das Programm wird der Einstieg in die Elektromobilität jährlich mit bis zu 385.000 Euro gefördert.

### weiterführende Informationen

#### THÜRINGER FÖRDERPROGRAMME:

- ▶ Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz [umwelt.thueringen.de](http://umwelt.thueringen.de)
- ▶ TMWWDG Förderprogramm „Elektromobilität Thüringen“ [wirtschaft.thueringen.de](http://wirtschaft.thueringen.de)

Abschließend sei die Förderdatenbank des Bundes und des Landes 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.

### weiterführende Informationen

#### FÖRDERDATENBANK DES BUNDES/LANDES:

- ▶ [foerderdatenbank.de](http://foerderdatenbank.de)
- ▶ [aufbaubank.de/foerderprogramme](http://aufbaubank.thueringen.de/foerderprogramme)

#### 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 erlassenen Rechtsverordnungen nutzen, um entsprechende Bevorrechtigungen einzuräumen

#### ENERGIEWIRTSCHAFTSRECHT

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.

## LADESÄULENVERORDNUNG

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 sind 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.

## 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 Verbraucher gegenüber Handel und Gewerbe zu stärken und den Wettbewerb zu fördern.

## EINKOMMENSTEUERRECHT

### Dienstwagenbesteuerung

Im Rahmen der pauschalen Versteuerung des geldwerten Vorteils für die private Nutzung von Dienstwagen (früher: 1 %-Regel für alle Fahrzeuge/ derzeit: 0,5 %-Regel für Elektro- und Plug-in-Hybrid-Fahrzeuge/künftig: 0,25 %-Regel für elektrifizierte Fahrzeuge mit einem Listenpreis unter 40.000 Euro) 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 Fahrzeugbatterie 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 Zuhause 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

### EWA ALTENBURG



### ALEXANDER BRÄUNLICH

Fachbereich Energiedienste,  
Energie- und Wasserversorgung  
Altenburg GmbH

„Aufgrund der weiteren Förderung der E-Mobilität durch die Bundesregierung erwarten wir einen Zuwachs an E-Autos und damit verbundener Ladeinfrastruktur. Hierfür gilt es strategisch weitere Ladestandorte in richtiger Dimensionierung flächendeckend zu positionieren.“

Die EWA verfügt über sieben Elektrofahrzeuge, die mit 100 % Ökostrom geladen werden. Das gewonnene Know-how bietet die EWA interessierten Unternehmen in Altenburg und Umgebung an.

Foto: Jens Paul Taubert

## weiterführende Informationen



- ▶ Elektromobilitätsgesetz [gesetze-im-internet.de](https://www.gesetze-im-internet.de)
- ▶ Energierechtliche Einordnung der Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge [saena.de](https://www.saena.de)
- ▶ Ladesäulenverordnung BMWI [bmwi.de](https://www.bmw.de)
- ▶ Ladesäulenverordnung Bundesnetzagentur zur Registrierung [bundesnetzagentur.de](https://www.bundesnetzagentur.de)
- ▶ Dienstwagenbesteuerung [haufe.de](https://www.haufe.de)
- ▶ Lohnsteuervorteile [bundesfinanzministerium.de](https://www.bundesfinanzministerium.de)



## 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, gibt es oft (noch) kein Elektrofahrzeug, das mit dem vorhandenen konventionellen Fahrzeug in Klasse, Ausstattung und Kosten vergleichbar ist,
- ▶ bei privater Nutzung und Abwesenheit vom Arbeitsplatz muss im Regelfall ein Ladepunkt am Wohnort der Mitarbeiter vorhanden sein oder geschaffen werden.

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

- ▶ Analyse des dienstlichen und privaten Mobilitätsprofils der jeweiligen Nutzer
- ▶ 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

In diesem Zusammenhang gilt es, unternehmensintern kritisch zu hinterfragen, ob und wie betriebliche Abläufe künftig so organisiert werden, 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 viel 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.



## PRAXISBEISPIEL SWG OBERHOF

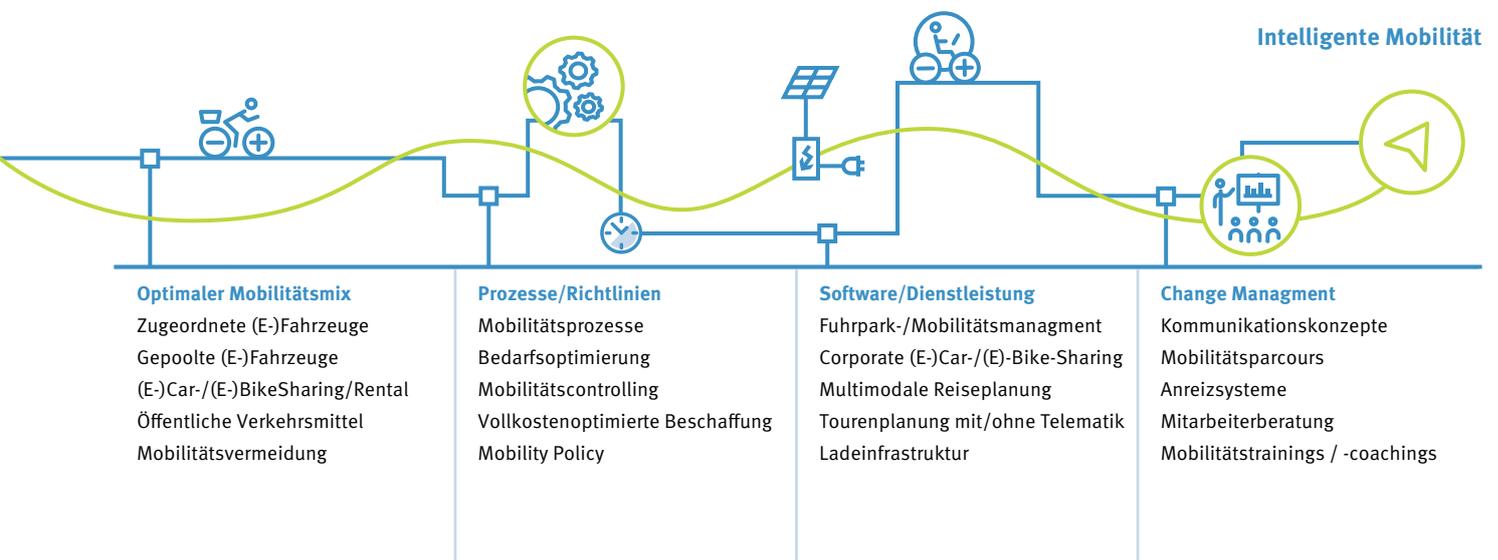


### JÖRG HERRNKIND

Geschäftsführer

SWG Oberhof GmbH, Oberhof

Die Mitarbeiter der SWG, die mit Hausmeisterarbeiten und Außenanlagenpflege beschäftigt sind, benötigten ein Fahrzeug mit Laderaum und fünf Sitzplätzen. Da die täglichen Fahrtstrecken die Nutzung eines rein elektrisch betriebenen Fahrzeuges ermöglichen (weniger als 50 km) und wir etwas für die Luftqualitätsverbesserung in unserem Kurort Oberhof tun wollten, ist die Nutzung eines elektrisch betriebenen Kleintransporters mit fünf Sitzplätzen ideal. Der geräuschlose Antrieb wird die Lebensqualität unserer Mieter zusätzlich verbessern.



Mit gezielten Informationen und Anreizen kann ein klimafreundliches Mobilitätsverhalten der Beschäftigten weiter unterstützt werden.

## 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 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 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 Mitarbeiter 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 Mitarbeiter,
- ▶ Veranstaltung von Mobilitätstagen und Mitarbeiterberatung,
- ▶ Einführung von Parkraumbewirtschaftung,
- ▶ betriebsübergreifende Maßnahmen zur Verbesserung der Erreichbarkeit von Gewerbegebieten
- ▶ u. v. a. m.

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 ThEGA einzuholen.



## PRAXISBEISPIEL FCT INGENIEUR- KERAMIK



### ANDREAS GOLLER

Geschäftsführer/FCT Ingenieurkeramik GmbH, Frankenblick  
Wir bei der FCT Ingenieurkeramik GmbH in Südthüringen sind durch die Nutzung von vier vollelektrischen Fahrzeugen von dem Konzept Elektromobilität überzeugt! Kurze Distanzen zwischen den Standorten, Gütertransport im Nahbereich von 50 km, aber auch lange Geschäftsreisen über mehrere hundert Kilometer meistern wir seit drei Jahren mit vollelektrischen Fahrzeugen. Besonders positiv fallen uns extrem niedrige Wartungs- und Verschleißkosten der Fahrzeuge auf. Unsere Mitarbeiter haben sich an das „etwas andere Autofahren“ gewöhnt und sind begeistert davon. Es ist uns gelungen drei öffentlich zugängliche Ladestationen im Landkreis Sonneberg zu errichten und damit Pionierarbeit zu leisten. Der Freistaat Thüringen hat uns hierbei unterstützt. Im Sinne der aktuellen CO<sub>2</sub>-Diskussion sind wir auf diese Errungenschaften durchaus stolz.

## weiterführende Informationen



### BETRIEBLICHE MOBILITÄTSKONZEPTE:

- ▶ Beispiele Erfurter Unternehmen
  - 🌐 [erfurt.de](http://erfurt.de)
- ▶ „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)

Exemplarisch für den ländlichen Raum kombiniert das Angebot von Regio-Mobil die Elektromobilität, Fahrgemeinschaften und CarSharing miteinander und verschafft so dem Arbeitnehmer und dem Arbeitgeber einige Vorteile. Dabei vermietet der externe Dienstleister Elektrofahrzeuge (z. B. Renault Kangoo Z. E., Nissan e-NV 200) an Fahrgemeinschaften. Jeder Mitfahrer bezahlt nur einen Anteil des insgesamt fälligen Mietpreises. Somit muss kein Mitglied der bezahlten Fahrgemeinschaft in Vorleistung treten und durch Umlage seine Kosten von den Mitfahrern wieder zurückerlangen. Der Besitz eines vorrangig für den Arbeitsweg genutzten (Zweit-)Wagens ist nicht mehr erforderlich. Vor, während und nach der Arbeit sowie am Wochenende werden die Fahrzeuge zusätzlich an andere Kunden vermietet. Durch die insgesamt intensive Nutzung erreichen sie damit sehr günstige Kilometerkosten. Der Arbeitgeber unterstützt lediglich bei der Organisation der Fahrgemeinschaften. Durch dieses Modell können sich die jährlichen Kosten der Beschäftigten bei früher vorrangiger Nutzung des Pkw für den Arbeitsweg wie folgt reduzieren: im Vergleich zur Alleinfahrt um ca. 75 %, bzw. im Vergleich zur privaten Dreier-Fahrgemeinschaft um ca. 67 %.

In Thüringen gibt es bereits elf Standorte dieser Art und es werden nach und nach mehr.

## weiterführende Informationen



### BEISPIEL:

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

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



### BEISPIEL:

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

### 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 500 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 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.



### PRAXISBEISPIEL LEBENSILFHE ERFURT



#### KATI ROHLING

Vorstand der Lebenshilfe, Erfurt

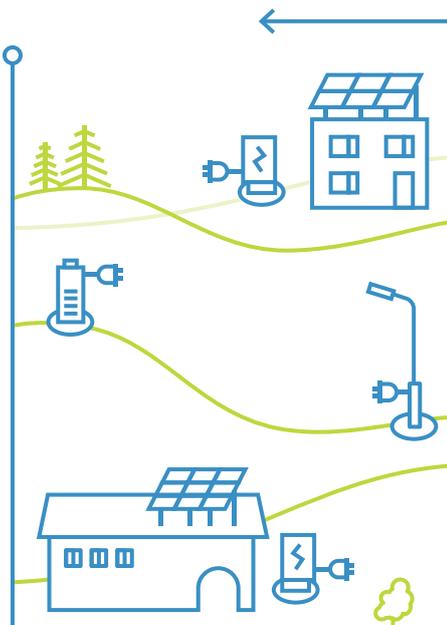
„Es ist cool mit einem Elektroauto zu fahren, weil es leise ist und auffällt. Und dabei habe ich ein gutes Gefühl, weil ich ökologisch unterwegs bin. Seit ich mein Elektroauto habe, bin ich nachhaltiger unterwegs.“ Die Lebenshilfe Erfurt ist von der Einsatzfähigkeit der Elektromobilität überzeugt. Sie hat ca. 20 Fahrzeuge einschließlich Pedelecs im täglichen Einsatz und hat dafür eine eigene Ladeinfrastruktur aufgebaut.

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 50–350 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 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-) Einsatzprofil? (Tagesreichweiten und Verfügbarkeit)
- ▶ 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 Street-Scooter 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 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
	<b>Wach- und Sicherheitsdienste</b> Zuverlässigkeit: Stetig und spontan wechselnd ▶ Überwiegend lokal mobil ▶ Touren im festgelegten Verlauf, Rhythmus und Zeitrahmen ▶ Pendelverkehre zwischen mehreren Standorten mit größeren zeitlichen Unterbrechungen	▶ Analyse der Mobilitätsprofile ▶ ggf. Bildung von Elektro- und konventionellen Touren	<b>Standard:</b> Mittelschnelles Laden auf dem Betriebsgelände	<b>sehr hoch</b> 
	<b>Handwerk und handwerksnahe Dienstleistungen</b> Einsatzfreude: kurzfristig geplant ▶ Lokal, regional und überregional mobil ▶ 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 ▶ ggf. Einsatz von zweirädriger Elektromobilität (E-Bike, E-Roller) ▶ ggf. separate Zuführung von Spezialwerkzeug und Material	<b>Standard:</b> Normalladen auf dem Betriebsgelände	<b>hoch</b> 
	<b>Betriebe mit lokalen Verteilungsstrukturen</b> (z. B. Bäckereien) Regelmäßigkeit: gut plan- und standardisierbar ▶ nur lokal mobil ▶ Touren mit täglich gleichem Verlauf			<b>hoch</b> 
	<b>Essenslieferung</b> (Restaurant, Pizzaservice etc.) Auf Zuruf: stark spontan wechselnd ▶ nur lokal mobil ▶ Spontane Fahrten mit sehr kurzfristig planbarem Verlauf (je nach Anzahl der Auslieferungen) von überschaubarer Länge und Dauer	▶ Analyse der Mobilitätsprofile ▶ ggf. Verkleinerung der Fahrzeuge (1 Person zzgl. Lieferung) ▶ Einsatz von zweirädriger Elektromobilität (E-Roller)	<b>Standard:</b> Mittelschnelles Laden bei kurzen Zwischenstopps auf dem Betriebsgelände	<b>sehr hoch</b> 
	<b>Essenslieferung</b> (soziale Dienstleistung) feste Tagesstruktur: Große Regelmäßigkeit ▶ nur lokal mobil ▶ Touren im festgelegten Verlauf, Rhythmus und Zeitrahmen	▶ Analyse der Mobilitätsprofile ▶ Bildung eines gemischten Fahrzeugpools aus konventionellen und Elektrofahrzeugen ▶ Trennung von Fahrer und Fahrzeug ▶ Bildung von Elektro- und konventionellen Touren ▶ ggf. Verkleinerung der Fahrzeuge (1 Person zzgl. Lieferung) ▶ ggf. Umbauten zur Optimierung der Wärme-/Kühlkette ggf. Verkleinerung der Fahrzeuge (1 Person zzgl. Lieferung) ▶ ggf. Einsatz von zweirädriger Elektromobilität (E-Roller)	<b>Standard:</b> Normales Laden über Nacht <b>Nach Bedarf:</b> Mittelschnelles Laden bei kurzen Zwischenstopps auf dem Betriebsgelände	<b>sehr hoch</b> 
	<b>Ambulante Pflegedienste</b> Pflégliche Behandlung: stetig – mit Vorlauf wechselnd ▶ nur lokal mobil ▶ Touren im festgelegten Verlauf, Rhythmus und Zeitrahmen	▶ 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 zweirädriger Elektromobilität (E-Bike, E-Roller)	<b>Standard:</b> Normales Laden über Nacht <b>Nach Bedarf:</b> Mittelschnelles Laden bei kurzen Zwischenstopps auf dem Betriebsgelände	<b>sehr hoch</b> 



### 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 Energieversorger

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 Perso- nenmobilität

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 überregionaler 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



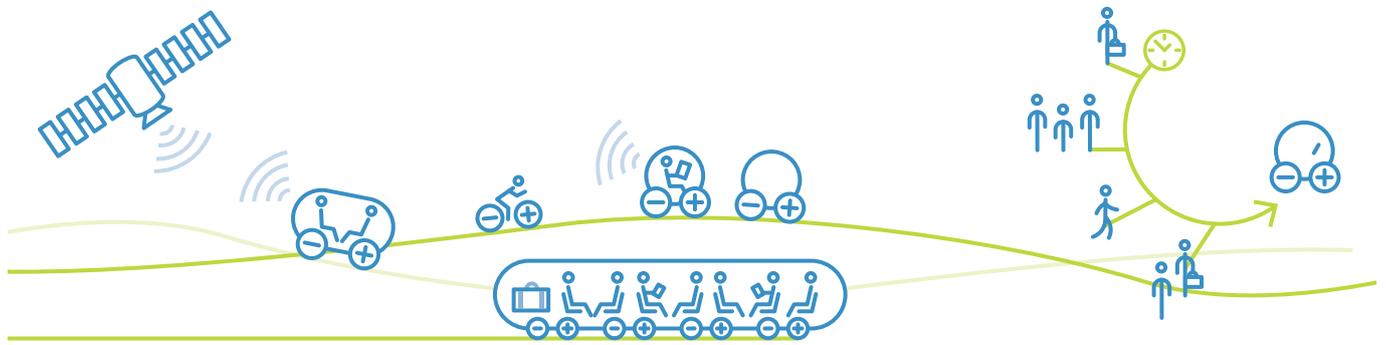
### Fahrdienste (Schüler, Menschen mit Behinderungen)

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 Hochleistungssensoren 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. 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. <sup>8</sup>

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, Flugtaxi 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 100-mal höhere Verfügbarkeit haben als heute, d. h., es wird immer und überall binnen weniger Minuten nutzbar sein. Kurzum: Es wird leicht bedienbar und billiger 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 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 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 keinen Fahrer mehr benötigen. <sup>9</sup>

Aus unternehmerischer Sicht stellt sich die Frage, ob die Technologie des (teilweise) autonomen Fahrens und digitale Neuheiten heute schon im Mobilitätsmanagement zum Einsatz kommen soll? 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.

<sup>8</sup> Quelle: Mobilitätsatlas 2019, Heinrich-Böll-Stiftung und Verkehrsclub Deutschland e.V.

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

Die Stärken und Chancen der batterieelektrischen Mobilität sind zuvor umfassend beschrieben und bewertet worden. 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 antreibt und beim Autofahren keine Emissionen erzeugt. Der Wirkungsgrad von Brennstoffzellen ist doppelt so hoch wie der von herkömmlichen Verbrennungsmotoren und liegt zwischen 40 und 50 %, während bei einem modernen Diesel nur 25 % der eingesetzten Energie für den Antrieb genutzt werden können. Ein weiterer Vorzug 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 fünffache Menge an Energie benötigt und die Kraftstoffkosten liegen etwa viermal so hoch. Zudem müsste ein völlig neuartiges Tankstellennetz aufgebaut werden. In ganz Deutschland sind 77 Wasserstofftankstellen in Betrieb, zum Jahresende 2019 aktuell sind 82 im Betrieb (gem. NOW).

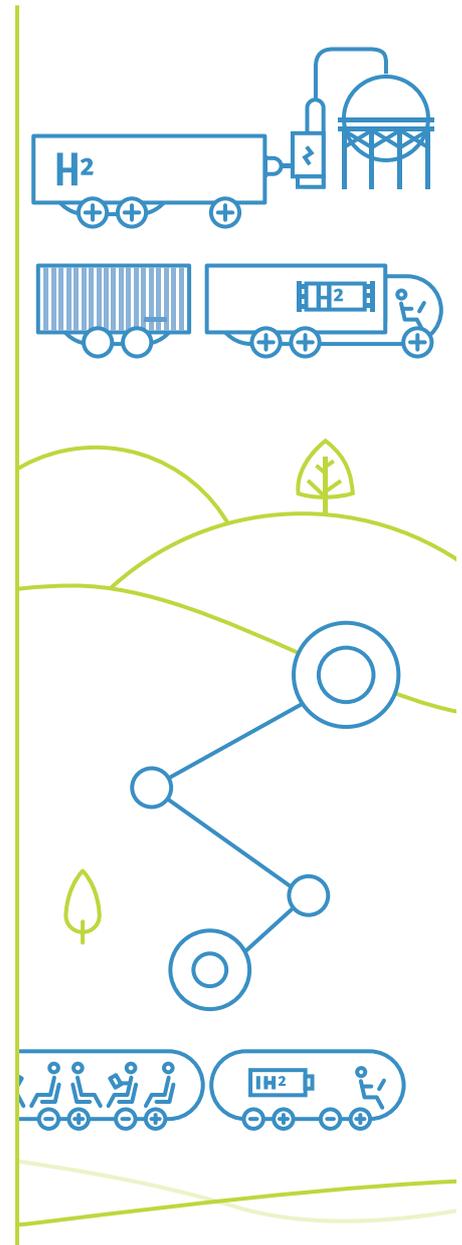
In Thüringen befindet sich gegenwärtig eine Tankstelle in der Realisierung, weitere sollen in der Zukunft folgen. Die Bundesregierung plant, zusammen mit der Wirtschaft, bis 2025 400 Wasserstofftankstellen zu installieren. Dennoch ist es fraglich, ob angesichts der aufwendigen Herstellung von Wasserstoff 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. Ähnlich ergeht es Honda mit dem Clarity Fuel Cell.

Voraussichtlich wird sich in absehbarer Zukunft der Einsatz von Brennstoffzellen auf zwei Anwendungsbereiche konzentrieren: großvolumige und schwere Fahrzeuge sowie Speicherung. Ab 2020 wird z. B. die Firma StreetScooter ein Brennstoffzellen-Fahrzeug unter dem Namen „H2 Panel Van“ im Betrieb von DHL Express einsetzen. Bislang ist die Auswahl alternativer Antriebe im Schwerlastverkehr überschaubar. Die Unternehmen Bosch und Nikola haben gemeinsam einen Brennstoffzellenantrieb für den Elektro-Schwerlastwagen „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: Elektrofahrzeug
<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 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>IMaaS</b>	Individuelle Mobilität as a service
<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>NEFZ</b>	Neuer Europäischer Fahrzyklus
<b>NO<sub>x</sub></b>	Stickoxide bestehend aus NO und NO <sub>2</sub>
<b>NPE</b>	Nationalen Plattform Elektromobilität
<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: zukünftiger Emissions- und Verbrauchszyklus in der EU

## IMPRESSUM

### Herausgeber:

**Thüringer Energie- und GreenTech-Agentur GmbH (TheGA)**

Mainzerhofstraße 10, 99084 Erfurt

Telefon: 0361. 560 32 20

Telefax: 0361. 560 33 27

E-Mail: [info@thega.de](mailto:info@thega.de)

Internet: [www.thega.de](http://www.thega.de)

### Autor und Konzeption:

Christoph von Radowitz | EcoLibro GmbH

### Redaktion:

Im Auftrag der Thüringer Energie- und

GreenTech-Agentur (TheGA)

Maria Ehrich | Rico Hofmann

### Korrektur:

Helge Pfannenschmidt | [www.textfokus.de](http://www.textfokus.de)

### visuelle Konzeption, Illustration und Gestaltung:

Studio Reduzieren | Paul Jokisch

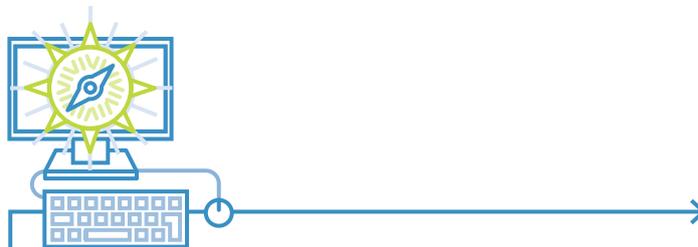
[www.reduzieren.com](http://www.reduzieren.com)

**Druck:** CityDruck&Verlag GmbH Erfurt | [citydruckerfurt.de](http://citydruckerfurt.de)

Auflage: 500 Exemplare

gedruckt auf 100% Recyclingpapier | „Enviro AHEAD C“

**STAND: JANUAR 2020**



Nutzen Sie die Onlineversion der Broschüre mit  
weiterführenden und stetig aktualisierten Informationen unter:  
[www.thega.de/themen/nachhaltige-mobilitat](http://www.thega.de/themen/nachhaltige-mobilitat)



Diese Broschüre zeigt, wie Thüringer Unternehmen Photovoltaiksysteme einsetzen, um sich wettbewerbsfähig und zukunftsicher aufzustellen. Inklusive Praxistipps, Checkliste und Ansprechpartner für das eigene Solarprojekt.

Weitere Publikationen finden Sie zum Download in unserer Infothek unter: [www.thega.de/aktuelles/publikationen](http://www.thega.de/aktuelles/publikationen)

**Die Thüringer Energie- und GreenTech-Agentur GmbH (ThEGA)**  
informiert und berät als  
Landesenergieagentur des Freistaates  
Thüringen Unternehmen, Kommunen,  
Bürger/innen und Politik  
in den Bereichen:

- ▶ Erneuerbare Energien
- ▶ Energie- und Ressourceneffizienz
- ▶ Nachhaltige Mobilität
- ▶ Kommunales Energiemanagement
- ▶ Klimaneutrale Landesverwaltung

Die ThEGA agiert im Landesauftrag im  
vorwettbewerblichen Bereich.  
Sie arbeitet markt- und anbieterneutral.

