

Faktencheck E-Mobilität

Was das Elektroauto tatsächlich bringt



Antworten auf die 10 wichtigsten
Fragen zur E-Mobilität

Inhalt

VORWORT	4
INTRO Mit nachhaltiger Mobilität zum erfolgreichen Klimaschutz	5
01 KLIMA Was bringt die E-Mobilität dem Klima?	6
02 UMWELT Wie ist die Ökobilanz von E-Fahrzeugen?	8
03 STROMBEDARF Woher soll der zusätzlich benötigte Strom für die E-Mobilität kommen?	10
04 REICHWEITE Wie weit kann ich mit einem Elektrofahrzeug fahren?	12
05 TANKEN Wie lange dauert die Ladung des Akkus und wo kann ich laden?	14
06 BATTERIE Was passiert mit dem Akku?	16
07 KOSTEN Sind Elektroautos teuer?	18
08 FUHRPARK Sind E-Fahrzeuge auch für Betriebe und Gemeinden interessant?	20
09 SICHERHEIT Ist das Fahren mit dem E-Auto wirklich sicher und bequem?	22
10 WIRTSCHAFT Ist Elektromobilität volkswirtschaftlich sinnvoll?	24

VORWORT

Liebe Leserin, lieber Leser!



Kaum ein anderer Klimaschutzaspekt wird derart emotional diskutiert wie der Verkehr – und kaum ein anderer ist so wichtig wie der Verkehr. Mit einem Anteil von 28% (2015) ist der Verkehrssektor einer der größten Verursacher von Treibhausgasen in Österreich. Vor allem der enorme Anstieg der Emissionen um rund 60% seit dem Jahr 1990 zeigt deutlich, dass Klimaschutz nur dann erfolgreich sein wird, wenn es auch im Mobilitätsbereich gelingt, die Dekarbonisierung im Sinne des Klimaabkommens von Paris umzusetzen. Dies erfordert den schrittweisen, aber konsequenten Ausstieg aus der Nutzung fossiler Energieträger wie Kohle, Erdgas und eben auch Erdöl.



Einer der großen Hoffnungsträger für die Reduktion der Treibhausgasemissionen ist die Elektromobilität. Neben der in Österreich gut etablierten E-Mobilität im öffentlichen Verkehr – insbesondere bei der Bahn und Straßenbahn – steht auch im Pkw-Verkehr eine große Veränderung bevor. Nach dem E-Bike setzt sich auch das E-Auto zunehmend am globalen Markt durch. Absatzzahlen und Marktanteile steigen; mehrere Autohersteller haben bereits den Ausstieg aus dem Verbrennungsmotor angekündigt. Und vonseiten der Regierungen kommt insbesondere nach dem Dieselskandal immer mehr Druck, den Anteil elektrisch betriebener Kfz zu erhöhen. Auch hierzulande wird der Umstieg auf das E-Auto mit zahlreichen Maßnahmen unterstützt. Noch ist der Anteil von E-Pkw am gesamten Pkw-Bestand gering, allerdings ist Österreich seit 2016 beim Anteil der Elektroautos an den Pkw-Neuzulassungen Spitzenreiter in der EU.

Die dringend erforderliche Mobilitätswende bedeutet jedoch mehr als den Austausch von Antriebssystemen und Energieträgern. Mobilität ist und bleibt eine wichtige Voraussetzung zur Befriedigung zahlreicher Grundbedürfnisse in unserer Gesellschaft, sie ermöglicht soziale Teilhabe und ist wesentlicher Treiber

des Wirtschaftssystems. Zugleich machen Treibhausgasemissionen, Luftschadstoffe, Lärm, Flächenverbrauch und Verkehrsunfälle den Verkehr zu einem der größten Umwelt- und Gesundheitsprobleme in Österreich. Die Verkehrswende geht daher auch mit neuen organisatorischen und technischen Lösungen einher, welche die Struktur des Transportsystems und die Kultur unseres Mobilitätsverhaltens ändern.

Mit dem „Faktencheck E-Mobilität“ wird die langjährige Faktencheck-Reihe des Klima- und Energiefonds um ein wichtiges brandaktuelles Schwerpunktthema ergänzt. Die derzeit viel diskutierte Zukunft der Mobilität und die Rolle der E-Autos wird aus Klimaschutz- ebenso wie aus Sicht möglicher Nutzerinnen und Nutzer mit aktuellen Zahlen, Daten und Analysen anhand konkreter Fragestellungen beschrieben. Neben der ausführlichen Printpublikation und einer Kompaktversion stellt auch weiterhin die Website www.faktencheck-energiewende.at einen wichtigen Bestandteil dar.

Wir danken in diesem Zusammenhang für die Kooperation mit dem Bundesverband Elektromobilität Österreich und der Bundesinitiative eMobility und hoffen, einen wertvollen Beitrag zur öffentlichen Diskussion leisten zu können. Denn eines ist klar: Ohne Mobilitätswende keine Energiewende. Ohne Energiewende keine Mobilitätswende.

Ingmar Höbarth

Geschäftsführer
Klima- und Energiefonds (Bild oben)

Willi Nowak

Geschäftsführer
VCÖ – Mobilität mit Zukunft (Bild unten)

Mit nachhaltiger Mobilität zum erfolgreichen Klimaschutz

Am 4. November 2016 trat das ein knappes Jahr zuvor von 195 Vertragsstaaten in Paris unterzeichnete UN-Klimaabkommen verbindlich in Kraft. Die Staatengemeinschaft will die globale Erwärmung „auf deutlich unter 2°C“ begrenzen und alle Anstrengungen unternehmen, den Temperaturanstieg möglichst unter 1,5°C im Vergleich zum vorindustriellen Niveau zu halten. Dazu muss laut Klimavertrag rasch ein Absenken klimaschädlicher Emissionen einsetzen und in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts Treibhausgasneutralität erreicht werden. Obwohl die USA unter Präsident Donald Trump angekündigt haben, aus dem Pariser Klimaabkommen wieder auszusteigen, bekennt sich eine überwältigende Anzahl an Staaten, Regionen, Städten und Gemeinden – nicht zuletzt aus den USA selbst – zur Umsetzung des Klimavertrags.¹

Um die globale Erwärmung unter 2°C halten zu können, steht noch eine maximale Emissionsmenge (Carbon Budget) von insgesamt rund 800 Milliarden Tonnen CO₂ zur Verfügung.² Gemessen an seiner Bevölkerung (und ohne Berücksichtigung historischer Emissionen) würden Österreich davon etwa 800 bis 950 Millionen Tonnen zustehen – bei dem gegenwärtigen Ausstoß von rund 67 Mio. t/Jahr wäre dieses CO₂-Budget bereits um das Jahr 2030 vollständig aufgebraucht.³ Der schrittweise und vollständige Ausstieg Österreichs aus der Nutzung fossiler Energieträger ist daher im Sinne des Pariser Klimaabkommens notwendig. Der Verkehrssektor hat sich in den vergangenen Jahren zum größten Energieverbraucher und zweitgrößten Emittenten von Treibhausgasen in Österreich entwickelt. Der Kfz-Verkehr war im Jahr 2015 zu rund 91% von Erdöl abhängig. Klimaneutral und emissionsarm kann der Verkehr daher nur werden, wenn motorisierte Fahrzeuge ebenfalls mithilfe von CO₂-neutralen Energien angetrieben werden.

In diesem Zusammenhang steht das Elektroauto derzeit vor dem Durchbruch:

Im Jahr 2016 wurden weltweit 440.000 reine E-Autos verkauft; bei Berücksichtigung von Plug-in-Hybriden lag die Zahl bei 770.000 Stück. Damit erreichte der weltweite Bestand an Elektroautos inkl. Plug-in-Hybride 2 Millionen Fahrzeuge.⁴ Österreich weist im ersten Halbjahr 2017 einen Elektroauto-Anteil (Plug-in-Hybride werden hierbei nicht mitgezählt) von 1,4% an den Pkw-Neuzulassungen auf.⁴ 2016 waren es noch 1,2%. Damit ist Österreich Spitzenreiter innerhalb der EU. Taktgeber ist Norwegen: Jeder fünfte neu zugelassene Pkw dort ist ein E-Auto; inklusive Plug-in-Hybride jeder dritte.

Der Straßenverkehr steht jedoch nicht nur aus Klimaschutzperspektive vor großen Veränderungen: Zukunftstrends wie automatisiertes Fahren, zunehmende multimodale Mobilität und Sharing-Modelle entwickeln sich rasch. Eine effiziente Gestaltung vermeidet dabei unnötige Wege, bündelt und verlagert sie auf umweltverträgliche Verkehrsmittel. Auf diese Weise entsteht eine neue, multimodale Mobilität, die den Erfordernissen des Klimaschutzes gerecht wird – ein Struktur- und Kulturwandel, der nicht zu weniger Mobilität führt, sondern zu einer anderen Qualität. E-Mobilität kann Teil dieses Wandels werden. Dabei umfasst Elektromobilität jedoch nicht nur elektrisch betriebene Privat-Pkw, sondern auch ein umfassendes Angebot von U-, S- und Straßenbahnen, Elektrobussen, E-Bikes und kleinen Nutzfahrzeugen, Firmen-Pkw und Motorrädern.

- 1 Unter wearestillin.com ist die vollständige Liste der US-Unterzeichner zu finden
- 2 Global Carbon Budget 2016 (www.globalcarbonproject.org/carbonbudget/16/files/GCP_CarbonBudget_2016.pdf)
- 3 Die CO₂-Emissionen machen in Österreich 85% der Treibhausgasemissionen von rund 79 Mio. t/Jahr (Stand 2015) aus. Siehe Umweltbundesamt: Klimaschutzbericht 2017, Wien 2017
- 4 IEA Global EV Outlook 2017, Paris 2017
- 5 Statistik Austria, Wien 2017

01 KLIMA

Was bringt die E-Mobilität dem Klima?

KURZ

Nach dem Energie- und Industriebereich ist der Verkehrssektor mit aktuell 28% an den Gesamtemissionen der wichtigste Verursacher von Treibhausgasen in Österreich – und der einzige, der seit 1990 einen massiven Anstieg um fast 60% zu verzeichnen hat. 99% der verkehrsbedingten Emissionen

stammen dabei aus dem Kfz-Verkehr; mehr als die Hälfte hiervon aus dem Pkw-Verkehr. Vor dem Hintergrund des Pariser Klimaabkommens will und muss Österreich bis zum Jahr 2050 einen weitgehend CO₂-neutralen Verkehrssektor erreichen. Zudem gilt es, die Feinstaubbelastung und die Stickoxidemissionen deutlich zu

senken. Mit dem Elektroantrieb gibt es heute eine ausgereifte Technologie, die das Potenzial hat, einen signifikanten Beitrag zur Dekarbonisierung und zugleich zur Luftschadstoffverringerung des Verkehrs zu leisten. Daneben bedarf es jedoch noch weiterer Maßnahmen, um klimafreundliche Mobilität in Österreich zu gewährleisten.

Das verbindliche UN-Klimaabkommen von Paris sieht ein möglichst baldiges und kontinuierliches Absenken der globalen Treibhausgasemissionen vor, um die Erderwärmung auf deutlich unter 2°C zu begrenzen. Dies erfordert den weltweiten Ausstieg aus der Nutzung fossiler Energieträger – insbesondere auch im Verkehrsbereich. Der Verkehrssektor (ohne internationalen Flugverkehr) ist mit aktuell 28% an den Gesamtemissionen einer der wichtigsten Verursacher von Treibhausgasen in Österreich. Der Pkw-Verkehr allein ist für mehr als die Hälfte der rund 22 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalent verantwortlich.

TREIBHAUSGASEMISSIONEN DES VERKEHRS SEIT DEM JAHR 1990: +60%

Während die Emissionen in den meisten anderen Sektoren seit den Neunzigerjahren tatsächlich zurückgegangen sind, sind sie im Straßenverkehr gestiegen. In Österreich seit dem Jahr 1990 um fast 60%. Die Treibhausgasemissionen nur des Pkw-Verkehrs (ohne „Tanktourismus“) sind im Vergleich zum Jahr 1990 um 32% höher.⁶ Derzeit ist der Verkehrssektor für 80% des österreichischen Erdölverbrauchs verantwortlich und trägt zudem maßgeblich zu gesundheitsgefährdenden Feinstaub- und Stickoxidemissionen (NO_x) bei.⁷

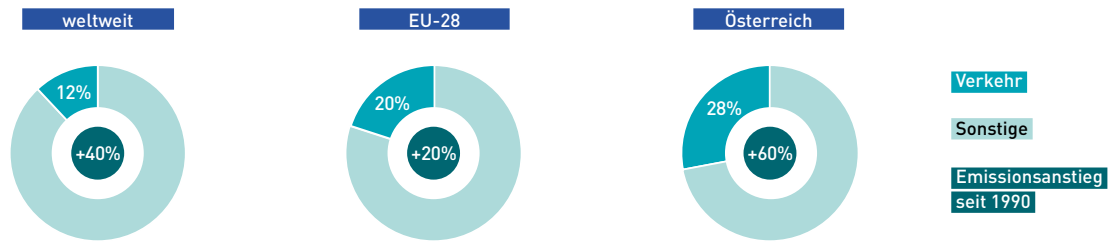
Auch international sind die Emissionen aus dem Verkehrssektor gestiegen, jedoch vergleichsweise weniger stark als in Österreich. EU-weit liegen die Emissionen aus dem Verkehr derzeit knapp 20% über dem Niveau von 1990. Der Verkehr ist hier für rund 20%

der Treibhausgasemissionen in der EU verantwortlich. Um die erforderlichen Emissionsreduktionsziele dennoch zu erreichen, soll laut Europäischer Kommission etwa die Zahl der mit konventionellem Kraftstoff betriebenen Pkw im Stadtverkehr bis zum Jahr 2030 halbiert und 20 Jahre später vollständig auf solche Fahrzeuge verzichtet werden; städtische Logistik soll bis zum Jahr 2030 vollständig CO₂-frei abgewickelt werden.⁸ Bereits im Jahr 2020 soll die europäische Neuwagenflotte im Schnitt höchstens 95 Gramm CO₂ pro Kilometer verursachen.⁹ Weitere Vorgaben für die Jahre 2025 sowie 2030 werden folgen. Diese Ziele sind nur mit mehr Elektrofahrzeugen erreichbar.

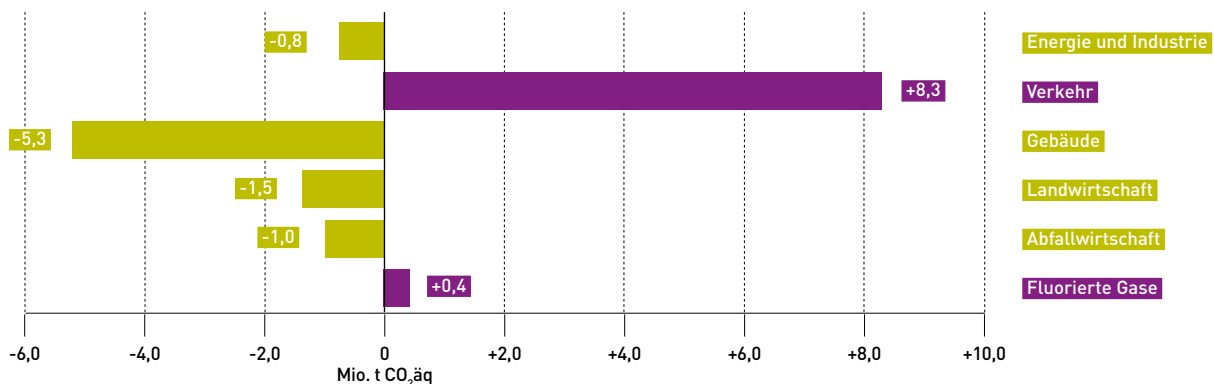
E-MOBILITÄT NICHT NUR BEIM PKW-VERKEHR

Weltweit ist der Anteil des Verkehrssektors zwar geringer, durch die enorme Wirtschaftsentwicklung, etwa in China, steigen aber auch hier die Emissionen deutlich. Lediglich im Schienenverkehr wird die Dominanz von Erdöl als Energieträger im Transportsektor durchbrochen. Aber auch das ist global nicht Standard: Erst 40% des weltweiten Bahnverkehrs werden elektrisch betrieben, der Rest immer noch auf Basis von Erdöl.¹⁰ In Österreich ist das Verhältnis anders: Rund 70% des österreichischen Gleisnetzes sind elektrifiziert; die ÖBB legen 90% ihrer Schienenwege unter Strom zurück. Dabei stammen rund 92% des Bahnstroms aus erneuerbaren Energieträgern (8% aus Erdgas). Elektromobilität auf Basis sauberer Energie hat hier schon Einzug gehalten.¹¹

Anteil des Verkehrssektors an den Treibhausgasen (2015)



Änderung der sektoralen Treibhausgasemissionen 1990-2015 in Österreich



ELEKTROMOBILITÄT ALS CHANCE FÜR EIN NEUES VERKEHRSSYSTEM

Mit dem Elektromotor steht eine Technologie zur Verfügung, die das Potenzial hat, die Erdölabhängigkeit deutlich zu reduzieren, den Antrieb auf Basis erneuerbarer Energie umzustellen und einen wichtigen Beitrag zur Klimafreundlichkeit des Verkehrs zu leisten. Anders als bei Verbrennungsmotoren sind zahlreiche klimarelevante Weiterentwicklungen bei der Elektromotoren- und vor allem Batterietechnologie in den kommenden Jahren zu erwarten. Für umwelt- und gesellschaftsverträgliche Mobilität bedarf es darüber hinaus aber auch Strukturen, die unnötige Fahrten verringern, mehr Verkehrssicherheit gewährleisten und neben der Gesundheitsbelastung durch Lärm und Schadstoffe auch den Ressourcenverbrauch reduzieren. Für eine umfassende Energiewende gilt es, das gesamte System in den Blick zu nehmen. Denn während die Energieintensität (Energieverbrauch je Fahrzeugkilometer) durch Effizienzmaßnahmen in den vergangenen Jahren leicht gesunken ist, ist die Zahl der Personenkilometer seit 1990 deutlich gestiegen (+41%).¹²

IMMER MEHR STAATEN SETZEN AUF DAS E-AUTO

Weltweit ist der Trend Richtung Elektroauto erkennbar: Vor dem Hintergrund internationaler Vereinbarungen – aber auch des jüngsten Skandals rund um manipulierte Abgaswerte von Dieselfahrzeugen – haben bereits einige europäische Staaten eine Abkehr von konventionellen Verbrennungsmotoren angekündigt. So wollen etwa Großbritannien und Frankreich ab dem Jahr 2040 keine Diesel- und Benzinautos (inkl. Hybride) mehr zulassen; in Norwegen sollen bereits ab 2025 alle Autos emissionsfrei fahren. In Österreich wird diskutiert, dass im Jahr 2030 alle neu zugelassenen Autos abgasfrei unterwegs sein sollen.

Der Verkehrssektor ist wegen seines hohen Anteils an den Treibhausgasemissionen nicht nur ein notwendiger Ansatzpunkt, sondern zugleich auch eine große Chance für die Dekarbonisierung. Die Investitionszyklen und die durchschnittliche Behaltdauer eines Autos bieten die Möglichkeit, innerhalb von 10 Jahren den Großteil des Fahrzeugparks auszutauschen. In anderen Bereichen, wie bei Gebäuden oder Kraftwerken, dauert dies viel länger.

Datenquelle Grafik:
Umweltbundesamt 2017,
Europäische Kommission 2016,
Projektion auf Basis IPCC 2015

- 6 Umweltbundesamt: Klimaschutzbericht 2017, Wien 2017
- 7 Vgl. VCO-Publikation „Klima und Energie – Potenziale im Verkehr“, Wien 2017
- 8 Europäische Kommission (2011): White paper on transport – roadmap to a single European transport area – towards a competitive and resource-efficient transport system (COM [2011] 144)
- 9 Verordnung (EG) Nr. 443/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 zur Festsetzung von Emissionsnormen für neue Personenkraftwagen.
- 10 Siehe Internationale Energieagentur: World Energy Outlook 2016, Paris 2016
- 11 ÖBB-Nachhaltigkeitsbericht 2015 (konzern.oebb.at/de/nachhaltigkeit/nachhaltigkeitsberichte, abgerufen am 18.08.2017)
- 12 Umweltbundesamt 2017

02 UMWELT

Wie ist die Ökobilanz von E-Fahrzeugen?

KURZ

Elektromotoren arbeiten sehr leise und sind lokal abgasfrei, emittieren also im Betrieb selbst keine Luftschadstoffe. Eine komplett emissionsfreie und ressourcenschonende Mobilität können aber auch E-Fahrzeuge nicht leisten. Über den gesamten Fahrzeuglebenszyklus hinweg betrachtet, schneiden Elektroautos gegenüber konventionellen oder

Hybrid-Varianten allerdings sowohl bei den CO₂-Emissionen als auch bei Energieaufwand, Schadstoff- und Lärmemissionen zumeist deutlich besser ab. So verursachen Elektroautos unter Berücksichtigung des gesamten Fahrzeuglebenszyklus (inkl. Produktion) sowie der heimischen Stromerzeugung gegenüber fossil betriebenen Kfz um

70 bis 90% weniger Treibhausgase. Die „graue Energie“, die allein in der Produktion von Elektrofahrzeugen anfällt, kann dagegen mitunter sogar höher sein als jene, die in konventionellen Kfz steckt. Am besten ist die Ökobilanz von E-Fahrzeugen, wenn sie zu 100% mit Strom aus erneuerbaren Energieträgern betrieben werden.

Die Vorteile von elektrisch betriebenen Fahrzeugen in punkto Umweltauswirkungen zeigen sich vor allem im laufenden Betrieb. Elektroautos reduzieren dabei neben Verkehrslärm auch die Feinstaub- und Stickoxid-Belastung (NO_x). Der Beitrag von E-Fahrzeugen zur Reduktion der Treibhausgase ist stark davon abhängig, mit welchen Energieträgern der Strom davor produziert wurde bzw. welche Emissionen dadurch entstanden sind.

WENIGER TREIBHAUSGAS-EMISSIONEN ÜBER GESAMTEN FAHRZEUGLEBENSZYKLUS

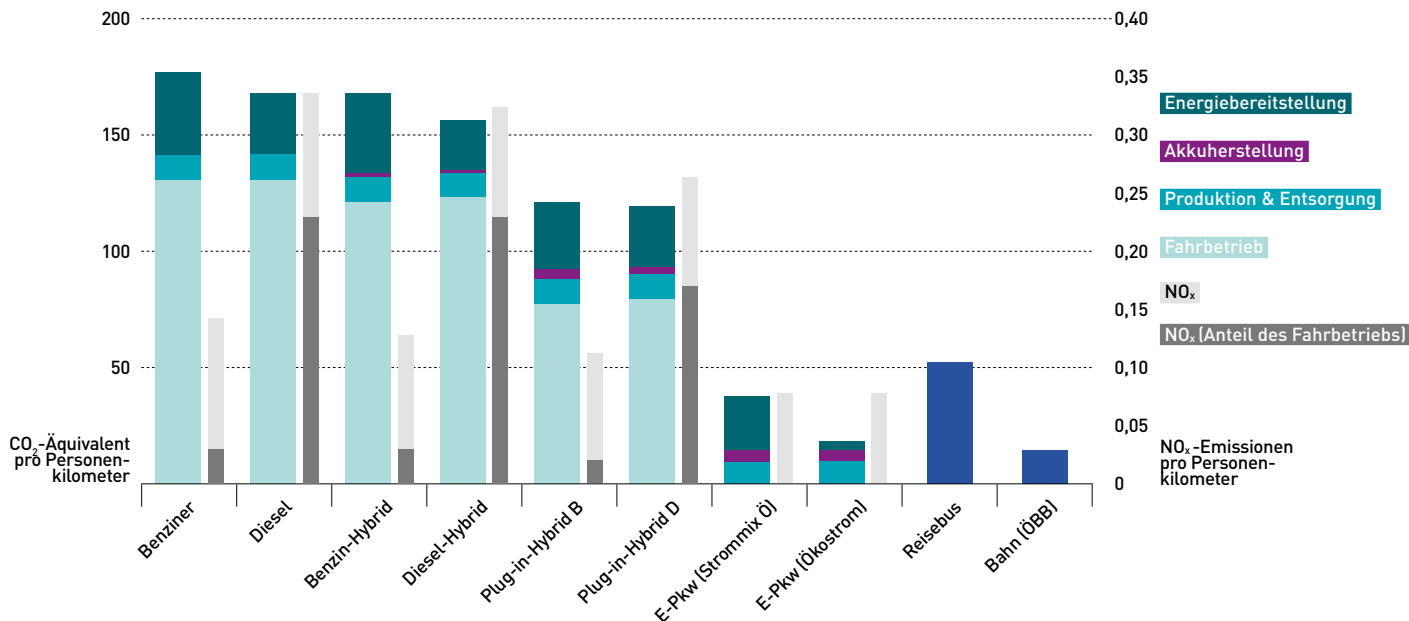
Insgesamt gilt: Eine komplett emissionsfreie und ressourcenschonende Mobilität können auch E-Fahrzeuge nicht leisten. Bei Fahrzeugvergleichen ist es wichtig, die jeweiligen Vorketten inklusive der Strom- bzw. der fossilen Treibstoffproduktion ebenso wie das Recycling zu berücksichtigen. Bei Betrachtung dieses gesamten Fahrzeuglebenszyklus sowie der heimischen Stromproduktion verursachen Elektroautos gegenüber fossil betriebenen Kfz im Durchschnitt um 70 bis 90% weniger Treibhausgase. So emittieren durchschnittliche Benziner und Diesel rund 170 g CO₂-Äquivalent pro Personenkilometer, während der reine Elektroantrieb knapp 40 g, und mit 100% Ökostrom weniger als 20 g/Pkm verantwortet.¹³ Beim Ökobilanz-Vergleich der Stickoxidemissionen (NO_x) bilanzieren Dieselfahr-

zeuge mit 0,33 g/Pkm eindeutig am schlechtesten; Benziner liegen bei 0,14 g/Pkm. Laut jüngsten Auswertungen infolge des Dieselskandals liegen die NO_x-Werte von Diesel-Pkw sogar bei 0,68 g/Pkm, jene von Benzinern bei 0,24 g/Pkm.¹⁴ Dabei stoßen gerade Dieselfahrzeuge etwa drei Viertel der gesundheits-schädlichen NO_x-Emissionen im täglichen Fahrbetrieb aus. Bei E-Pkw resultieren die Stickoxidemissionen dagegen im Wesentlichen aus der Stromproduktion; sie verursachen im Ökobilanz-Vergleich mit unter 0,10 g/Pkm die wenigsten NO_x-Emissionen.

ELEKTROAUTO VERSUS HYBRID

Als Elektrofahrzeuge gelten strenggenommen nur solche Fahrzeuge (also Autos, Zweiräder, Busse, Lkw, aber auch Schienen-, Wasser- oder sogar Luftfahrzeuge), die als Antriebsenergie ausschließlich elektrischen Strom nutzen. Daneben gibt es Hybridfahrzeuge, die zusätzlich über eine andere Energiequelle, wie Diesel oder Benzin, verfügen. Auch bei den aktuell am Markt angebotenen Kfz ist daher zwischen verschiedenen Hybrid- und „vollwertigen“ Elektroautos (Battery Electric Vehicles, BEV) zu unterscheiden. Die unterschiedlichen seit etwa 15 Jahren am Markt erhältlichen Hybridautos (Hybrid Electric Vehicles, HEV) kombinieren einen konventionellen Verbrennungsmotor zur Effizienzsteigerung und Emissionsverringern mit einem Elektromotor, der allerdings

Vergleich der Treibhausgas- und Stickoxidemissionen (NO_x) verschiedener Antriebe*



*Ökobilanzierung auf Basis durchschnittlicher österreichischer Realdaten zu Kilometerleistung, Fahrsituationsmix, Verbrauch, Fahrzeuglebensdauer etc. Schwere und leichte Elektroautos werden zusammengefasst dargestellt; in der Nutzungsdauer von 15 Jahren ist ein Akkutausch berücksichtigt.

typischerweise nicht extern mit Strom versorgt werden kann. Solche Hybridautos stoßen nur unwesentlich weniger Treibhausgase aus als konventionelle Pkw mit Verbrennungsmotoren (siehe Grafik). Sogenannte Plug-in-Hybridautos (PHEV) verfügen dagegen über leistungsstärkere Batterien, die an der Steckdose geladen werden können und weitere reinelektrische Fahrtstrecken ermöglichen. Der zusätzliche Verbrennungsmotor kommt üblicherweise für Langstrecken oder zur Leistungssteigerung zum Einsatz. Die potenzielle Emissionseinsparung hängt daher stark von der Fahrzeugnutzung ab.

WOHER KOMMT DER STROM

Durch den weltweiten Aufschwung der Elektromobilität ist – bei entsprechendem Ausbau erneuerbarer Energien – eine erhebliche Verbesserung bei den Treibhausgasemissionen möglich. Würde der Strom für E-Fahrzeuge hingegen nur aus Kohlekraftwerken kommen, was de facto kaum mehr der Fall ist, wäre die Treibhausgasbilanz nicht besser als bei einem Verbrenner. Bei Verwendung des deutschen Strommix mit einem Kohle-anteil von 42% (bei in letzten Jahren steigendem erneuerbaren Anteil) ist die Treibhausgasbilanz eines durch-

schnittlichen E-Autos um 12 bis 23% besser als im Vergleich zu einem konventionellen Pkw mit Verbrennungsmotor.¹⁵ Die Spanne bezieht sich auf die Unterscheidung, ob der Verbrennungsmotor mit oder ohne Sprintsparteknik ausgestattet ist. Eine mediales Aufsehen erregende schwedische Studie verweist auf das hohe Potenzial für Emissionsreduktionen durch mehr Effizienz in der Batterieherstellung und Reduktion des fossilen Anteils im Strommix, auch in jenen Regionen, wo die Batterie hergestellt wird.¹⁶

Daher ist der hohe Anteil der erneuerbaren Energien in Österreich eine spezifische Chance in der Verschränkung von Energieversorgung und Verkehr. Entsprechend gilt es, die Erneuerbaren hierzulande weiter auszubauen und Stromimporte zu reduzieren. Entscheidend ist auch, woher die Energie für die Herstellung der Akkus kommt. Viele Batterien werden heute in China hergestellt. Wenn es China gelingt, den Anteil der Kohle zu reduzieren und den erfolgreich eingeschlagenen Weg Richtung erneuerbarer Energiezukunft umzusetzen, wird sich auch die Bilanz der E-Autos weiter verbessern. Eine weitere Perspektive besteht darin, in Europa parallel zum Ökostromausbau die Batterieproduktion verstärkt zu forcieren.

Datenquelle Grafik:
Umweltbundesamt 2016

- 13 Umweltbundesamt: Ökobilanz alternativer Antriebe, Wien 2016 (Daten umgerechnet auf Personenkilometer)
- 14 Umweltbundesamt: Emissionskennzahlen, Juni 2017 (www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/umweltthemen/verkehr/1_verkehrsmittel/EKZ_Pkm_Tkm_Verkehrsmittel_01.pdf)
- 15 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit: Wie klimafreundlich sind Elektroautos, Berlin 2015 (Herangezogen wurde ein Elektroauto vergleichbar mit dem VW e-Golf 85 kW; ADAC-Test – Durchschnittsverbrauch 18,2 kWh/100km, Batteriekapazität 24,2 kWh)
- 16 IVL Swedish Environmental Research Institute: The Life Cycle Energy Consumption and Greenhouse Gas Emissions from Lithium Ion Batteries, Stockholm 2017; siehe auch Autorenkommentar: www.ivl.se/english/startpage/top-menu/presroom/news/nyheter---arkiv/2017-07-03-ivl-comments-to-reactions-in-media-on-battery-study.html (abgerufen am 30.08.2017)

03 STROMBEDARF

Woher soll der zusätzlich benötigte Strom für die E-Mobilität kommen?

KURZ

E-Fahrzeuge sind durch ihren höheren Wirkungsgrad deutlich energieeffizienter als Kfz mit Verbrennungsmotoren, sodass der Gesamtenergieverbrauch durch einen Umstieg von fossil auf elektrisch betriebene Fahrzeuge trotz höheren Strombedarfs gesenkt werden kann. Voraussetzung

für eine klimaschonende E-Mobilität ist, dass der dafür benötigte Strom aus (zusätzlichen) Ökostromanlagen stammt. Das ist machbar. Wenn 10% aller Pkw in Österreich elektrisch fahren würden, wäre der jährliche Strombedarf rechnerisch um 1,3 Terawattstunden (TWh), also lediglich 1,8%

höher. Bei einer Million Fahrzeugen wären es 2,6 TWh oder 3,6%. Wie eine aktuelle Studie der TU Wien zeigt, ist eine 100%ige Abdeckung des heimischen Strombedarfs mit erneuerbarer Energie bis zum Jahr 2030 umsetzbar. Dabei bleibt 100% Versorgungssicherheit gewährleistet.

Der Umstieg auf das E-Auto und weitere Formen der Elektromobilität gehen selbstverständlich mit einem höheren Strombedarf einher. Jedoch sind E-Fahrzeuge durch ihren höheren Wirkungsgrad deutlich energieeffizienter als Kfz mit Verbrennungsmotoren, sodass der Gesamtenergieverbrauch durch einen Umstieg von fossil auf elektrisch betriebene Fahrzeuge gesenkt werden kann. Der über den Fahrzeuglebenszyklus kumulierte Energieaufwand eines mit Ökostrom betriebenen Autos liegt etwa um den Faktor 3,5 unter jenem eines Benziners.¹⁷ Während ein konventionelles Kfz v.a. aufgrund von Wärmeverlusten nur einen Wirkungsgrad in der Größenordnung von etwa 25% erreicht (Tank to Wheel), liegt dieser bei E-Autos bei rund 85% (Plug to Wheel).¹⁸ Ein weiteres wichtiges Attribut von E-Autos ist, dass bei Bremsvorgängen die Bewegungsenergie, die andernfalls verloren ginge, wieder in Strom für den Akku rückgewandelt wird (Rekuperation).

1 MILLION E-AUTOS BEDEUTEN LEDIGLICH 3,6% MEHR STROMBEDARF

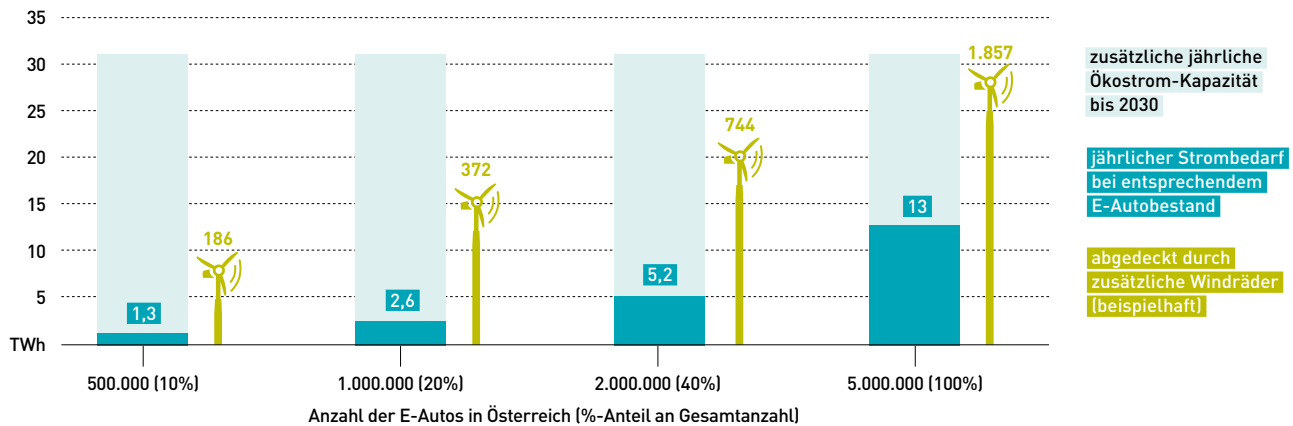
Wenn 10% aller Pkw in Österreich elektrisch fahren würden, wäre der jährliche Strombedarf um 1,3 TWh, also lediglich 1,8% höher. Bei einer Million Fahrzeugen wären es 2,6 TWh oder 3,6%.¹⁹ Selbst bei vollständiger Umstellung der derzeitigen Anzahl an Pkws auf Elektroantrieb, würde der heimische Strombedarf gegenüber dem aktuellen Jahresstrombedarf von rund 70 TWh um nur rund 18% stei-

gen, nämlich um 13 TWh. Zu berücksichtigen ist dabei, dass in den nächsten Jahren weitere Optimierungen in den kommenden E-Fahrzeuggenerationen zu erwarten sind, die den Strombedarf noch geringer ausfallen lassen können. Für die Gesamtentwicklung wird darauf zu achten sein, dass durch den Ausbau des öffentlichen Verkehrs und Verkehrsvermeidung eine Verringerung des Verkehrsaufkommens erreicht wird. Auch der Trend zu immer schwereren, leistungsstarken Pkw steht dem Ziel einer nachhaltigen Energieversorgung und Mobilität entgegen, denn sie würden den Strombedarf unnötig erhöhen. Daher sind die Effizienz des Verkehrssystems wie auch des E-Autos samt Antriebstechnologie bzw. Batterie entscheidend für den Erfolg.

KLIMAFREUNDLICHERER STROMMIX – DANK ERNEUERBARER ENERGIEREVOLUTION

Voraussetzung für eine klimaschonende E-Mobilität ist, dass der dafür benötigte Strom durch zusätzliche Ökostromanlagen produziert wird. Seit dem Jahr 2016 wird weltweit mehr Stromerzeugungsleistung aus erneuerbarer Energie als auf Basis fossiler und Nuklearenergie zusammen errichtet. Der beschleunigte Einsatz der Erneuerbaren führt laut Internationaler Energieagentur auch zu niedrigeren Kosten: Die Durchschnittskosten für Photovoltaik dürften in den kommenden Jahren um weitere 40-70% zurückgehen und bei Windkraftanlagen an

Prognostizierter österreichischer Strombedarf bei steigendem E-Autobestand im Vergleich zum Ökostrom-Ausbaupotenzial im Jahr 2030



Land um weitere 10-25%.²⁰ Wer z.B. eine 18 m² große Photovoltaikanlage mit einer Leistung von 2,6 Kilowatt Peak auf dem Dach installiert, deckt mit der dadurch jährlich produzierten Energiemenge (rund 2.600 kWh) den Strombedarf eines E-Autos für rund 13.000 Kilometer ab. Das entspricht der durchschnittlichen Jahresfahrleistung in Österreich. Ein Windrad mit einer Leistung von 3 Megawatt produziert in Österreich pro Jahr 6,6 bis 7,5 Mio. kWh Strom. Bei einem Verbrauch von 20 kWh pro 100 Kilometer können damit 2.700 Fahrzeuge jährlich 13.000 km emissionsfrei zurücklegen.

100% ÖKOSTROM IN ÖSTERREICH SIND MACHBAR – AUCH MIT ELEKTROMOBILITÄT

Wie eine aktuelle Studie der TU Wien zeigt, ist eine 100%ige Abdeckung des heimischen Strombedarfs mit erneuerbarer Energie bis zum Jahr 2030 umsetzbar – und das ohne signifikante Mehrkosten. Demnach soll das zusätzliche jährliche Ökostrompotenzial in Österreich bis dahin 31 TWh betragen.²¹ Der Umstieg würde sogar 53.000 neue Arbeitsplätze schaffen. Die Versorgungssicherheit ist dabei weiter gewährleistet, der zusätzliche Anpassungsbedarf im Transportnetz durch die aktuellen Netzausbaupläne abgedeckt. Die jährlichen österreichischen Treibhausgasemissionen würden um 13,5 Millionen Tonnen (17,5% der Gesamtemissionen) bzw. die Ausgaben für Emissionszertifikate um 210 Millionen Euro pro Jahr sinken. Die Umstellung auf

mehr E-Autos beansprucht dabei nur einen relativ geringen Anteil des zusätzlichen Ökostrompotenzials. In der TU-Studie wurde bis 2030 ein E-Autoanteil von knapp über 30% angenommen (sowohl rein elektrisch als auch Plug-in-Hybride).

INTELLIGENTES NETZ ALS WICHTIGER BAUSTEIN

E-Autos können durch ihre Speicherfunktion eine wichtige Rolle im intelligenten Stromnetz einnehmen. Durch den Ausbau wird es insbesondere lokal zu Anpassungen im System kommen, um auch die infrastrukturellen Voraussetzungen zu schaffen. Gegenwärtig tragen E-Autos sogar eher zum Ausgleich von Lastschwankungen bei, indem sie vorwiegend in der Nacht geladen werden. Der geringere Stromverbrauch lässt die Stromlast jede Nacht um ca. 1 bis 2 Gigawatt absinken. Über 500.000 E-Autos könnten an einer 3,7-kW-Steckdose diese Ladeleistung nutzen, ohne zusätzlich erforderliche Stromerzeugungskapazität in Anspruch zu nehmen. Am Wochenende sinkt die Last im Durchschnitt sogar um das Doppelte.

Durch bidirektionales Laden und entsprechendes Lastmanagement wird es bald möglich sein, die Batterie des E-Autos intelligent und effizient als Speicher zu nutzen. So kann gespeicherte Energie zu Zeiten erhöhten Energiebedarfs wieder ans Stromnetz zurückgegeben oder zu kostengünstigen Bedingungen dem Netz entnommen werden.

Datenquelle Grafik:
TU Wien 2017, eigene Kalkulation

- 17 Umweltbundesamt: Ökobilanz alternativer Antriebe, Wien 2016
- 18 Siehe auch <http://www.e-connected.at/content/die-vorteile-von-e-mobilitaet-auf-einem-blick>
- 19 Für die Kalkulation wurde der Durchschnittsverbrauch eines reinen Elektroautos mit 20 kWh pro 100 km und weiterhin eine durchschnittliche Jahresfahrleistung von 13.000 km herangezogen; der Fahrzeugbestand wurde mit 5 Mio. Pkw (Stand erstes Halbjahr 2017: 4,9 Mio.) angenommen. Mit 20 kWh/100km wurde für die zukünftige Entwicklung ein höherer Stromverbrauch kalkuliert als bei den meisten derzeit am Markt erhältlichen E-Autos angegeben (rund 15 kWh/100km).
- 20 Internationale Energieagentur: World Energy Outlook 2016, Paris 2016
- 21 R. Haas, G. Resch, B. Burgholzer, G. Totschnig, G. Lettner, H. Auer, J. Geipel; TU Wien, Energy Economics Group: Stromzukunft Österreich 2030. Analyse der Erfordernisse und Konsequenzen eines ambitionierten Ausbaus erneuerbarer Energien, Wien 2017

04 REICHWEITE

Wie weit kann ich mit einem Elektrofahrzeug fahren?

KURZ

Die Reichweite der meisten Elektroautos mit einer vollen Akkuladung ist derzeit noch deutlich geringer als mit einer Füllung Diesel oder Benzin. Aber die dynamische Entwicklung der Akkus in Sachen Energiedichte, Kosten und damit Reichweite bringt eine deutliche Steigerung mit sich. Brachte ein vollgeladener Akku ein durchschnittliches

E-Auto vor wenigen Jahren noch etwa 150 km weit, sind es bei aktuellen Modellen (2017) real 250 km. Die meisten Autofahrten liegen schon jetzt deutlich unter der Reichweite von E-Autos. 94% aller Autofahrten der Österreicher sind kürzer als 50 km. Nahezu alle E-Autos am Markt sind in der Lage, diese 50 km zwei- bis fünf-

mal ohne Nachladen zu bewältigen. Die Reichweite ist im Betrieb von vielen Faktoren abhängig: Unterschiede in der Fahrweise bzw. Geschwindigkeit, Topografie, Witterungsbedingungen (Temperatur, Wind), die Klimaanlagen-Nutzung etc. So steigt etwa der Stromverbrauch von Elektroautos bei höheren Geschwindigkeiten deutlich an.

Eines der größten Bedenken in Bezug auf die Nutzung von E-Autos ist: Wie weit komme ich damit ohne nachladen zu müssen? Tatsächlich ist die Reichweite der meisten Elektroautos mit einem vollgeladenen Akku noch deutlich geringer als mit einer Füllung Diesel oder Benzin. Elektroautos schaffen derzeit in der Praxis Distanzen von durchschnittlich 150 km und bei neuen Modellen von 250 km, manche Modelle sogar über 400 km. Die dynamische Entwicklung der Akkus in Sachen Energiedichte, Kosten und damit Reichweite bringt eine kontinuierliche Steigerung mit sich.

SCHON JETZT DECKEN E-AUTOS DIE DISTANZ DER MEISTEN FAHRTEN AB

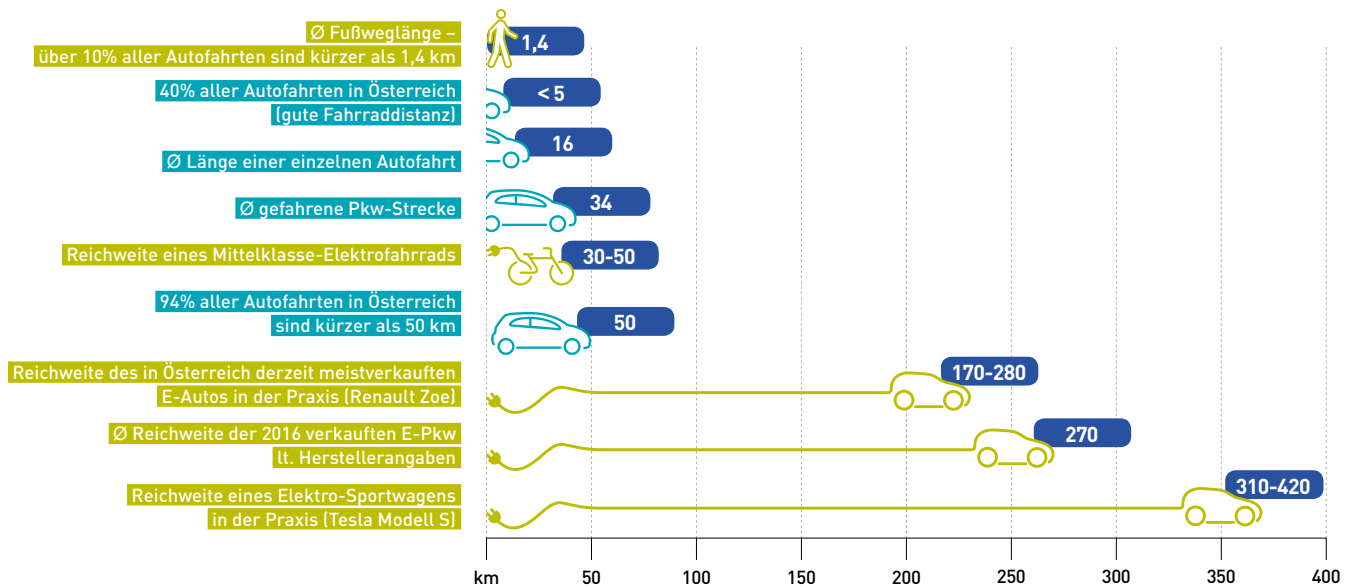
Die Distanz der meisten Autofahrten liegt schon jetzt deutlich unter der Reichweite von E-Autos. 94% aller Autofahrten der österreichischen Bevölkerung sind kürzer als 50 km. Nahezu alle E-Autos am Markt sind in der Lage, diese Strecke zwei- bis fünfmal ohne Nachladen zu bewältigen. Die durchschnittlich pro Tag gefahrene Strecke liegt bei 34 km, in ländlichen Gebieten etwas höher als im urbanen Raum.²² Kurze Distanzen im Alltag sind meist zu Fuß, mit dem Fahrrad, dem E-Bike oder – bei entsprechendem Angebot – öffentlichen Verkehrsmitteln gut und umweltverträglich bewältigbar. Mehr als 350.000 E-Fahrräder gibt es bereits in Österreich – das mit Abstand am häufigsten gekaufte E-Fahrzeug. Damit können auch Strecken von 10 oder 15 Kilometern ohne

Probleme mit dem Rad gefahren werden. Zwei Drittel unserer Alltagwege sind kürzer als zehn Kilometer. Was es noch braucht: Ein dichtes Netz an qualitativ hochwertigen Radwegen, die auch für längere Distanzen ausgelegt sind (Radschnellwege), sowie sichere und überdachte Abstellanlagen, vor allem bei multimodalen Knotenpunkten.

STEIGENDE REICHWEITEN

Derzeit sind rund 50 Elektroauto-Modelle am Markt erhältlich; bis zum Jahr 2020 sind 200 Modelle angekündigt.²³ In den vergangenen Jahren hat eine enorme Entwicklung bei der Ausdehnung der Batteriekapazität und der Reichweiten stattgefunden. Zahlreiche Beispiele belegen das: Die Akkukapazität des weltweit am häufigsten verkauften Elektroautos, dem Nissan Leaf, wurde im Jahr 2015 von 24 auf 30 Kilowattstunden (kWh) gesteigert, jene im BMW i3 von 19 auf 27,2 kWh. Der Renault Zoe hat seine Kapazität von 22 kWh auf über 41 kWh erhöht, und der Stromspeicher im Volkswagen e-Golf ist von 24 auf knapp 36 kWh angewachsen. Trotz der höheren Energiedichte der Batterien ist ihr Gewicht aber nur unwesentlich gestiegen; und auch die Kosten nicht. Hinzu kommt, dass die Technologieentwicklung rasch voranschreitet. Das junge österreichische Unternehmen Kreisel Electric ist beispielsweise maßgeblich daran beteiligt, die Effizienz der Batterien weiter zu verbessern und höhere Sicherheit, mehr

Reichweiten und Alltagsdistanzen im Vergleich



Reichweite und mehr Leistung zu erzielen.²⁴ Die Reduktion des Batteriegewichts sowie ihre Temperaturstabilität sind dabei entscheidend.

STANDARDANGABEN VS. REALE REICHWEITE

Bezüglich der Reichweitenangaben von Herstellern ist zu berücksichtigen, dass die Standardangaben bislang nicht den realen Werten entsprechen. Werte des NEFZ-Zyklus (= „Neuer europäischer Fahrzyklus“) werden unter Laborbedingungen ermittelt und sind bezüglich des Normverbrauchs niedriger und bei der Reichweite daher höher als reale Werte. Wenn beispielsweise für ein E-Auto 400 km als NEFZ-Reichweite angegeben werden, ist es meist realistisch, 250-300 km anzunehmen. Mit September 2017 ist die „Worldwide Harmonized Light-Duty Vehicles Test Procedure“ (WLTP) neuer Standard, der für Verbraucher realitätsnähere Angaben als bisher liefern soll. Allerdings bleiben Außentemperaturverhältnisse von unter 14°C und über 23°C sowie Klimatisierung weiterhin unberücksichtigt.

REICHWEITE VON VIELEN FAKTOREN ABHÄNGIG

Die Reichweite ist im Betrieb von vielen Faktoren abhängig: Unterschiede in der Fahrweise

bzw. Geschwindigkeit, Topografie, Witterungsbedingungen (Temperatur, Wind), die Klimaanlage-Nutzung etc. So steigt etwa der Stromverbrauch von Elektroautos bei höheren Geschwindigkeiten deutlich an. Dies ist insbesondere bei Autobahnfahrten zu bemerken. Der Verbrauch ist bei 130 km/h deutlich höher als bei 110 km/h. Auch die Temperatur ist zu berücksichtigen. Einerseits ist die Batterieleistung selbst von der Außentemperatur abhängig; ihre volle Kapazität erreicht sie nur in einem Temperaturbereich zwischen 20 und 40 Grad Celsius. Andererseits führt auch die Aktivierung der Klima- bzw. Heizungsanlage zu höherem Stromverbrauch. Da im E-Auto die Abwärme des Verbrennungsmotors entfällt, muss die notwendige Heizenergie in der kalten Jahreszeit vollständig aus dem elektrischen Energiespeicher bezogen werden – weshalb auch eine verbesserte Wärmeisolierung in der Entwicklung neuer Automodelle berücksichtigt wird. Immer mehr Elektroautos haben zudem serienmäßig eine Wärmepumpe eingebaut. Aus einem Kilowatt elektrischem Strom kann sie drei Kilowatt Wärmeleistung erzeugen. Nicht zuletzt ist die Reichweite stark vom individuellen Fahrstil abhängig. Durch Schulungen und eine in der Folge energieeffiziente Fahrweise kann der Verbrauch um durchschnittlich 15% reduziert werden. Damit steigt auch die verfügbare Reichweite des Elektroautos.²⁵

Datenquelle Grafik: bmvit 2016, Future Driving 2017

- 22 Siehe auch Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (bmvit): Österreich unterwegs. Ergebnisbericht zur österreichweiten Mobilitätshebung 2013/2014, Wien 2016
- 23 Siehe R. Koppelaar, W. Middelkoop: The Tesla Revolution, Amsterdam 2017
- 24 www.kreiselectric.com
- 25 klimaaktiv mobil 2014

05 TANKEN

Wie lange dauert die Ladung des Akkus und wo kann ich laden?

KURZ

Die Ladedauer eines Elektroautos hängt stark von der Leistung des jeweiligen Ladepunkts und der Batteriegröße ab. Der Vorgang kann bei Schnellladestationen in wenigen Minuten abgeschlossen sein, an geeigneten Haushaltssteckdosen aber 12 Stunden

und mehr in Anspruch nehmen. Die Zahl der Ladestationen in Österreich und europaweit steigt beständig. Österreich besitzt mit weit über 3.000 öffentlich zugänglichen Ladepunkten eines der dichtesten Ladenetze in der EU. Zahlreiche Apps bieten Live-Infor-

mationen zu freien Ladepunkten. Meist wird nicht in Kilowattstunden, sondern per Zeiteinheit abgerechnet, um Wartezeiten für andere Nutzer zu vermeiden. Die Ladegeschwindigkeit hängt auch vom Entladungszustand der Batterie ab – ähnlich wie bei einem Handyakku.

Bei den meisten Fahrten ist es nicht notwendig, zwischenzeitlich aufzuladen. Insbesondere wer zu Hause oder am Arbeitsplatz eine Lademöglichkeit hat, fährt meist vollgeladen los. Das Konzept des „Tankens“ und damit auch der Tankstelle wird sich mittelfristig ändern. Der Ladevorgang wird zunehmend in den Alltag integriert. Für die Nutzung zu Hause ist es auch möglich, eine eigene Ladestation – auch Wallbox genannt – errichten zu lassen. Grundvoraussetzung ist ein Stellplatz mit einem Stromanschluss für das Elektroauto.

IMMER MEHR LADESTATIONEN

Die Zahl der Ladestationen und Ladepunkte in Österreich und europaweit steigt beständig; sei es in Garagen, vor Einkaufszentren oder Geschäften, an Tankstellen oder auf öffentlich zugänglichen Parkplätzen. Österreich verfügt über eines der dichtesten Ladenetze in der EU. Laut der Plattform E-Tankstellen-Finder existieren hierzulande mit Stand Mitte 2017 rund 3.000 öffentlich zugängliche Ladepunkte bis 22 kW und knapp 600 >22 kW Ladeleistung.²⁶ Unterschiedliche Anbieter verwenden auch verschiedene Identifizierungs- und Abrechnungssysteme. Daher ist es insbesondere zu Beginn wichtig, sich über entsprechende Anbieter und Apps bzw. Chipkarten zu informieren. Elf Energieunternehmen bieten im Rahmen des Bundesverbands Elektromobilität Österreich über 1.300 Ladepunkte (Stand

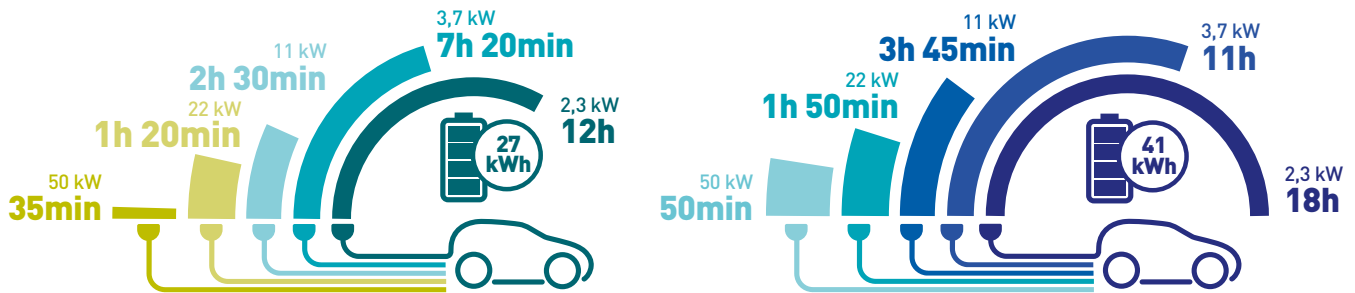
Mitte 2017) an, die alle mit derselben App oder Chipkarte verwendet werden können.²⁷ Ende 2017 sollen es allein in diesem Netzwerk 2.000 sein. Das Projekt, das die Interoperabilität der einzelnen Ladesysteme ermöglicht, wurde vom Klimafonds initiiert und unterstützt. Allein in diesem Netzwerk gibt es alle 60 Kilometer es einen Ladepunkt. Zusätzlich hat Smatrics ein landesweites Schnellladenetz errichtet. Tesla verfügt über ein eigenes Netz für seine Fahrzeuge. Mittlerweile gibt es auch die Möglichkeit für Privatpersonen, auf dem eigenen Abstellplatz eine Ladestelle zu betreiben.

UNTERSCHIEDLICHE LADEMÖGLICHKEITEN

Eine Ladesäule bzw. Ladestation kann über mehrere Anschlüsse (sogenannte Ladepunkte) verfügen. Auf diese Weise können mehrere Fahrzeuge gleichzeitig aufgeladen werden. Die verschiedenen Lademöglichkeiten unterscheiden sich durch Stecker, Stromstärke, Stromart (Gleich- oder Wechselstrom) und Leistung – und damit Ladegeschwindigkeit. Je nach Fahrzeug, Entladungszustand der Batterie und Art der Ladestation können Leistung sowie Dauer eines Ladevorgangs stark variieren. Die unterschiedlichen Steckersysteme können für Gleichstrom oder Wechselstrom ausgelegt sein; dies ist zwischen den einzelnen Modellen unterschiedlich. Generell können alle modernen Elektroautos mit Wechselstrom laden, jedoch

Ladedauer unterschiedlicher Batteriekapazitäten und Ladestationen

Vergleich Kapazität 27 kWh (Ø Reichweite 150 km) und 41 kWh (Ø Reichweite 250 km)



ist nicht bei allen die maximale Ladeleistung nutzbar. Grob kann an Österreichs Ladestationen zwischen folgenden Systemen unterschieden werden:

- **Haushaltssteckdose (Schuko):** Damit wird eine maximale Ladeleistung von 2,3 kW (230 V, 10 A) erzielt. Ein 30 kWh-Akku benötigt daher rund 13 Stunden bis er voll ist. Bei längerer Verwendung ist bei Inbetriebnahme durch eine Fachperson abzuklären, ob die Steckdose der erhöhten Dauerbelastung gewachsen ist. Der einphasige, blaue Stecker („Camping“-Stecker) erreicht eine Ladeleistung von bis zu 3,7 kW.

- **Typ 1-Stecker:** Damit wird Wechselstrom, wie er aus der Steckdose oder normalen Ladestellen kommt, geladen. Er erreicht Ladeleistungen bis zu 7,4 kW (230 V, 32 A). Meist braucht es zum Laden ein extra Kabel, das im Auto mitzuführen ist.

- **Typ 2-Stecker:** Der dreiphasige Stecker wurde als Standard festgelegt und ist weit verbreitet. Es sind sowohl Ladeleistungen bis 22 kW (400 V, 32 A) als auch bis 43 kW (400 V, 63 A) möglich. Bei voller Ladeleistung sollte ein 30 kWh-Akku in 45 Minuten bis 1,5 Stunden aufgeladen sein.

- **CCS (Combined Charging System):** Der CCS-Stecker ergänzt den Typ 2-Stecker mittels zweier zusätzlicher Leistungskontakte um eine Schnellladefunktion und unterstützt Wechselstrom- ebenso wie Gleichstrom-Laden. In der Praxis liegt der Wert bei max. 50 kW. Ein

30 kWh-Akku sollte in max. 40 Minuten nahezu vollständig geladen sei.

- **CHAdEMO-Stecker²⁸:** Dieses Schnellladesystem erlaubt Ladevorgänge bis zu 100 kW. An den meisten öffentlichen Ladesäulen steht eine Leistung von 50 kW zur Verfügung. Auch hier sollte der 30 kWh-Akku in max. 40 Minuten voll sein.

Eine Schnellladesäule bietet in der Regel sowohl CHAdEMO, CCS als auch Dreiphasen-Wechselstrom mit 43 Kilowatt Leistung an. Die Entwicklung geht in Richtung weiter gesteigerter Ladeleistung mit 150 kW und mehr, mit der der Tankvorgang nur mehr wenige Minuten dauern wird. Die meisten Steckersysteme verfügen – im Unterschied zu normalen Schuko-Steckdosen – über einen Verriegelungsmechanismus, um zu verhindern, dass ein anderer Nutzer den Stecker abzieht. Zahlreiche Apps bieten Live-Informationen über freie Ladepunkte. Die Abrechnung erfolgt teils per Kilowattstunden, teils aber auch per Zeiteinheit. Damit soll verhindert werden, dass ein Ladeplatz länger als notwendig in Anspruch genommen bzw. für Parkzwecke missbraucht wird. Je nach Fahrzeug, Entladungszustand der Batterie und Art der Ladestation können Leistung sowie Dauer eines Ladevorgangs stark variieren. Vor allem bei Schnellladungen erfolgt die Ladung bis zu einem Akkustand von 80% sehr rasch. Ab 80% ist die Ladegeschwindigkeit leicht reduziert.

26 Quelle e-tankstellen-finder.com, abgerufen am 18.08.2017

27 Bundesverband Elektromobilität Österreich, www.beoe.at/2017/02/28/beitrag-e-laden-zahlen-4/ (abgerufen 18.08.2017)

28 CHAdEMO wurde in Japan entwickelt und steht als Backronym für CHArge de Move oder „O cha demo ikaga desuka“ – was in etwa „Wie wärs mit einer Tasse Tee?“ bedeutet.

06 BATTERIE

Was passiert mit dem Akku?

KURZ

Der Akku ist ein Schlüsselement, wenn es um die Zukunftsfähigkeit von Elektrofahrzeugen geht. Nicht nur in Bezug auf die Reichweite und Kosten, sondern auch für die Gesamtumweltbilanz ist er entscheidend. Gegenwärtig stellen Lithium-Ionen-Akkus den am weitesten verbreiteten Typ dar. Klar ist, dass mit größeren, leistungsfähigeren

Batterien der Ressourcenbedarf steigt und der Effizienz, sowohl in der Technologieentwicklung als auch in der Nutzung, eine immer wichtigere Rolle zukommt. Dementsprechend ist eine Weiterverwendung der Akkus nach ihrer Nutzung in E-Fahrzeugen sinnvoll („Second Life“), etwa als stationärer Zwischenspeicher in Gebäuden, um Strom aus

erneuerbaren Energieträgern als Puffer zwischenzuspeichern. Hohe Recyclingraten von Lithium-Ionen-Batterien sind technisch möglich, bislang existieren jedoch erst wenige geeignete Recyclinganlagen. Ziel muss sein, Rohstoffgewinnung und Recycling der Batterien nach ökologischen, sozialen und menschenrechtlichen Kriterien zu gestalten.

STEIGENDE ENERGIEDICHTE

Die Batterie ist ein entscheidender Faktor für die Entwicklung des Elektroautos. Maßgeblich dafür sind die Energiedichte und das für immer größere Reichweiten erforderliche Gewicht. Die Energiedichte beschreibt das Verhältnis von Wattstunden zur Masse. Batterien in E-Autos besitzen derzeit eine durchschnittliche Energiedichte von 150 Wattstunden pro Kilogramm Gewicht (Wh/kg). Verglichen mit der Energiedichte von Benzin (12.800 Wh/kg) nimmt sich dieser Wert sehr gering aus.²⁹ Wenn ein typisches Elektroauto auf 100 Kilometer etwa 20 kWh verbraucht, muss es dafür also rund 150 Kilogramm Akkus mitführen. Um Energiemengen von 15 bis 30 kWh zu erreichen, werden Batteriemodule, die aus mehreren Zellen bestehen, zusammengeschaltet.

HOHE BESTÄNDIGKEIT

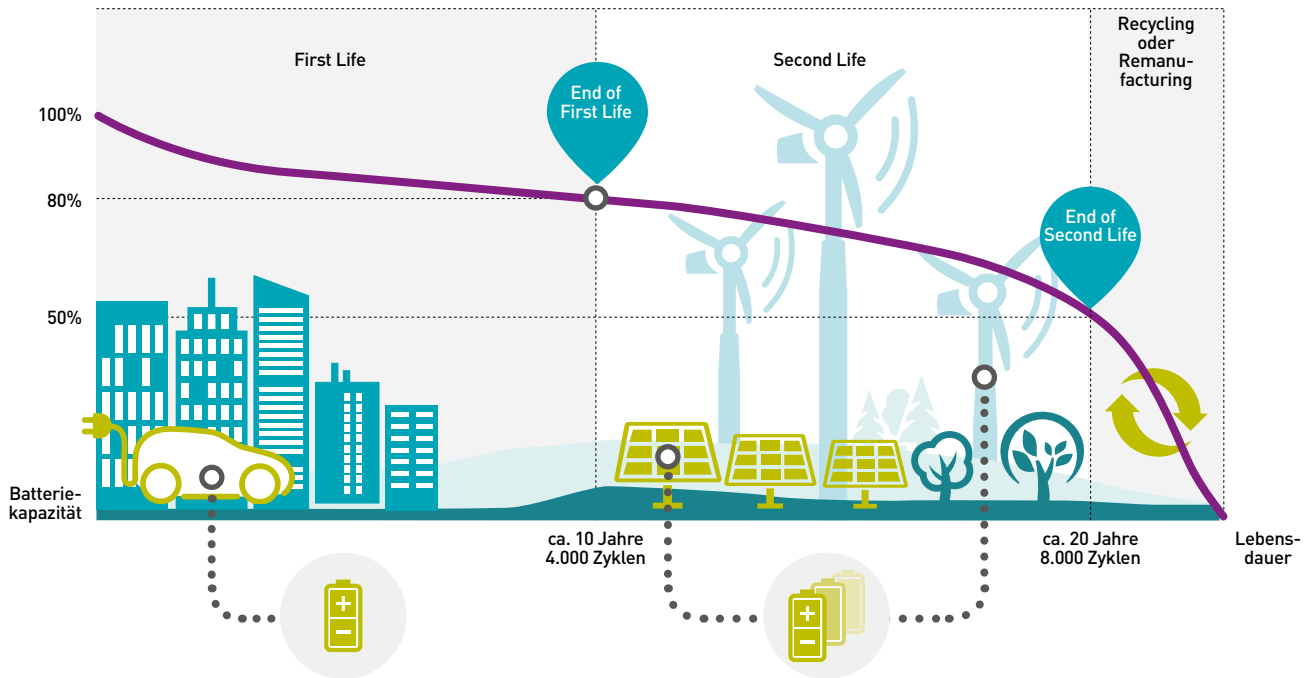
Gegenwärtig stellen Lithium-Ionen-Akkus den am weitesten verbreiteten Typ dar. Die rasante Technologieentwicklung trägt zum enormen Kostenrückgang sowie der höheren Energiedichte der Batterien bei. Im Vergleich zu anderen Technologien enthalten Lithium-Ionen-Batterien weniger gefährliche Stoffe wie etwa Kadmium oder Blei. Klar ist jedoch auch,

dass mit größeren, leistungsfähigeren Batterien der Ressourcenbedarf steigt und der Effizienz, sowohl in der Technologieentwicklung als auch in der Nutzung, eine immer wichtigere Rolle zukommt. Die Lebensdauer von Lithium-Ionen-Batterien als E-Autobatterie liegt bei mindestens 10 Jahren bzw. 4.000 Ladezyklen, wobei aktuell eingesetzte Batterien laut Herstellern weit über diesen Zeitraum hinaus halten sollen und für mindestens 150.000 km bzw. 15 Jahre ausgelegt sind.³⁰ Die Batterien erweisen sich als sehr beständig. Auch die zur Verfügung stehende Akku-Kapazität sinkt nur geringfügig.

ES GIBT EIN LEBEN NACH DEM ELEKTROAUTO

Ältere Batterien können weiterverwendet werden („Second Life“), etwa als stationäre Zwischenspeicher in Gebäuden, um Strom aus erneuerbaren Energieträgern zu puffern. Für die Elektromobilität bedeutet dies, dass die Batterien von E-Autos sinnvoll in ein erneuerbares Stromsystem integriert werden können. Durch die doppelte Nutzung sowie Recycling könnten Batterien umweltfreundlicher werden, denn ein Großteil der Rohstoffe lässt sich wiedergewinnen. Hohe Recyclingraten von Lithium-Ionen-Batterien sind technisch möglich, bislang existieren jedoch erst wenige Recyclinganlagen.

Nutzung der Batterie in unterschiedlichen Phasen³⁵



Die EU fordert eine Rückgewinnungsquote von 50% bezogen auf das Batteriegewicht, was nur als erster Schritt anzusehen ist.³¹ Da die Akkus erst seit kurzen am Markt sind und der Bedarf vergleichsweise gering ist, beträgt die Recyclingquote von Lithium-Ionen-Akkus aktuell erst etwa 5% (zum Vergleich: bei Blei-Autobatterien über 90%). Marktexperten rechnen jedoch damit, dass die Menge ausgedienter Lithium-Akkus bis zum Jahr 2025 so groß sein wird, dass Recycling für Unternehmen auch finanziell interessant wird.³²

UMWELTASPEKTE DES AKKUS

Der Herstellungsprozess und das Recycling des Akkus haben erheblichen Einfluss auf die Gesamtumweltbilanz des Elektrofahrzeugs. Vor allem in Zukunft wird daher zu berücksichtigen sein: Je größer der Akku, desto schlechter die Umweltbilanz. Es gilt Ähnliches wie beim Auto mit Verbrennungsmotor: Wer in erster Linie Kurzstrecken fährt und keine umweltfreundliche Alternative zur Verfügung hat, sollte beim Akku nicht überdimensionieren. In der Autoentwicklung wird daran gearbeitet, den Materialeinsatz zu reduzieren – mit optimierten Karosserien und Materialien, die für die jeweiligen Anwendungen optimiert sind.

ROHSTOFFGEWINNUNG BRAUCHT NACHHALTIGE KRITERIEN

Ebenso wie andere Elektronikprodukte, sind auch Akkus von Elektroautos mit Fragestellungen konfrontiert, die Umwelt-, soziale und Menschenrechtsfragen betreffen. Der Andrang auf die für den E-Akku relevanten Rohstoffe hat längst eingesetzt. Lithium-Ionen-Batterien enthalten rund 4 kg Lithium. Im Vergleich zu anderen Rohstoffen ist Lithium allerdings nicht knapp. Die Hauptförderländer Chile, Argentinien und Australien haben noch gigantische Reserven; die weltweit größten Vorräte in Bolivien werden bislang nur teilweise ausgebeutet. Einzelne Rohstoffe wie Grafit und insbesondere Kobalt gelten dagegen als kritisch.³³ Kobalt wird in China und vor allem im Kongo gewonnen. Insbesondere die Arbeitsbedingungen im Kongo gelten als menschenrechtlich bedenklich.³⁴ Das Elektroauto kann sich zwar nicht von der gesamten Rohstoffindustrie entkoppeln, aber Ziel muss sein, auch in diesem Segment nachhaltige, also ökologische, soziale und menschenrechtliche Kriterien zu etablieren. Gearbeitet wird auch an alternative Materialien mit deutlich geringerem Ressourcenverbrauch.

Datenquelle Grafik:
Schaufenster Elektromobilität
2017

- 29 Siehe www.stromschnell.de/technik/batterien-in-elektroautos-aktueller-stand-und-perspektiven_5123204_5093776.html
- 30 European Environmental Agency: Electric vehicles in Europe, Copenhagen 2016
- 31 Directive 2006/66/EC of the European Parliament and the Council of 6 September 2006 on batteries and accumulators and waste batteries and accumulators and repealing Directive 91/157/EEC
- 32 Financial Times: The environmental costs of satisfying the electric car boom, 7.7.2017 (<https://amp.ft.com/content/8342ec6c-5fde-11e7-91a7-50217ee26895>, abgerufen am 8.7.2017)
- 33 Siehe u.a. Nationale Plattform Elektromobilität: Roadmap integrierte Zell- und Batterieproduktion Deutschland, Berlin, Januar 2016
- 34 Siehe u.a. Bernd Vasari/Wiener Zeitung vom 26.08.2017: www.wienerzeitung.at/nachrichten/wirtschaft/oesterreich/912965_Hauptsache-Elektro.html, abgerufen am 27.08.2017
- 35 Ehsan Rahimzei (VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V.): Begleit- und Wirkungsforschung Schaufenster Elektromobilität (BuW) Ergebnisrapport Nr. 37, Sicherheit von Elektrofahrzeugen, Berlin 2017

07 KOSTEN

Sind Elektroautos teuer?

KURZ

E-Autos sind insbesondere aufgrund der Batteriekosten in der Anschaffung zwar teurer als Autos mit Verbrennungsmotoren, jedoch amortisiert sich der Kauf innerhalb weniger Jahre dank deutlich geringerer Betriebskosten. Finanzielle Anreize helfen in der aktuellen Innovationsphase, die

derzeit noch höheren Investitionen auszugleichen. Neben den deutlich verringerten Energiekosten fallen auch andere Betriebsausgaben, etwa für Verschleiß und Wartung, geringer aus. E-Autos eignen sich auch besonders gut für Sharing- und Mietmodelle und könnten zum Treiber des Nutzen-statt-Besitzen-Prinzips

werden. Ein wichtiger Kostenfaktor ist die Batterie: In den vergangenen 5 Jahren haben sich die Kosten für einen Lithium-Ionen-Akku gedrittelt. Kostete 1 Kilowattstunde Batteriespeicher im E-Auto im Jahr 2011 noch ca. 750 Euro, liegen die Kosten im Jahr 2016 bei 250 Euro. Eine weitere Kostenreduktion ist zu erwarten.

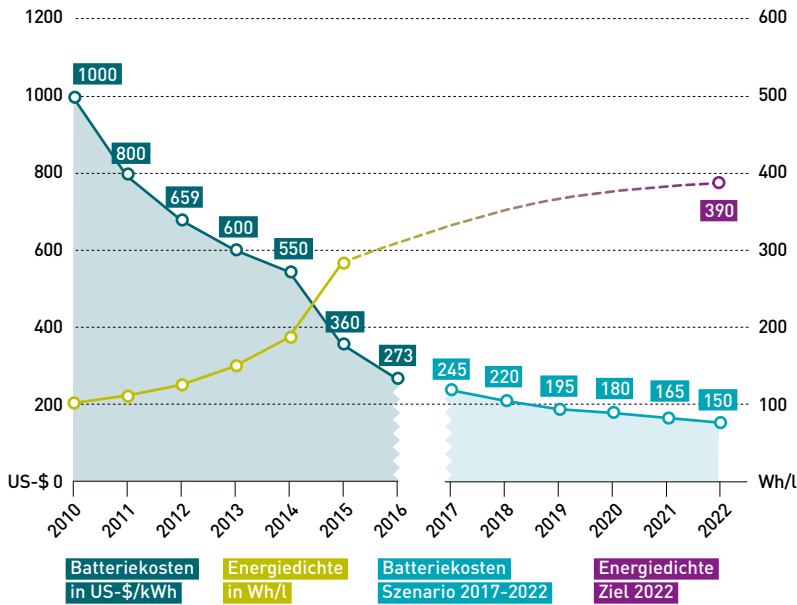
Für eine Kalkulation relevant sind die Gesamtkosten eines Fahrzeugs (Total Cost of Ownership, TCO), die sich aus den Anschaffungskosten und den Betriebskosten über die gesamte Nutzungszeit zusammensetzen. Mit Hilfe von TCO-Rechnern können die Kosten eines Elektrofahrzeugs relativ einfach mit den Kosten eines Fahrzeugs mit Verbrennungsmotor verglichen werden.³⁶ Der von unterschiedlichen Variablen abhängige Gesamtkostenvergleich zeigt in den meisten Fällen deutliche Kostenvorteile für die Nutzung von Elektroautos. Die höheren Anschaffungskosten werden durch Fördermaßnahmen teilweise kompensiert, maßgeblich fallen jedoch auch die geringeren Versicherungs- sowie Energiekosten ins Gewicht (siehe Grafik). Elektroautos haben sich zudem als vergleichsweise wertstabil erwiesen – nicht zuletzt aufgrund des Fehlens verschleiß- und wartungsintensiver Komponenten wie Schaltgetriebe, Auspuffanlage und Verbrennungsmotor. Ein Restwertvergleich zwischen Elektroautos und Verbrennern zeigt, dass der Wertverlust bei Elektroautos nur unwesentlich höher ist.³⁷ Bei einigen Modellen sogar geringer.³⁸ Zudem fallen Risikofaktoren wie neue Schadstoffgrenzwerte beim Elektroauto weg.

HÖHERE ANSCHAFFUNGSKOSTEN – DEUTLICH GERINGE BETRIEBSKOSTEN

E-Autos sind insbesondere aufgrund der Batteriekosten in der Anschaffung zwar teurer als Autos mit Verbrennungsmotoren, jedoch

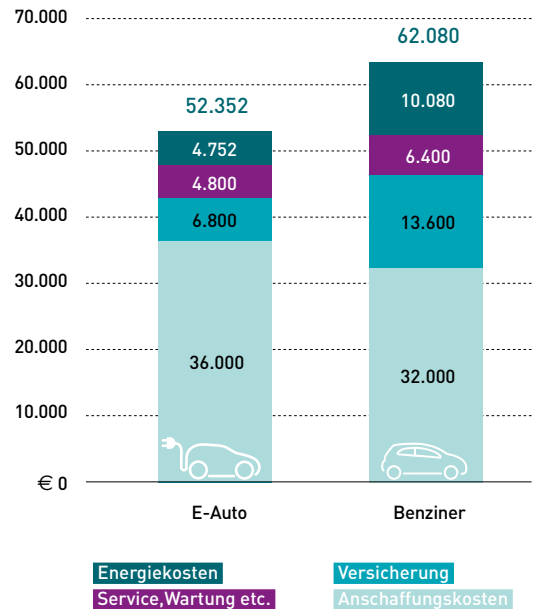
kann sich der Kauf eines Elektroautos innerhalb relativ kurzer Zeit dank deutlich geringerer Betriebskosten amortisieren. Förderungen und finanzielle Anreize helfen in der aktuellen Innovationsphase, die höheren Investitionen auszugleichen, die manche potenziellen Käufer noch abhalten. Das Umwelt- und das Infrastrukturministerium fördern in Zusammenarbeit mit den Autoimporteuren aktuell die Anschaffung eines reinen Elektroautos für Private mit 4.000 Euro, unter der Voraussetzung, dass der Strom zu 100% aus erneuerbaren Energieträgern stammt.³⁹ Zusätzlich zur Ankaufsprämie (bis Ende 2018) entfallen auch die Normverbrauchsabgabe (NoVA) sowie die motorbezogene Versicherungssteuer; weiters gewähren Versicherungen zum Teil hohe Rabatte auf die Prämien für Elektrofahrzeuge. Bei einer Jahreskilometerleistung von 15.000 km, einem Haushaltsstrompreis von ca. 22 Cent pro Kilowattstunde (kWh) und einem Verbrauch von 15-20 kWh pro 100 km liegen die Energiekosten eines E-Autos bei 500 bis 650 Euro jährlich. Ein vergleichbares konventionelles Fahrzeug (7 Liter Verbrauch auf 100 km und 1,20 Euro pro Liter Treibstoff) würde über 1.200 Euro an Treibstoffkosten verursachen. Die „Treibstoff“-Einsparungen liegen somit bei etwa 600 bis 750 Euro jährlich. Selbstverständlich zahlt sich das E-Auto für Vielfahrer im Verhältnis noch mehr aus als für Wenigfahrer, da neben den geringen Kosten für die Energiebereitstellung auch andere wiederkehrende Ausgaben, etwa für Verschleiß und Wartung, deutlich geringer ausfallen. Daher sind

Entwicklung Batteriekosten und Energiedichte



*Annahmen: Listenpreis konventionelles Kfz (135 kW) inkl. USt & NoVA: 32.000 €; Listenpreis eines vergleichbaren E-Autos (125 kW) inkl. USt: 38.000 €, zzgl. 2.000 € Wallbox, abzgl. 4.000 € Förderung; Jahresfahrleistung 15.000 km, Verbrauch auf 100 km: 7 Liter Benzin (1,20 €/l) bzw. 18 kWh (0,22 €/kWh); Amortisation nach ca. 2,5 Jahren; Kostenvorteil nach 8 Jahren ca. 10.000 €

Gesamtkostenvergleich nach 8 Jahren*



Datenquelle Grafik:
Bloomberg, IEA 2016

E-Autos auch besonders gut für Sharing- und Mietmodelle geeignet und könnten zum Treiber des Nutzen-statt-Besitzen-Prinzips werden.

SINKENDE BATTERIEKOSTEN ENTSCHEIDEND

Die Batterie ist das Schlüsselement für den Erfolg der E-Autos, denn es ist die teuerste Fahrzeugkomponente: In den vergangenen 5 Jahren haben sich die Kosten für einen Lithium-Ionen-Akku gedrittelt. Kostete 1 Kilowattstunde Batteriespeicher im Jahr 2011 noch ca. 750 Euro, liegen die Kosten im Jahr 2016 bei rund 250 Euro.⁴⁰ Ein weiteres Absinken auf unter 200 Euro/kWh bis 2020 und auf unter 100 Euro/kWh in den Folgejahren ist zu erwarten. Die Lernquote, also die Kostenverringerung bei Verdoppelung der Gesamtproduktion, liegt zwischen 6 und 9%.⁴¹ Damit sinken auch die Mehrkosten bei der Anschaffung eines Elektroautos. Parallel zum Absinken der Kosten pro kWh Akkukapazität konnte zudem die Energiedichte gesteigert werden. Die Internationale Energieagentur erwartet, dass ab dem Jahr 2025 die Anschaffungskosten vergleichbarer Fahrzeuge mit Elektro- bzw. Verbrennungsmotor gleich sein werden.⁴²

NORWEGEN ALS BEISPIEL

Innerhalb der Europäischen Union ist Österreich Spitzenreiter beim Anteil von Elektroautos an den Neuzulassungen. Internationaler Taktgeber in Sachen verkaufter E-Autos ist jedoch Norwegen. Die Zulassungszahlen liegen dort zehnmal höher als in Österreich. Verantwortlich dafür ist nicht in erster Linie das hohe Umweltbewusstsein der Norweger, sondern die deutliche Steuerbegünstigung und zahlreiche begleitende Rahmenbedingungen wie Parkgebührenbefreiung und die Nutzung von Busspuren. Ab 2025 sollen nur mehr elektrische Pkw neu zugelassen werden. Wer sich derzeit für ein E-Auto entscheidet, muss keine Mehrwertsteuer (25% des Kaufpreises) zahlen. Zudem wirkt der Entfall der Registriersteuer stark, die der österreichischen NoVA ähnlich und in Norwegen seit den 1960er-Jahren sehr hoch ist. Die Steuervorteile führen dazu, dass Elektromodelle in allen Autoklassen als am günstigsten gelten. Insbesondere gegenüber Dieselaautos, die ebenfalls bereits seit den Sechzigern extrem hoch besteuert werden, ist in Norwegen ein eklatanter Preisvorteil gegeben.⁴³

- 36 Beispiele hierfür sind u.a. Ecoplus: www.ecoplus.at/media/2419/abschaetzung-gesamtkosten-e-pkw-und-konventioneller-pkw-1-2.xlsx, Vlotte: www.vlotte.at/inhalt/at/tco-rechner.htm oder e-connected: e-connected.at/content/e-calculator
- 37 Deutsche Automobil Treuhand (DAT): Gebrauchte Elektromobilität www.dat.de/aktuell/news/gebrauchte-elektromobilitaet-1037.html [abgerufen am 30.08.2017]
- 38 Siehe www.welt.de/motor/article157080589/Gebrauchte-Elektroautos-sind-echte-Restwertriesen.html [abgerufen am 30.08.2017]
- 39 Infos und Einreichung unter www.umweltfoerderung.at/privatpersonen/foerderungsaktion-e-mobilitaet-fuer-private.html
- 40 Bloomberg/Jess Shankleman: Electric cars seen cheaper than gasoline models with a decade, 26.05.2017: www.bloomberg.com/news/articles/2017-05-26/electric-cars-seen-cheaper-than-gasoline-models-within-a-decade [abgerufen 03.06.2017]
- 41 Siehe auch B. Nykvist, M. Nilsson: Rapidly falling costs of battery packs for electric vehicles, 2016 www.nature.com/nclimate/journal/v5/n4/full/nclimate2564.html?source=TruthAndBeauty&foxtrotcallback=true
- 42 Internationale Energieagentur: Global EV Outlook 2017, Paris 2017
- 43 Siehe M. Aasness, J. Odeck: The increase of electric vehicle usage in Norway: incentives and adverse effects, European Transport Research and Review, 7: 34, 2015

08 FUHRPARK

Sind E-Fahrzeuge auch für Betriebe und Gemeinden interessant?

KURZ

Gerade für Unternehmen und Gemeinden bietet die Elektromobilität große Chancen. Abgesehen vom positiven Image und möglicher Kundenbindung, z.B. durch Bereitstellen von Ladeinfrastruktur, sind Elektroautos in gewerblichen Fuhrparks schon heute wirtschaftlich. Gesamtkostenvorteile ergeben sich insbesondere aus Ersparnissen beim Kraftstoff, geringeren

Wartungskosten sowie reduzierten Lohnnebenkosten durch den Wegfall des Sachbezuges bei Privatnutzung. Für unternehmerisch genutzte abgasfreie Fahrzeuge gilt darüber hinaus – anders als für konventionelle Kfz – seit dem Jahr 2016 das Recht auf Vorsteuerabzug. Für elektrisch oder elektrohydraulisch betriebene Fahrzeuge wird keine Normverbrauchsabgabe (in Österreich

bis zu max. 32%) eingehoben. Für reine E-Pkw entfällt zudem die motorbezogene Versicherungssteuer. Betriebe, Gebietskörperschaften und Vereine werden beim Ankauf von E-Fahrzeugen unterstützt und unter der Voraussetzung ausschließlich erneuerbarer Stromversorgung gegenwärtig mit 3.000 Euro für rein elektrische Pkw bzw. 1.500 Euro bei Plug-in-Hybriden gefördert.

Elektroautos sind im betrieblichen Bereich auch in der Kostenbetrachtung eine attraktive Alternative zum Pkw mit Verbrennungsmotor. In gewerblichen Fuhrparks sind sie schon heute wirtschaftlich. Je nach Nutzung und Modell unterscheiden sich die einzelnen Kostenvariablen. Aktuelle Modellkalkulationen zeigen, dass ein Elektroauto über eine Betriebsdauer von 5 Jahren einen Gesamtkostenvorteil von annähernd 35.000 Euro im Vergleich zu einem Auto mit Verbrennungsmotor bieten kann.⁴⁴ Kostenvorteile für Unternehmen resultieren insbesondere aus Ersparnissen beim Kraftstoff, deutlich geringeren Wartungskosten sowie reduzierten Lohnnebenkosten durch den Wegfall des Sachbezuges bei privater Nutzung. Hier können sich im Vergleich zu konventionellen Fahrzeugen auch arbeitnehmerseitig deutliche Ersparnisse von 500 Euro und mehr pro Monat ergeben.⁴⁵

ZAHLREICHE BEGÜNSTIGUNGEN

Für unternehmerisch genutzte abgasfreie Fahrzeuge gilt darüber hinaus – anders als für konventionelle Kfz – seit dem Jahr 2016 das Recht auf Vorsteuerabzug. Für elektrisch oder elektrohydraulisch betriebene Fahrzeuge wird weiters keine Normverbrauchsabgabe (in Österreich bis zu max. 32%) eingehoben. Für reine E-Pkw entfällt zudem die motorbezogene Versicherungssteuer. Betriebe, Gebietskörperschaften und Vereine werden beim Ankauf von E-Fahrzeugen im Rahmen des Aktionspakets zur

Förderung der Elektromobilität mit erneuerbarer Energie von BMLFUW und bmvit in Zusammenarbeit mit den Autoimporteuren sowie Zweiradimporteuren und dem österreichischen Sportfachhandel unterstützt: Sie werden Pkw mit reinem Elektroantrieb mit 3.000 Euro bzw. Plug-in-Hybriden mit 1.500 Euro gefördert.⁴⁶ Darüber hinaus gibt es auch Förderungen für weitere Fahrzeugklassen, wie zum Beispiel E-Nutzfahrzeuge oder E-Busse.

Die Förderprogramme Investitionsoffensive E-Mobilitätsmanagement und Multimodales Verkehrssystem – Aktionsprogramm klimaaktiv mobil des Klima- und Energiefonds stellen Mittel für die innovative klimafreundliche Mobilität von Städten und Gemeinden bereit. Darüber hinaus können auch Regionalverbände und Verkehrsverbände einreichen. Gefördert werden beispielsweise die Anschaffung von E-Kraftfahrzeugen, E-Fahrrädern und Ladestationen, Radwege und -abstellanlagen, Car-sharing-Modelle, Shuttle-Verkehr, Betriebsbusse sowie Verkehrs- und Mobilitätskonzepte. Das Programm klimaaktiv mobil setzt zahlreiche begleitende und ergänzende Aktivitäten in diesem Bereich um.

KUNDENBINDUNG, SICHTBARKEIT UND IMAGEWIRKUNG

Engagement in der E-Mobilität bietet zudem ein positives Image und mögliche Kundenbindung. Einerseits wird damit im Branding eines

Einsparungen bei Anschaffung eines betrieblich genutzten Elektroautos

Anschaffung	3.000 €	Ankaufsprämie bis Ende 2018
	1.000 € (NÖ)	zusätzliche Förderung je nach Bundesland
	bis 32% des Kaufpreises	Entfall der NoVA
	bis 6.667 €	Vorsteuerabzug Anschaffungskosten
Betrieb (jährl.)	~200 - 1.000 €	Entfall der motorbezogenen Versicherungssteuer
	z.B. 25%	Rabatt auf Versicherungsprämien
	rund 10% des Kaufpreises	Entfall des Sachbezugs (Dienstnehmerseite: bis 5.760 €)
	2 - 5 € / 100 km	geringere Energiekosten (teilweise auch Gratis-Laden)
	z.B. 50%	geringerer Verschleiß- und Wartungsaufwand
	1/6 der Kosten	Vorsteuerabzug Betriebskosten (Ladestrom, Reifen, Wartung etc.)
zusätzlich	bis 10.000 €	Förderung für öffentlich zugängliche Ladeinfrastruktur
	bis 20.000 €	Förderung für E-Nutzfahrzeuge und E-Kleinbusse
	bis 60.000 €	Förderung für E-Busse
	1.500 €	Ankaufsprämie Plug-in-Hybride
	750 €	Ankaufsprämie E-Mopeds/E-Motorräder
	200 € / 500 €	Ankaufsprämie Elektrofahrrad bzw. E-Transportrad
	...	Förderung von Mobilitätskonzepten, Carsharing-Modellen, Infrastruktur...



Unternehmens ein umweltfreundlicher Transport betont, da die Fahrzeuge häufig öffentlich sichtbar sind. Zahlreiche Betriebe nutzen dies bereits. Andererseits kann durch das Bereitstellen von Ladeinfrastruktur Kundenbindung erzielt werden. Eine Reihe von Unternehmen wie Gastroketten, Lebensmitteleinzelhandel etc. stellen mittlerweile Ladeplätze bereit, denn die Zeit für das Laden wird häufig genutzt, um andere Angebote wahrzunehmen: Einkaufen gehen, einen Kaffee trinken, Erledigungen machen etc. Ähnliches gilt auch für Gemeinden, die entsprechende Dienstleistungen anbieten. Lademöglichkeiten vor Ort werden von E-Autonutzern meist dankbar angenommen. Zahlreiche österreichische Gemeinden bieten darüber hinaus bis auf Weiteres zusätzliche Anreize wie beispielsweise Gratis-Parken oder erweiterte Zufahrtsrechte.

ELEKTROMOBILITÄT IM GÜTERVERKEHR

Neben der Bahn, die das Rückgrat eines umweltfreundlichen Güterverkehrs darstellt, bieten E-Fahrzeuge zunehmend auch in anderen Segmenten interessante Alternativen. Immer mehr Hersteller kommen mit entsprechenden Modellen auf den Markt.⁴⁷ Handlungsbedarf ist gegeben: Bis 2050 würde der globale Ölbedarf des um den Faktor 2,4 wachsenden Straßengüterverkehrs um 5 Millionen Barrel

pro Tag steigen, wenn nicht Gegenmaßnahmen gesetzt werden.

Mit Stand Ende Juli 2017 sind bereits über 1.600 Elektro-Lkw (Klasse N1 < 3,5 t) und 164 E-Omnibusse in Österreich zugelassen.⁴⁸ Das grüne Kfz-Kennzeichen für abgasfreie Fahrzeuge gibt es nun auch für große Elektro-Lastwägen und abgasfreie Busse. Der Lkw-Hersteller MAN startete im September 2017 in Steyr mit der Produktion großer E-Lkw.

Besondere Chancen bieten sich in der urbanen bzw. stadtnahen Logistik. In Städten sind bis zu 50% des CO₂-Ausstoßes im Straßenverkehr leichten und schweren Nutzfahrzeugen zuzurechnen; rund 40% der urbanen Schadstoff- und Lärmbelastung verursacht der Wirtschaftsverkehr.⁴⁹ Kraftstoffkosten stellen mit rund 45% einen Großteil der Kosten des stadtnahen Güterverkehrs dar. Die zahlreichen Start-/Stopp-Vorgänge im Verkehr oder bei der Bedienung von Kunden erhöhen zudem Motorenverschleiß und Schadstoffemissionen. Insbesondere Paket- und Zustelldienste sind für E-Mobilität sehr gut geeignet. In Österreich betreibt aktuell die Post AG die größte Flotte von ein- und mehrspurigen E-Fahrzeugen. Auch der Trend zu Lastenrädern für innerstädtische Transporte oder Lieferungen zeigt sich immer häufiger in betrieblichen Fuhrparks.

Datenquelle Grafik:
bmvit, BEÖ 2017

44 Quelle Raiffeisen Leasing, u.a. genannt in: futurezone.at/produkte/e-autos-als-kostenvorteil-fuer-firmen/228.081.333 (abgerufen am 21.08.2017)

45 Austrian Mobile Power: Steuerrechner. www.austrian-mobile-power.at/steuerrechner (abgerufen am 18.08.2017)

46 Info und Einreichung unter www.umweltfoerderung.at/betriebe.html bzw. www.umweltfoerderung.at/gemeinden.html

47 IEA: The Future of Trucks. Implications for energy and the environment, Paris 2017

48 Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie: Elektromobilität in Österreich. Zahlen & Daten 2017 – Q2 (erstellt von austriatech), Wien Juli 2017

49 Siehe auch VCÖ-Factsheet: Der urbane Gütertransport der Zukunft ist emissionsfrei, Wien 2016

09 SICHERHEIT

Ist das Fahren mit dem E-Auto wirklich sicher und bequem?

KURZ

Ein E-Auto weist keine höheren Sicherheitsrisiken auf als ein Fahrzeug mit Verbrennungsmotor, diese sind nur anders gelagert. Aus Nutzersicht betrifft dies insbesondere das geringe Fahrgeräusch, die rasche Beschleunigung des E-Autos und den Umgang mit der Batterie. Die geringe Lautstärke bedingt, dass noch mehr Achtsamkeit im Verkehr geboten

ist. Ab Juli 2019 müssen alle neuen E-Fahrzeuge in der EU mit einem künstlichen Geräusch bis 20 km/h ausgestattet werden. Das Elektroauto hat im Vergleich zum Auto mit Verbrennungsmotor die Eigenschaft, dass bereits beim Anfahren ein hohes Drehmoment verfügbar und somit aus dem Stand heraus eine rasche Beschleunigung möglich ist.

Dies erfordert vom Fahrer ein verantwortungsvolles Fahrverhalten. Umfragen zeigen, dass viele Nutzer von E-Autos sehr zufrieden sind – sowohl im betrieblichen als auch im privaten Bereich. Bei einer Befragung unter 243 Zustellern der österreichischen Post, die täglich mit Elektrofahrzeugen unterwegs sind, gaben 92% an, damit zufrieden oder sehr zufrieden zu sein.

Während das Laden und die Abschätzung von Reichweite und Stromverbrauch eine Umstellung in der Autonutzung erfordern, gibt es beim Fahren mit einem E-Auto nur geringe Unterschiede. Die für manche notwendige Umgewöhnung auf Automatik-Schaltung erfolgt meist rasch, die aktuellen Modelle bieten zudem hohen Fahrkomfort.

HOHE ZUFRIEDENHEIT MIT DEM ELEKTROAUTO

Erfahrungsberichte zeigen, dass viele Nutzer von E-Autos sehr zufrieden sind – sowohl im betrieblichen als auch im privaten Bereich. Eine Untersuchung unter 1.721 Elektroauto-Besitzern im Vorzeigeland Norwegen⁵⁰ hat gezeigt, dass diese kaum Nachteile wahrnehmen und nahezu alle Befragten, die ausschließlich ein E-Auto nutzen, auch bei Neuanschaffungen dabei bleiben werden. Bei einer Befragung unter 243 Zustellern der österreichischen Post, die täglich mit Elektrofahrzeugen unterwegs sind, gaben 92% an, mit ihrem Fahrzeug zufrieden oder sehr zufrieden zu sein; nur 4% hätten lieber wieder ein herkömmliches Kfz.⁵¹

GERINGES FAHRGERÄUSCH

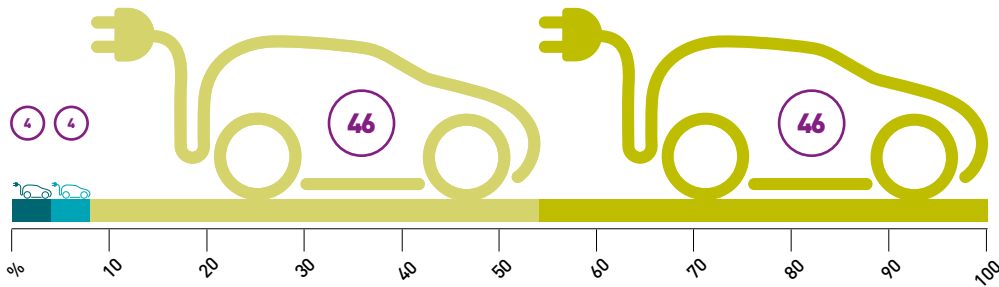
Ein Vorteil des E-Autos gegenüber konventionellen Antrieben ist seine

geringe Lautstärke. Dieser insbesondere für lärmbelastete Städte positive Effekt bedeutet jedoch auch, dass mehr Achtsamkeit geboten ist, da andere Verkehrsteilnehmer das Fahrzeug unter Umständen schwieriger wahrnehmen. Ab Juli 2019 müssen daher alle neuen E-Fahrzeuge in der EU mit einem künstlichen Geräusch (akustisches Fahrzeug-Warnsystem, AVAS) bis 20 km/h ausgestattet werden. Bis zum 1. Juli 2021 müssen alle Hybridelektro- und reinen Elektrofahrzeuge darüber verfügen.⁵² Die meisten Hersteller haben bereits jetzt einen Warn- bzw. Summton integriert. Der Soundgenerator dient vor allem dazu, Unfälle mit Fußgängern und Radfahrern zu verhindern. Denn im Alltag sind Geräusche ein wichtiger Indikator, um Geschwindigkeit und Entfernung herankommender Autos abzuschätzen und von langjähriger Gewohnheit geprägt.

RASCHE BESCHLEUNIGUNG

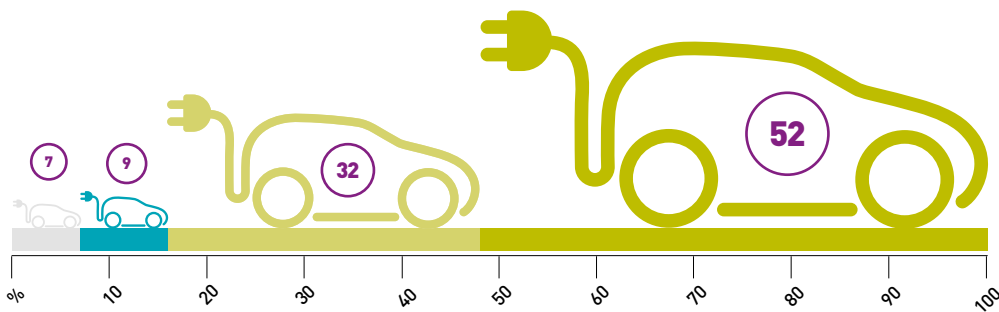
Das Elektroauto hat im Vergleich zum Auto mit Verbrennungsmotor die Eigenschaft, dass bereits beim Anfahren ein hohes Drehmoment verfügbar ist. Schon aus dem Stand heraus beschleunigt ein Elektroauto daher spürbar schneller als Fahrzeuge mit Benzin- oder Dieselmotor. Die maximale Drehzahl eines Elektromotors liegt bei bis zu 15.000 Umdrehungen pro Minute – und damit dem

Wie zufrieden sind Sie im Allgemeinen mit Ihrem E-Fahrzeug?



- ☹ Ich möchte es nicht mehr hergeben
- 😊 Ich bin zufrieden
- 🟡 Egal, kein Unterschied zu vorher
- ☹ Ich hätte gerne ein herkömmliches Kfz

Wie wird der Einsatz von E-Fahrzeugen durch Kunden beurteilt?



- 😊 Ausgezeichnet, ich werde oft darauf angesprochen
- 😊 Durchaus positiv
- 🟡 Neutral, kein Unterschied zu vorher
- ☹ k.A.

Datenquelle Grafik:
Klimafonds 2015

Dreifachen eines Verbrennungsmotors. Das „spritzige“ Fahrverhalten der Autos erfordert daher ein umso verantwortungsvolleres Verhalten des Fahrers. Im wissenschaftlichen Projekt E-FFEKT wurden die Unterschiede in der Fahrdynamik von Elektrofahrzeugen und Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor untersucht. Die Ergebnisse auf Basis von Tests zeigen, dass die Unterschiede in der Motorisierung im Vergleich zu anderen Faktoren wie zum Beispiel der Art der Kraftübertragung gering sind. Aus den Befragungsergebnissen wurde abgeleitet, dass sich die Probanden rasch an das Elektrofahrzeug gewöhnt und sich sicher damit gefühlt haben.⁵³

SICHERHEITSMASSNAHMEN FÜR EINSATZKRÄFTE UND IM GEWERBE

Ein E-Auto weist keine höheren Sicherheitsrisiken auf als ein Fahrzeug mit Verbrennungsmotor, jedoch sind diese anders gelagert und beziehen sich immer auf die Batterie.⁵⁴ Fahr-

zeugbrände von E-Autos sind stärker im medialen Fokus, obwohl diese bisher im Verhältnis weniger oft vorkommen als bei konventionellen Fahrzeugen. (Beim Verbrennungsmotor gelten 90 Fahrzeugbrände pro einer Milliarde gefahrener Kilometer als normal.)⁵⁵ Sowohl in Sachen Material wie auch beim Batterieeinbau werden zahlreiche Maßnahmen zur Gewährleistung der Sicherheit getroffen. Alle Leitungen und Stromverbraucher sind im Falle eines Unfalls automatisch spannungsfrei, sodass weder Ersthelfer noch Rettungskräfte einen Stromschlag fürchten müssen. Mitarbeiter von Werkstätten, Pannendiensten, Fahrzeugüberprüfungen etc. werden wiederum in speziellen Schulungen auf die Arbeit an Hochvolt-Fahrzeugen vorbereitet. Auch die Lagerung und der Transport von Lithium-Ionen-Batterien unterliegen Sicherheitsauflagen. Wie konventionelle Fahrzeuge auch, werden Elektro- und Hybridautos laufend verschiedenen Crashtests unterzogen. Unabhängige Prüforganisationen und Automobilclubs bewerten die Fahrzeuge als sicher.

- 50 Institute of Transport Economics, Norwegian Centre for Transport Research: Electric vehicles – environmental, economic and practical aspects. TØI report 1329/2014m, Oslo 2014
- 51 Klima- und Energiefonds: Statusbericht der E-Mobilitätsmodellregion E-Mobility Post, Wien 2015
- 52 Verordnung (EU) Nr. 540/2014 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. April 2014 über den Geräuschpegel von Kraftfahrzeugen und von Austauschschalldämpferanlagen sowie zur Änderung der Richtlinie 2007/46/EG und zur Aufhebung der Richtlinie 70/157/EWG
- 53 AIT, Kuratorium für Verkehrssicherheit, Denzel e-drive: E-FFEKT: Auswirkungen von E-Kfz auf Fahrdynamik und Verkehrskonflikte, Wien 2013
- 54 Ehsan Rahimzei (VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V.): Begleit- und Wirkungsforschung Schaufenster Elektromobilität (BuW) Ergebnispapier Nr. 37, Sicherheit von Elektrofahrzeugen, Berlin 2017
- 55 Autorevue (R. Skarics): Wie oft brennen Elektroautos im Vergleich zu Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor?, 02.05.2017 autorevue.at/ratgeber/statistik-brennen-elektroautos

10 WIRTSCHAFT

Ist Elektromobilität volkswirtschaftlich sinnvoll?

KURZ

Der Strukturwandel im Transportsektor ist sowohl eine wirtschaftliche Herausforderung als auch eine große Chance. Die Elektromobilität wird Berechnungen zufolge die gesamte globale Wertschöpfung in der Fahrzeugproduktion verschieben und von derzeit rund 400 Mrd. Euro auf ca. 650 Mrd. im Jahr 2030 erhöhen. Bereits jetzt profitieren österreichische Firmen von internationalen Aufträgen.

Laut einer Studie aus dem Jahr 2016 kann die heimische Automobilbranche durch den Ausbau der E-Mobilität insgesamt bis zu 33.900 Jobs schaffen und 3,1 Mrd. Euro Wertschöpfung generieren. Eine Gesamtabstimmung der Netto-Jobeffekte ist schwierig, aber Untersuchungen aus Deutschland gehen in Summe von einem gleichbleibenden oder sogar positiven Arbeitsplatzeffekt durch

Elektromobilität aus, wenn die richtigen Weichenstellungen gesetzt werden. Der Umstieg auf E-Fahrzeuge trägt auch zur Reduktion von CO₂-Vermeidungskosten und durch weniger Schadstoffe zu geringeren Gesundheitsausgaben bei. Zudem verringern Verkehrsvermeidung, der Ausbau öffentlicher Verkehrsangebote sowie der Umstieg auf E-Autos die Importabhängigkeit von Erdöl.

Elektromobilität ist auch unter ökonomischen Gesichtspunkten ein viel diskutiertes Thema. Die Dieseldebatte zeigt dies nachdrücklich. Zahlreiche Arbeitsplätze sind derzeit an der bestehenden Auto- und Zulieferstruktur gebunden. Doch wie in vielen Bereichen, die derzeit in Veränderung sind – etwa Energieversorgung, Digitalisierung etc. –, gilt es auch im Verkehrsbereich, die Transformation als Chance wahrzunehmen und sie durch Innovation und kluge Rahmenbedingungen wirtschaftlich zu nutzen.

GROSSER WELTMARKT – CHANCE FÜR ÖSTERREICH

Österreich besitzt als Land mit einem hohen erneuerbaren Anteil an der Stromversorgung und entsprechenden Ausbaupotenzialen beste Voraussetzungen, um ein modellhafter Impulsgeber in diesem Strukturwandel zu sein. Berechnungen zufolge wird sich die gesamte globale Wertschöpfung der Fahrzeugproduktion von derzeit rund 400 Mrd. Euro auf ca. 650 Mrd. im Jahr 2030 erhöhen und beträchtliche Verschiebungen zwischen den einzelnen Marktsegmenten bringen. Laut einer Studie aus dem

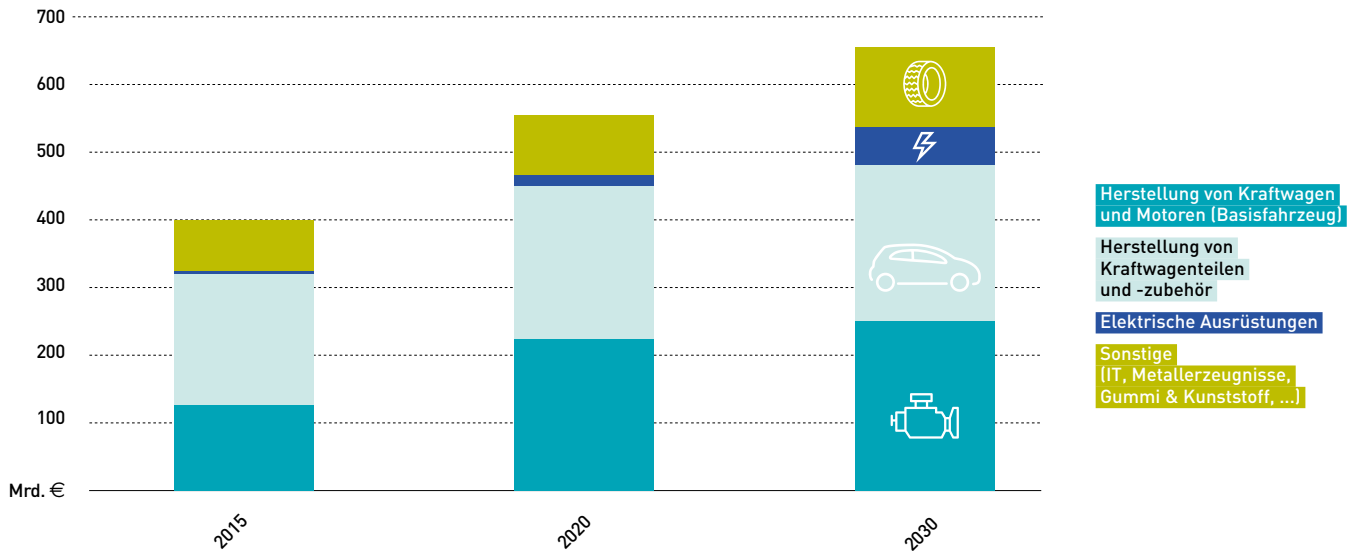
Jahr 2016 kann die heimische Automobilbranche durch den Ausbau der E-Mobilität insgesamt bis zu 33.900 Jobs schaffen und 3,1 Mrd. Euro Wertschöpfung generieren.⁵⁶ Andere Studien gehen von rund 57.000 neuen Arbeitsplätzen durch den Ausbau der Elektromobilität bis 2030 aus.⁵⁷ Die größten Potenziale liegen für heimische Erzeuger in der Komponenten- und Subkomponentenerzeugung für E-Fahrzeuge, bei Infrastrukturlösungen sowie im Bereich der Produktionstechnologien. Schon derzeit erzielen österreichische Unternehmen internationale Auftragserfolge durch Elektroautos, sei es in der Batterieentwicklung (Kreisel Electrics), bei Hightech-Kabeln (Gebauer & Griller) oder im IT-Bereich (be.ENERGISED).

WIRTSCHAFTLICHE GESAMTEFFEKTE

Die Nettoeffekte durch den Umstieg auf Elektromobilität sind bei Wertschöpfung und Beschäftigung noch von vielen Faktoren abhängig und variieren entsprechend in ihrer Einschätzung. Während eine Studie des Münchner ifo Instituts die potenziellen negativen volkswirtschaftlichen Folgen eines Verbots von Fahrzeu-

Wachstumsmarkt Elektroauto

Prognose der globalen Bruttowertschöpfung in der Fahrzeugproduktion in Mrd. €



gen mit Verbrennungsmotor in Deutschland herausarbeitet, gibt es auch zahlreiche positive Einschätzungen. So sieht Fraunhofer ISI beim Umstieg von konventionellen Pkw auf Elektrofahrzeuge für den Wirtschaftsstandort Deutschland gute Chancen und Potenziale für positive Arbeitsplatz- und Wertschöpfungseffekte.⁵⁸ Zwar werde es zu Verschiebungen zwischen unterschiedlichen Bereichen kommen, sich jedoch nicht intensiv an der Entwicklung des Elektroautos zu beteiligen, wäre jedenfalls ein Wettbewerbsnachteil.

ERSATZ VON FOSSILEN PKW SPART KOSTEN

E-Fahrzeuge, die konventionelle Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor ersetzen, tragen zur Reduktion von CO₂-Vermeidungskosten und durch reduzierte Schadstoffe zu geringeren Gesundheitsausgaben bei. Zudem verringern Verkehrsvermeidung, der Ausbau öffentlicher Verkehrsangebote sowie der Umstieg auf E-Autos die Importabhängigkeit von Erdöl: In den vergangenen fünf Jahren betrug der Wert der jährlichen Erdölimporte (exkl. Erdölprodukte) zwischen 4,8 und 8,8 Milliarden Euro.⁵⁹ Vier Fünftel davon verantwortete der Verkehr. Der Ausstieg aus dem fossil betriebenen Auto

kann daher auch Milliardeneinsparungen bei den Energieimporten bringen. Österreichs Haushalte wendeten im Durchschnitt der letzten Jahre knapp 3.000 Euro jährlich für Energiekosten auf; rund 40% davon für Mobilität.⁶⁰ Damit sind jedoch nur die Treibstoffkosten, und noch keine Anschaffungs- oder sonstigen Betriebskosten für den Autobesitz etc. abgedeckt. Der Umstieg auf ein umweltfreundliches Verkehrssystem kann die Mobilitätskosten der Haushalte deutlich reduzieren.

NACHHALTIGE MOBILITÄT SCHAFFT MEHR JOBS

Auch darum wäre eine reine Betrachtung des Automobilsektors verkürzt; denn der Erfolg der Elektromobilität zeigt sich insbesondere in Verbindung mit Änderungen im Gesamtverkehrssystem. Klimafreundliche Mobilität sichert in Österreich schon jetzt direkt und indirekt rund 200.000 Vollzeitbeschäftigte. Investitionen in öffentlichen Verkehr, Bahnindustrie und Telematikunternehmen, den Fahrradsektor und Mobilitätsdienstleistungen schaffen größere Beschäftigungseffekte als etwa der Bau von Autobahnen.⁶¹ Auch der Dienstleistungsbereich profitiert von der Entwicklung Richtung Nachhaltigkeit und Klimafreundlichkeit.

Datenquelle Grafik:
Fraunhofer Austria Research GmbH 2016

- 56 Fraunhofer Austria Research GmbH, Austrian Mobile Power, Virtual Vehicle Research Center: E-MAPP | E-Mobility and the Austrian Production Potential, Wien 2016
- 57 Fraunhofer Austria Research GmbH & TU Wien-Institut für Fahrzeugantriebe und Automobiltechnik: Elektromobilität – Chance für die österreichische Wirtschaft, Wien 2011
- 58 M. Wietschel, A. Thielmann, P. Plötz, T. Gnann, L. Sievers, B. Breitschopf, C. Doll, C. Moll (Fraunhofer ISI): Perspektiven des Wirtschaftsstandorts Deutschland in Zeiten zunehmender Elektromobilität, Karlsruhe 2017
- 59 bmwfw: Energie in Österreich 2017, Zahlen Daten, Fakten, Wien 2017
- 60 Statistik Austria 2016
- 61 VCDE: Wirtschaft beleben durch nachhaltige Mobilität, Wien 2013

Impressum

EIGENTÜMER, HERAUSGEBER UND MEDIENINHABER

Klima- und Energiefonds
Gumpendorferstraße 5/22
1060 Wien
www.klimafonds.gv.at

VCÖ – Mobilität mit Zukunft
Bräuhausgasse 7-9
1050 Wien
www.vcoe.at

INHALTLICHE AUSARBEITUNG

Georg Günsberg, Jan Fucik
Günsberg Politik- und Strategieberatung
www.guensberg.at

GESTALTUNG

Konzeption: Robert Six
www.robertsix.com
Umsetzung: www.frauliska.at

HERSTELLUNGSORT

Wien, 2017





Antworten auf die 10 wichtigsten
Fragen zur E-Mobilität