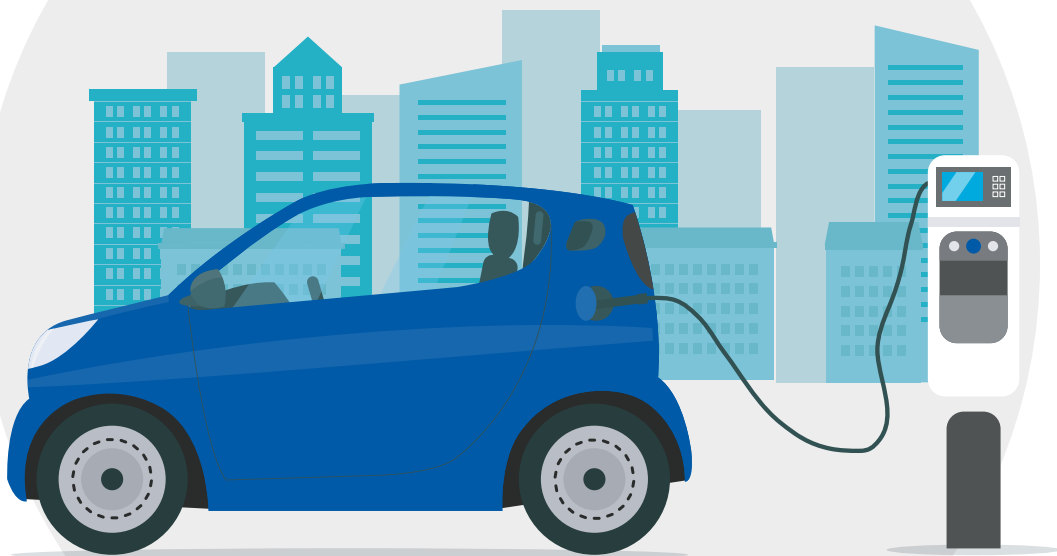


Mythbuster Elektroauto

Zehn Mythen der Elektromobilität auf
aktuelle Tatsachen reduziert



Impressum

Herausgeber: Swiss eMobility, c/o Mobilitätsakademie des TCS, 3001 Bern

Konzept und Realisation: BOLD AG Kommunikationsagentur, 3007 Bern

Inhalt

Einleitung	4
Mythos zu teuer	6
Mythos zu geringe Reichweite	7
Mythos Batterien sind unausgereift und nicht zuverlässig	8
Mythos zu lange Ladezeiten	9
Mythos nicht genügend öffentliche Ladestellen	10
Mythos zu wenig sicher	11
Mythos zu leise	12
Mythos zu wenig klimaschonend	13
Mythos zu grosser Strombedarf	14
Mythos zu ressourcenintensiv	15
Zusammenfassung	16
Glossar	18
Verweise	19

Einleitung

Eine Neuauflage unseres Mythbusters? Und das im 2019, knapp 10 Jahre nach der ersten Auflage? Angesichts der industriellen Entwicklungen, politischen Tatsachen und wissenschaftlichen Erkenntnisse der letzten Jahre sollte das eigentlich nicht mehr nötig sein. Dennoch finden sich vielerorts reichlich Irrlichter, die uns den Weg zurück in die fossile Vergangenheit leiten wollen – und sie strahlen je greller, desto mehr batterieelektrische Modelle auf den Markt kommen und desto klarer die Richtungsentscheide zu Gunsten der Elektromobilität auf allen politischen Ebenen ausfallen. Um diesen alten Öllampen ihre Strahlkraft zu nehmen, legt Swiss eMobility den ursprünglichen Mythbuster des Schweizer Forums Elektromobilität grundlegend neu auf.

Der komplett überarbeitete Mythbuster erscheint uns deswegen so wichtig, weil sich (nicht nur) der Schweizer Elektroautomarkt in den nächsten Jahren nochmals verändern wird. Der Marktanteil von Steckerfahrzeugen beträgt zum Ende des ersten Quartals 2019 hierzulande knapp über 5%¹. Für manche ist damit das elektromobile Glas noch halb leer, für uns in der Geschäftsstelle von Swiss eMobility aber bereits halb voll. Markieren diese 5% doch den Übergang von den sogenannten «Innovators» zu den «Early Adopters» und damit einen wichtigen Sprung bei der gesellschaftlichen Verbreitung der elektrischen Antriebstechnik. Während die Innovatoren der Elektromobilitätsindustrie noch so manches im Alltag auftretende Problem verzeihen, weil sie sich eben als Teil der Innovation selber verstehen, legen die frühen Adaptores schon deutlich mehr Gewicht auf Zuverlässigkeit und Alltagstauglichkeit – und diese beiden Kriterien muss und wird die Schweizer eMobilitätsbranche in den kommenden Jahren immer besser erfüllen! Da hilft es, dass heute nahezu alle Autobauer vor der Markteinführung kompletter (teil-)elektrischer Modellserien stehen oder damit bereits begonnen haben. Das wird zwangsläufig eine Umschichtung der Werbeausgaben der Schweizer Importeure mit sich bringen müssen. In den fünf grössten europäischen Automärkten Deutschland, Grossbritannien, Frankreich, Italien und Spanien

wurden 2017 immer noch rund 93% der Werbeausgaben für den Verbrennungsmotor eingesetzt². Dies wird sich allorts markant ändern.

2019 ist auch deswegen ein so wichtiges Jahr, weil die neuen CO₂-Emissionsgrenzwerte vor der Türe stehen. Zukünftig – aber nur bis 2025 – dürfen die verkauften Neuwagenflotten der Importeure 95g CO₂/km im Durchschnitt emittieren. Ab dann sieht die EU eine weitere Reduktion der Emissionen von bis zu -15% im Vergleich zu 2021 vor. Bis 2030 dann weitere -37.5% zum gleichen Referenzjahr. Das entspräche nach dem alten Erhebungszyklus (NEFZ) ungefähr 59g CO₂/km. Ohne eine umfängliche und (fast) vollständige Elektrifizierung sind diese Zielwerte nicht zu erreichen.

Für die Schweiz ist das Jahr 2019 letztlich so wichtig, weil die Schweizer Automobilindustrie noch gut ein Jahr Zeit hat, das Branchenziel «10/20» (10% Steckerfahrzeuge bis 2020) zu erreichen und der Bund drei Jahre Zeit hat, sein Ziel von 15% Steckerfahrzeugen im 2022³ zu knacken. Mit unserem Mythbuster unterstützen wir die Bemühungen dieser und zahlreicher weiterer Akteure und versuchen, die letzten agitatorischen Stolpersteine und «alternativen Fakten», die sich einer künftigen Vollelektrifizierung in den Weg stellen, zu enttarnen.

Wie schnell diese vollelektrische Zukunft unter Umständen erreicht werden kann, zeigen einerseits die Quantensprünge der letzten Jahre in Ländern wie Norwegen und andererseits die Fixierung von Ausstiegsdaten aus der Verbrennungsmotor-Ära mittels Verbot in einer wachsenden Anzahl von Ländern und Städten. Auch wir schauen daher beim Aufbau des Mythbusters 2019 sowohl zurück als auch nach vorne, indem wir die ursprünglichen 10 Mythen nicht nur mit aktuellen Daten und Fakten überarbeiten, sondern jeweils eine kurze Retro- und Prospektive ergänzen. Hier wird deutlich, wie sehr sich die automobilen Welt in den vergangenen Jahren bereits verändert hat und wie stark sie es auch weiterhin noch tun wird.

Unbestritten ist, dass der elektrische Antrieb längst seine Alltagstauglichkeit bewiesen hat und sich rasant über alle Fahrzeug- und Nutzersegmente verbreitet. Die Anbieter wissen um die Langlebigkeit ihrer Batterien und bieten in den meisten Fällen acht Jahre Garantie. Die Investitionsbereitschaft in Ladeinfrastrukturen hat markant zugenommen und lässt das öffentliche Ladenetz wöchentlich wachsen. Das Elektroauto ist so in den vergangenen 10 Jahren zu einer vollwertigen und umweltfreundlichen Alternative zum Auto mit Verbrennungsmotor geworden. Weitere einschneidende Trends, wie die Automatisierung, welche die Mobilität der Zukunft verändern werden, benötigen und setzen die Elektrifizierung des Antriebs voraus. Die Elektromobilität ist daher der Kristallisationskern einer nachhaltigen, vernetzten und intelligenteren Mobilität von morgen!

Für die Geschäftsstelle von Swiss eMobility



Dr. Jörg Beckmann



Krispin Romang

¹ auto-schweiz: Neue Personenwagen April 2019 (2019)

² Transport&Environment: Carmakers STILL failing to hit their own goals for sales of electric cars (2018)

³ UVEK: Roadmap Elektromobilität 2022 (2018)



MYTHOS 1

Zu teuer

«Elektroautos sind zu teuer.
Elektroautos sind nur etwas
für Reiche.»

Elektroautos sind in der Anschaffung teurer, in der Vollkostenrechnung über die Nutzungsdauer jedoch günstiger als vergleichbare Verbrenner. Ab 30 000 bis 65 000 zurückgelegter Kilometer ist ein Elektroauto günstiger unterwegs. Die Kostenvorteile werden sich zukünftig akzentuieren.

Bei der Anschaffung kostet ein Elektroauto nach wie vor mehr als ein vergleichbarer Verbrenner. Deshalb kann im Luxussegment der höchste Elektrifizierungsgrad festgestellt werden. Der Markteintritt von Elektroautos erfolgt in einer ersten Phase verstärkt über dieses Segment, denn die höheren Anschaffungskosten haben in den höheren Preissegmenten weniger Einfluss auf die Kaufentscheidung. Daher der Mythos, dass sich Elektroautos nur Gutverdienende und Wohlhabende leisten können. Der Preisunterschied beim Kauf ist jedoch in den letzten Jahren deutlich kleiner geworden. Treiber dafür sind die sinkenden Kosten der Lithium-Ionen-Batterien. Im 2010 lag der Preis von einer kWh noch über 1 000.– USD, 2018 kostete die kWh noch rund 200.– USD⁴.

Elektroautos sind über die Nutzungsdauer günstiger als ein vergleichbarer Verbrenner. Der Nachteil des höheren Anschaffungspreises wird in der TCO-Betrachtung (Gesamtkosten unter Einbezug des Wertverlusts) kompensiert. Elektroautos sind im Betrieb günstiger als Autos mit Verbrennungsmotoren. Dieser Vorteil entsteht aus tieferen Energie-, Unterhalts- und Reparaturkosten sowie möglichen Vergünstigungen bei den Steuern (je nach Kanton) oder Versicherungsprämien. Dies hat zur Folge, dass Elektroautos, je

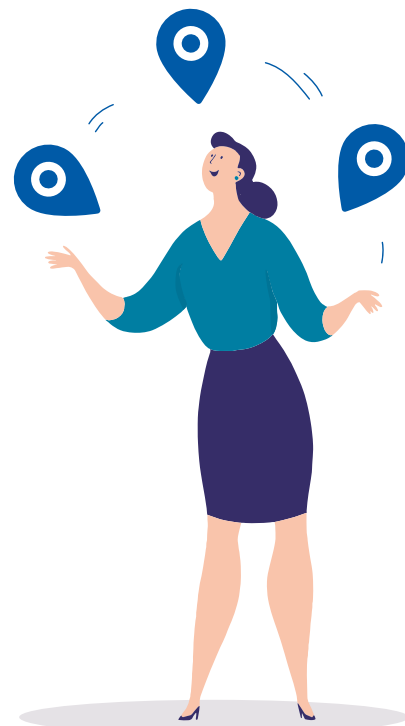
nach Fahrzeugtyp und Nutzung, nach 30 000-65 000 zurückgelegter Kilometer günstiger sind als Verbrenner. Ab diesem Zeitpunkt ergibt sich mit jedem zusätzlich zurückgelegten Kilometer ein Kostenvorteil auf Seiten des Elektroautos.

PROGNOSE

Prognoseinstitute gehen davon aus, dass beim Kauf eines Autos im nächsten Jahrzehnt (2020-2029) die Preisparität zwischen Verbrenner und batterieelektrischem Auto hergestellt wird. Bloomberg prognostiziert, dass 2024 die Anschaffungskosten eines Elektroautos (nicht subventioniert) wettbewerbsfähig werden und bis 2029 die Preisparität zwischen Elektroautos und Verbrennern bereits beim Kauf erstellt sein wird. Andere Institute rechnen damit, dass dies bereits früher der Fall sein wird.

Zu geringe Reichweite

«Das Elektroauto fährt nicht weit genug. Es genügt allenfalls in der Stadt oder als Zweitwagen.»



Die Alltagsnutzung ist mit dem Elektroauto vollumfänglich gewährleistet. Für längere Fahrdistanzen ist ein öffentliches und flächendeckendes Ladenetz notwendig. Dies ist in der Schweiz vorhanden.

Die Reichweiten der Elektroautos haben in den letzten Jahren signifikant zugenommen. Bei Mittelklassefahrzeugen wie dem Nissan Leaf und dem Renault Zoé beträgt die Zunahme 60 bis 80% im Vergleich zur ersten Fahrzeuggeneration (Produktionsstart Leaf 2010, Zoé 2012).

Aktuelle Elektroautos variieren in Sachen Reichweiten stark. Dies erklärt sich nicht nur durch die Qualität der Batterie, sondern durch deren Grösse (=Batteriekapazität). Im Realbetrieb getestete Reichweiten verschiedener Fahrzeugklassen (Mikroklasse bis SUV XL)⁵:

Die Alltagsnutzung ist mit einem Elektroauto vollumfänglich gewährleistet. 32 km beträgt die durchschnittliche Distanz pro Auto und Tag⁶. Mit vergleichsweise kurzen Distanzen zwischen den Ballungsgebieten und sauberem Strom eignet sich das Elektroauto in der Schweiz für alle Verwendungszwecke. Bei längeren Fahrdistanzen ist ein öffentliches und flächendeckendes Schnellladenetz notwendig. Ein solches ist entlang der Nationalstrassen in ausreichendem Masse bereits verfügbar. Innerhalb von wenigen Minuten können so die für die Restfahrdistanz benötigten Reichweiten dem Auto zugeführt werden.

MODELL	FAHRZEUGKLASSE	BATTERIEKAPAZITÄT	REICHWEITE
Smart forfour EQ	Mikroklasse	17.6 kWh	120 km
BMW i3	Kleinwagen	27.2 kWh	187 km
Nissan Leaf Acenta	Untere Mittelklasse	40 kWh	175 km
Opel Ampera-e	Minivan S	60 kWh	372 km
Hyundai Kona Amplia	SUV S	64 kWh	403 km
Jaguar I-Pace EV400 S	SUV L	90 kWh	384 km
Tesla Model X Long Range	SUV XL	100 kWh	433 km
Tesla Model S Long Range	Obere Mittelklasse	100 kWh	476 km

Die Reichweiten hängen nebst der Batteriekapazität von Fahrweise, Nutzung zusätzlicher Stromverbraucher im Auto, Temperatur sowie Topographie ab. Diesen Umständen wurde in den Beispielen Rechnung getragen.

PROGNOSE

Durch sinkende Preise der Lithium-Ionen-Batterien wie auch den technologischen Fortschritt werden die Reichweiten von zukünftig auf den Markt kommenden Elektroautos zunehmen. Fahrzeugmodelle werden mit unterschiedlichen Batteriegrössen erhältlich sein, viele sind es schon heute. Zudem wird die Erkenntnis steigen, dass die bereits bei Kleinwagen verfügbaren Reichweiten für den Alltagsbetrieb ausreichend sind. Dadurch werden Überkapazitäten vermieden und das Autofahren nachhaltiger und günstiger.

MYTHOS 3

Batterien sind un- ausgereift und nicht zuverlässig

«Die Batterien von Elektroautos sind zu wenig leistungsfähig und ihre Speicherleistung nimmt rapide ab. Wie bei meinem Smartphone.»



Die in den Elektroautos verwendeten Lithium-Ionen-Batterien sind zuverlässig und langlebig. Die Fahrzeughersteller gewähren lang-jährige Garantien über grosse Fahrdistanzen.

Lithium-Ionen-Batterien sind leistungsfähig. Durch die steigende Nachfrage und die Perspektive eines rasch und stark zunehmenden Marktwachstums werden Lithium-Ionen-Batterien intensiv weiterentwickelt. Sie wurden ab Beginn dieses Jahrzehnts bedeutend leistungsfähiger und zuverlässiger. Die Energieeffizienz wurde auf 96% Energieabgabe bei lediglich 4% thermischem Verlust erhöht⁷. Lithium-Ionen-Batterien haben bezüglich der Energiedichte, der hohen Anzahl Entladezyklen und kurzer Ladezeiten Vorteile gegenüber anderen Speichertechnologien. Mittels eines Batteriemangement-Systems (BMS) wird sichergestellt, dass sämtliche Zellen einer Batterie in den gleichen Ladezustand versetzt werden. Die steigende Intelligenz, welche mit dem BMS erreicht wird, minimiert die Instandhaltungskosten und verlängert die Nutzungsdauer.

Lithium-Ionen-Batterien sind zuverlässig. Verschiedene Langzeittests befassen sich mit Qualität, Langzeitleistungsfähigkeit und Lebensdauer der Lithium-Ionen-Batterien. Der ADAC bezeichnet den BMW i3 als «zuverlässig». Nach 84 000 km verfügt das Testfahrzeug noch über 93.4% seiner ursprünglichen Reichweite. Beim getesteten Nissan Leaf waren es nach 100 000 km noch 84.8%⁸. Bei beiden getesteten Fahrzeugen handelt es sich um ältere Modelle, der getestete Nissan Leaf ist ein Fahrzeug der ersten Produktgeneration. Laut Nissan haben neuere Modelle «eine verbesserte Batterie, die keine Probleme mit der Rekuperation und der raschen Abnahme der Kapazität aufweisen soll».

Fahrzeugimporteure gewähren Investitionssicherheit.

Mit den neuen Generationen der Elektroautos wurde bei den meisten Anbietern die Garantiedauer der Batterien angehoben. Beim beschriebenen Nissan Leaf sind für das aktuelle Modell (2019) acht Jahre oder 160 000 km garantiert. Beim Erreichen der kritischen Leistungsgrenze der Batterie (laut ADAC 70-80% der ursprünglichen Leistung) können einzelne Zellen des Akkus ausgewechselt werden. Ein vollständiger Ersatz der Batterie wird somit hinfällig.

PROGNOSE

Die Energiedichte wie auch die Kosten werden auch zukünftig weiter optimiert. Zudem werden alternative Speichermöglichkeiten in Verbindung mit Lithium erforscht. Der Fokus wird dabei auf Lithium-Schwefel und Lithium-Luft gelegt. Mit diesen Technologien wird eine Verdopplung resp. Ver vierfachung der Energiedichte im Vergleich zu den aktuellen Lithium-Ionen-Batterien in Aussicht gestellt⁹. Es wird auch angestrebt, die kritischen Anteile der Batterie, wie etwa Kobalt, zu minimieren oder zu eliminieren¹⁰ (siehe auch Mythos «zu wenig Rohstoffe»). Zudem können künftig ausgediente Fahrzeug-Batterien als Secondlife-Nutzung in Gebäuden eingesetzt werden. Damit können Stromleistungsspitzen reduziert und lokal produzierter Solarstrom zwischengespeichert werden.

⁷ next-mobility.news: Lithium-Ionen-Batterien unter der Lupe (2018)

⁸ ADAC: Elektroautos im Dauertest (2018)

⁹ ISI Fraunhofer Karlsruhe: Präsentation Dr. P. Plötz am 2. eSalon (2015)

¹⁰ BATREC: Präsentation D. Offenthaler am 13. eSalon (2018)

Zu lange Ladezeiten

«Das Elektroauto braucht für eine vollständige Batterieaufladung viel zu lange. Ein Auto mit Verbrennungsmotor kann in wenigen Minuten vollgetankt werden.»



Tanken \neq Laden. Elektroautos werden überall dort geladen, wo sie über längere Zeit stehen. In den meisten Fällen spielt die Ladezeit keine Rolle. Wenn es mal schnell gehen muss, stehen in der Schweiz ausreichend Schnelllader zur Verfügung.

Tanken \neq Laden. Die Fahrt zu einem Energieabgabeort (Tankstelle) ist beim Elektroauto nicht die Regel, sondern die Ausnahme. Das Elektroauto wird überall dort geladen, wo es längere Zeit steht (Garage, Einstellhalle, am Arbeitsplatz). Und es steht deutlich über 23 Stunden am Tag¹¹. Während dieser Zeit entstehen ausreichend Möglichkeiten, Ladevorgänge auch mit niedrigen Ladeleistungen einzuplanen. Dies spart Kosten und schont die Batterie.

Mit dem flächendeckenden Schnellladenetz sind Elektroautos auch über lange Distanzen ohne Einschränkungen nutzbar. Das Schnellladen kann am ehesten mit dem herkömmlichen Tanken verglichen werden. Die Ladeleistungen wurden in den letzten Jahren massiv erhöht. 2012 galt bereits ein 20kW-Wechselstromladegerät als Schnelllader. Mittlerweile kommen entlang des Nationalstrassennetzes vermehrt 150kW-Gleichstromlader zum Einsatz. Mit diesen Schnellladern können in 10 Minuten rund 100km Reichweite geladen werden¹². Nur bei längeren Fahrten wird schnellgeladen. Dabei wird die für die Reisedistanz erforderliche Reichweite dem Fahrzeug zugeführt und nicht «vollgetankt», respektive «vollgeladen».

PROGNOSE

Auf dem Markt bereits verfügbar sind 350kW-Gleichstromlader, 450kW-Lader befinden sich in der Entwicklung. Diese Ladegeschwindigkeiten beim Gleichstromladen sind bereits auf die nächste und übernächste Fahrzeuggeneration ausgelegt und betragen somit das Dreifache des derzeit gängigen Maximums¹³. Auch an der Marktreife der sogenannten Superkondensatoren («supercaps») wird gearbeitet. Wird die noch nicht ausreichende Energiedichte der Supercaps verbessert, könnte eine extrem schnellladefähige Alternative zu herkömmlichen Lithium-Ionen-Akkus verfügbar sein. Schnellladung wird so oder so zukünftig noch schneller.

¹¹ Bundesamt für Statistik: Mikrozensus Mobilität und Verkehr (2015)

¹² Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO: Elektroautos schneller laden (2016)

¹³ Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO: Elektroautos schneller laden (2016)

MYTHOS 5

Nicht genügend öffentliche Ladestellen



«Es gibt zu wenig öffentliche Ladestellen. Die Gefahr stehenzubleiben ist zu gross.»

Öffentliche Ladestationen sind eine Ergänzung zur heimischen Ladestation. Die Schweiz verfügt derzeit über ausreichend öffentliche Ladepunkte. Insbesondere unser Schnellladenetz gehört zu den am besten ausgebauten in Europa. Das öffentliche Ladenetz muss und wird weiter stark wachsen.

Das Schweizer Ladenetz ist in den letzten Jahren in nicht vorhersehbarem Tempo gewachsen. Die Anzahl der Ladestationsanbieter und -betreiber hat stark zugenommen. Während 2012 noch unter grossen Anstrengungen Käufer für 20kW-«Schnellladestationen» gesucht wurden, hat sich mittlerweile das Schweizer Schnellladenetz zu einem der bestausgebauten in Europa entwickelt. Dies hat insbesondere mit der ausgeprägten Investitionsbereitschaft privater Akteure zu tun.

Ende 2018 konnte in der Schweiz an 5 197 öffentlichen Standorten geladen werden¹⁴. Damit ist das Verhältnis der öffentlichen Ladestationen zu den immatrikulierten Steckerfahrzeugen leicht unter dem europäischen Schnitt. In Europa (EU+EFTA+Türkei) stehen pro Steckerfahrzeug 7.1 öffentliche Ladestationen zur Verfügung, hierzulande sind es 5.5. Aufgrund der Grössenverhältnisse, respektive der kurzen Fahrdistanzen zwischen den Ballungszentren, ist das Schweizer Ladenetz um ein Fünffaches dichter als das europäische¹⁵. Erhebungen zeigen, dass aufgrund der Nutzung von privaten und halböffentlichen Ladestationen ein Verhältnis von zehn Elektroautos pro Ladepunkt ausreicht¹⁶. Für die prognostizierte Zunahme an Steckerfahrzeugen muss das Ladenetz jedoch weiter ausgebaut werden.

Die Schweiz hat ein flächendeckendes Schnellladenetz entlang der Nationalstrassen. Der Bund hat die bundeseigenen Ruhezeiten entlang der Autobahnen (Rastplätze) für

die Erstellung von Schnellladeinfrastrukturen freigegeben. Die rund 100 verfügbaren Standorte wurden konzessioniert, die Eidgenossenschaft finanziert die Stromherleitungskosten vor¹⁷. Damit wird sichergestellt, dass das Schweizer Schnellladenetz an strategisch sinnvollen Standorten weiter wächst und sich verdichtet.

Wer elektrisch fährt weiss: Laden ≠ Tanken (siehe Mythos «zu lange Ladezeiten»). Das Auto wird vor allem zuhause und am Arbeitsplatz geladen. Das öffentliche Ladenetz ist eine Ergänzung zur heimischen Ladestation, aber nur wenige Ladetransaktionen finden unterwegs statt. Diese Ladungen werden oftmals nicht aus Notwendigkeit vorgenommen, sondern weil sich die Möglichkeit dazu bietet.

PROGNOSE

Die Investitionsbereitschaft ist ein wichtiger Indikator eines weiterhin stark wachsenden Ladenetzes. Finanzexperten prognostizieren Investitionen von 360 Milliarden USD, welche weltweit bis 2025 in den Auf- und Ausbau des Ladenetzes fliessen sollen¹⁸. Der Ausbau des öffentlichen Ladenetzes dürfte weiterhin in grossen Schritten fortgeführt werden.

¹⁴ European Alternative Fuels Observatory (2019)

¹⁵ European Alternative Fuels Observatory (2019)

¹⁶ Schweizer Forum Elektromobilität: Mythbuster (2012)

¹⁷ Bundesamt für Strassen ASTRA: Bewerbungsverfahren für Schnellladestationen auf Autobahnrastplätzen (2018)

¹⁸ Reuters: Plug wars: the battle for electric car supremacy (2018)

MYTHOS 6

Zu wenig sicher

«Elektroautos sind gefährlicher als herkömmliche Autos und geraten leicht in Brand.»

Elektroautos sind sicher. Sie führen keine brennbare und explosive Flüssigkeit mit sich. Durch den schweren Unterboden (Batterie) minimiert sich die Gefahr des Umkippens und durch den kleinen Elektromotor wird bei Crashes kein schwerer Motorenblock in den Fahrerraum gedrückt.

Elektroautos brennen weniger oft als Autos mit Verbrennungsmotor. Das grosse Interesse der Medien an Elektroautobränden vermittelt ein nicht belegbares Bild über die Gefahrenlage. 90 Fahrzeugbrände pro Milliarde gefahrene Kilometer mit Verbrennungsmotoren gelten als normal. Bei den Elektroautos konnte man lediglich zwei Brände pro Milliarde zurückgelegter Kilometer¹⁹ ermitteln. Diese Zahlen sind jedoch aufgrund der schwachen Datenlage mit Vorsicht zu interpretieren. Nebst der statistisch nicht genügend hohen Anzahl an Fahrzeugbränden von Elektroautos, fliessen laufende Entwicklungen zur Verbesserung der Sicherheit ungenügend oder gar nicht in Studien ein.

Fahrzeugbrände bei Elektroautos können bei Verformung der Antriebsbatterie infolge eines Unfalls entstehen. Dabei können Batteriezellen durch innere Schäden überhitzen und die Antriebsbatterie kann thermisch durchgehen (sogenannter «thermal runaway»). Der ADAC bezeichnet dieses Risiko aufgrund der Schutzmechanismen, wie des sofortigen Ausschaltens des Hochvoltsystems, als «vergleichsweise gering»²⁰. Aktuelle Elektroautos sind deshalb «genauso sicher» wie herkömmliche Autos.

Eine vom Bund in Auftrag gegebene Studie²¹ analysierte das Brandverhalten von Elektroautos bei Tunnelbränden. Dabei wurden unter anderem Brandverlauf, Löschverhalten und Gefährdung durch chemische Giftstoffe untersucht. Der Versuchsbrand wurde künstlich herbeigeführt. Aus dieser Studie



lässt sich deshalb das Gefahrenpotenzial von Elektroautos im Vergleich zu anderen Antriebsarten nicht ableiten. Einsatzkräfte müssen im Brandfall erkennen können, ob ein Fahrzeug mit einer Lithium-Ionen-Batterie betroffen ist oder nicht. Dies ist die grösste Herausforderung bezüglich Sicherheit.

Im Crashfall erzielen Elektroautos Bestwerte. Sämtliche Tesla-Modelle holten sowohl bei Frontal- und Seitenaufprall-Tests wie auch beim Überschlag-Test in den USA Maximalpunktzahlen²². Sicherheitsvorteile bei Elektroautos ergeben sich insbesondere durch die veränderte Konstruktion gegenüber Verbrennungsfahrzeugen. Bei einem Crash wird kein schwerer Motorenblock in den Fahrerbereich gedrückt und durch das hohe Gewicht im Unterboden (Akku) minimiert sich die Gefahr des Umkippens. Dies trifft auf alle rein elektrisch angetriebenen Autos zu.

PROGNOSE

An der Erhöhung der Sicherheit von Elektroautos wird laufend weiter gearbeitet. Verbesserungen, wie der Gleichspannungsschalter für den Crashfall²³ oder intelligentere Batteriemangement-Systeme werden die Sicherheit laufend erhöhen.

¹⁹ Forschungszentrum Jülich, Helmholtz-Institut Münster (D); autorevue (Ö): Wie oft brennen Elektroautos im Vergleich zu Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor? (2017)

²⁰ ADAC: Sicherheit von Elektroautos (2019)

²¹ Amstein + Walther Progress AG, im Auftrag des Bundesamtes für Strassen ASTRA: Elektromobilität und Tunnelsicherheit – Gefährdungen durch Elektrofahrzeugbrände (2018)

²² NHTSA – National Highway Traffic Safety Administration (USA): safety information (2018)

²³ TU Wien, Hirtenberger Automotive Safety: TU-Forschung für mehr Sicherheit im Elektroauto (2018)



MYTHOS 7

Zu leise

«Das Elektroauto stellt eine Gefahr für Langsamverkehrsteilnehmer und Sehbehinderte dar.»

Elektroautos tragen wesentlich zur Minderung der Lärmemissionen und zur Verbesserung der allgemeinen Gesundheit bei. Dadurch helfen sie, Kosten zu reduzieren. Da bei geringen Geschwindigkeiten nahezu geräuschlos, werden Elektroautos mit einem akustischen Warnsystem ausgerüstet.

In den unteren Geschwindigkeitsbereichen (bis +/- 30 km/h) sind Elektroautos nahezu geräuschlos. Durch den leisen Antrieb leisten Elektroautos einen essentiellen Beitrag zur Reduktion des Verkehrslärms. Dieser verursacht in der Schweiz jährlich Kosten von rund 2 611 Millionen CHF (Gesundheitskosten zu rund 60% und Wertverluste von Liegenschaften zu rund 40%; exklusive Umsatzaufälle im Tourismus, die geringere Leistungsfähigkeit am Arbeitsplatz sowie die Lärmfluchtkosten). Der Strassenverkehr zeichnet für 80% dieser Kosten verantwortlich²⁴. Lärmkosten werden nicht vom Verursacher getragen, sondern an unbeteiligte Dritte überwältigt. Der Mehrwert der geräuscharmen Elektromobilität kommt umgekehrt nicht nur den Elektromobilisten, sondern der Allgemeinheit zugute.

Mit einem künstlichen Fahrgeräusch werden Elektroautos auch für Menschen mit eingeschränkter Sehfähigkeit wahrnehmbar. Was einerseits Kosten senkt und Nerven schont, stellt andererseits ein Sicherheitsrisiko dar²⁵. Wie Elektrobusse und eBikes sind Elektroautos im unteren Geschwindigkeitsbereich für Menschen mit eingeschränkter Sehfähigkeit schwierig wahrnehmbar. Deshalb tritt in der EU ab Juli 2019 eine Verordnung in Kraft, die eine akustische Warn-

einrichtung für Elektroautos vorschreibt²⁶. Die Einführung erfolgt stufenweise: Neue Elektroautos müssen mit einem «Acoustic Vehicle Alerting System» (AVAS) ausgerüstet sein. Bis zu einer Geschwindigkeit von 20 km/h gibt das AVAS ein künstliches Fahrgeräusch ab. Ab Sommer 2020 gilt diese Regelung auch für Hybride und Brennstoffzellenfahrzeuge. Das Bundesamt für Strassen ASTRA ist derzeit mit der für die Schweiz geltenden Umsetzung beschäftigt (Stand Juni 2019).

PROGNOSE

Mit dem künstlichen Warngeräusch (AVAS) werden Elektroautos noch sicherer. Zudem wird sich mit der Zunahme von geräuscharmen Autos der Verkehr besser auf dieses Gefahrenpotenzial einstellen.

²⁴ Bundesamt für Umwelt BAFU: Wirtschaftliche Auswirkungen von Lärm (2015)

²⁵ US Government Information: Pedestrian Safety Enhancement Act (USA) (2010)

²⁶ European Commission: Detailed requirements for the Acoustic Vehicle Alerting System (EU) (2017)

Zu wenig klimaschonend

«Berücksichtigt man die gesamten CO₂-Emissionen schneidet das Elektroauto kaum besser ab als ein effizienter Verbrenner.»

Elektroautos sind klimaschonender als alle anderen Antriebe, Tendenz steigend. Energieeffizienz und saubere Energie für die Fortbewegung sind zentral für einen wirksamen Klimaschutz. Dies gilt für alle Antriebe, ist aber nur beim elektrischen Antrieb möglich.



Klimaschonende Mobilität ist CO₂-arm und mit regenerativen Energien angetrieben. «Klimaschonend» oder «Klimaschutz» sind die Sammelbegriffe für Massnahmen, die der durch den Menschen verursachten globalen Erwärmung entgegenwirken und Folgen der globalen Erwärmung abmildern (Mitigation) oder verhindern. Als Hauptansätze gelten der Ausstieg aus fossilen Brennstoffen und Massnahmen zur CO₂-Senkung²⁷. Klimaschutzende Mobilität ist demzufolge CO₂-arm und mit regenerativen Energien angetrieben. Beide Aspekte treffen auf die Elektromobilität zu, welche demzufolge die beste Klimabilanz im Vergleich zu allen anderen Antrieben ausweist²⁸.

Unterschiedliche Resultate von Ökobilanzen schaffen Verunsicherung. Ökobilanzierungen gliedern sich in folgende Analysebereiche: Herstellung der für die Fahrzeuge nötigen Komponenten, Energiebereitstellung «well-to-tank», Fahrzeugwirkungsgrad «tank-to-wheel» und Recycling. Grundsätzlich gilt: je ökologischer die in den Teilbereichen verwendete Primärenergie, desto besser ist die Umweltbilanz. Dieser Grundsatz lässt sich in der Realität aufgrund der teilweise ungenügenden Datenqualität nicht vollumfänglich überprüfen. Oft werden Annahmen herbeigezogen (insbesondere bei der Herstellung der Batterien), die Resultate der Studien können dementsprechend deutlich voneinander abweichen. Ebenfalls zu beachten ist, dass der in der Schweiz konsumierte Strom CO₂-ärmer ist als der europäische Strom. Ausländische Studien weisen deshalb in der Regel ein schlechteres Bild für die Elektromobilität aus.

Die Verwendung von erneuerbarer Energie ist für den Klimaschutz ausschlaggebend. Die grössten Vorteile der Elektromobilität liegen darin, dass für Herstellung und Fortbewegung auf regenerative Energiequellen zurückgegriffen werden kann und der elektrische Antrieb die mit Abstand beste

Energieeffizienz aufweist. Weltweit findet die Transformation der Energieversorgung hin zu erneuerbaren Energien statt. Deren Anteil an der weltweiten Stromerzeugung ist von 17.7% im Jahr 2007 auf 24.3% im Jahr 2017 gewachsen²⁹. Je sauberer die verwendete Energie, desto sauberer ist die Mobilität. Dies betrifft den Betrieb gleichermaßen wie die energieintensive Herstellung der Batterien. Mit einem hohen Anteil an Ökostrom am Produktionsstandort wird sich zukünftig die Ökobilanz von Elektroautos noch einmal bedeutend verbessern. Ein Verbesserungspotenzial in diesem Umfang kann nur die Elektromobilität vorweisen.

Nicht nur bei den Treibhausgasemissionen ist die Elektromobilität umweltschonender als andere Antriebe. Neben den möglichst geringen Treibhausgasemissionen sind Ressourcenverbrauch, Schaden am Ökosystem und Gesundheitsrisiken weitere wichtige Komponenten einer Ökobilanzierung. Auch hier weist der elektrische Antrieb Vorteile auf³⁰. Viel und zu Unrecht kritisiert wird das Recycling der Elektroautobatterien. Diese lassen sich jedoch fast vollständig recyceln³¹. Bis zum Recycling können Lithium-Ionen-Batterien noch mehrere Jahre als Energiespeicher genutzt werden (sogenanntes «second-life» oder «re-use»), beispielsweise für Photovoltaikanlagen. Diese Art von Nutzung verbessert die Umweltfreundlichkeit eines Elektroautos signifikant.

PROGNOSE

Der Anteil an regenerativen Energien wird weltweit stark zunehmen. Je nach Szenarien zwischen einer Verzehnf- bis zu einer Verdreissigfachung (bis 2035)³². Je sauberer der Strom für Produktion und Betrieb, desto sauberer die Elektromobilität.

²⁷ Wikipedia (2016)

²⁸ Paul Scherrer Institut (im Auftrag von EnergieSchweiz): Umweltauswirkungen von Personenkraftwagen – heute und morgen (2018)

²⁹ IRENA International Renewable Energy Agency (2018)

³⁰ TA-Swiss: Chancen und Risiken der Elektromobilität in der Schweiz (2017)

³¹ BATREC: Präsentation D. Offenthaler am 13. eSalon (2018)

³² Fraunhofer ISE: Stromgestehungskosten erneuerbare Energien (2018)

MYTHOS 9

Zu grosser Strombedarf



«Würde jedes Auto in der Schweiz mit Strom betrieben, bräuchten wir Unmengen an zusätzlicher Energie.»

Mit der Elektrifizierung der Fahrzeugflotte können wir aufgrund der Energieeffizienz das Siebenfache an Energie sparen. Die Schweiz wird vom Importeur zum potenziellen Energieselbstversorger.

Mit der Elektrifizierung des Antriebes kann das Siebenfache der Energie im Verkehr eingespart werden.

Der Verkehr ist mit 36.3% der grösste Energieverbraucher der Schweiz³³. Dies ist insbesondere der schlechten Energieeffizienz der fossilen Mobilität geschuldet. Der auf fossilen Treibstoffen basierende Verbrauch des motorisierten Individualverkehrs ist in der Schweiz in den letzten Jahren auf über 300 000 TJ angestiegen³⁴. Der hypothetische Verbrauch einer rein elektrischen (BEV) Personenwagenflotte hingegen betrüge nur rund 11.5 TWh³⁵ oder umgerechnet 41 400 TJ. Wären nur noch Elektroautos unterwegs, liesse sich somit aufgrund der Energieeffizienz über das Siebenfache an Energie sparen. Auch gegenüber anderen alternativen Antriebsarten weist das batterieelektrische Auto massive Effizienzvorteile aus. Auf Basis von 100% erneuerbarem Strom, wird über Direktladung (BEV) inklusive aller miteinzubeziehender Energieverluste «well-to-wheel» ein Wirkungsgrad von 73% erreicht. Bei mit Wasserstoff und über eine Brennstoffzelle betriebenen Fahrzeugen sind es lediglich 22%, bei flüssigen Kraftstoffen auf Basis erneuerbaren Stroms «power-to-liquid» und einem Verbrennungsmotor gar nur 13%³⁶.

Die Schweiz wird mit der Elektrifizierung vom Energieimporteur zum potenziellen Selbstversorger.

Das oben aufgezeigte Energiesparpotenzial entspricht einer globalen Betrachtung, die mit der Elektrifizierung einhergehenden Einsparungen erfolgen im erdölproduzierenden Ausland. Mit der Elektrifizierung des Antriebes wird die Schweiz vom Energieimporteur zum potenziellen Selbstversorger. In der

Energiebilanz übersteigt derzeit die Nettoinlanderzeugung von Strom den nationalen Eigenverbrauch³⁷. Diese Überproduktion reicht jedoch nicht aus, um den Bedarf einer voll-elektrifizierten Flotte zu decken. Diese würde ein zusätzliches Stromvolumen von zwischen 15% und 19% benötigen³⁸. Dafür müssen zum einen neue regenerative Energie erschlossen und bestehende Energiesparpotenziale nutzbar gemacht werden.

Eine Vollelektrifizierung des nationalen Fuhrparks wird Jahre oder Jahrzehnte dauern. Diese Zeit wird, unabhängig der Antriebsfrage, für die beschlossene Energiewende benötigt³⁹. Die Kosten der nötigen Erweiterung der Stromproduktionskapazitäten lassen sich schwierig und ungenau abschätzen. Genauer kennt man die Ausgaben für den Import von fossilen Treibstoffen: es sind jährlich 10-15 Milliarden CHF⁴⁰.

PROGNOSE

Der Zubau von erneuerbaren Energiequellen schreitet weiter voran. Durch den verstärkten Einsatz des bidirektionalen Ladens kann der in der Batterie gespeicherte Strom zurück ins Stromnetz gespiesen werden und lässt sich so intelligenter nutzen.

³³ Bundesamt für Statistik: Energie Panorama (2019)

³⁴ SES Energiestiftung Schweiz: Energie und Verkehr (2011)

³⁵ ETH Zürich: Mobility as part of the Swiss Energy System (Boulouchos, Georges, Noembrini, Steurs, Küng) (2016) und SES Energiestiftung Schweiz: Elektroautos (2016)

³⁶ Transport&Environment: Cars: Battery electric most efficient by far (2017)

³⁷ Bundesamt für Energie BFE: Gesamtenergiestatistik (2017)

³⁸ SES Energiestiftung Schweiz: Elektroautos (2016)

³⁹ Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK: Energiestrategie 2050 (2017)

⁴⁰ Bundesamt für Energie BFE: Präsentation C. Schreyer 8. eSalon (2017)

MYTHOS 10

Zu ressourcenintensiv



«Rohstoffe für Elektroautos sind knapp. Der Umstieg von fossil auf elektrisch bringt gar nichts.»

Eine Lithium-Ionen-Batterie besteht nur zu einem geringen Anteil aus Lithium. Die Verfügbarkeit von Lithium ist, wie die der anderen verwendeten Rohstoffe, nicht kritisch. Indes stellt die Kobaltförderung eine Herausforderung dar.

Die Verfügbarkeit der Rohstoffe von Lithium-Ionen-Batterien ist unproblematisch. Die Hauptbestandteile einer Lithium-Ionen Batterie sind Kupfer, Aluminium, Graphite und Nickel. Im Verhältnis zu diesen Rohstoffen ist der Anteil an Lithium verschwindend klein. Das Risiko, dass Lithiumvorräte im absoluten Sinne knapp werden, ist gering. Im nächsten Jahrzehnt wird wahrscheinlich weniger als ein Prozent der weltweiten Lithiumreserven aufgebraucht sein⁴¹. Die Verfügbarkeit aller erwähnter Rohstoffe wird als unproblematisch betrachtet. Kritisch ist hingegen die Verfügbarkeit von Platin, welches für die Brennstoffzelle (Wasserstoff) benötigt wird. Platin könnte bei der Brennstoffzelle zukünftig durch Kobalt ersetzt werden.

Die Produktionskapazität von Lithium-Ionen-Batterien wird stark ansteigen. Die weltweite Produktionskapazität von Lithium-Ionen-Batterien beträgt rund 131 GWh/Jahr (2018). Unter Berücksichtigung der angekündigten Konstruktionspläne der Autobranche, dürfte sich die Produktionskapazität bis 2021 rapide auf über 400 GWh/Jahr erhöhen. Der grösste Teil der Produktion wird in China stattfinden (73%). Diese Batterien werden hauptsächlich für den chinesischen Markt produziert. Bis Ende des nächsten Jahrzehnts wird die Nachfrage auf über 1 500 GWh/Jahr ansteigen⁴².

Die Förderung von Rohstoffen findet oftmals unter menschenunwürdigen Verhältnissen statt und schadet der Umwelt. Dies ist auch bei Kobalt der Fall. Die Verfügbarkeit des Kobalt wird bis ins Jahr 2050 als «nicht kritisch»⁴³ eingeschätzt. Die Förderung muss, wie bei ande-

ren Rohstoffen wie beispielsweise Tantal, Gold oder Erdöl, kritisch betrachtet werden. Der Abbau findet teilweise unter menschenunwürdigen Bedingungen statt, belastet die Umwelt und bringt ein erhöhtes Konfliktpotenzial in den Förderregionen mit sich.

Es liegt im Bestreben vieler Batteriehersteller, kobaltarme oder -freie Akkutechnologien zu entwickeln. Kobalt wird bei den Batterie-Kathoden verwendet. Bei einem geringeren Kobaltanteil steigt die Gefahr der Überhitzung («thermal runaway»). Flüssigkeitsgekühlte Batteriesysteme können dem entgegenwirken. Ebenfalls werden Möglichkeiten erforscht, Kobalt durch andere Elemente zu ersetzen (bspw. Eisenphosphat). Marktreif sind solche Alternativen jedoch noch nicht⁴⁴. Nebst den erwähnten negativen Aspekten der Kobaltförderung dürften steigende Kobaltpreise diese Entwicklungen vorantreiben. Zukünftig werden Batterien recycelt. Die dadurch zurückgewonnenen Rohstoffe, darunter auch Kobalt, werden dem Herstellungsmarkt dann wieder zugeführt.

PROGNOSE

Der Trend hin zu kobaltarmen und -freien Batterien wird fortgeführt. Auch bei anderen Rohstoffen wird nach Ersatz geforscht. Durch das in den nächsten Jahren zu etablierende Batterierecycling werden Rohstoffe dem Herstellungsmarkt wieder zugeführt.

⁴¹ Bloomberg: We're Going to Need More Lithium, Shankleman, Biesheuvel, Ryan, Merrill (2017)

⁴² Bloomberg: Electric Vehicle Outlook (2018)

⁴³ TU München, Prof. Dr. Markus Lienkamp: Präsentation Elektromobilität: Hype oder Revolution? Ifo Institut (2017)

⁴⁴ Freiburger Öko-Institut (D), Matthias Buchert; Edison: Akkus ohne Kobalt: Sauber, aber noch nicht marktreif (2018)

Zusammenfassung

1. ZU TEUER



«Elektroautos sind zu teuer. Elektroautos sind nur etwas für Reiche.»

Elektroautos sind in der Anschaffung teurer, in der Vollkostenrechnung über die Nutzungsdauer jedoch günstiger als vergleichbare Verbrenner. Ab 30 000 bis 65 000 zurückgelegter Kilometer ist ein Elektroauto günstiger unterwegs. Die Kostenvorteile werden sich zukünftig akzentuieren.

2. ZU GERINGE REICHWEITE



«Das Elektroauto fährt nicht weit genug. Es genügt allenfalls in der Stadt oder als Zweitwagen.»

Die Alltagsnutzung ist mit dem Elektroauto vollumfänglich gewährleistet. Für längere Fahrdistanzen ist ein öffentliches und flächendeckendes Ladenetz notwendig. Dies ist in der Schweiz vorhanden.

3. BATTERIEN SIND UNAUSGEREIFT UND NICHT ZUVERLÄSSIG



«Die Batterien von Elektroautos sind zu wenig leistungsfähig und ihre Speicherleistung nimmt rapide ab. Wie bei meinem Smartphone.»

Die in den Elektroautos verwendeten Lithium-Ionen-Batterien sind zuverlässig und langlebig. Die Fahrzeughersteller gewähren langjährige Garantien über grosse Fahrdistanzen.

4. ZU LANGE LADEZEITEN



«Das Elektroauto braucht für eine vollständige Batterieaufladung viel zu lange. Ein Auto mit Verbrennungsmotor kann in wenigen Minuten vollgetankt werden.»

Tanken ≠ Laden. Elektroautos werden überall dort geladen, wo sie über längere Zeit stehen. In den meisten Fällen spielt die Ladezeit keine Rolle. Wenn es mal schnell gehen muss, stehen in der Schweiz ausreichend Schnelllader zur Verfügung.

5. NICHT GENÜGEND ÖFFENTLICHE LADESTELLEN



«Es gibt zu wenig öffentliche Ladestellen. Die Gefahr stehen-zubleiben ist zu gross.»

Öffentliche Ladestationen sind eine Ergänzung zur heimischen Ladestation. Die Schweiz verfügt derzeit über ausreichend öffentliche Ladepunkte. Insbesondere unser Schnellladenetz gehört zu den am besten ausgebauten in Europa. Das öffentliche Ladenetz muss und wird weiter stark wachsen.

6. ZU WENIG SICHER



«Elektroautos sind gefährlicher als herkömmliche Autos und geraten leicht in Brand.»

Elektroautos sind sicher. Sie führen keine brennbare und explosive Flüssigkeit mit sich. Durch den schweren Unterboden (Batterie) minimiert sich die Gefahr des Umkippens und durch den kleinen Elektromotor wird bei Crashes kein schwerer Motorenblock in den Fahrerraum gedrückt.

7. ZU LEISE



«Das Elektroauto stellt eine Gefahr für Langsamverkehrsteilnehmer und Sehbehinderte dar.»

Elektroautos tragen wesentlich zur Minderung der Lärmemissionen und zur Verbesserung der allgemeinen Gesundheit bei. Dadurch helfen sie, Kosten zu reduzieren. Da bei geringen Geschwindigkeiten nahezu geräuschlos, werden Elektroautos mit einem akustischen Warnsystem ausgerüstet.

8. ZU WENIG KLIMASCHONEND



«Berücksichtigt man die gesamten CO₂-Emissionen schneidet das Elektroauto kaum besser ab als ein effizienter Verbrenner.»

Elektroautos sind klimaschonender als alle anderen Antriebe, Tendenz steigend. Energieeffizienz und saubere Energie für die Fortbewegung sind zentral für einen wirksamen Klimaschutz. Dies gilt für alle Antriebe, ist aber nur beim elektrischen Antrieb möglich.

9. ZU GROSSER STROMBEDARF



«Würde jedes Auto in der Schweiz mit Strom betrieben, bräuchten wir Unmengen an zusätzlicher Energie.»

Mit der Elektrifizierung der Fahrzeugflotte können wir aufgrund der Energieeffizienz das Siebenfache an Energie sparen. Die Schweiz wird vom Importeur zum potenziellen Energieselbstversorger.

10. ZU RESSOURCENINTENSIV



«Rohstoffe für Elektroautos sind knapp. Der Umstieg von fossil auf elektrisch bringt gar nichts.»

Eine Lithium-Ionen-Batterie besteht nur zu einem geringen Anteil aus Lithium. Die Verfügbarkeit von Lithium ist, wie die der anderen verwendeten Rohstoffe, nicht kritisch. Indes stellt die Kobaltförderung eine Herausforderung dar.

Glossar

ADAC	Allgemeiner Deutscher Automobil-Club
AVAS	Acoustic Vehicle Alerting System (akustisches Warnsystem)
BEV	batterieelektrisches Fahrzeug
BMS	Batteriemanagement-System
CHF	Schweizer Franken
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
EFTA	European Free Trade Association (Europäische Freihandelsassoziation)
EU	Europäische Union
g	Gramm
km	Kilometer
km/h	Stundenkilometer
kW	Kilowatt: verwendete Masseinheit für die Leistung.
kWh	Kilowattstunde. Eine Wattstunde entspricht der Energie, welche ein System mit einer Leistung von einem Watt in einer Stunde aufnimmt oder abgibt. Kilowattstunde (kWh) ist das Tausendfache der Wattstunde.
L	Large (gross)
NEFZ	Neuer Europäischer Fahrzyklus
TCO	Total Cost of Ownership (Gesamtbetriebskosten)
S	Small (klein)
SUV	Sport Utility Vehicle (Geländelimousine)
TCS	Touring Club Schweiz
TJ	Terajoule: Einheit der Energie.
TWh	Terawattstunde: 1 TWh = 1 Milliarde kWh.
USD	US Dollar
UVEK	Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation
XL	Extra-Large (sehr gross)

Bei nicht aufgeführten Abkürzungen (wie beispielsweise BMW) handelt es sich um Unternehmens- oder Produktebezeichnungen.

Verweise

*Alles aus der Luft gegriffen? Gewiss nicht.
Hier haben wir alle Quellen digital für Sie hinter-
legt. Einfach scannen und mehr erfahren!*



Wir machen
Elektromobilität
möglich.

Swiss eMobility c/o Mobilitätsakademie, Maulbeerstrasse 10, 3001 Bern
+41 (0)58 827 34 16, info@swiss-emobility.ch