




Mythbuster **ELEKTROAUTO**

Die bekanntesten zehn Halbwahrheiten zur Elektromobilität auf den Kopf gestellt

Autoren
J. Beckmann, S. Imesch, M. J. Pauli

 Schweizer Forum Elektromobilität
Forum suisse de la mobilité électrique
Forum svizzero della mobilità elettrica

INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort	1
Einleitung	2
Mythos «zu teuer»	4
Mythos «zu geringe Reichweite»	6
Mythos «keine zuverlässigen Batterien»	8
Mythos «zu lange Ladezeiten»	10
Mythos «nicht genügend öffentliche Ladestellen»	12
Mythos «zu wenig sicher»	14
Mythos «zu leise»	16
Mythos «zu wenig klimaschonend»	18
Mythos «zu grosser Strombedarf»	20
Mythos «zu wenig Rohstoffe»	22
Endnoten	24

Impressum

Herausgeberin: Mobilitätsakademie, Maulbeerstrasse 10, 3001 Bern

Konzept und Realisation: BOLD Werbung GmbH, 3007 Bern

Bildnachweis: Leo Dietrich (Titelbild, S. 13) alpmobil (S. 7), EKZ (S. 11), Nissan (S. 3), TCS (S. 1, 5, 15, 19, 23, 25), Protoscar SA (S. 9, 17), Robert Bösch (S.21)

Auflage: 3000 Ex. deutsch, 1500 Ex. französisch

VORWORT

Von Jörg Beckmann,
Direktor der Mobilitätsakademie

Wer kennt Jamie Hyneman und Adam Savage? Der eine sagt von sich, er sei unter anderem «Tier-Ringer». Der andere stellt sich auf der Website des Discovery TV Channel als «Sachenmacher» vor. Bekannt sind die Herren als Frontmänner der Sendung Mythbusters. Jamie und Adam lassen also Mythen platzen – oftmals im wahrsten Sinne des Wortes.

Nicht selten stehen bei Jamie und Adam auch Autos auf dem Mythenprüfstand. So fliegen nach einem Autobrand Stosstangen durch die Luft, um die Gefahr von explodierenden Air-Bags ganz plastisch und für jedermann sichtbar zu machen.

Elektroautos sind bislang noch keine verpufft. Dennoch stehen die beiden «Mythenknacker» hier Pate beim Versuch, einige der gängigen Meinungen zum Elektroauto auf ihr Mythenpotenzial hin zu überprüfen.

Die Mobilitätsakademie möchte mit dieser kleinen Mythenfibel etwas zur Schärfung des Sachverständes rund um das Thema Elektromobilität beitragen. Aus diesem Grund werden auf den folgenden Seiten einige der bekanntesten (Halb)wahrheiten etwas genauer betrachtet.

Viel Freude beim Lesen wünscht Ihnen das Team der Mobilitätsakademie



Danksagung: Ganz besonders danken wir Marco Piffaretti (Protoscar SA) sowie Max Ursin (KWO Grimselstrom) für ihre wertvollen Inputs zu dieser Publikation.

EINLEITUNG

Das Elektroauto ist da! «Schon wieder?», fällt einem da unmittelbar als Reaktion ein. Denn schon mehrmals in den vergangenen Jahrzehnten hätte es soweit sein sollen, dass wir, anstatt mit Diesel oder Benzin, mit Strom fahren. Nun aber scheint sich tatsächlich etwas verändert zu haben. Mittlerweile zeigen alle namhaften Automobilhersteller auf den Autosalons dieser Welt ihre neuen E-Autos. Angepriesen werden sie als Null-Emissions-Fahrzeuge: Energieeffizient, klimaschonend, leise, schnell und bezahlbar – ein echtes Auto eben.

Auch wenn der technische Fortschritt aus der einstigen Nischentechnologie «Elektroantrieb» nun patente Personenwagen gemacht hat, reagieren viele auf den neuen «E-Hype» mit Skepsis. «Zu teuer», «zu geringe Reichweite», «keine zuverlässigen Batterien», «zu lange Ladezeiten», «nicht genügend öffentliche Ladestellen», «zu wenig sicher», «zu leise», «zu wenig klimaschonend», «zu grosser Strombedarf» und «zu wenig Rohstoffe». So in etwa lauten zusammengefasst die Bedenken gegenüber dem Elektroauto.

Wer sich heute ein Elektroauto kaufen möchte, steht also vor einer Reihe von Herausforderungen. Wie sicher sind die Fahrzeuge? Was kosten sie mich bei der Anschaffung und im Unterhalt? Wie weit kann ich mit einer Batterieladung fahren? Wie klimafreundlich ist das Auto wirklich? Das sind nur einige der Fragen, die sich potenzielle E-Autofahrer stellen.

Auf der Suche nach Antworten werden Neueinsteiger in die E-Mobilität zwar oftmals schnell fündig. Die Aussagen begeistern jedoch oft durch ihre Widersprüchlichkeit. Im Folgenden will die Mobilitätsakademie etwas Licht in dieses elektromobile Dunkel bringen. Es geht in dieser Publikation um eine Richtigstellung. Der derzeitige Stand des Wissens und die aktuellen Fakten bilden die Argumentationsgrundlage. Denn weder die legendären Anekdoten über explodierende Batterien aus der elektromobilen Vergangenheit noch die grossartigen Zukunftsvisionen von einem vollelektrifizierten Strassenverkehr beantworten sachlich die Fragen potenzieller E-Autokäufer.

Natürlich geht es auch darum, die Angst vor der Elektromobilität zu nehmen. Denn im schlechtesten Fall ist das Elektroauto eben auch nur ein Auto. Dementsprechend wird hier auch nicht versucht, das E-Mobil schön zu reden. Nach wie vor muss für einen Erfolg auf dem Massenmarkt noch die eine oder andere technische und wirtschaftliche Hürde genommen werden. Die ersten E-Autos aus den Grossserienproduktionen der etablierten Automobilhersteller bieten zwar schon mehr als so manches Kleinserienfahrzeug und haben das Zeug, Otto Normalfahrer zu begeistern. Jedoch müssen sie sich auch an den Leistungsprofilen klassischer Autoantriebe messen lassen – und das in jeder Hinsicht.

Das Elektroauto muss nicht zu 100 Prozent alle Personenwagen mit Verbrennungsmotor ersetzen, um als erfolgreiche Alternative wahrgenommen zu werden. Nicht für jeden Autonutzer ist das E-Auto das ideale Fahrzeug. Genauso wie sich heute mit dem Elektromotor der automobilen Antriebsstrang ausdifferenziert, wird sich auch künftig das Mobilitätsverhalten der motorisierten Bevölkerung weiter individualisieren und ausdifferenzieren. Das steckdosenfähige Elektroauto ist somit nur eine weitere Option vor dem Hintergrund einer wachsenden individuellen Verkehrsmittel-Wahlfreiheit breiter Bevölkerungsschichten in den Industrienationen. Zumal das Elektroauto in mehreren Varianten daherkommt: vom vollelektrischen Fahrzeug über den Plug-In-Hybriden bis hin zum Fahrzeug mit Range Extender.

Letztlich soll hier betont werden, dass das Elektroauto nicht die Lösung aller Verkehrs- oder Umweltprobleme ist. Das Elektroauto bietet jedoch die Chance, die Mobilität neu zu denken. Es ist eine umwelt- und nutzerfreundliche Alternative zum herkömmlichen Auto mit Verbrennungsmotor. Und das Elektroauto kann ein Katalysator werden für eine gänzlich andere Mobilität.



MYTHOS «ZU TEUER»

«Das Elektroauto ist viel teurer als ein vergleichbares Auto mit Verbrennungsmotor, denn die Anschaffungs- und Betriebskosten eines Elektroautos sind sehr hoch.»

Es ist richtig, dass die Anschaffungskosten eines Elektroautos im Jahre 2011 noch deutlich über den Kosten eines vergleichbaren Autos mit Verbrennungsmotor liegen. Hinzu kommen in einigen Fällen unterschiedlich hohe Kosten für die Installation von Lademöglichkeiten, die über eine normale Steckdose hinausgehen. Zudem dürfte ein Strombezug aus gemeinschaftlichen Steckdosen in privaten Tiefgaragen zu Diskussionen mit den Mitbewohnern führen. Dies, weil die bezogene Energiemenge nicht ohne weiteres einem bestimmten Mieter oder Besitzer der Eigentumswohnung verrechnet werden kann. Günstiger wird es hingegen bei den Energiekosten: Bei den derzeitigen Strompreisen kann ein Elektroauto mit weit weniger als drei Schweizer Franken gut 100 km weit fahren.

Unter Einbezug aller Kosten und über einen Abschreibungszeitraum von acht Jahren betrachtet, ist derzeit davon auszugehen, dass für einen privaten Nutzer die Anschaffung eines reinen Elektrofahrzeugs nicht günstiger kommt. Diverse Analysen zu den sogenannten «Total Cost of Ownership» (TCO) ¹, also den Gesamtkosten unter Einbeziehung des Wertverlustes, legen allerdings nahe, dass sich dieses Verhältnis ändern wird.

Einer der Hauptgründe für die heutigen hohen Anschaffungskosten und die daraus resultierenden ebenfalls hohen TCOs ist der Preis der Li-Ion-Batterien, der im Moment gebräuchlichsten Batterievariante für die Elektromobilität. Für einen E-Smart schlägt diese Batterie beim Kauf in der Schweiz mit etwa CHF 10'000 zu Buche ². Jedoch ist bereits heute abzusehen, dass die Kosten bei der Batterieherstellung und damit auch ihre Verkaufspreise sinken werden. Nicht etwa aufgrund von sinkenden Rohstoffpreisen, sondern durch die steigende (Massen-)Produktion können wettbewerbsfähige Batterien im Markt lanciert werden. Experten rechnen bis 2020 mit einer Halbierung der Preise.

Nicht zuletzt dank unterschiedlicher gesetzgeberischer Massnahmen hat sich in Sachen Energieeffizienz und CO₂-Ausstoss das Kaufverhalten deutlich «ökologisiert». Dieser Trend zum umweltbewussteren Autokauf wird sich auch künftig behaupten. Gebrauchte Elektrofahrzeuge könnten als «Zero Emission»-Fahrzeuge von diesem Trend profitieren. Wer das Elektroauto zudem mit erneuerbarem Strom betankt, kann weitere Umweltpunkte sammeln. Hinzu kommt, dass der Elektroantrieb weniger Wartungsaufwand benötigt (z.B. keine Schmierstoffe, weniger Verschleissteile, keine Abgaswartung etc.). In einigen Jahren kann so mit einem TCO-Vorteil zu Gunsten des vollelektrischen Autos gerechnet werden.

Gleichwohl können Käufer eines Elektrofahrzeugs in der Schweiz darauf bauen, dass ihnen der Einstieg in die Elektromobilität aufgrund einer günstigen Besteuerung schon heute erleichtert wird. So sind Elektrofahrzeuge von der Automobilsteuer (4% des Fahrzeugpreises) befreit. Da Elektrofahrzeuge keine konventionellen Treibstoffe benötigen, sind sie von Mineralölsteuern und Zuschlägen ausgenommen. Ausserdem gewähren mehrere Kantone eine Reduktion der Motorfahrzeugsteuer oder verzichten ganz auf eine Besteuerung ³.

Fazit: Elektroautos werden günstiger.

Wer sich heute ein Elektroauto kauft, wird kurzfristig kein Geld sparen. Doch die Anschaffungskosten werden in den kommenden Jahren sinken, und mit ihnen auch die Lebenszykluskosten. Gleichwohl kann davon ausgegangen werden, dass die erste Generation an Grossserienelektroautos ihre Käufer findet. Für diese zahlungskräftigen «frühen Adaptoren» stehen andere Aspekte als monetäre Überlegungen im Vordergrund der Kaufentscheidung. Technikbegeisterung, Umweltbewusstsein und die Achtungserfolge bei staunenden Freunden zählen hier vielleicht mehr als gespartes Geld.



MYTHOS «ZU GERINGE REICHWEITE»

«Das Elektroauto fährt an einem Stück nicht weit genug. Es wird daher den Ansprüchen der Autonutzer nicht gerecht.»

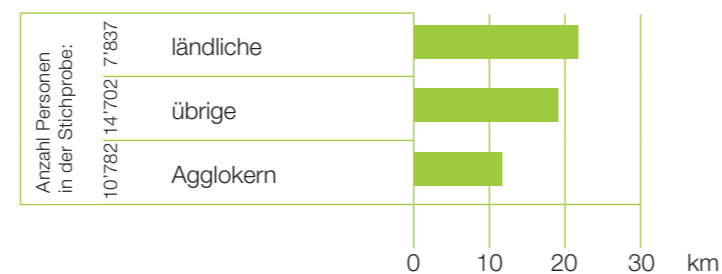
Das reine Elektroauto fährt derzeit zwischen 100 und 150 Kilometer weit. Es eignet sich sehr gut für die Bewältigung der Fahrdistanzen in der Stadt, aber auch innerhalb einer Agglomeration. Sogar für Pendler aus dem Umland der Schweizer Agglomerationen bietet das Elektroauto eine ausreichende Reichweite. Die tatsächlichen Reichweiten hängen neben der Batteriekapazität von der Fahrweise, der Nutzung zusätzlicher Stromverbraucher im Auto, dem Klima sowie der Topographie ab. Für Autofahrer, die täglich deutlich über 100 km zurücklegen oder viel in den Bergen unterwegs sind, bieten sich andere energieeffiziente Antriebsarten wie etwa Hybridfahrzeuge, Plug-In-Hybride oder elektrische Antriebe mit einem Range Extender an.

Insgesamt liegen die täglichen Weglängen in der Schweiz in einem Bereich, der die Nutzung eines Elektroautos zulässt. Das Elektroauto kann hier eine realistische Alternative zu Fahrzeugen mit fossilen Brennstoffen darstellen. Pro Tag nutzen die Schweizer ihren Personewagen durchschnittlich für 38.5 Kilometer⁴. Dabei werden an 80% der Tage weniger als 40 Kilometer zurückgelegt. Diese Fahrleistungen entsprechen 50% der Jahresfahrleistung. Das heisst: An 20% der Tage werden die anderen 50% geleistet, zum Beispiel für Wochenendausflüge und Ferien. Dafür könnten Elektroautofahrer, welche dazu nicht das Flugzeug oder die Bahn nutzen möchten, zum Beispiel auf einen Miet- oder Zweitwagen mit Verbrennungsmotor umsteigen. Bei entsprechender Vorausplanung, Kaskoversicherung und gegen Entgelt ist es auch denkbar (wie in früheren Jahren) das Auto eines nahen Verwandten oder Freundes auszuleihen. Ein Elektroauto mit 100 bis 150 km Reichweite könnte also für einen Grossteil der Schweizer Bevölkerung durchaus eine sinnvolle Mobilitätslösung sein.

Fazit: Elektroautos reichen mit ihren Reichweiten für den Alltag.

Elektroautos reichen mehr als genug für 80% der Tage und für 80% der Schweizer Bevölkerung im Alltag. Für die 20% der anderen Tage und für 20% der anderen Personen gilt es, auch unabhängig vom Elektroauto geeignete Mobilitätskonzepte zu finden. Die Reichweite ist für den Alltag meistens ausreichend und sie wird voraussichtlich mit dem Fortschritt der Technik noch zunehmen. Verbrennungsfahrzeuge sind heute hingegen oft übermotorisiert für den Alltag.

Autokilometer pro Person und Tag nach Raum



Wer auf «Nummer Sicher» gehen und vor dem E-Autokauf wissen möchte, ob die eigenen Mobilitätsbedürfnisse und zurückgelegten Tagesdistanzen mit dem Elektroauto vereinbar sind, kann bei der Mobilitätsakademie ein «eMotionKit» beziehen. Dieses Gerät wird in das eigene Auto gelegt und zeichnet über zwei Wochen das individuelle Mobilitätsprofil auf. Der Nutzer weiss danach genau, wie viel er fährt, auf welchen Wegen er am meisten Energie verbraucht und wo und wie lange das Auto steht. So erhält er alle notwendigen Informationen, um sich für oder gegen den Kauf eines Elektroautos zu entscheiden.



MYTHOS «KEINE ZUVERLÄSSIGEN BATTERIEN»

«Die reinen Elektroautos der grossen Autohersteller kommen mit Li-Ion*-Batterien auf den Markt. Diese sind nicht so zuverlässig und leistungsfähig wie nötig und haben noch erhebliche Sicherheitsmängel.»

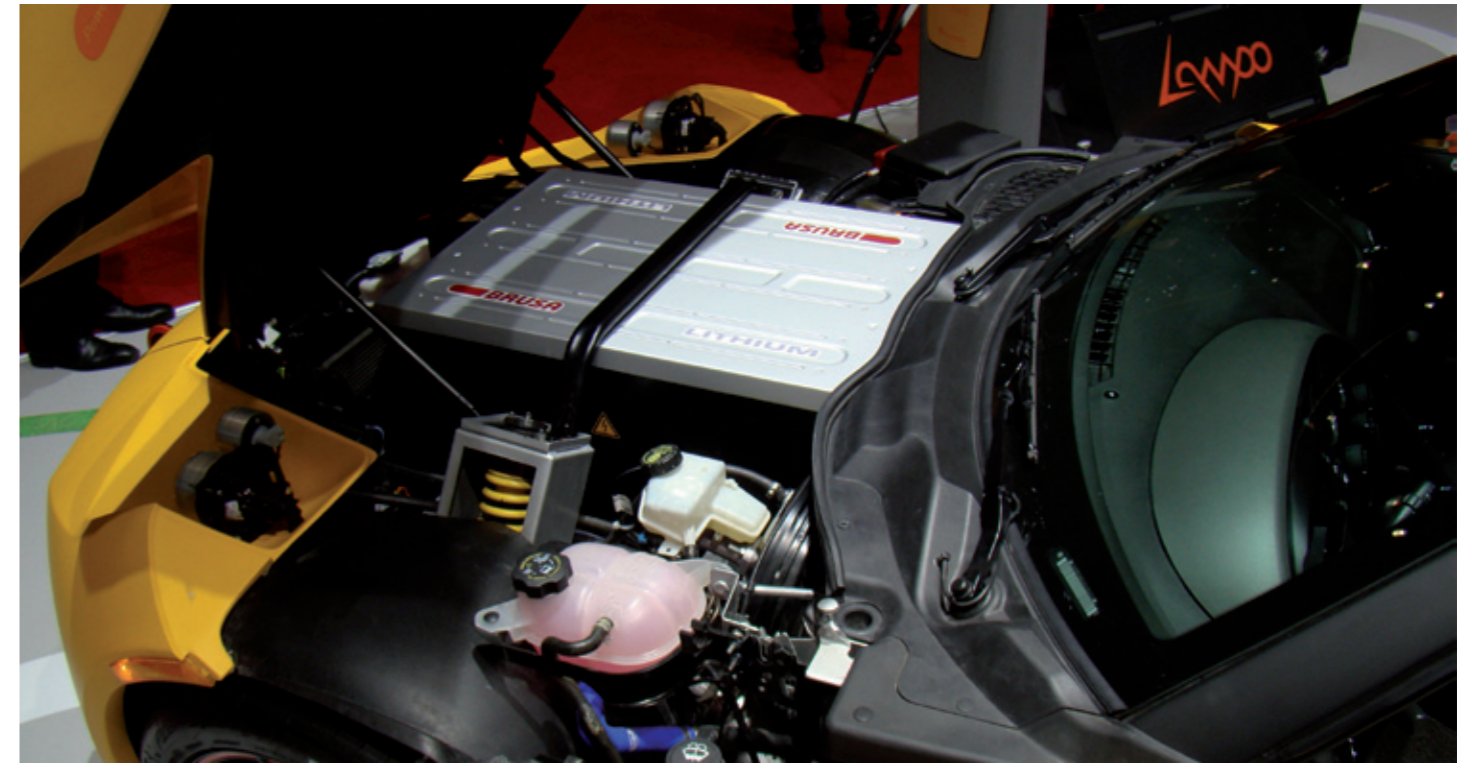
Hierbei wird unterstellt, dass die Li-Ion-Technologie als derzeit massgebliche Technologie für Batterien in Elektrofahrzeugen in den Kinderschuhen steckt. Der Energiespeicher wird durch die vergleichsweise geringe Anzahl der möglichen Ladezyklen, die fehlende Zuverlässigkeit bei starken Temperaturschwankungen und die Sicherheitsbedenken im Falle einer Störung oder eines Unfalls stark in Frage gestellt.

In der Vergangenheit fanden überwiegend Blei-Säure-Akkumulatoren Anwendung in Elektrofahrzeugen. Diese wurden von Nickel-Kadmium- und Nickel-Metallhybrid-Akkumulatoren abgelöst. Inzwischen bekommen diese Konkurrenz durch Salzbatterien (Natrium-Nickel Chlorid) und die weiterentwickelten Li-Ion-Akkumulatoren. Und dies ist berechtigt, denn Salzbatterien und Li-Ion-Akkus haben die höchste Energiedichte unter den verfügbaren Akkumulatoren: Die Dichte ist doppelt so hoch wie z.B. die des Nickel-Cadmium-Akkumulators und liegt bei 95 – 190 Wh/kg, beziehungsweise 250 – 500 Wh/Liter, je nach verwendeten Materialien. Anwendungen, die eine besonders lange Lebensdauer benötigen, z.B. der Einsatz in Elektroautos, laden

und entladen den Li-Ion-Akku oft nur teilweise (z. B. von 30 bis 80% statt von 0 bis 100%), was die Zahl der möglichen Lade- und Entladezyklen überproportional erhöht, aber die nutzbare Energiedichte entsprechend absenkt.

Akkutyp	Speicherkapazität (Wh/kg)
Bleiakku	30
Ni-Cadmium	40 – 60
Ni-Me_Hybrid	60 – 80
Na-Schwefel	120
Zebra (NaNiCl)	120 (gesamtes System)
Li-Ionen	150 – 200

Ein Vergleich der Speicherkapazitäten bei Fahrzeugbatterien ist in der obenstehenden Grafik aufgelistet (vgl.⁵). Ausserdem benötigen moderne Batterien keinen Wartungsaufwand. Ein Vorteil, den die meisten anderen Batterievarianten nicht für sich beanspruchen können. Da zudem kein Memory-Effekt auftritt, ist kein regelmässig durchgeführter Lade-/Entlade-Zyklus nötig, um die Lebenserwartung der Batterie zu verlängern. Moderne Batteriemanagementsysteme haben alles «voreingestellt» an Bord, der Nutzer braucht sich keine Gedanken zu machen über die optimale Ladestrategie etc. Ein weiterer Vorteil der Lithium-Batterie ist, dass die Selbstentladung weniger als die Hälfte einer Nickel-Kadmium-Batterie beträgt, was diesen Batterietyp besonders für moderne Fernsteuerungen tauglich macht. Zudem wird auch auf dem Gebiet des erwünschten Recyclings der Li-Ion-Batterie derzeit intensiv und erfolgversprechend weiter geforscht, um die bisher schon günstige Recyclingfähigkeit schon bei der Marktdurchdringung voll zum Einsatz zu bringen⁶. Das Recyc-



ling der Salzbatterien ist besonders elegant gelöst: Die Rohmaterialien Nickel, Kupfer und Aluminium werden in einem Schmelzofen aus der geschredderten Batterie herausgeholt und gelangen so in die Metallverarbeitende Industrie in Edelstähle und andere Legierungen. Das Salz und die Keramischen Werkstoffe werden als Schlacke im Strassenbau u.ä. weiterverwendet. Mit einer Salzbatterie leiht man sich die Rohstoffe für die Lebensdauer der Batterie aus und nutzt diese dann perfekt in anderen Produkten weiter.

Auch bei den Ladezyklen haben moderne Batterien enorme Fortschritte gemacht. Heute gelten 1'000 bis 2'000 Ladezyklen als machbar. Dabei bezeichnet ein Ladezyklus den gesamten Prozess von Vollladung bis Vollentleerung und Wiederaufladung. Selbst wenn nur 1'500 Ladezyklen erreicht werden würden, würde das bei einer konservativ angenommenen Reichweite von 100 Kilometer eine Batterielebensleistung von 150'000 Kilometer ergeben. In Kalifornien ist per Gesetz festgelegt, dass die Batterien für 160'000 Kilometer reichen müssen. Die globalen Batteriehersteller haben deshalb ihre Batterien auf diese Reichweite ausgerichtet, also auch bei denjenigen Batterien, die hier in der Schweiz gekauft werden können. Der Autohersteller Chevrolet geht sogar so weit, dass er den US-Kunden bei seinem Elektrofahrzeug «Volt» eine Garantie von acht Jahren bzw. 100'000 Meilen (160'000 km) auf seine Batterie gibt. Batterietests (u.a. von Volvo im winterlichen Schweden) haben gezeigt, dass die Li-Ion-Batterie auch bei Extremtemperaturen gute Resultate liefert. Die temperierte Batterie als solche hatte keine Probleme, lediglich die Reichweite verminderte sich.

Ein Nachteil der Li-Ion-Batterien ist sicherlich die grundsätzliche Unverträglichkeit mit Wasser. So können brennende Lithium-Batterien nicht mit Wasser, sondern nur mit Sand gelöscht werden bzw. diese sollten kontrolliert ausgebrannt werden. Bei den heute industriellen Li-Ion-Batterien sind jedoch genügend Schutzmechanismen (u.a. Schutzelektronik, Batteriemanagementsysteme) eingebaut, welche Brände weitgehend verhindern. Ausserdem gelten gewisse Lithium-Typen (Lithium-Eisen-Phosphat) als sicher, weshalb sie auch vorwiegend in Elektro-Autos eingesetzt werden.

Fazit: An der Zuverlässigkeit der Batterien wird das Elektroauto nicht scheitern.

Für viele mag es ungewohnt sein bei einem Auto mit Begriffen wie Ladezyklus, Vollentladung und Batteriemangement hantieren zu müssen. Batterien sind jedoch auch nur simple chemisch-physikalische Apparaturen, bei denen die Zuverlässigkeit eine Frage der Qualität ihrer Verarbeitung ist. Die technische Entwicklung wird nicht im Bereich der Verdoppelung der Leistung liegen, aber das bisherige Know-How reicht bereits für zuverlässige und leistungsfähige Autos. Jeder weitere Fortschritt wird daher ein Plus an Komfort, Lebensdauer und Reichweite bringen.

MYTHOS «ZU LANGE LADEZEITEN»

«Das Elektroauto braucht für eine vollständige Batterieaufladung an einer normalen Steckdose etwa acht Stunden. Ein Auto mit Verbrennungsmotor kann in wenigen Minuten vollgetankt werden.»

Das Aufladen der Batterie braucht seine Zeit. Das einzige, das vielleicht schneller von statten gehen kann als ein regulärer Tank-Stop wäre das Austauschen der leeren gegen eine voll geladene Batterie, so wie es das kalifornische Unternehmen «Better Place» mit ihren Ladestationen und gegen monatliche Gebühren anbietet.

Benzintanken und Batterieladen sind zwei grundsätzlich verschiedene Vorgänge mit jeweils unterschiedlichen Voraussetzungen. Die Frage ist hier eher: Stört das den Kunden?

Das Laden einer Batterie für ein Elektroauto kann über jede herkömmliche Haushaltssteckdose erfolgen. Je nachdem, welche Leistung vom Netz her kommt, dauert dieser Vorgang unterschiedlich lange. In der Schweiz hat die Haushaltssteckdose in der Regel eine Stromstärke von 10 Ampere (alte Häuser 6 Ampere, Neubauten 16 Ampere). Diese schafft es, eine leere Batterie in gut acht Stunden aufzuladen, je nach Grösse und Restinhalt der Batterie. Für öffentliche Ladestationen werden Lösungen von mindestens 32 Ampere angestrebt, evtl. auch als netzunabhängige Variante mit einer «Zwischenbatterie». Auch Schnellladungen sind technisch möglich. Derzeit sind die Anbieter weltweit bestrebt, einheitliche Standards für die Ladevorgänge zu definieren wie z.B. bei dem auf Gleichstrom basierenden CHAdeMO⁷. Mit dem CHAdeMO-zertifizierten Schnelllader lässt sich ein Elektrofahrzeug in nur fünf Minuten soweit nachladen, dass eine Reichweite von 30–40 km erzielt wird. 80% der Batteriekapazität werden in ca. 30 Minuten erreicht⁸. Letztlich spielen hier aber auch noch nationale Gewohnheiten und Sicherheitsansprüche eine Rolle, welches Ladesystem sich am Ende durchsetzt. Das Laden zu Hause als Standard und Hauptladevorgang bleibt hiervon jedoch unberührt.

Ein privates Auto steht im Schnitt mehr als 90% des Tages still (und zwar nicht im Stau, sondern unbenutzt in der Garage oder auf dem Firmenparkplatz). 90%, das sind über 21 Stunden am Tag. Das sollte reichen, um eine vollständige Ladezeit einzuplanen, die bei einer Haushaltssteckdose acht Stunden betragen kann. Wird jedoch regelmässig «nachgetankt», so ergeben sich für die zu fahrenden 40 Kilometer bzw. die 55 Kilometer⁹ Tagesladezeiten von maximal einem Drittel bzw. der Hälfte der Vollladezeit, also zwischen drei und vier Stunden. Schnellladestationen, die rasch bis zu 80% der Vollladung liefern können, werden also nur gebraucht, wenn z.B. vergessen wurde, nachts das Auto aufzuladen oder wenn über die letzten 100 Kilometer kein Blick auf die Batterieanzeige geworfen wurde. Der derzeitige Stand der Technik erlaubt Schnellladungen zwischen 15 und 20 Minuten, um 80% der Batterie aufzuladen.

Ein kleines Rechenbeispiel für das Verbrennungsauto: Bei einem Tankvolumen von 60 Liter und einem Verbrauch von sechs Liter auf 100 Kilometer (im Stadtverkehr kaum möglich) kommt der Verbrenner bei 40 Kilometer Tagesleistung 25 Tage weit, bei 55 Kilometer 18 Tage. Das heisst, nur alle drei Wochen muss getankt werden. In der Zeit wird für einen Tankwert von gut 100 Franken herum gefahren (bei CHF 1.70 für den Liter Treibstoff). Für das Geld lohnt es sich, seine Tankgewohnheiten zu überprüfen und nachts in der Garage zu tanken. Allzumal über 80% der Autofahrer über eine solche verfügen. Und mit wachsender Marktdurchdringung der Elektroautos werden auch jenseits der heimische Garagen «Zwischentankplätze» hinzukommen, mit denen das «Nachfüllen» problemlos möglich wird. Denn es kostet keine Zeit, das Herumstehen des Autos für dessen Betankung zu nutzen.

Fazit: Die Autos stehen zu lange ungenutzt herum.

Das «Fahrzeug» ist eher ein «Stehzeug» – denn es wird im Durchschnitt nur bis maximal drei Stunden pro Tag bewegt. Wer von jetzt auf gleich in einer Fahrt von Bern nach Rom will, für den ist das batterieelektrische Auto wenig geeignet, da hier die Ladezeiten und das Zwischenladen zu lange und zu aufwändig wären. Für den Alltagseinsatz des Elektroautos mit den bekannten Wegemustern und den Standzeiten ergeben sich jedoch genügend Zeiträume, um die Batterie wieder so zu laden, dass die nächste Fahretappe gemeistert werden kann. In Zukunft könnte ein Umdenken stattfinden, indem das Auto nicht nur «geparkt», sondern zum Laden hingestellt wird.



MYTHOS «NICHT GENÜGENDE ÖFFENTLICHE LADESTELLEN»

«Es gibt praktisch keine öffentlichen Ladestellen für Elektroautos. Diese Lücke kann zu schmerzlichen Überraschungen führen.»

Das Schweizer Netz ist dank den vielen elektromobilen Pionieren bereits heute mit 670 Stationen sehr dicht¹⁰. Im Moment bewegen wir uns bei 800 immatrikulierten Elektrofahrzeugen (Stand 2011). Somit steht jedem Elektroauto zurzeit etwas mehr als eine öffentliche Ladestation zur Verfügung. 2011 kommen die etablierten Hersteller mit serienmässig hergestellten Fahrzeugen auf den Markt, jedoch bleibt das Elektroauto über einen längeren Zeitraum ein Spezial- oder Nischenprodukt. Das heisst im Umkehrschluss, dass sich der Aufbau eines noch dichteren Netzes an öffentlichen Ladestationen ökonomisch nicht rechnet. Hinzu kommt, dass bei den Mobilitätsmustern und dem daraus resultierenden Gebrauch eines Elektroautos das Tanken in der heimischen Garage der Normalfall sein wird. In der Schweiz verfügen über 80% der Autofahrer über mindestens einen Garagenstellplatz.

In der Schweiz ist Mendrisio die Pioniergemeinde in Sachen Elektrofahrzeuge mit ihrer Modellregion «VEL-1 Mendrisio». Zwischen 1994 und 2001 wurden 400 E-Fahrzeuge an private Kunden verkauft und 80 Ladestationen aufgebaut. Deren Einsatz wurde über mehrere Jahre begleitet und erforscht. Ein Ergebnis war: Pro Ladesäule wurden lediglich 4 kWh pro Tag geladen. Die öffentlichen Ladestationen wurden also kaum genutzt und wenn, dann in der Regel aus «Testgründen» bzw. im Zweifel über den weiteren Gebrauch des Fahrzeugs in den nächsten Stunden. Dies hat erst wieder ein Praxistest aus Berlin deutlich gezeigt¹¹.

Der Aufbau von Ladestationen im öffentlichen Raum erfolgt heute meist aus Imagegründen bzw. um die Elektromobilität sichtbar zu machen. Anders wird mit den Schnellladestationen umzugehen sein. Diese als «Fall-der-Fälle-Tankstelle» konzipierten Säulen und ihre Verteilung gilt es im Lauf der Praxiserfahrungen genauer zu klären, auch, ob und wie mit ihnen ökonomisch umzugehen ist. Das Netz in der Schweiz ist hier im Vergleich zu anderen Ländern sehr gut. Die

bestehenden Tankstellen mit den vorhandenen Starkstromanschlüssen werden gerne den Kunden für eine Schnellladung zur Verfügung gestellt. So bleibt 15 Minuten Zeit, um in den Tankstellen-Shops einzukaufen, Kaffee zu trinken oder eine WC-Pause einzulegen.

Ein weiteres Thema ist die Abrechnungssystematik an öffentlich zugänglichen Ladestationen. Hier stehen zwei Überlegungen im Vordergrund: Abrechnungssysteme in den Ladesäulen versus Abrechnungssysteme integriert im Fahrzeug. Beide Varianten haben ihre Dafür und Dawider. Welches System hier für den Kunden angenehmer und einfacher in der Handhabung sein wird, wird der Markt entscheiden.

Fazit: Ein Zuwenig an Ladesäulen wird es nicht geben, anfangs werden diese allenfalls zu wenig genutzt.

Das heute schon gute Netz an öffentlich zugänglichen Ladestationen wird eifrig ausgebaut. Im Normalfall werden jedoch solche Ladestationen nur wenig gebraucht. Sie dienen der elektromobilen Vermarktung, der Notfallsicherheit und den allgemeinen Versorgungsgepflogenheiten der Kunden. Auch bei einer hohen Marktdurchdringung des Elektroautos und anderer elektromobiler Fahrzeuge wird es nicht zu einer Ladestationen-Knappheit kommen.



MYTHOS «ZU WENIG SICHER»

«Das Elektroauto bietet gegenüber einem herkömmlichen Fahrzeug mit Verbrennungsmotor weniger Insassenschutz. Es ist leichter und bei einem Auffahrunfall vorne weniger stabil, weil der schwere Verbrennungsmotor fehlt.»

Die Crash-Tests von Elektrofahrzeugen widerlegen das, zumal die Hersteller bezüglich Sicherheitstechnik keine Abstriche gegenüber den Fahrzeugen mit anderen Antriebstechniken zulassen. Der Touring Club Schweiz (TCS) nahm im Rahmen mehrerer Crash-Tests den linksgelenkten Mitsubishi i-MiEV, das erste in Grossserie hergestellte Elektrofahrzeug, unter die Lupe. Die Tests zeigten, dass der i-MiEV punkto Insassensicherheit problemlos mit vergleichbaren Personenwagen mit Verbrennungsmotor mithalten kann. Es gibt keine spezifischen Sicherheitsprobleme von Elektroautos¹². Gleiche Ergebnisse liegen auch für den Peugeot i-On vor, noch bessere Ergebnisse für den Nissan Leaf. Auch diese beiden Fahrzeuge haben den Härtestest überstanden: Bei den speziellen Faktoren Spannung und Batterie haben sämtliche Schutzvorrichtungen funktioniert¹³. Zudem besteht für Insassen und Retter nach einem Unfall keine Gefahr durch die Hochvoltanlage.

Es ist von weiteren Verbesserungen bei der allgemeinen Fahrzeugsicherheit auszugehen. Im Jahr 2009 wurden auf Schweizer Strassen 349 Menschen getötet – so wenige wie nie in den letzten 65 Jahren. Mehr als jede Präventionskampagne haben sowohl moderne Kommunikationsmittel (Mobiltelefone), Ausbildung, Kompetenz und Ausrüstung der Rettungskräfte als auch technische Neuerungen bei den Fahrzeugen die tödlichen PKW-Unfälle reduziert.

Oftmals wird auch behauptet, dass aufgrund der Reichweitenfrage das Elektroauto durch Leichtbauweisen einem Sicherheitsrisiko ausgesetzt ist. Bislang verneinen dies alle Hersteller, da nicht zuletzt aus Imagegründen ein solches Vorgehen riskant wäre. Richtig ist aber, dass hinsichtlich der allgemein geforderten höheren Effizienz von Fahrzeugen neuen leichteren Bauweisen und -stoffen eine grössere Rolle zukommt. In diesem Zusammenhang sind vor allem die Carbonfasern als Aussenummantelung zu nennen sowie neue

Versteifungstechniken im Karosserieaufbau. Dies gilt jedoch für alle Antriebsarten und stellt kein Spezifikum der Elektromobilität dar. Die Mobilitätsakademie hat 2011 eine Verkehrssicherheitsumfrage mit Fokus auf Elektromobilität durchgeführt. Dort bestätigten Experten, dass die Leichtbauweisen den Trend zum verstärkten Einsatz von technischen Sicherheitssystemen sogar noch fördern würden, da der Gesamtgewichtsverlust neue Spielräume für die Sicherheitstechnik zulässt.

Fazit: Elektroautos sind bei einem Unfall genau so sicher wie vergleichbare Fahrzeuge mit einem konventionellen Antrieb. Menschliches Fehlverhalten ist die häufigste Unfallursache. Das Elektroauto ist mit allen bekannten sicherheitsrelevanten Komponenten ausgestattet. Und es wird an allen technischen Entwicklungen genauso teilhaben wie herkömmliche Verbrennungsautos. Schlechte Sicherheitserfahrungen mit Elektroautos sind nicht dokumentiert, auch nicht bei Fahrzeugen, die als Pioniermodelle gelten. Und wie alle Statistiken über Verkehrssicherheit belegen, sind mangelnde Fahrpraxis, unangepasste Geschwindigkeit und Beeinträchtigungen der Konzentration beim Fahren (durch Alkohol, Störungen durch Mitreisende oder Müdigkeit) die grössten Sicherheitsrisiken im Verkehr, nicht die Art des Antriebs.



MYTHOS «ZU LEISE»

«Das Elektroauto stellt aufgrund des fehlenden Fahrgeräusches insbesondere bei niedrigen Geschwindigkeiten eine Gefahr für Langsamverkehrsteilnehmer und Sehbehinderte dar, weil diese sich stark nach dem Gehör orientieren.»

In den unteren Geschwindigkeitsbereichen bis 30 km/h stellt dies durchaus ein gewisses Problem dar. Erste Praxistests aus den USA verweisen auf eine leicht höhere Unfallgefahr bei Rückwärtsfahrten mit Elektroautos. Die USA haben mit dem «Pedestrian Safety Enhancement Act» von 2010 einen Studienauftrag zur Ermittlung passender akustischer Signale für Hybride und Elektroautos auf den Weg gebracht. Die UNO ist durch das entsprechende Gremium ebenfalls aktiv geworden und wird seine Mitgliedsländer auf solche Normen verpflichten.

Bereits jetzt sind Elektroautos mit akustischen Signalen ausgestattet bzw. es wurden Vorkehrungen getroffen, Geräte für solche Signale einzubauen. Vor allem Sehbehinderte und Kinder sollen dadurch geschützt werden. Erzeugt wird der Ton ab Motorstart bis zu einer Geschwindigkeit von rund 30 km/h. Danach reichen das Abrollgeräusch der Reifen sowie das Windrauschen, um ein sich näherndes Fahrzeug hörbar zu machen. Bei der Rückwärtsfahrt wird der Ton regelmässig unterbrochen, so dass ein Tuten, ähnlich wie bei rangierenden LKWs, entsteht. Der von einem Synthesizer erzeugte Ton liegt jeweils im normalen Frequenzbereich der gesprochenen Sprache und passt sich in der Höhe der aktuellen Geschwindigkeit des Autos an. Im Fahrzeuginneren soll das künstliche Fahrgeräusch nicht hörbar sein. In Grossbritannien wird seit 2010 mit dem Fahrzeug «Elvin» ein Test durchgeführt, welche Geräusche für E-Autos als passend empfunden werden.

Festzuhalten ist, dass im Geschwindigkeitsbereich bis zu 20 Kilometer pro Stunde ohnehin Fahrsituationen gegeben sind, bei denen von einer erhöhten Aufmerksamkeit der Fahrenden ausgegangen werden kann. Hier ist das Risiko selbst bei «lautloser» elektromobiler Fortbewegung eher gering. Dennoch: Es werden hierzu, sowohl auf infrastruktureller Seite (z.B. Schilder, Hinweise, Barrieren, Bodenmar-

kierungen) als auch auf fahrzeugtechnischer Seite (Signalklänge, Geräusche, Steuerungselemente), noch Lösungen präsentiert werden müssen. Es gilt jedoch auch zu berücksichtigen, dass die geringeren Lärmemissionen eine grosse Chance z.B. für Wohnquartiere sind, die aus falschen Sicherheitsbedenken nicht wieder zunichte gemacht werden dürfen.

Fazit: Die Gefahren der «leisen» Elektroautos können in den unteren Geschwindigkeitsbereichen durch ohnehin gebotenes umsichtiges Fahren gemindert werden.

Die stärksten Unterschiede in der akustischen Wahrnehmbarkeit zwischen Verbrennungsmotoren und Elektroantrieben liegen in den unteren Geschwindigkeitsbereichen. Partielle Verbesserungen am Fahrzeug und in der Infrastruktur können helfen, betroffenen Verkehrsteilnehmern Unsicherheitsgefühle gegenüber der Elektromobilität zu nehmen. Wegen mangelndem Lärm sollte jedoch nicht eine allzu grosse Angst gegenüber diesem Antrieb geschürt werden.



MYTHOS «ZU WENIG KLIMASCHONEND»

«Berücksichtigt man die gesamten CO₂-Emissionen des Elektroautos – von der Quelle der Primärenergie bis hin zum Rad (Well-to-Wheel), so schneidet das Elektroauto kaum besser ab als ein effizienter Verbrennungsmotor.»

Betrachtet man die CO₂-Emissionen von Elektroautos, so ergeben sich für ein vollständiges Bild vor allem drei Quellen: 1. Die Herstellung des Fahrzeugs, 2. die Herstellung des Stroms für den Betrieb und 3. das Recyclen des Fahrzeugs bzw. seiner Teile.

Für die Karosserie des Fahrzeugs ergeben sich gegenüber dem Verbrennungsmotor so gut wie keine Unterschiede. Die Bauweisen und -materialien sind praktisch identisch und auch beim künftigen Einsatz leichter Materialien wie Carbon oder Aluminium wird das so bleiben.

Der Elektromotor hat – gemessen an der Anzahl der Materialien und der davon verwendeten Menge – einen Vorteil gegenüber dem Verbrennungsmotor. Auch viele Gebrauchsmaterialien wie Schmieröle, Zündkerzen, Ölfilter u.ä. fallen beim Elektromotor vollständig weg.

Das Hauptaugenmerk beim Vergleich der CO₂-Wirkung von Verbrennungsmotor und Elektroantrieb liegt im Bereich der Batterie (von den Rohstoffen, dem Bau bis zum Recyclen) und der Erzeugung des Stroms (v.a. von welcher Quelle, regenerativ, fossil, atomar). Beim Verbrennungsmotor kommen hier die Gewinnung, der Transport und die Raffinierung des Erdöls/Erdgases einerseits und der CO₂-Ausstoß durch die beim Gebrauch notwendige Verbrennung andererseits hinzu.

Derzeit wird wie bei vielen CO₂-Diskussionen eine heisse Debatte über die genaue Berechnung der jeweiligen CO₂-Mengen geführt. Fakt ist, dass der Elektroantrieb mit der Energie 2–3-mal effizienter umgeht als ein Benzinmotor. Er erzeugt kaum Abwärme, die in die

Umwelt verpufft. Entscheidend für das Elektroauto sind die Werte der Stromerzeugung. So ist z.B. richtig, dass wenn für den Antrieb eine kWh gebraucht wird, die durch ein Kohlekraftwerk hergestellt wurde, das Elektroauto gegenüber einem sparsamen Dieselmotor im Nachteil ist. Erhält das Elektroauto jedoch Strom aus regenerativen Energien, ist es hinsichtlich seiner CO₂-Bilanz dem Verbrennungsmotor deutlich überlegen.

Eine Well-To-Wheel-Bilanz («von der Quelle zum Rad») mithilfe der Analyse-Software Optiresource, welche die ganze Energiekette von der Rohstoffgewinnung bis zur Tankstelle berücksichtigt, fällt eindeutig aus: Ein Diesel verursacht 131 Gramm CO₂ pro Kilometer plus 25 Gramm für die vor der Zapfsäule liegende Kette – macht 156 Gramm CO₂ pro Kilometer. Das Elektroauto steht selbst mit dem aktuellen EU-Strommix, der einen hohen Kohleanteil enthält, mit 87 Gramm pro Kilometer deutlich besser da¹⁴. Mit dem Schweizer Strommix sieht es noch besser aus: 23.3 g CO₂/km. Wird das Elektroauto mit Windstrom betankt, liegt sein CO₂-Wert bei etwa 5 Gramm pro Kilometer¹⁵.

Fazit: Das Elektroauto kann klimaschonend sein. Dieser Weg ist dem Verbrennungsmotor verwehrt.

Bei der Frage nach der Klimaschonung geht es also vor allem darum, dass mit der Elektrifizierung des Verkehrs auch ein Umstieg der Stromerzeugung einhergeht. Es kommt auf den Energiemix an. Mit jeder Mixverbesserung in Richtung erneuerbare Energien verbessert sich die CO₂-Bilanz, und zwar für alle bis dahin verkauften Elektroautos. Hinzu kommt, dass die fossilen Energieträger, auf die der Verbrennungsmotor angewiesen ist, endlich sind, was bei Sonne, Wind und Wasser nicht der Fall ist. Nur der Elektromotor kann den erneuerbaren Energien überhaupt Zugang zur Mobilität geben.



MYTHOS «ZU GROSSER STROMBEDARF»

«Würde jedes Auto in der Schweiz mit Strom betrieben, müsste zusätzlich diejenige Menge an elektrischer Energie bereitgestellt werden, die ein Atomkraftwerk jährlich liefert.»

Batterieelektrische Fahrzeuge benötigen Strom und sind damit zusätzliche Stromverbraucher. Jedoch sind die unterstellten Grössenordnungen meistens irreführend oder absichtlich diskriminierend. Wichtig bleibt zu klären, welche Grössenordnungen angenommen werden, wie zum Beispiel der Prozentsatz der Elektrifizierung des Fuhrparks. Die zentrale Frage in der Energiediskussion rund um die individuelle Mobilität ist nicht wie viel Strom die Elektrofahrzeuge brauchen, sondern wie viel Energierohstoffe. Mit einer Energiebilanz lässt sich ein Vergleich zwischen Verbrennungsmotoren und Elektroantrieben herstellen. In der Gesamtenergiebilanz ist ein Elektroauto immer besser als ein Verbrennungsmotor, weil der Gesamtwirkungsgrad im E-Auto etwa 80% beträgt (und rund 20% Energieabfall entsteht) verglichen mit 20% eines Verbrennungsmotors der 80% Energieabfall produziert.

Selbst bei einer Vollelektrifizierung der Schweizer Flotte (rund vier Millionen Fahrzeuge) würde die Energiemenge dem 2,6-fachen Jahresstrombedarf der Stadt Zürich (2008) entsprechen. Das Wachstum des Strombedarfs der Schweiz für eine Vollelektrifizierung der gesamten Fahrzeugflotte innerhalb der nächsten 20 Jahre liegt weit unterhalb des heutigen jährlichen Wachstums des Strombedarfs ohne E-Autos (1%-2%). Zu beachten ist, dass bei der Elektrifizierung des Individualverkehrs der Gesamtenergieverbrauch eines Landes stark abnimmt (weniger Benzin und Diesel), während der Stromverbrauch eben nur moderat zunimmt.

Entscheidend für die Elektrifizierung des Individualverkehrs ist also weniger der Strombedarf sondern vielmehr die Kraftwerksleistung, die für das Laden der E-Autos zur Verfügung gestellt werden muss. Wenn jedes Elektroauto mit 3 kW Leistung geladen wird und alle Elektroautos gleichzeitig laden, dann bräuchte es 12'000 MW Kraftwerksleistung, was in etwa der gesamten heutigen Kraftwerksleistung der Schweiz entspricht. Es ist also sehr wichtig, die Ladezeiten der Autos zeitlich so zu organisieren, dass die bestehende installierte Kraftwerksleistung genügt, um die Autos zu laden. Da die Fahrzeuge zumeist in der Schwachnachfragezeit der Nacht geladen werden, sind die abgerufenen Kraftwerksleistungen sicherlich tiefer, es wird sogar davon ausgegangen, dass bis 2020 für die Elektrifizierung keine neuen Kraftwerke, also auch keine Atomkraftwerke, gebaut werden müssen.

Allerdings wird eine neue Regelungstechnik notwendig, damit nicht alle zur gleichen Zeit (meist nach dem Feierabend) ihr Auto aufladen, sondern die volle Nachtperiode genutzt wird. Hierzu sind, wie für das Laden von Warmwasserboilern, Technologien gefragt, die eine zeitliche Verschiebung und Einpassung in den Kraftwerksalltag ermöglichen (z.B. Smart Grid).

Selten eingerechnet wird die Möglichkeit, dass beim derzeitigen Stand der Technik eine 10 m² grosse Photovoltaikanlage ausreicht (1000 kW Jahresproduktion), um ein Elektroauto im Kurzstreckenbetrieb (6000 km / Jahr) zu betreiben. Eine Anlage von 10 m² passt auf eine Garage. Auf Windkraft umgerechnet bedeutet dies, dass eine übliche 2 Mega Watt (MW) Anlage 1400-1600 Fahrzeuge versorgen kann¹⁶.

Demgegenüber stehen Einsparpotenziale beim Primärenergieverbrauch: Ein Elektroauto benötigt etwas weniger als ein Drittel der Energie eines Dieselaautos, um zu fahren. Wenn 10% der vier Millionen mit Diesel oder Benzin betriebenen Fahrzeuge in der Schweiz durch ein Elektroauto ersetzt würden, könnten jährlich rund 360 000 (360 Mio.) Liter Treibstoff und 830 000 Tonnen CO₂ eingespart werden. Dafür wird lediglich ca. 1% der heutigen schweizerischen Stromproduktion benötigt.

Fazit: Mit regenerativen Energien schlägt der Elektromotor jedes Bedarfsmenetekel. Auch das Elektroauto ist keine Wundermaschine, die dem Perpetuum mobile gleich seine eigene kinetische Energie erzeugt. Jedoch ist der elektrische Antrieb mit seinem Wirkungsgrad unschlagbar. Das Elektroauto erzeugt kaum Abwärme, die in die Umwelt verpufft. Wenn das Elektroauto mit regenerativen Energiequellen versorgt wird, ist das Elektroauto auch unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten vorteilhaft. Denn mit jeder Mixverbesserung in Richtung erneuerbare Energien verbessert sich die CO₂-Bilanz, und zwar für alle bis dahin verkauften Elektroautos.



MYTHOS «ZU WENIG ROHSTOFFE»

«Auch Lithium ist endlich. Und die grössten Lithiumreserven liegen in einigen wenigen Ländern, v.a. in Südamerika. Dies führt zu einer erneuten Abhängigkeit und nach „Peak Oil“ gibt es ein „Peak Lithium“.»

Das batterieelektrische Auto wird heute vor allem mit Lithium-Ionen-Batterien angetrieben. Dies scheint auch die Batterietechnik zu sein, die künftig mit einigen Modifikationen zum Standard werden wird. Die grössten Lithiumreserven liegen in Bolivien, Chile, Argentinien und China. Produktion und Entsorgung sind dahingehend problematisch, dass dabei giftige Stoffe anfallen. Der zusätzliche Bedarf an Lithium, seltenen Metallen und anderen Rohstoffen macht den «ökologischen Rucksack» des Elektroautos schwerer. Die Umweltbilanz des Elektroantriebs verschlechtert sich dadurch. Hingegen ergeben sich derzeit Entwicklungen, die diese Probleme lindern: So erlaubt der technische Fortschritt grössere Energiedichten. Damit ist die Möglichkeit gegeben, mehr Strom pro Kilogramm Batterie zu speichern.

Zurzeit sind technisch sieben Mio. Tonnen Lithium abbaubar. 600 Mio. Fahrzeuge lassen sich dadurch elektrifizieren. Das gesamte Vorkommen bei Lithium wird auf 135–160 Millionen Tonnen geschätzt. Damit könnten 200 Jahre lang jährlich 50 Millionen Elektroautos mit Lithium-Ionen-Batterien produziert werden. Das Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI hat die voraussichtliche Lithium-Nachfrage untersucht. Ergebnis der Studie: Selbst unter sehr zurückhaltenden Annahmen bezüglich der Vorkommen werden die weltweit vorhandenen Lithium-Reserven auch bei hohen Nachfragesteigerungen bis 2050 ausreichen¹⁷. Auch beim Kupfer ist die Situation nicht dramatisch. Bei einer Elektrifizierung von 85% der heutigen Flotte wären dies gerade 21% der Kupfer-Nachfrage¹⁸.

Derzeit befindet sich noch 97% der Weltproduktion in China, mit zum Teil in der Tat bedenklichen Umweltauswirkungen. Aber 270 Projekte in 28 Ländern werden derzeit geprüft. 2011 erfolgt die Inbetriebnahme von Bergwerken in den USA und Australien, nicht nur mit besseren Umweltauflagen, hier liegen die Rohstoffe auch weniger nah an radioaktiven Nachbarstoffen.

Das Lithium ist zu nahezu 100% rezyklierbar, verbranntes Erdöl nicht. Aufgrund des weltweit steigenden Bedarfs an Lithium (auch für Handys und Laptops) und um die Rohstoffbasis zu schonen, ist das Recycling jedoch unverzichtbar und wird derzeit intensiv ausgebaut. In Salzbatterien werden Rohstoffe gebraucht, die weitaus reichlicher und weniger konzentriert verteilt auf der Welt sind. Dieser Batterietyp kann bei steigenden Lithium-Preisen vermehrt zum Einsatz kommen.

Fazit: Die Rohstoffmengen für die Elektrifizierung reichen aus, sollten jedoch schonend genutzt werden.

Die Rohstoffmengen für die Elektrifizierung des Individualverkehrs reichen aus, selbst wenn die Mobilität stärker anwächst als derzeit prognostiziert. Mit dem Kenntnisstand über effiziente Recyclingprogramme und Ressourcenschonung kann bei dieser Technologie gleich von Anfang an auf einen haushälterischen Umgang gesetzt werden und zusätzlich das Verknappungsproblem mit eventuellen Preisinstabilitäten vermieden werden.



ENDNOTEN

- 1 http://www.forum-elektromobilitaet.ch/TCO_Elektroauto.pdf
- 2 <http://www.wissen-elektroauto.de/2011-03-22/aktuelle-preise-von-lithium-batterien-in-elektroautos/>
- 3 Eine Liste der kantonalen Motorfahrzeugsteuern ist abrufbar unter:
<http://www.bfe.admin.ch/energie/00576/00578/04152/index.html?lang=de>
- 4 Bundesamt für Statistik: <http://www.portal-stat.admin.ch/mz05/files/de/00.xml>
- 5 http://www.buerger-fuer-technik.de/body_lithium-ionen-akkus_fur_pkw.html
- 6 Isidor Bachmann, batteryuniversity - <http://batteryuniversity.com/partone-5-german.html>
- 7 Abkürzung des japanischen Satzes «O cha demo ikaga desuka», zu deutsch: «Lasst uns beim Aufladen einen Tee trinken».
http://www.evtec.ch/de/projekte_fastcharge.html
- 8 <http://www.mein-elektroauto.com/2010/11/schnellladen-mit-gleichstrom-weiter-auf-erfolgskurs/1369/>
- 9 Zahlen siehe Reichweite: An 80 % der Tage wird weniger als 40 Kilometer gefahren, und 80% der Menschen haben weniger als 55 Kilometer Tagesleistung.
- 10 http://www.stromtankstellen.eu/stromtankstelle_schweiz.html.
Verzeichnis der Stromtankstellen unter: <http://www.lemnet.org>
- 11 http://www.iao.fraunhofer.de/presse/marco-piffaretti_elektromobilitaet-in-der-stadt.pdf
- 12 http://www.tcs.ch/main/de/home/auto_moto/umwelt_energie/elektromobilitaet.html
- 13 <http://www.euroncap.com/results/peugeot/ion/2011/429.aspx>
- 14 <http://www.greenpeace-magazin.de/index.php?id=5462>
- 15 Wolfgang Lohbeck, in «Elektroautos: keine Quantensprünge bei Akkuleistung zu erwarten». 22.02.2011
<http://www.strompreise.de/index.php?phpurl=stromnachrichten.php?ID=66715>
- 16 <http://de.wikipedia.org/wiki/Elektroauto#Energieversorgung>
- 17 Benjamin Schott, (2010). Lithium - begehrter Rohstoff der Zukunft; eine Verfügbarkeitsanalyse.
Baden-Württemberg: Zentrum für Sonnenenergie und Wasserstoff Forschung (Hrsg.).
<http://www.autohaus.de/genug-rohstoffe-fuer-elektroauto-boom-957372.html>
- 18 Gerhard Angerer, et al. (2009). Lithium für Zukunftstechnologien, Nachfrage und Angebot unter besonderer Berücksichtigung der Elektromobilität. Karlsruhe: Fraunhofer Institut (Hrsg.).
http://www.isi.fraunhofer.de/isi-de/n/download/publikationen/Lithium_fuer_Zukunftstechnologien.pdf



Mit dem «Schweizer Forum Elektromobilität» wurde 2011 ein neues Kompetenzzentrum für Elektromobilität geschaffen. Dieses soll die Markteinführung begleiten und konkrete Beratungsmassnahmen lancieren. Es geht insbesondere um die Koordination der verschiedenen Aktivitäten, die zu einer effizienten, nutzerfreundlichen und umweltgerechten Elektrifizierung des Strassenverkehrs in der Schweiz führen.

Die Mobilitätsakademie schafft Denkraum für die Debatten um unsere zukünftige Mobilität.

Über Verbandsgrenzen hinweg will die Mobilitätsakademie einen vorurteilsfreien Raum für kreatives Verkehrsdenken und -handeln schaffen. Mit ihrer Themenwahl und ihren Schwerpunktsetzungen stellt sie sich in den Dienst einer nachhaltigen Mobilität.

Als Weiterbildungseinrichtung und Denkfabrik versucht die Akademie, gegenwärtige Trends und Entwicklungen aufzuspüren und sie besser zu verstehen. Gemeinsames Merkmal aller Aktivitäten ist die Frage nach dem Wesen zukünftiger Mobilität.

