

DIE WELTWOCHEN

Fortschritt

Kurzschluss unter der Motorhaube

Krampfhaft reden Politiker das Ende von Diesel und Benzin herbei. Sie feiern die Elektromobilität. Doch Tesla und Co. sind keineswegs so umweltfreundlich, wie behauptet. Und auch die Kunden sind noch nicht überzeugt.

Florian Schwab

Der Ruf nach der «Verkehrswende» ist älter als der sogenannte Dieselskandal. Aber erst die Abgastest-Manipulationen deutscher Autohersteller haben den Promotoren einer politisch herbeigeführten Abkehr von benzin- und dieseltreibenden Autos so richtig Schub verliehen. In Grossbritannien und Frankreich fordern die Umweltminister ein Verbot des Verbrennungsmotors ab 2040. Auch in Deutschland dreht die politische Empörung im roten Bereich: Umweltministerin Barbara Hendricks (SPD) will «endlich damit beginnen», die «Verkehrswende zu organisieren». Nicht nur die Wortwahl erinnert an die verkorrzte Energiewende. Derweil hat das Kraftfahrt-Bundesamt angekündigt, keine Porsche Cayenne mit Dreiliter-V6-Dieselmotor mehr zuzulassen.

Und in der Schweiz? Der grüne Nationalrat Balthasar Glättli verlangt per Motion, ab 2025 nur noch reine Elektrofahrzeuge zuzulassen. Noch ist Verkehrsministerin Doris Leuthard (CVP) nicht auf diesen Zug aufgesprungen, aber immerhin fährt sie einen Tesla als politisches Statement und fiel kürzlich mit dem Vorschlag auf, den Pannestreifen für Elektromobile wie das ihrige zu öffnen. Auch die NZZ sieht das «Ende des Verbrennungsmotors» am Horizont: Zwar würden Dieselautos und Benziner noch länger auf den Strassen fahren, aber «der Wandel kommt, und er lässt sich nicht aufhalten – auch nicht mit Kartellen und Betrug».

Importierte Umweltbestimmungen

Das Bundesamt für Strassen (Astra) steht bereits Gewehr bei Fuss, um dem dieseltreibenden Porsche Cayenne ebenfalls die Neuzulassung zu verweigern. Wie das Astra auf Anfrage erklärt, liegt dies in der Logik der Bilateralen I. Hier hat sich die Schweiz verpflichtet, europäische Typengenehmigungen zu übernehmen. Verliert ein Fahrzeug nun in der EU die Zulassung, weil man beispielsweise im Nachhinein feststellt, dass gewisse Emissionen über den erlaubten Grenzwerten liegen, so zieht dies ein Verbot in der gesamten Europäischen Union und der Schweiz nach sich.

Die Schweiz «importiert» also die Umweltbestimmungen aus der EU. Und in der EU lautet das Zauberwort «Zero Emission» (null Emission). Aber was soll «null» überhaupt heissen? Bedingt durch die Sorge um den Klimawandel, besteht die politische Zielvorgabe vor allem in einer Reduktion der Emissionen von

Kohlenstoffdioxid (CO₂). Mit Vorschriften für den sogenannten Flottendurchschnitt sind Hersteller und Importeure gezwungen worden, die durchschnittlichen Emissionen pro Kilometer bis 2015 auf 130 Gramm zu senken. Bis 2021 soll der Flottendurchschnitt auf 95 Gramm pro Kilometer gesenkt werden und dann immer weiter. Für die Ermittlung des Mittels werden Fahrzeuge mit besonders tiefen Emissionen in der EU dabei teilweise mehrfach gewichtet («Supercredits»).

Sowohl die EU als auch die Schweiz stellen bei den Flottendurchschnitten auf die gemessenen Abgase am Auspuff ab. Elektroautos haben somit per Definition einen CO₂-«Ausstoss» von null – was sich auch im Marketing ausschlagen lässt: Renault hat seine Elektroflotte nicht umsonst «ZOE» getauft: «Zero Emissions!» Wer Tesla oder ein anderes Elektroauto fährt, ist grün und sauber – so lautet heute das Dogma der Verkehrspolitik. Tesla-Käufer glauben es gerne, während sie in ihrem Tesla S das Gaspedal durchdrücken und das zwei Tonnen schwere, 700 PS starke Gefährt in unter vier Sekunden von 0 auf 100 Kilometer pro Stunde katapultieren.

Bei genauer Betrachtung ist die Klassifizierung des Elektroautos als «Zero Emission»-Fahrzeug ungefähr gleich ehrlich wie eine Abschaltvorrichtung für den Prüfstand. Das beginnt schon bei der einseitigen Festlegung auf das CO₂. Dabei wird zunächst einmal ausgeblendet, dass auch das Fahren mit Strom Energie konsumiert. Und nicht zu knapp. Tesla-Markenbotschafterin Leuthard musste gegenüber der *Schweiz am Wochenende* im Mai einräumen, dass ihr Auto so viel Strom verbraucht wie zwei Einfamilienhäuser. 9436 Kilowattstunden im Jahr 2016, um genau zu sein.

Wissenschaftler des Heidelberger Umwelt- und Prognose-Instituts (UPI) weisen in einer Studie von 2015 darauf hin, dass Elektroautos zusätzlichen Strombedarf verursachen. Im Interview mit dem *Tages-Anzeiger* schätzt der Nachhaltigkeitsdelegierte der Empa, Martin Gauch, dass der Stromverbrauch in der Schweiz um einen Fünftel (respektive 11 000 Gigawattstunden) zunehmen würde, wenn alle vier Millionen PKW elektrisch betrieben würden. Dabei will die Energiestrategie 2050 gerade das Gegenteil: Der Pro-Kopf-Verbrauch soll bis 2035 um 13 Prozent sinken.

Was sagen die Optimisten?

Auch der Enthusiast, der sein E-Mobil mit selbsthergestelltem Solarstrom auflädt, macht die Rechnung ohne den Wirt. In Zeiten, wo die erneuerbaren Quellen nicht die gesamte Produktion sicherstellen, ist es ökologisch einerlei, ob der selbstgenerierte Solarstrom in die Autobatterie fliesst oder ob er anderweitig anstelle von fossilen Energieträgern zum Einsatz kommt.

Doch bleiben wir einen Moment beim CO₂. Ein Elektroauto ist nur so arm an CO₂ wie der Strom, mit dem es betrieben wird. Wie sieht also die CO₂-Bilanz der E-Mobile aus, wenn man die Stromproduktion berücksichtigt? Gemäss der erwähnten UPI-Studie verursachen Elektroautos nur unwesentlich weniger CO₂ als mit Benzin oder Diesel betriebene PKW (siehe Grafik unten links). Dies gilt aber nur, wenn man mit dem durchschnittlichen EU-Strommix rechnet. Berücksichtigt man zudem, dass die zusätzlich anfallende Stromnachfrage den Strommix in Deutschland in Richtung Kohlekraft verschiebt, so liegen elektrisch betriebene PKW in ihren Gesamtemissionen «deutlich höher als Benziner und Diesel».

Andere Untersuchungen kommen zu weniger pessimistischen Befunden. Eine der Elektromobilität freundlich gesinnte amerikanische Lobbygruppe namens «Vereinigung besorgter Wissenschaftler» (Union of Concerned Scientists) hat aus US-Daten errechnet, dass Elektromobile über eine angenommene Lebensdauer von

250 000 Kilometern (man staunt!) nur etwa halb so viel CO₂ verursachen wie herkömmliche PKW. Allerdings haben die Forscher den dabei verwendeten Strommix nach Bundesstaaten gewichtet respektive danach, wie viele E-Mobile in den einzelnen Staaten unterwegs sind. Kalifornien erhält dadurch ein starkes Gewicht: Hier sind die Hälfte der landesweit zugelassenen Elektroautos registriert. Und der «Golden State» weist mit 26 Prozent einen fast doppelt so hohen Anteil an erneuerbaren Energiequellen auf wie der nationale Durchschnitt. Wie man es auch dreht und wendet: Selbst unter höchst optimistischen Annahmen beim Strommix und bei der Lebensdauer sind Elektromobile beim CO₂ keineswegs um Klassen besser als ihre benzinbetriebenen Rivalen.

Für Aufsehen sorgte letzten Monat das Schwedische Institut für Umweltforschung in Stockholm. Die Wissenschaftler analysierten im Auftrag der schwedischen Regierung bisherige Studien über den Ressourcenverbrauch bei der Herstellung von Batterien für E-Mobile. Ihre Befunde zeigen, dass der Tesla-Fahrersitz nicht gerade als Sattel für das hohe moralische Ross taugt. Jede Kilowattstunde Speicherkapazität wird mit 170 Kilogramm CO₂-Ausstoss erkauft. Im Falle des Tesla-Spitzenmodells macht das 17 Tonnen CO₂ für hundert Kilowattstunden. In Schweden kann man durchschnittlich acht Jahre lang ein herkömmliches Auto durch das Land lenken, bis dieser Wert erreicht wird. Nun gut, die Schweden fahren eher wenig und eher kleinmotorisierte Modelle. Aber selbst wenn es nur vier oder fünf Jahre dauern sollte, bleibt die Batterieproduktion beim CO₂ eine Achillesferse.

Prompt konterte Tesla-Chef Elon Musk die schwedische Arithmetik auf Twitter mit einem Verweis auf seine neuen Batteriefabriken. Auf dem Dach der «Gigafactory» in der Wüste von Nevada, die demnächst in Betrieb geht, befindet sich die grösste Fotovoltaik-Solarstrom-Anlage der Welt, mit einer Kapazität von 70 Megawatt – knapp siebenmal so gross wie die bis jetzt führende Installation in Indien. Allein: Die Hälfte der CO₂-Emissionen fällt gar nicht bei der eigentlichen Produktion, sondern beim Abbau der Rohstoffe (insbesondere Lithium und Kobalt) an – der Lithium-Abbau übrigens findet vorwiegend in Bolivien und China und unter ökologisch zwielichtigen Bedingungen statt. Zudem brauchen modernste Solaranlagen bei guter Auslastung rund zwei Jahre, bis sie die Energie eingespielt haben, die für ihre eigene Herstellung aufgewendet wurde. Ob in dieser Zeit das Geschäft so auf Touren kommt, dass die Gigafactory auch ausgelastet wird? Das weiss nur der Sonnengott.

Harziger Verkauf

Bis jetzt sind Elektrofahrzeuge, auch jene aus dem Hause Tesla, jedenfalls kein Verkaufsschlager. Reinrassige Elektromobile erreichen bei den Neuzulassungen trotz intensiver Förderung nur verschwindend kleine Marktanteile (siehe Grafik oben). Ein Beispiel: Obwohl die USA die ersten 200 000 Elektroautos einer Marke mit einer Steuergutschrift von 7500 US-Dollar pro Wagen fördern, lag der Anteil an den Neuzulassungen im Jahr 2016 unter einem Prozent. In Deutschland betrug er weniger als ein halbes Prozent, trotz einer neu eingeführten «Umweltprämie» von 4000 Euro auf Elektroautos im Preissegment unter 60 000 Euro. Die Schweiz sticht mit einem Marktanteil von über einem Prozent etwas heraus. Bislang hat der Bundesrat keine Absichten erkennen lassen, den Absatz von Elektroautos zu subventionieren. Hingegen gibt es etliche Kantone, welche elektrisch betriebene PKW bei der kantonalen Motorfahrzeugsteuer bevorzugen (siehe Karte Seite 19).

Das einzige Land, in dem ein nennenswerter Anteil der Neuwagen rein elektrisch betrieben wird, ist Norwegen. Dies liegt an einer weltweit einmaligen Subventionierung, die seit den 1980er Jahren konsequent angewendet wird. Nicht

nur sind E-Mobile von der Mehrwertsteuer und von einer Pauschalsteuer beim Fahrzeugkauf ausgeschlossen (ein Tesla kostet hier ungefähr halb so viel wie eine benzinbetriebene Oberklasse-Limousine). Auch dürfen sie die Bus- und Taxispuren benutzen und sind von den saftigen Gebühren für die Strassenbenutzung befreit. Selbst bei einem derart extremen (und teuren) Anreizsystem entscheidet sich die Mehrheit der Norweger für ein herkömmliches Auto.

Neapel ausser Reichweite

Der wichtigste Grund für die Zurückhaltung der Käufer liegt auf der Hand: E-Mobile können das Versprechen von individueller Mobilität derzeit nicht im gleichen Umfang einlösen wie Benzin- und Dieselfahrzeuge. Die Reichweite der leistungsfähigsten Batterien beträgt momentan laut Herstellerangaben im Optimalfall, bei sparsamer Fahrweise, 435 Kilometer. Im Winter kann sie auf die Hälfte zusammenschrumpfen, einerseits durch zusätzlichen Strombedarf für die Heizung und andererseits durch beeinträchtigte Batterie-Funktionsfähigkeit bei tiefen Temperaturen. Das Aufladen dauert an der heimischen Steckdose viele Stunden. Bei Fahrzeugen, die über leistungsfähige Gleichstrom-Aufladetechnik verfügen (wie etwa bei der Supercharger-Technologie von Tesla), dauert ein kompletter Ladevorgang ebenfalls mehr als eine halbe Stunde. Selbst in der kleinräumigen Schweiz ist es den meisten Autofahrern offenbar zu unbequem, nicht mehr an einem Stück in die Skiferien oder von Zürich nach Genf fahren zu können – geschweige denn nach Hamburg, Neapel und Paris.

Mit einer zunehmenden Anzahl von Elektroautos verschärft sich das Problem der öffentlich zugänglichen Auflade-Infrastruktur. Im Extremfall eines hundertprozentigen Umstiegs auf das Elektroauto würde es x-mal mehr Schnellladestationen «für unterwegs» brauchen, als es heute Zapfsäulen gibt – sofern es technisch nicht gelingt, die Ladezeit auf wenige Minuten zu senken oder die Reichweite der Batterieladung massiv zu erhöhen. Der technische Fortschritt hat sich aber noch nie sonderlich um bürokratische Vorgaben gekümmert. Nimmt man die heute verfügbare Technik zum Nennwert, so brauchte es in den USA nach Schätzungen des UBS-Analysten Colin Langan Investitionen von acht Milliarden US-Dollar, um so viele «Supercharger» zu bauen, dass sie im Durchschnitt innert vier Minuten angesteuert werden können, wie dies bei der herkömmlichen Zapfsäule der Fall ist. Vor einem Jahr hat die Bundesregierung in Deutschland 300 Millionen Euro an Fördergeldern für neue Ladestationen zur Verfügung gestellt. Bisher wurden davon lediglich 16,6 Millionen Euro in Anspruch genommen, wie das Bundesverkehrsministerium Ende Juni mitteilte. Das Programm soll bis 2020 dauern.

Die Kontroverse um Abgastest-Manipulationen zeigt, dass die ökologische Optimierung des Autos in ein unauflösbares Gewirr von Zielkonflikten führen kann. Während die europäischen Umweltbehörden den Ausstoss von CO₂ minimieren wollten, sahen ihre amerikanischen Schwesterbehörden eine Priorität in der Reduktion von Stickstoffoxiden (siehe Grafik unten) und anderem Feinstaub. Der umweltpolitische «Angstfeind» in den USA ist der Smog; in Europa ist es der Klimawandel. Beim Dieselmotor gilt allerdings: je sparsamer der Verbrauch, desto tiefer die Temperatur der Abgase. Bei den jetzt kritisierten Dieselmotoren wurde durch tiefere Motortemperaturen der Verbrauch (und dadurch das CO₂) bis zum Äussersten optimiert. Als Nebenwirkung konnten die Stickstoffoxide nur unzureichend gefiltert werden. Also half man mit einer Software nach, welche auf dem Prüfstand das gewünschte Ergebnis lieferte.

Der Leiter des Instituts für Kolbenmaschinen am Karlsruher Institut für Technologie, Professor Thomas Koch, erklärt im Interview mit der Helmholtz-Gemeinschaft: «Man hätte beim Verbrauch etwas nachgeben müssen. Denn erst im Fenster oberhalb von 180 bis 200 Grad werden die Stickoxide gebannt.» Bei Motoren der neuesten Generation sei das Problem gelöst.

Aufgrund seines tiefen CO₂-Ausstosses war der Diesel fast jahrzehntelang das Hätschelkind der europäischen Politiker. Zurzeit schwingt das Pendel ein wenig in Richtung Feinstaub-Unterdrückung. Ausgeblendet wird dabei die Tatsache, dass bei modernen Dieselfahrzeugen 90 Prozent des Feinstaubes nicht aus dem Auspuff kommen, sondern vom Reifen- und Bremsabrieb (siehe Seite 65). Das hat auch die sonst zuverlässig im links-grünen Spektrum verankerte *Zeit* erfasst und im Januar getitelt: «Die Motoren sind nicht das Problem». Solange Elektroautos nicht ohne Räder und ohne Bremsen fahren, bleibt ihre Überlegenheit auch in diesem Punkt eine Einbildung.