



Alternative Antriebe auf dem Prüfstand

Der Treibstoffverbrauch von Personenwagen liegt meistens deutlich über den Herstellerangaben. Dies gilt auch für elektrische und andere alternative Antriebe, wie eine Studie der ETH Zürich und der Empa zeigt. Die Erkenntnisse helfen, wirklichkeitsnahe Szenarien zu Verbrauch und Emissionen zu erstellen.

Text: Dr. Benedikt Vogel, im Auftrag des Bundesamts für Energie (BFE)

Wer ein neues Auto anschafft, macht schnell die Erfahrung, dass der tatsächliche Treibstoffverbrauch deutlich über den Herstellerangaben liegt. Die Hersteller stützen sich bei ihren Angaben nämlich auf Laborwerte. Dort wird der Verbrauch mit normierten Prüfstandtests bestimmt, die die reale Fahrzeugnutzung nur unzureichend abbilden. Der früher benutzte Prüfzyklus hat den Verbrauch im Mittel um 40 Prozent unterschätzt. Mit dem Prüfzyklus, der ab 2020 zur Anwendung kommt, dürfte die Diskrepanz zwar schrumpfen, für Benzin- und Dieselmotoren aber immer noch rund 20 bis 30 Prozent betragen. Diese Abweichungen sind für Autofahrerinnen und Autofahrer ärgerlich. Sie drohen aber auch politische Massnahmen etwa in der Klimapolitik zu untergraben. Die Verbrauchslimiten basieren nämlich aktuell

auf diesen Normwerten, und liegen diese systematisch zu tief, entfalten politische Vorgaben nicht die angestrebte Wirkung.

Fünf Antriebssysteme untersucht

Ein Forscherteam der Eidgenössischen Technischen Hochschule (ETH) Zürich und der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa) in Dübendorf hat nun fünf Antriebssysteme untersucht, mit denen sich heute die Hoffnung auf einen klimafreundlicheren Verkehr verbindet. Die vom Bundesamt für Energie (BFE) unterstützte Studie untersuchte eine Testflotte aus fünf Fahrzeugen: ein Elektrofahrzeug (VW e-Golf), ein Plug-in-Hybrid (Audi A3 e-tron), ein Vollhybrid (VW Jetta), ein Gasfahrzeug (Audi A3 g-tron) und ein Brennstoffzellenfahrzeug (Hyundai ix35 Fuel Cell). Der Verbrauch der fünf Fahrzeu-

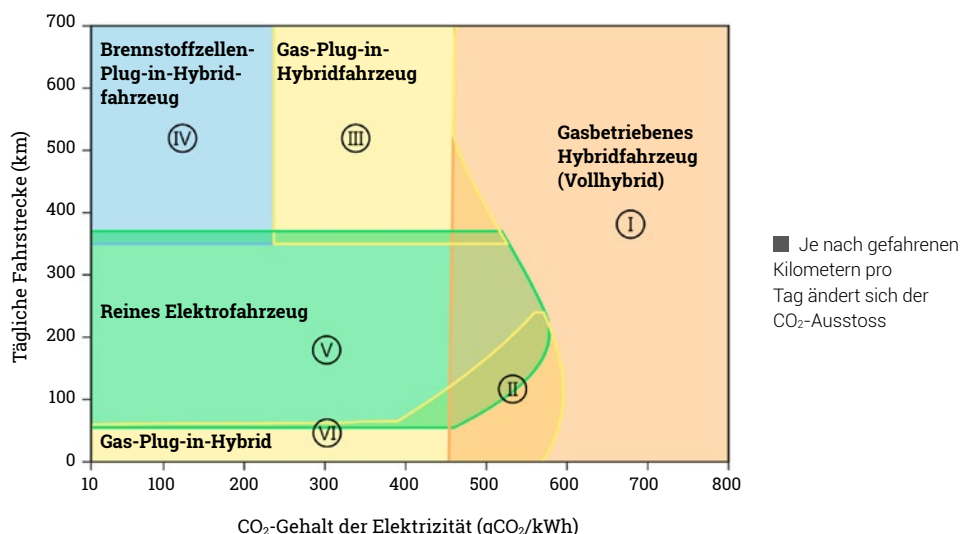
ge wurde auf dem Rollenprüfstand gemessen (insgesamt 13 vordefinierte Fahrzyklen), zudem wurden sie von Anfang 2016 bis Herbst 2018 an der Empa in den Feldversuch geschickt. Die Fahrzeuge absolvierten in 3000 Fahrten insgesamt 115 000 Kilometer. Dabei wurde eine Reihe von Verbrauchsdaten aufgezeichnet.

«Eine vollelektrifizierte Flotte erweist sich als effiziente und robuste Dekarbonisierungsstrategie.»

Dr. Lukas Küng

Verbrauch 20 bis 30 Prozent höher als gemäss Herstellerangaben

Die Auswertung dieser Daten zeigte, dass auch bei diesen alternativen Antrieben der tatsächliche Verbrauch 20 bis 30 Prozent über den Herstellerangaben liegt. «Also im gleichen Ausmass wie bei Benzin- und Dieselaautos», fasst Co-Autor Dr. Lukas Küng ein Hauptergebnis der Studie zusammen. Wie gross diese Abweichung ist, hängt von der individuellen Situation ab. Küng und seine Forscherkollegen konnten zeigen, dass sich die Abweichungen zwischen Realverbrauch und Herstellerangaben hauptsächlich mit vier nutzerspezifischen Einflussfaktoren erklären lassen: Durch-



schnittsgeschwindigkeit (Stadtverkehr vs. Autobahn), Beschleunigungsverhalten («Eco-drive» vs. «dynamischer» Fahrstil), Topografie (Flachland vs. Berggebiet) und Aussentemperatur (entscheidend für Verbrauch der Nebenaggregate wie Heizung/Klimaanlage).

Modell der Schweizer Fahrzeugflotte

Den Forschern der ETH und der Empa geht es in ihrer Studie nicht darum, den Verbrauch eines einzelnen Autofahrers möglichst exakt zu bestimmen. Vielmehr hatten sie das Ziel, auf der Grundlage dieser Erkenntnisse ein Modell zu entwickeln, mit dem sich der Energieverbrauch der nationalen PW-Flotte verlässlich abschätzen lässt. Dieses zeigt auf, wie sich Verbrauch und CO₂-Emissionen der Schweizer Fahrzeugflotte verändern, abhängig davon, welche Antriebssysteme genutzt werden. Eine wichtige Erkenntnis: «In der Schweiz hat sich eine vollelektrifizierte Flotte als effiziente und robuste Dekarbonisierungsstrategie erwiesen», schreiben die Wissenschaftler im Schlussbericht.



■ Erdgasfahrzeug vom Typ Audi A3 Sportback g-tron auf dem Rollenprüfstand der Empa in Dübendorf. Hier erfolgt die Kalibrierung für eine Abgasmessung im realen Strassenverkehr. Hinten am Fahrzeug ist ein Portable Emission Measurement System (PEMS) montiert. (Foto: Empa)

In der Schweiz gibt es rund 4,5 Millionen Personenwagen, pro Jahr werden 300 000 alte Autos durch neue ersetzt. Es dauert somit 15 Jahre, bis die ganze Flotte erneuert ist. Um die Fahrzeugflotte «sauber» zu machen, reiche es nicht aus, vermehrt Elektroautos einzusetzen. Vielmehr müsse

die Politik parallel auf eine schnellere Substitution fossil angetriebener Autos hinwirken, zum Beispiel mit «Abwrackprämien» (wobei die Wissenschaftler bei diesem Vorschlag ohne graue Energie rechneten). Parallel dazu sollte die Verbreitung CO₂-armer Treibstoffe (E-Fuels, Biotreibstoffe) verstärkt gefördert werden.

i Senkung des CO₂-Ausstosses

Die Elektrifizierung der PW-Flotte senkt den CO₂-Ausstoss – sofern die Fahrzeuge mit «sauberem» Strom betankt werden. Die Wissenschaftler des schweizerischen Mobilitätssektors zur Bewertung von Nachhaltigkeitsmassnahmen (Esmobil-RED) haben errechnet, welche Fahrzeuge bei einem bestimmten «CO₂-Gehalt» des Stroms den geringsten CO₂-Ausstoss verursachen (siehe Grafik auf der linken Seite). Der Strom, der heute aus Schweizer Steckdosen kommt, ist relativ CO₂-arm.

- Reine Elektromobile sind für mittlere Tagesdistanzen (50 bis 350 Kilometer) der CO₂-ärmste Fahrzeugtyp.
- Bei grösseren Tagesdistanzen sollte – weil reine Elektroautos noch nicht die erforderlichen Reichenweiten haben – auf Plug-in-Hybride ausgewichen werden, die den getankten Wasserstoff über Brennstoffzellen in Strom umwandeln.

- Wer täglich weniger als 50 Kilometer unterwegs ist, fährt mit einem gasbetriebenen Plug-in-Hybrid am CO₂-ärmsten. Schwere Elektroautos mit grossen Batterien sind für Tagesdistanzen von unter 50 Kilometern, die in der Schweiz 80 Prozent der täglichen Autofahrten ausmachen, bezüglich CO₂-Ausstoss suboptimal.
 - Für kurze Distanzen um die 50 Kilometer pro Tag sind entweder Elektroautos mit kleinen, leichten Batterien oder (ebenfalls mit einer leichten Batterie ausgestattete) Plug-in-Hybride, die Distanzen unter 50 Kilometer rein elektrisch zurücklegen können, die CO₂-ärmsten Fahrzeuge.
- Es ist wichtig, anzumerken, dass die oben ausgeführten Überlegungen ein Stück weit theoretischer Natur sind, da zurzeit keine gasbetriebenen Plug-in-Hybride oder Brennstoffzellen-Plug-in-Hybride hergestellt werden.

Den Schlussbericht zum Forschungsprojekt «Realverbrauch konventionell und elektrisch angetriebener Fahrzeuge abbildendes, energiesystemisches Modell des schweizerischen Mobilitätssektors zur Bewertung von Nachhaltigkeitsmassnahmen» (ESMOBIL-RED) finden Sie unter:

www.aramis.admin.ch/Texte/?ProjectID=37078

Auskünfte zu dem Projekt erteilt Dr. Luca Castiglioni (luca.castiglioni@bfe.admin.ch), Leiter des BFE-Forschungsprogramms Mobilität.

Weitere Fachbeiträge über Forschungs-, Pilot-, Demonstrations- und Leuchtturmprojekte im Bereich Mobilität finden Sie unter www.bfe.admin.ch/ec-mobilitaet.