

Überladen

Auch der Verkehr muss klimaneutral werden. Doch die einseitige Fokussierung auf das Batterieauto ist teuer und ineffizient. Das zeigen die Analysen von Schweizer Forschern. **Von Andreas Hirstein**

Nach dem Scheitern des CO₂-Gesetzes an der Urne hält der Bundesrat am Anspruch fest, den Treibhausgasausstoss der Schweiz bis im Jahr 2050 auf null zu senken. Ein entsprechender Artikel solle in die Bundesverfassung aufgenommen werden, sagte Bundesrätin und Umweltministerin Simonetta Sommaruga diesen Mittwoch in Bern.

Der Weg in die klimaneutrale Zukunft ist indes von Hindernissen gesäumt. Exemplarisch lässt sich das am Verkehrssektor ablesen, wo eine verursachergerechte CO₂-Bepreisung nirgendwo politisch mehrheitsfähig zu sein scheint. Auch in der Schweiz gilt die Angst vor steigenden Benzinpreisen als ein wichtiger Grund für das Abstimmungsergebnis im Juni 2021.

Dabei wäre die Dekarbonisierung des Verkehrs in kaum einem anderen Land so wichtig wie in der Schweiz. Autos, Schiffe und Flugzeuge sind hierzulande für rund 40 Prozent aller Treibhausgasemissionen verantwortlich. Global entfallen auf den Verkehr rund 20 Prozent der Emissionen.

Da eine Verteuerung von Benzin und Diesel aber auf den erbitterten Widerstand der Bevölkerung stösst, wird die Umweltpolitik weiterhin zu technischen Regulierungen und Subventionen greifen, um klimafreundlichere Antriebstechniken attraktiv zu machen. Konkret bedeutet dies: strenge Verbrauchsvorschriften und hohe Strafen für Importeure, deren verkaufte Fahrzeugflotte die Vorgaben überschreitet. Autokäufer werden mit Steueranreizen oder in einigen Ländern sogar mit staatlichen Prämien zum Kauf eines Batterieautos animiert.

Der Strom reicht nicht für alles

Wenn man den Fahrzeugmarkt isoliert betrachtet, scheint diese Strategie sinnvoll zu sein. Denn die Energieverluste von der Stromerzeugung bis zum Fahren auf der Strasse sind beim Batterieauto viel kleiner als bei anderen Antriebstechniken.

Vergessen geht bei dieser Betrachtung, dass man den Verkehrssektor in Zukunft eben nicht mehr isoliert betrachten darf, weil er aufgrund der Elektrifizierung der Fahrzeuge eng mit dem Strommarkt verknüpft sein wird. Die Dekarbonisierung des Verkehrs hat daher direkte Folgen für die Stromerzeugung und damit für sämtliche Sektoren der Wirtschaft. Denn Strom, der zum Aufladen von Batterien verwendet wird, kann zum Beispiel keine Wärmepumpe mehr antreiben, die Öl- und Gasheizungen ersetzen soll.

Wenn man solche Wechselwirkungen berücksichtigt, steht das Batterieauto plötzlich nicht mehr als das klimapolitische Allheilmittel da, zu dem es von der Politik gemacht wurde. Das zeigen die Analysen des Schweizer Kompetenzzentrums SCCER Mobility, zu dem sich Forschergruppen von Hochschulen und Industrieunternehmen zusammengeschlossen haben.

Die Wissenschaftler haben dabei nicht nur sämtliche Verkehrssektoren berücksichtigt - vom Fussgänger bis zum Flugzeug -, sondern auch andere Wirtschaftszweige sowie den grenzüberschreitenden Handel von Strom und anderen Energieträgern.

Grundsätzlich zeigt die Analyse, dass die Klimabilanz des öffentlichen Verkehrs, spe-



Neben Batterieautos werden in Zukunft auch Wasserstoffantriebe benötigt – vor allem bei Nutzfahrzeugen.

ziell des elektrisch betriebenen Schienenverkehrs, heute nicht zu schlagen ist. Die Fernzüge der SBB zum Beispiel verursachen pro Person und Kilometer weniger Treibhausgas als ein Velo (vgl. Grafik). Ein E-Bike schneidet wegen der aufwendigeren Herstellung und des Ladestroms noch etwas schlechter ab und liegt etwa gleichauf mit einem Tram. E-Bikes senken den CO₂-Ausstoss also nur dann, wenn sie private Personwagen ersetzen, nicht aber, wenn sie als Konkurrenz zum Tram eingesetzt werden.

An der fast makellosen CO₂-Bilanz der SBB muss sich zukünftig der Individualverkehr messen. «Unsere Untersuchungen zeigen, dass eine Dekarbonisierung der Personwagen am besten durch eine Vielfalt verschiedener Antriebstechniken zu erreichen ist und nicht durch eine ausschliessliche Fokussierung auf das Batterieauto», sagt Konstantinos Boulouchos, Professor an der ETH Zürich und Leiter von SCCER Mobility.

Am kostengünstigsten würde der klimaneutrale Verkehr im Jahr 2050 demnach, wenn sich die Fahrzeugflotte zur Hälfte aus Batterieautos, zu einem Drittel aus Plug-in-Hybriden und zu einem Sechstel aus Brennstoffzellen-Autos zusammensetzen würde. Plug-in-Hybride würden für kürzere Strecken an der Steckdose geladen und für grosse Distanzen mit aus erneuerbaren Energien hergestelltem, synthetischem Benzin

betankt. Brennstoffzellen würden erneuerbaren Wasserstoff an Bord des Fahrzeugs in Strom umwandeln, der dann einen Elektromotor antreibt.

Von Vorteil sei dieser Fahrzeug-Mix, weil er weniger inländischen erneuerbaren Strom benötigt als eine reine Batterieauto-Flotte. Der Wasserstoff und das synthetische Benzin könnten im Ausland hergestellt und importiert werden. Solarkraftwerke in Äquatornähe beispielsweise würden Wasserstoff wegen der vielen Sonnenstunden billiger herstellen als Photovoltaikanlagen hierzulande. Ähnliches gilt für Windkraftanlagen an den Meeresküsten oder Offshore. Wasserstoff und flüssige Treibstoffe haben zudem den Vorteil, dass sie sich länger speichern lassen als Strom. Und sie würden auch alle im Jahr 2050 noch betriebenen Verbrenner zu CO₂-freien Fahrzeugen machen.

Hunderte PS starke SUV

Die gegenwärtige Klimapolitik bildet diese Zusammenhänge jedoch nicht ab. Sie verhält sich nicht technologieneutral, sondern bevorzugt einseitig das von Batterien angetriebene Elektroauto. Denn egal woher der Strom kommt und wie viel Energie für die Herstellung des Fahrzeugs benötigt wird, werden Batterieautos als Nullemissionsfahrzeuge behandelt, mit denen die Hersteller die Klimabilanz ihrer Flotte aufbessern. Als

Die Fernzüge der SBB zum Beispiel verursachen pro Person und Kilometer weniger Treibhausgas als ein Velofahrer.

Folge dieser Politik hat ein Wettlauf zu Hunderten PS starken Elektro-Sportwagen und SUV eingesetzt. «Es gibt nicht den geringsten regulatorischen Anreiz, effiziente Elektroautos zu bauen», sagt Boulouchos.

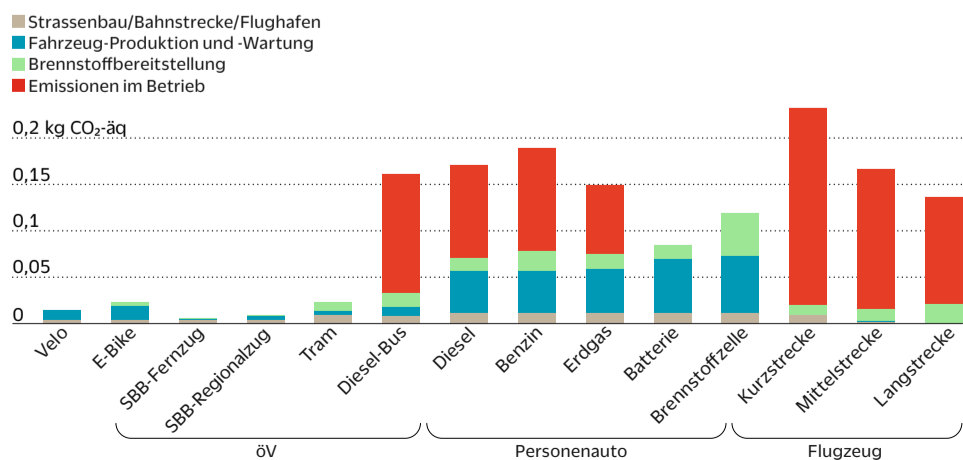
Das führt groteskerweise dazu, dass selbst 2,5 Tonnen schwere Elektro-SUV in vielen Kantonen mehrere Jahre von der Motorfahrzeugsteuer befreit sind und auch sonst nicht zur Finanzierung der Strasseninfrastruktur beitragen. Der Staatskasse entgehen so über die Lebensdauer des Autos mehrere tausend Franken. In anderen Ländern verteilt der Staat sogar Kaufprämien für Batterieautos. «Wenn man alle diese Subventionen zusammenrechnet und mit den über den gesamten Lebenszyklus des Autos eingesparten Emissionen vergleicht, ergeben sich Kosten von bis zu 1000 Franken pro Tonne eingespartem CO₂», sagt Boulouchos.

An der Börse kostet ein Emissionszertifikat für eine Tonne CO₂ derzeit dagegen nur rund 55 Franken. Die Vermeidung des Treibhausgases durch Batterieautos ist folglich je nach Land bis zu zwanzigmal teurer als dieselbe Einsparung in anderen Wirtschaftssektoren. Mit den gleichen finanziellen Mitteln liessen sich statt einer auch 20 Tonnen einsparen, wenn sich die Politik technologieneutral verhielte - was allerdings auch ein anderes Wahl- und Abstimmungsverhalten der Bevölkerung voraussetzen würde.

Die gegenwärtige Klimapolitik ist demnach ineffizient, sie ist marktverzerrend, weil der Umbau anderer Wirtschaftszweige weniger grosszügig unterstützt wird, und sie ist nicht verursachergerecht, weil der Steuerzahler den Verkauf jedes schweren Elektro-SUV über Steuervergünstigungen mitfinanziert. Vielleicht lasse sich diese Schiefelage als Anschubfinanzierung der E-Mobilität rechtfertigen, sagt Boulouchos. Für einen wirksameren Klimaschutz aber wäre mittelfristig ein fairer Wettbewerb zwischen allen Energiesektoren notwendig.

Saubere Eisenbahn

Treibhausgasemissionen pro Person und Kilometer heute



Flugzeuge heben ab

Prognose Verkehrsnachfrage bis 2040 in Prozent

