NFP 73 Policy Brief Nr. 3 / 2022

Dekarbonisierung des Schweizer Personenverkehrs

Bedeutung für die Politik

— Die optimale Strategie zur Dekarbonisierung des Personenverkehrs in der Schweiz besteht aus einem «Push&Pull»-Massnahmenmix. Es braucht marktwirtschaftliche Instrumente zur Förderung emissionsarmer Technologien (CO_2-Abgabe), Förderung der betrieblichen Effizienz (Auslastung) und des öffentlichen Verkehrs sowie ein Verbot von neuen fossil betriebenen Personenwagen. Marktwirtschaftliche Instrumente sind somit wirksam und notwendig, aber nicht ausreichend.

— Steht nur der Umstieg von fossil betriebenen auf E-Fahrzeuge im Fokus, dann steigt die Zahl der Fahrzeuge weiter, der Verkehr und Energiebedarf nimmt zu, sodass massiv Strom aus dem Ausland importiert werden muss.

— Das Netto-Null-Ziel 2050 ist ehrgeizig, aber erreichbar. Rasches Handeln ist gefordert, denn ohne zusätzliche Massnahmen werden die Emissionen zwar abnehmen jedoch die Klimaziele deutlich verfehlt.

— Durch den nötigen Strukturwandel entstehen Chancen für verkehrs- und energieproduktionsnahe Branchen und deren Zulieferer: v.a. im Bereich erneuerbare Energien, Batterierecycling und Zulieferer für E-Fahrzeuge.

— Mit der angestrebten und angelaufenen Dekarbonisierung des Verkehrs wird die Sektor- und Politikkopplung der Themen Verkehr und Energie immer wichtiger. Der Strom für die starke Elektrifizierung muss zwingend aus erneuerbaren Quellen und möglichst inländischer Produktion stammen. Die Dekarbonisierung des Verkehrs bedingt deshalb den zeitgleichen weiteren Aufbau der Produktion von erneuerbaren Energien in der Schweiz.

Schweizerischer Nationalfonds

Vollständige Dekarbonisierung des Personenverkehrs ist in der Schweiz bis 2050 ohne wirtschaftliche Einbussen möglich.

Die Dekarbonisierung des Personenverkehrs ist bis 2050 mit positiven wirtschaftlichen Auswirkungen möglich. Die drei analysierten Stossrichtungen:

1 Elektrifizierung der Personenwagen,

2 Verlagerung vom MIV (motorisierter Individualverkehr) zum ÖV (öffentlicher Verkehr) und

3 Erhöhung der Auslastung von Personenwagen

erreichen einzeln zwar Reduktionen von -25 bis -50 Prozentpunkte bis 2050, reichen aber je allein nicht aus, um den Verkehr zu dekarbonisieren.

Wenn **alle drei untersuchten Stossrichtungen kombiniert** werden, können wir eine **Dekarbonisierung von 80 % bis 2050** erreichen. Das Risiko ist hoch, dass die Durchdringung der E-Fahrzeuge – die für sich genommen wirksamste Stossrichtung – auch in Kombination mit den beiden anderen ohne weitere Massnahmen zu langsam stattfindet. Um Gewähr zu haben, dass die Dekarbonisierung bis 2050 gelingt, ist es notwendig, ein **Verbot von neuen, fossil betriebenen Personenwagen ab 2030** einzuführen. Dies bringt zudem **Planungs- und Investitionssicherheit** für die Wirtschaftsakteure und -akteurinnen in den mobilitätsnahen Sektoren und Chancen für den Aufbau wettbewerbsfähiger neuer Branchen. Unsere Forschung zeigt, dass **rasche und spürbare Massnahmen zur Dekarbonisierung** im Verkehr und zum Aufbau der Produktionskapazitäten für erneuerbare Energien notwendig sind, damit das Ziel der Dekarbonisierung (Netto-Null) im Verkehr bis 2050 erreicht wird.

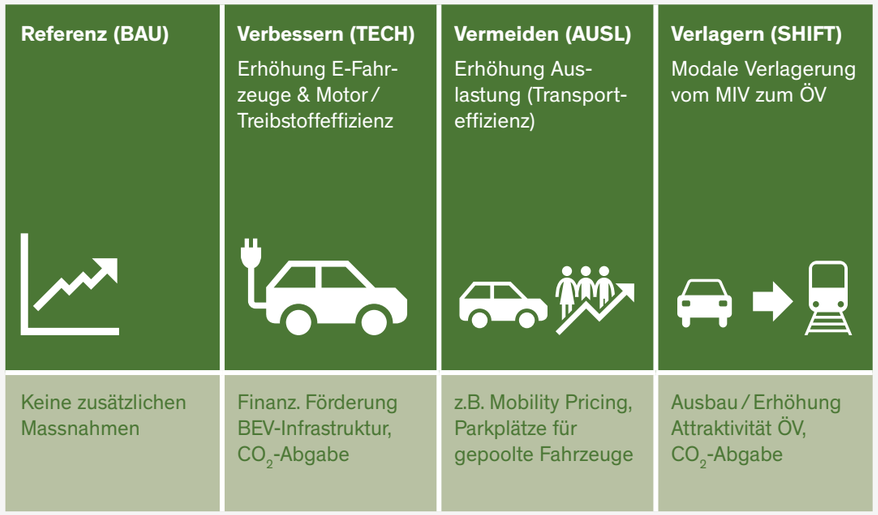

Abbildung 1 – Drei Stossrichtungen zur Dekarbonisierung des Personenverkehrs
BEV: Batterieelektrische Fahrzeuge

Was bedeutet…

E-Fahrzeuge, Elektrifizierung: Wenn wir von Wechsel von fossil auf elektrisch betriebene Fahrzeuge sprechen, dann meinen wir rein batterieelektrische Fahrzeuge und nicht Hybridfahrzeuge.

CO_2-Abgabe: Im TECH und SHIFT ist eine fahrleistungsabhängige Abgabe zur finanziellen Förderung der BEV-Infrastruktur (Battery Electric Vehicle) resp. des ÖV unterstellt.

Wohlfahrt: Wir orientieren uns nicht nur am BIP für die volkswirtschaftlichen Effekte, sondern auch an der Wohlfahrt, welche sich aus dem BIP und dem Nutzen aus Freizeit zusammensetzt.

Forschung und Ergebnisse

Der Klimawandel schreitet weiter voran und die Gefahr von Extremwetterereignissen nimmt zu. Der Bundesrat hat sich 2021 deshalb das Ziel gesetzt, die Schweiz bis 2050 zu dekarbonisieren. Der Verkehrssektor machte 2018 40 % der CO_2-Emissionen aus und spielt somit eine zentrale Rolle für das angestrebte Netto-Null-Ziel der Schweiz. Im Verkehr gibt es bisher kaum Instrumente zur Dekarbonisierung im Personenverkehr (ausser Flottengrenzwerte und Kompensationspflichten für Treibstoffimporteure). Das neue CO_2-Gesetz, welches Instrumente vorgesehen hätte, wurde jüngst vom Volk abgelehnt. Der Handlungsbedarf ist angesichts der vertraglich angestrebten Ziele hoch. Im NFP 73 Projekt «Klimaneutrale Mobilität ohne wirtschaftliche Einbussen» analysierten wir verschiedene Stossrichtungen zur Dekarbonisierung des Personenverkehrs und deren wirtschaftliche Auswirkungen mit einem Modell (siehe Abbildung 1) und stützten uns auf wissenschaftliche Modellrechnungen und den Einbezug von Wissen marktnaher Expertinnen.

Drei grundlegende Stossrichtungen zur Dekarbonisierung im Vergleich

Wir analysierten die volkswirtschaftlichen Auswirkungen von drei grundsätzlichen Stossrichtungen (Eckszenarien) zur Reduktion von CO_2-Emissionen im Verkehr:

1 Verbessern (TECH)

Steigerung der Kraftstoff- / Motoreneffizienz und der Fahrzeugeffizienz hin zu kohlenstoffarmen und kohlenstofffreien Technologien. Im Zentrum steht die Elektrifizierung des Personenverkehrs (Durchdringung von batterieelektrischen Fahrzeugen).

2 Vermeiden (AUSL)

Erhöhung der Auslastung der Fahrzeuge (Steigerung Transporteffizienz Fahrzeuge).

3 Verlagern (SHIFT)

Modale Verlagerung vom privaten (MIV) zum öffentlichen Verkehr (ÖV).

Für diese drei Eckszenarien haben wir basierend auf Literatur und Gesprächen mit Expertinnen festgelegt, welches realistische CO_2-Minderungspotential je Stossrichtung maximal besteht. Danach haben wir grob definiert, mit welchem Instrumentenset diese realisiert werden können. Die Analyse der verkehrlichen und wirtschaftlichen Wirkungen erforderte einen Modellrahmen, der die Gesamtwirtschaft mit einem differenzierten Verkehrssystem verknüpft. Deshalb verwendeten wir einen Multi-Modell-Ansatz bestehend aus einem dynamischen Gleichgewichtsmodell (CGE), einem Modell des Fahrzeugparks der Personenwagen in der Schweiz und einem Modell zur Wahl eines Fahrzeugtyps. Im Modell können die Haushalte bei steigendem Einkommen wählen, ob sie damit mehr konsumieren, mehr sparen oder mehr Freizeit (weniger Arbeit) nachfragen. Das Modell zeigt die Wirkungen der Dekarbonisierung auf die Gesamtwirtschaft und die Gesellschaft für die Ergebnisgrössen Bruttoinlandprodukt (BIP) und Wohlfahrt (BIP plus Nutzen aus Freizeit). Für jede Stossrichtung zur Dekarbonisierung des Personenverkehrs in der Schweiz haben wir zunächst ein Eckszenario modelliert und die Ergebnisse zwischen den drei Eckszenarien und mit der Referenzentwicklung (BAU) verglichen. Der Flugverkehr und die Auswirkungen der Digitalisierung auf Mobilität sind nicht Teil der vorliegenden Analyse.

BAU: Referenz
SHIFT: Verlagerung vom MIV zum ÖV
AUSL: Erhöhung der Auslastung Personenwagen
TECH: Verstärkte Elektrifizierung der Personenwagen
OPT 1: Kombination von SHIFT / AUSL / TECH
OPT 2: OPT 1 plus Verbot von neuen fossilbetriebenen Personenwagen

Diskussion

Dekarbonisierung des Personenverkehrs ist mit positiven wirtschaftlichen Effekten bis 2050 möglich.

Ohne weitere Massnahmen werden die Emissionen des Verkehrs allein über den laufenden technischen Fortschritt und die ansteigende Durchdringung der Elektrofahrzeuge zwar bis 2050 abnehmen, jedoch die Klimaziele vom Bundesrat deutlich verfehlt werden. Keine Stossrichtung allein kann die angestrebte Dekarbonisierung des Personenverkehrs bis 2050 erreichen. Nach der Modellanalyse der wirtschaftlichen Auswirkungen der einzelnen Eckszenarien testeten wir deshalb modellbasiert Kombinationen der drei Stossrichtungen, welche das Ziel der Dekarbonisierung bei möglichst günstigen volkswirtschaftlichen Folgen erreichen sollen (Optimalszenario OPT 1). Die Kernergebnisse dieses Optimierungsschritts in der Szenarioanalyse zeigen deutlich (siehe Abbildung 2):

— Dekarbonisierung des Verkehrs ist mit positiven wirtschaftlichen Wirkungen (BIP, Wohlfahrt) möglich. Zudem sinken dank der Dekarbonisierungsstrategie im Verkehr die externen Kosten und es resultieren geringere Anpassungskosten und -anstrengungen an den Klimawandel (unter der Annahme, dass auch andere Länder einen Beitrag leisten).

— Die technische Stossrichtung (TECH) der Elektrifizierung der Fahrzeuge hat bei der Einzelbetrachtung das grösste Minderungspotential, verfehlt aber die angestrebte Dekarbonisierung bis 2050 deutlich und zieht erhöhte Energieimporte nach sich. Es sind deshalb zusätzliche Anstrengungen zur Effizienzsteigerung (AUSL) und zur Verlagerung (SHIFT) notwendig. Es braucht die Kombination der drei Stossrichtungen in vollem Umfang, um den Verkehr zu dekarbonisieren.

— Die optimale Kombination der drei Stossrichtungen vermag die CO_2-Emissionen zwar um 80 % zu reduzieren, führt aber nicht zur vollständigen Dekarbonisierung des Verkehrs in der Schweiz (OPT 1).

— Die Verkehrsdienstleistungen in der Schweiz werden in allen untersuchten Szenarien im Vergleich zur Referenzentwicklung kostengünstiger erstellt als in der Referenz (effizienter). Die Haushalte müssen für die nachgefragten Mobilitätsdienstleistungen im Personenverkehr im Zeitverlauf weniger Geld ausgeben als in der Referenzentwicklung. Diese Einsparungen können die Haushalte entweder für den Mehrkonsum anderer Güter einsetzen oder über mehr Freizeit (weniger Arbeitsangebot, weniger Einkommen) nutzen. Beides führt zu einer Steigerung der gesamtwirtschaftlichen Wohlfahrt.

— Anstatt importierten Treibstoff wie Erdöl und -gas benötigen die batterieelektrischen Fahrzeuge Strom. Je mehr diese zusätzliche Stromnachfrage (aus erneuerbaren Quellen, sonst erfolgt keine Minderung der CO_2-Emissionen) aus inländischer Produktion gedeckt werden kann, desto stärker können bisherige Ausgaben für Importe in heimische Wertschöpfung gewandelt werden.

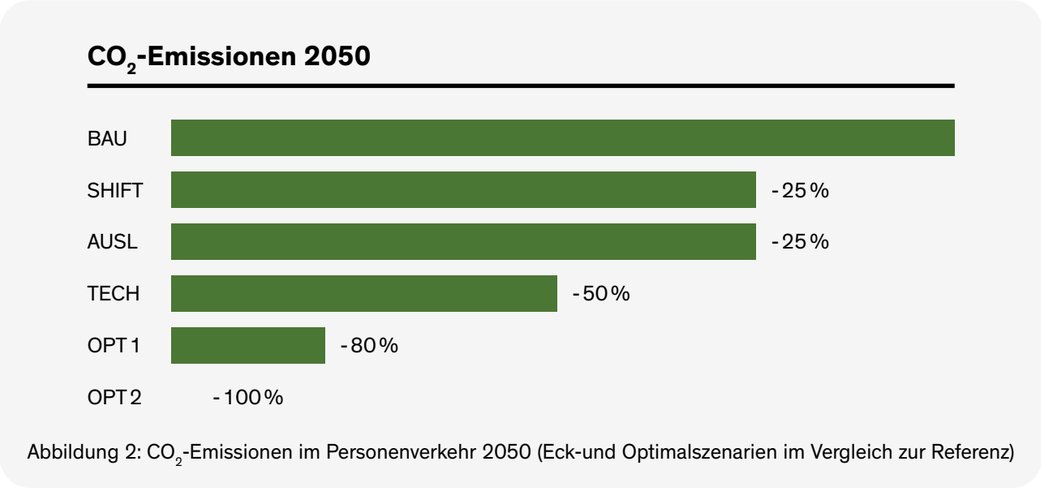

Abbildung 2: CO_2-Emissionen im Personenverkehr 2050 (Eck-und Optimalszenarien im Vergleich zur Referenz)

Die Dekarbonisierung des Verkehrs bedingt die Kombination aller drei Stossrichtungen.

Die Modellanalysen zeigen, dass für die Dekarbonisierung des Verkehrs ein Set von marktlichen und auch nicht marktlichen Massnahmen notwendig ist.

Damit die emissionsseitig bedeutendste Stossrichtung – die Förderung des batterieelektrischen Verkehrs – rascher wirkt und die Ziele bis 2050 sicher erreicht werden, braucht es zusätzlich ein Neuzulassungsverbot von fossil betriebenen Fahrzeugen (Verbrennerverbot, Optimalszenario OPT 2). Das bringt für die Produktion und den Kauf von Fahrzeugen, aber auch für Investitionen in anderen mobilitätsnahen Branchen Planungs- und Investitionssicherheit. Wenn die drei Stossrichtungen kombiniert und zusätzlich mit einem Verbrennerverbot (zwischen 2030 und 2035) ergänzt werden, kann das Ziel der Dekarbonisierung des Personenverkehrs bis 2050 volkswirtschaftlich effizient erreicht werden.

Fazit

Die Dekarbonisierung des schweizerischen Personenverkehrs ist bis 2050 möglich und kann mit günstigen wirtschaftlichen Effekten erfolgen, wenn man den passenden «Push&Pull»-Massnahmenmix rechtzeitig einsetzt. Die Ergebnisse zeigen, dass man politisch nicht diskutieren muss, welche der drei Stossrichtungen – a) elektrisch statt fossil betriebene Fahrzeuge, b) Verlagerung auf ÖV, c) Auslastungserhöhung – zu einer Dekarbonisierung im Verkehr führen, sondern dass es die gesamten Potentiale aller drei Stossrichtungen in Kombination braucht. Die Kombination der drei Stossrichtungen reduziert die CO_2-Emissionen im Personenverkehr zwar bis 2050 um 80 %, verfehlt aber die angestrebte vollständige Dekarbonisierung immer noch. Die volkswirtschaftlich ideale Strategie, welche bis 2050 zur vollständigen Dekarbonisierung des Personenverkehrs führt, liegt in einer Kombination aus beschleunigtem technischem Fortschritt, marktbasierten Instrumenten – zur Förderung emissionsarmer Technologien und deren Finanzierung – und einem Neuwagenzulassungsverbot von fossil betriebenen Personenwagen. Damit die Dekarbonisierung im Verkehr mit volkswirtschaftlich positiven Effekten einhergeht, müssen bisherige Importe von Fahrzeugen und fossilen Brennstoffen zum Teil durch inländische Wertschöpfung ersetzt werden können. Das heisst, der zusätzliche Strom, der bei der Dekarbonisierung des Personenverkehrs benötigt wird, sollte zu erheblichen Teilen in der Schweiz produziert werden.

Referenzen

Angst, V., Colesanti Senni, C., Maibach, M., Peter, M., Reidt, N., van Nieuwkoop, R. 2021: Economic impact of decarbonization scenarios of the Swiss passenger transport sector, Nationales Forschungsprogramm 73 “Nachhaltige Wirtschaft”, Schweizerischer Nationalfonds, ETHZ Economic Working Paper Series, 21 / 352, May 2021.

Infras und ETHZ 2022: Vollständige Dekarbonisierung des Personenverkehrs in der Schweiz bis 2050 ohne wirtschaftliche Einbussen möglich, Zusammenfassung für politische EntscheidungsträgerInnen, im Auftrag des Schweizerischen Nationalfonds NFP73, Zürich.

Autorinnen und Autoren

Markus Maibach
INFRAS AG

Martin Peter
INFRAS AG

Vanessa Angst
INFRAS AG

Dr. Renger van Nieuwkoop
Modelworks
renger@modelworks.ch

Dr. Noe Reidt
World Bank (vorher: ETHZ)
nreidt@worldbank.org

Kontakt

INFRAS AG
Binzstrasse 23
8045 Zürich
info@infras.ch

Über das NFP 73

www.nfp73.ch

Das Nationale Forschungsprogramm «Nachhaltige Wirtschaft» (NFP 73) wurde vom Bundesrat Mitte 2017 mit einem Gesamtbudget von 20 Millionen Franken für eine Forschungsdauer von fünf Jahren lanciert. Finanziert werden 29 Forschungsprojekte in Themenbereichen wie Kreislaufwirtschaft, Finanzwesen, Bauwesen, Städte und Mobilität, Forstwirtschaft, Landwirtschaft und Ernährung, Lieferketten, nachhaltiges Verhalten und Gouvernanz. Ziel des NFP 73 ist es, wissenschaftliche Erkenntnisse über eine nachhaltige Wirtschaft zu gewinnen, die sparsam mit natürlichen Ressourcen umgeht, Wohlstand schafft und die Wettbewerbsfähigkeit des Wirtschaftsstandorts Schweiz stärkt.

Herausgeber

Nationales Forschungsprogramm
«Nachhaltige Wirtschaft» NFP 73
Schweizerischer Nationalfonds SNF
Wildhainweg 3
3001 Bern

Oktober 2022

Kontakt

Pascal Walther
Programm Manager NFP 73
SNF, Wildhainweg 3
3001 Bern

T: + 41 (0)31 308 22 20
E: nfp73@snf.ch

Disclaimer: Dieser Policy Brief wurde vom Nationalen Forschungsprogramm «Nachhaltige Wirtschaft» (NFP 73) des Schweizerischen Nationalfonds finanziert. Die Verantwortung für den Inhalt liegt bei den Autorinnen und Autoren.

SNF