



Technologieneutralität im Kontext der Verkehrswende

Kritische Beleuchtung eines Postulats – Kurzfassung



Impressum

Technologieneutralität im Kontext der Verkehrswende

Kritische Beleuchtung eines Postulats – Kurzfassung

ERSTELLT IM AUFTRAG VON

Agora Verkehrswende

Anna-Louisa-Karsch-Str. 2 | 10178 Berlin
T +49 (0)30 700 14 35-000
F +49 (0)30 700 14 35-129
www.agora-verkehrswende.de
info@agora-verkehrswende.de

PROJEKTLEITUNG

Dr. Carl-Friedrich Elmer
carl-friedrich.elmer@agora-verkehrswende.de

DURCHFÜHRUNG

ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH

www.ifeu.de

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH – UFZ

www.ufz.de

Autoren:

**Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung –
UFZ, Leipzig:** Jun.-Prof. Dr. Paul Lehmann (Leitung),
Klaas Korte, Prof. Dr. Erik Gawel
**Institut für Energie- und Umweltforschung (ifeu),
Heidelberg:** Julius Jöhrens, Udo Lambrecht

Satz: Marica Gehlfuß, Agora Verkehrswende

Titelbild: stock.adobe.com/zapp2photo

Version: 1.0

Veröffentlichung: Januar 2020

34-2020-DE

DANKSAGUNG

Die Autoren danken Herrn Prof. Dr. Thorsten Beckers ganz herzlich für wertvolle Denkanstöße und Diskussionsbeiträge, die in die Überlegungen für diese Studie eingeflossen sind. Zudem möchten wir Henning Nolzen und Felix Spathelf für ihre tatkräftige Unterstützung im Rahmen dieses Projekts ganz herzlich danken.



Unter diesem QR-Code steht diese
Publikation als PDF zum Download
zur Verfügung.

Bitte zitieren als:

Agora Verkehrswende (2020): *Technologieneutralität
im Kontext der Verkehrswende. Kritische Beleuchtung
eines Postulats – Kurzfassung.*

Vorwort

Liebe Leserin, lieber Leser,

mit der vorliegenden Studie nehmen wir Sie mit auf eine Reise in die akademische Welt. Die Forderung nach Technologieneutralität hat in der jüngeren Vergangenheit für lebhaftere und kontroverse Debatten gesorgt. Dabei wurden Technologieneutralität und Technologieoffenheit oftmals synonym verwendet; zuweilen werden die Begriffe auch benutzt, um an dem bestehenden System festzuhalten. Dieser Mangel an begrifflicher Schärfe hat die Debatte über die Verkehrswende in Mitleidenschaft gezogen: Schlagworte traten an die Stelle von Argumenten.

Zu der Studie haben wir uns mit der Absicht entschlossen, konzeptionelle Klarheit zu schaffen. Über die grundsätzliche Klärung hinaus möchten wir aber auch für eine zentrale politische Gestaltungsaufgabe den wissenschaftlichen Unterbau liefern: Mit welcher Regulierung kann der notwendige Umstieg vom Verbrennungsmotor mit fossilen Kraftstoff hin zu klimaverträglichen Antrieben und Kraftstoffen in volkswirtschaftlich effizienter Weise gelingen?

Uns ist bewusst, dass die vorliegende Studie keine leichte Kost ist. Wir halten sie dennoch für wichtig, weil eine Versachlichung der Diskussion und eine solide Grundlage Voraussetzung für zielführende Politik ist. Und die ist jetzt, wo die Verkehrswende Fahrt aufnehmen muss, dringender denn je.

Christian Hochfeld

für das Team von Agora Verkehrswende

Berlin, 22. Januar 2020

Zentrale Ergebnisse aus Sicht von Agora Verkehrswende

- 1** **Technologieoffenheit ist Voraussetzung für eine klimapolitisch erfolgreiche und kosteneffiziente Verkehrswende.** Dies bedeutet, dass der notwendige Umstieg auf neue Antriebe und Energieträger auf Basis eines unverzerrten, alle volkswirtschaftlichen Kosten und Nutzen berücksichtigenden Wettbewerbs der verschiedenen Technologien stattfindet.
- 2** **Technologieoffenheit bedeutet nicht Technologieneutralität der Regulierung.** Technologie-neutrale Regulierung verzichtet auf jegliche Diskriminierung zwischen den verfügbaren technologischen Alternativen. Dies führt allerdings nur dann zu Technologieoffenheit, wenn diese unter ansonsten unverzerrten Bedingungen konkurrieren. In der Praxis verlangt die Überwindung von Pfadabhängigkeiten im Straßenverkehr hingegen auch technologiespezifische Regulierung, um Technologieoffenheit zu gewährleisten.
- 3** **Klimaschädliche Technologien zurückdrängen, um neuen klimaverträglichen Technologien Platz zu schaffen:** Pfadabhängigkeiten und nicht eingepreiste externe Kosten verzerren den Technologiewettbewerb zugunsten des Systems aus Verbrennungsmotor und fossilem Kraftstoff. Zentraler – weitgehend technologieneutraler – Ansatzpunkt zur Korrektur dieser Verzerrung und Unterstützung des Marktaustritts („Exnovationspolitik“) ist eine wirksame CO₂-Bepreisung. Ergänzende Instrumente sind eine stärker CO₂-orientierte, möglichst nah am Fahrzeugkauf ansetzende Kfz-Steuer oder auch strikte CO₂-Flottengrenzwerte.
- 4** **Die Infrastruktur für neue Antriebe technologiespezifisch fördern:** Neue Antriebe benötigen eine hinreichend dichte und nutzerfreundliche Energieversorgungsinfrastruktur, um Akzeptanz zu finden. Deren privatwirtschaftliche Bereitstellung wiederum ist erst bei Erreichen hoher Nutzerzahlen profitabel. Durch eine bedarfsorientierte temporäre Förderung des Infrastrukturaufbaus und die Schaffung regulativer Rahmenbedingungen für eine einfache Nutzung sollte der Staat hierzu beitragen.
- 5** **Neuen Technologien zur Wettbewerbsfähigkeit verhelfen:** Um verbleibende Hindernisse zu adressieren, können zielgenaue und zeitlich befristete Förderprogramme den Markteintritt und -hochlauf innovativer Technologien unterstützen. Die Förderung sollte deren jeweiligen Entwicklungsstand und erwartbaren Beitrag zur klimapolitischen Zielerreichung berücksichtigen. Zudem ist dabei eine Finanzierung aus dem Verkehrssektor selbst anzustreben, beispielsweise im Rahmen eines Bonus-Malus-Systems.
- 6** **Investitionssicherheit schaffen durch ein langfristig politisch verbindliches Bekenntnis zur Verkehrswende und ein ambitioniertes Maßnahmenprogramm:** Wirksame politische Selbstbindung erfordert die Festlegung und glaubhafte Durchsetzung expliziter Sektorziele. Zudem sollte der Staat durch passgenaue öffentliche Investitionen, ein breites und zielorientiertes Instrumentenbündel zur verlässlichen Erreichung des Sektorziels die Unumkehrbarkeit der Verkehrswende signalisieren sowie einen möglichst weitreichenden politischen Konsens anstreben.

Inhalt

Vorwort	3
Zentrale Ergebnisse	4
Hintergrund: Verkehrswende und Technologieneutralität	6
Leitfrage und Abgrenzung der Studie	7
Definition von Technologieneutralität, -spezifität und -offenheit	7
Technologieneutralität gewährleistet nicht notwendigerweise Technologieoffenheit	8
Eine Indikation für Technologiespezifität im Straßenverkehr liegt grundsätzlich vor	11
Klimaschutzpolitik für den Verkehrssektor muss stärker technologie-spezifische mit eher technologieneutralen Instrumenten kombinieren	15
Über den Erfolg technologiespezifischer Klimaschutzpolitik im Verkehrssektor entscheidet die konkrete Ausgestaltung und Einbettung der Instrumente	18

Hintergrund: Verkehrswende und Technologieneutralität

Das im Dezember 2019 verabschiedete Bundes-Klimaschutzgesetz weist allen Sektoren maximal zulässige jährliche Treibhausgas-Emissionsmengen für den Zeitraum bis 2030 zu. Für den Verkehrssektor wurde für das Jahr 2030 ein Emissionswert von 95 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalenten festgesetzt.¹ Dies entspricht einer Reduktion um 42 Prozent gegenüber dem Basisjahr 1990 und damit einer Konkretisierung am oberen Rand des im Klimaschutzplan 2050 der Bundesregierung definierten Minderungskorridors von 40 bis 42 Prozent.² Diese Ziele hat die Bundesregierung auch festgelegt, um ihren klimapolitischen Verpflichtungen auf europäischer Ebene nachzukommen. Darüber hinaus sollen auf diese Weise die Weichen gestellt werden, um Treibhausgasneutralität bis zum Jahr 2050 zu gewährleisten.

Um die klimapolitischen Ziele im Verkehrssektor zu erreichen, bedarf es einer umfassenden Verkehrswende. Diese fußt auf zwei Säulen: der Mobilitätswende und der Energiewende im Verkehrssektor.³ Die Mobilitätswende umfasst – bei Sicherung der Mobilität – die grundsätzliche Verminderung der Verkehrsmenge, intermodale Verlagerungen des Verkehrs auf umweltfreundlichere Verkehrsträger (etwa vom motorisierten Individualverkehr zum öffentlichen Personenverkehr oder vom Straßen- zum Schienengüterverkehr) sowie eine insgesamt effizientere und energiesparende Organisation des Verkehrssystems. Ein unverzichtbarer Hebel zur Vermeidung von Treibhausgasemissionen ist daneben aber auch die **Energiewende im Verkehrssektor, also der Übergang zu emissionsärmeren bzw. -freien Antriebs-technologien und Energieträgern**. Die Frage, wie diese Transformation staatlich gestaltet werden sollte, steht im Mittelpunkt dieser Studie. Zwar besteht weitgehend Einigkeit darüber, dass eine Energiewende im Verkehrs-

sektor erfolgen muss. Uneins sind die gesellschaftlichen Akteure oft jedoch darüber, welche politischen und regulatorischen Rahmensetzungen notwendig sind, um die Energiewende im Verkehrssektor auf den Weg zu bringen und die mittel- und langfristigen Klimaschutzziele möglichst effizient zu erreichen.

Im Mittelpunkt der politischen Diskussionen steht dabei oft die **ökonomische Idee der Technologieneutralität**. Dahinter steht die Forderung, dass klimapolitische Maßnahmen nicht explizit zwischen verschiedenen technologischen Optionen zur Vermeidung von Treibhausgasemissionen differenzieren sollten. Vielmehr sollte nach Meinung der Befürworter von Technologieneutralität der regulatorische Rahmen technologieübergreifend Anreize zur CO₂-Reduktion setzen – beispielsweise über einen einheitlichen CO₂-Preis. Die eigentliche Technologiewahl sollte dann den privaten Akteuren überlassen werden. Schließlich verfügten diese über das relevante dezentrale Wissen zu den Kosten und Nutzen, welche beim Einsatz der jeweiligen Technologien zu erwarten sind. Eine technologieneutrale Klimapolitik nutze den dezentralen Entscheidungs- und Entdeckungsmechanismus des Marktes, um genau dieses Wissen zu heben. Ergebnis – so die Theorie – sei ein unverzerrter Technologiewettbewerb, in dem sich die langfristig günstigsten Technologien durchsetzten. Nur eine technologieneutrale Klimapolitik ermögliche es daher, die klimapolitischen Ziele kostengünstig zu erreichen (Effizienzthese).

Darüber, ob und inwieweit eine strikt technologieneutrale Klimaschutzpolitik der richtige Weg ist, um die Energiewende im Verkehrssektor in der gebotenen Geschwindigkeit voranzutreiben, wird gestritten. Volkswagen-Chef Herbert Diess trat Anfang des Jahres 2019 mit der Forderung hervor, dass der Staat den Kauf von batterieelektrischen Autos stark fördern solle, denn der Elektroantrieb habe das „Technologie-Rennen“ gewonnen.⁴ Dafür erntete er viel Widerspruch, auch aus der Branche selbst. Der Verband der Automobilindustrie argumentierte etwa, die Transformation könne „langfristig nur erfolgreich sein, wenn sich die besten und dem Bedarf entsprechenden Lösungen im technologieneutralen Wettbewerb durchsetzen.“⁵ Innerhalb der Bundesregierung, beispielsweise

1 Gesetz zur Einführung eines Bundes-Klimaschutzgesetzes und zur Änderung weiterer Vorschriften vom 12. Dezember 2019, BGBl. Jg. 2019 Teil I Nr. 48, S. 2513 – 2521.

2 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) (2016). „Klimaschutzplan 2050 - Klimapolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung“, Berlin.

3 Agora Verkehrswende (2017). „Mit der Verkehrswende die Mobilität von morgen sichern – 12 Thesen zur Verkehrswende“, Berlin.

4 „Flucht nach vorn“, Der Spiegel, Nr. 8, 16.02.2019, S. 62.

5 Verband der deutschen Automobilindustrie (2019). „Mobilität und Wachstum in Europa Empfehlungen der deut-

zwischen den Ministerien, wird der Idee der Technologieneutralität ebenfalls unterschiedliche Bedeutung beigemessen. In der bisherigen klimapolitischen Regulierungspraxis finden sich sowohl eher technologieneutrale als auch technologiespezifische Elemente.

Leitfrage und Abgrenzung der Studie

Vor dem Hintergrund dieser politisch und wissenschaftlich kontrovers geführten Debatten untersucht die vorliegende Studie die folgende Leitfrage:

Welcher technologiepolitische Regulierungsansatz – technologieneutral, technologiespezifisch oder eine Kombination beider Ansätze – ist für eine erfolgreiche Energiewende im Verkehrssektor aus ökonomischer Sicht zielführend?

Dabei wird insbesondere kritisch diskutiert, welche ökonomischen Voraussetzungen für und wider Technologieneutralität bzw. -spezifität in der Verkehrspolitik sprechen können. Dazu ist zunächst eine konzeptionelle Klärung und Abgrenzung der Grundbegriffe erforderlich; denn in der öffentlichen Diskussion werden beispielsweise „Technologieneutralität“ und „Technologieoffenheit“ häufig synonym verwendet.

Der Fokus der Studie liegt auf der **regulatorischen Steuerung von Entscheidungen zu Antriebstechnologien und Energieträgern im Straßenverkehr in Deutschland**. Betrachtet werden insbesondere der **Pkw-Verkehr sowie der Güternah- und -fernverkehr** auf der Straße (im Folgenden als Straßenverkehr zusammengefasst). Die Diskussion klima- und technologiepolitischer Ansätze erfolgt dabei stets vor dem Hintergrund der bis zum Jahr 2030 zu erreichenden Klimaziele für den Verkehrssektor in Deutschland. Grundsätzlich mitberücksichtigt wird auch das Langfristziel einer vollständigen Dekarbonisierung bis zum Jahr 2050. Eine derart langfristige Perspektive ist aber notwendigerweise mit größeren Unsicherheiten und Herausforderungen verbunden, etwa weil die technologischen Entwicklungen schwerer abzuschätzen sind. Folglich werden aller Voraussicht nach zukünftig (nach dem Jahr 2030, aber gegebenen-

falls bereits vorher) neue politische Weichenstellungen notwendig sein, um die langfristigen Klimaziele effizient zu erreichen.

Definition von Technologieneutralität, -spezifität und -offenheit

Eine erfolgreiche Dekarbonisierung des Straßenverkehrs setzt grundsätzlich staatliche Eingriffe voraus, da insbesondere die Klimaauswirkungen fossiler Mobilität, aber auch andere Externalitäten wie Schadstoffemissionen, nicht angemessen in den Marktpreisen widergespiegelt werden. Für eine emissionsarme bzw. -freie Mobilität stehen im motorisierten Straßenverkehr verschiedene, miteinander konkurrierende Technologien zur Verfügung. Es stellt sich daher aus ökonomischer Sicht die Frage, ob und inwieweit staatliche Regulierungseingriffe möglichst neutral in Bezug auf diese Technologien sein sollen.

Technologieneutralität der Regulierung umfasst zwei Dimensionen. Eine perfekt neutrale Regulierung setzt zum einen unmittelbar an einem definierten Regulierungsziel (z. B. Verminderung der Treibhausgasemissionen) an. Um das Regulierungsziel zu erreichen, belässt sie alle denkbaren Entscheidungsspielräume in nachgeordneten Feldern (z. B. einzelnen Sektoren) und gibt nicht etwa Sektorenziele vor, beispielsweise für Strom, Wärme, Verkehr oder nachgeordnet für Schienen-, Straßen-, Luftverkehr und Schifffahrt. Zum anderen verzichtet perfekt neutrale Regulierung auf jedwede Diskriminierung von einzelnen Technologien (innerhalb eines möglicherweise ausgewählten Sektors), sondern überlässt diese Auswahlentscheidung gerade den gesellschaftlichen Akteuren. Dies geschieht in der Annahme, diese Akteure erhielten leichter Zugang zu dezentral verfügbaren Informationen über Kosten und Nutzen verschiedener Technologioptionen. Die dezentral über den Markt organisierte Technologiewahl führe daher eher zum gesellschaftlichen Kostenoptimum, wenn sie nicht weitergehend durch staatliche Eingriffe beeinflusst ist. Je weiter sich eine tatsächliche Regulierung von diesen Anforderungen an perfekte Technologieneutralität entfernt, desto technologiespezifischer wird sie.

Technologieneutralität und Technologiespezifität von Regulierung sind mithin keine dichotomen Alternativen, sondern bilden lediglich die gedanklichen Endpunkte

schen Automobilindustrie für die 9. Legislaturperiode des Europäischen Parlaments“, Berlin.

eines komplexen zweidimensionalen Kontinuums, in dem sich praktische Regulierungsansätze konkret verorten lassen. Ein auf bestimmte Sektoren beschränkter Emissionshandel setzt beispielsweise bereits technologische Einschränkungen für die Möglichkeiten zur Treibhausgas-Reduktion. Er verkörpert damit faktisch bereits Elemente von Technologiespezifität. Dies bedeutet, dass es für konkrete Wirtschaftspolitik schon konzeptionell gar nicht um ein „Entweder-Oder“, sondern um eine komplexere Gestaltungsaufgabe geht, die in der Praxis letztlich von beiden Ansätzen angemessen Gebrauch machen muss.

Die Technologieneutralität der Regulierung ist zu unterscheiden von der Technologieoffenheit des Entscheidungsfeldes, in das die Regulierung hineinwirkt. Technologieoffenheit ist ein Merkmal des Regulierungsumfeldes (inkl. der Eigenschaften der relevanten Akteure, Technologien, Märkte und bestehender Regelungen), Technologieneutralität hingegen eine Eigenschaft des staatlichen Eingriffes. Wir nennen ein Entscheidungsfeld „technologieoffen“, wenn und soweit die Technologiewahl auf einem im Übrigen (d. h. jenseits des Klimaschutzes) unverzerrten Entscheidungsfeld stattfindet. Als unverzerrt stellt sich ein Entscheidungsfeld dann dar, wenn die (privaten oder staatlichen) Akteure ihre Entscheidungen in Kenntnis und unter Berücksichtigung aller volkswirtschaftlich relevanten Kosten und Nutzen treffen.

Technologieneutralität gewährleistet nicht notwendigerweise Technologieoffenheit

Bestehen hingegen neben den externen Kosten des Treibhausgas-Ausstoßes weitere Marktunvollkommenheiten oder ist der politische Entscheidungsprozess von anderen als Wohlfahrtsmotiven geleitet, offenbart sich ein entsprechend verzerrtes Entscheidungsfeld. Die Gründe für eine dadurch eingeschränkte Technologieoffenheit sind vielfältig (vgl. Box 1). **Eine gesellschaftlich kostenminimale Erreichung des Dekarbonisierungsziels gewährleistet eine technologieneutrale Klimaschutz-Regulierung jedoch nur dann, wenn sie auf ein perfekt technologieoffenes Entscheidungsfeld trifft.** In der klimapolitischen Realität sind Entscheidungsfelder jedoch typischerweise verzerrt. Dann ist technologieneutrale Regulierung gerade nicht in der Lage, Tech-

nologieoffenheit herzustellen. Um die vorgefundenen Verzerrungen effizient zu korrigieren, müssen vielmehr technologiespezifische Eingriffe vorgenommen werden (Technologiespezifität der Regulierung). Technologiespezifität kann ökonomisch im Übrigen auch dann indiziert sein, wenn – neben der Dekarbonisierung – weitere Regulierungsziele (siehe ebenfalls Box 1) verfolgt werden und/oder wenn die Annahme brüchig wird, dass die dezentralen Akteure Informationsvorsprünge gegenüber einem zentralen Regulierer hätten.

Regulierung mit dem Ziel des Klimaschutzes kann daher sowohl effizient diskriminierend (d. h. technologie-spezifisch) als auch effizient (technologie-)neutral sein, je nachdem, wie sich das zu gestaltende Entscheidungsfeld präsentiert (vgl. Abb. 1). Unterstellt man in der Praxis ein regelmäßig vielfältig verzerrtes (d. h. nicht-technologieoffenes) Entscheidungsfeld, so scheidet eine strikt neutrale Regulierung als perfekte Effizienzlösung bereits aus. Sie perpetuierte vielmehr die vorgefundenen Verzerrungen und könnte kein Kostenminimum bei der Zielerreichung gewährleisten.

Box 1

Ökonomische Indikation für technologiespezifische Regulierungseingriffe

Technologiespezifische Regulierung kann ökonomisch angezeigt sein, wenn

1. die Technologieoffenheit des Entscheidungsfeldes eingeschränkt ist, z. B. durch...

...gestörte Koordination des Marktes (Marktunvollkommenheiten), u. a. aufgrund von

- Wissens-Spillovers, d. h. gesellschaftlichen Nutzen aus neu generiertem technologischen Wissens, das bei privaten Investitionsentscheidungen unberücksichtigt bleibt
- Marktmacht auf Technologie-, Güter- und Dienstleistungsmärkten
- Informationsdefiziten und -asymmetrien auf Konsumentenseite bzgl. der Technologieeigenschaften
- verhaltensbedingten Barrieren auf Konsumentenseite (z. B. Gegenwartsfokussierung, Wahrnehmung neuer Technologien)
- Budgetrestriktionen auf Konsumentenseite (z. B. begrenzter finanzieller Spielraum für Pkw-Neukauf, unvollkommene Kreditmärkte)

...Verzerrungen privater Technologieentscheidungen durch die politische Sphäre (Politikversagen), u. a. aufgrund von

- unvollkommenen Regulierungseingriffen (z. B. zu niedriger CO₂-Preis)
- politischen Unsicherheiten (z. B. häufige Änderungen der politischen Rahmenbedingungen)

...unzureichende dynamische Anpassung technologischer Systeme (Pfadabhängigkeiten), u. a. aufgrund von

- technologischen Pfadabhängigkeiten (komplementäre (Energieversorgungs-)Infrastruktur, Netzwerk-, Lern- und Verbundeffekte, versunkene Kosten)
- institutionellen Pfadabhängigkeiten (Zuschnitt des regulatorischen Rahmens; mentale Modelle, d. h. tradierte Vorstellungen über die angemessene Organisation des Verkehrs)

2. neben der Dekarbonisierung weitere Regulierungsziele verfolgt werden, z. B.

- weitere Umweltschutzziele
- verteilungspolitische Ziele
- industriepolitische Ziele

3. der zentrale Regulierer über ähnlich gute Informationen verfügt wie die privaten gesellschaftlichen Akteure, insbesondere hinsichtlich

- der privaten Kosten und Nutzen der heute verfügbaren Technologien (inkl. nicht-monetärer Kosten wie z. B. Nutzeneinschränkungen durch begrenzte Reichweite)
- der zukünftigen privaten Kosten und Nutzen der heute verfügbaren Technologien sowie Wissen über neue Technologien

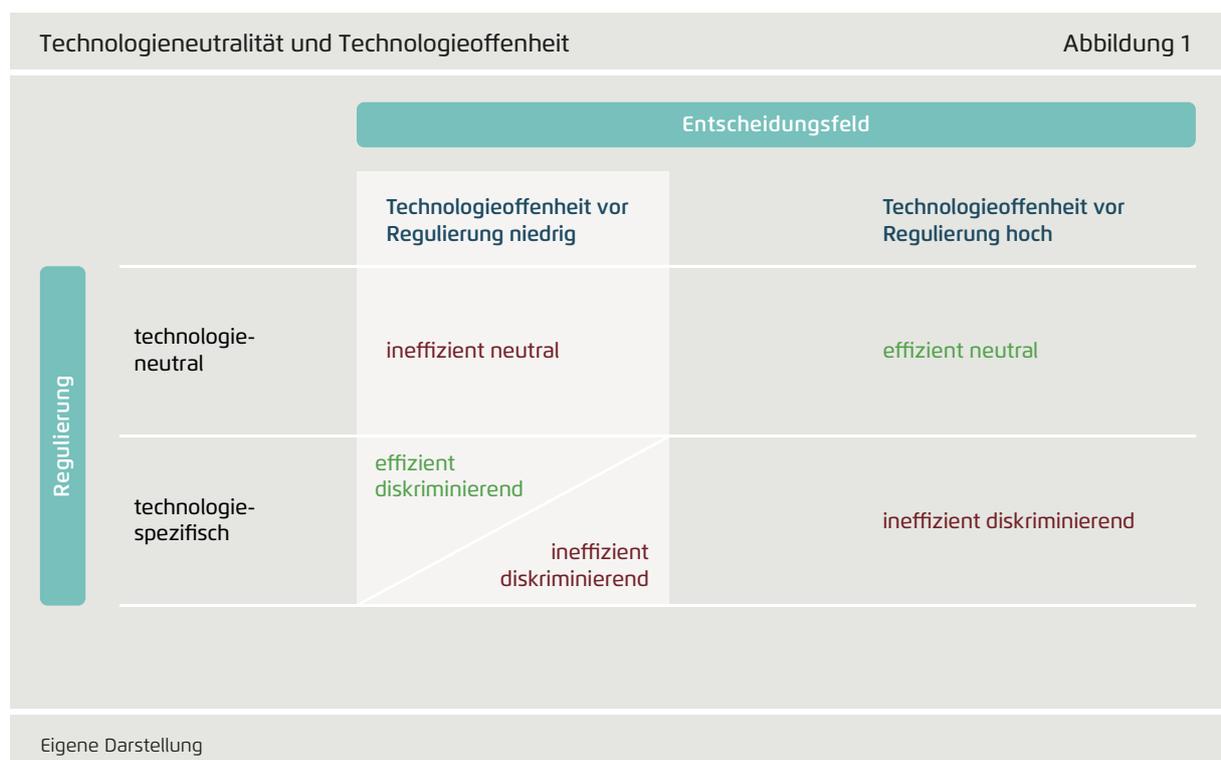
Gleichzeitig steht aber auch eine technologiespezifische Regulierung vor dem Risiko, zwar theoretisch (bei perfekt angepasstem Design) effizient regulieren zu können, dies aber bei ungeeignetem Design in der Praxis nicht gewährleisten zu können (vgl. Abb. 1). Die Anforderungen an eine effiziente technologiespezifische Intervention sind hoch. So muss der Regulierer über die notwendigen Informationen über die Existenz und das Ausmaß der Verzerrungen im Entscheidungsfeld verfügen, um korrigierend mit technologiespezifischen Instrumenten eingreifen zu können. Zudem darf die Ausgestaltung der technologiespezifischen Regulierung nicht polit-ökonomisch verzerrt sein. Die Erfahrungen mit bestehenden technologiespezifischen Ansätzen zeigen, dass beide Anforderungen in der Praxis oft nicht erfüllt sind (z. B. bei der Energiewende im Stromsektor durch eine politisch verzerrte Differenzierung und Anpassung technologiespezifischer Fördersätze im EEG). Mithin stellt sich neben der Frage der Indikation von Technologiespezifität der Regulierung (**Indikationsproblem**) auch die Herausforderung, in welcher Form Technologiespezifität adäquat auf ein jeweils vorgefundenes Entscheidungsfeld antworten sollte (**Adäquanzproblem**).

Die für die regulatorische Praxis relevante Fragestellung ist somit in der Regel **keine dichotome Entscheidung für oder wider Technologieneutralität**, sondern vielmehr **eine Frage des geeigneten Grades der Technologiespezifität sowie der konkreten Ausgestaltung des Instrumentariums**.

Insgesamt gilt, dass der potenzielle Effizienzvorteil einer eher technologieneutralen Intervention umso höher ist,

- je höher die Technologieoffenheit des Entscheidungsfeldes vor dem Regulierungseingriff ist,
- je weniger Regulierungsziele neben der Dekarbonisierung politisch zu adressieren sind und
- je weniger die notwendigen Informationen für eine effiziente technologiespezifische Regulierung einem zentralen Regulierer verfügbar sind.

Spiegelbildlich fallen die Bedingungen für einen komparativen Vorteil einer adäquaten Technologiespezifität aus. Typischerweise wird man daher gerade ökonomisch für die regulatorische Praxis ein Nebeneinander von spezifischen sowie der Neutralitätsidee verpflichteten Ansätzen als bestmögliche Lösung erwarten müssen. Die politische Gestaltungsaufgabe lautet daher nicht, sich für



das eine oder das andere zu entscheiden, sondern eine unter Effizienzgesichtspunkten angemessene Lösung in einem komplexen, von vielfältigen Verzerrungen geprägten Entscheidungsfeld zu kreieren.

Eine Indikation für Technologie-spezifität im Straßenverkehr liegt grundsätzlich vor

Ob Technologiespezifität auch für den motorisierten Straßenverkehr ökonomisch indiziert ist, hängt davon ab,

- ob die Technologieoffenheit des Entscheidungsfeldes eingeschränkt ist,
- welche politischen Zielstellungen mit der Energie-wende im Verkehrssektor verbunden werden und
- ob die zentralen politischen Entscheider über hin-reichendes Wissen verfügen.

Um diese Fragen zu beantworten, erfolgte im Rahmen der Studie eine Einordnung ausgewählter Technologien hinsichtlich der ökonomischen Indikation technolo-giespezifischer Eingriffe (vgl. Box 1). Hierzu wurden die drei o. g. ökonomischen Begründungen für Technologie-

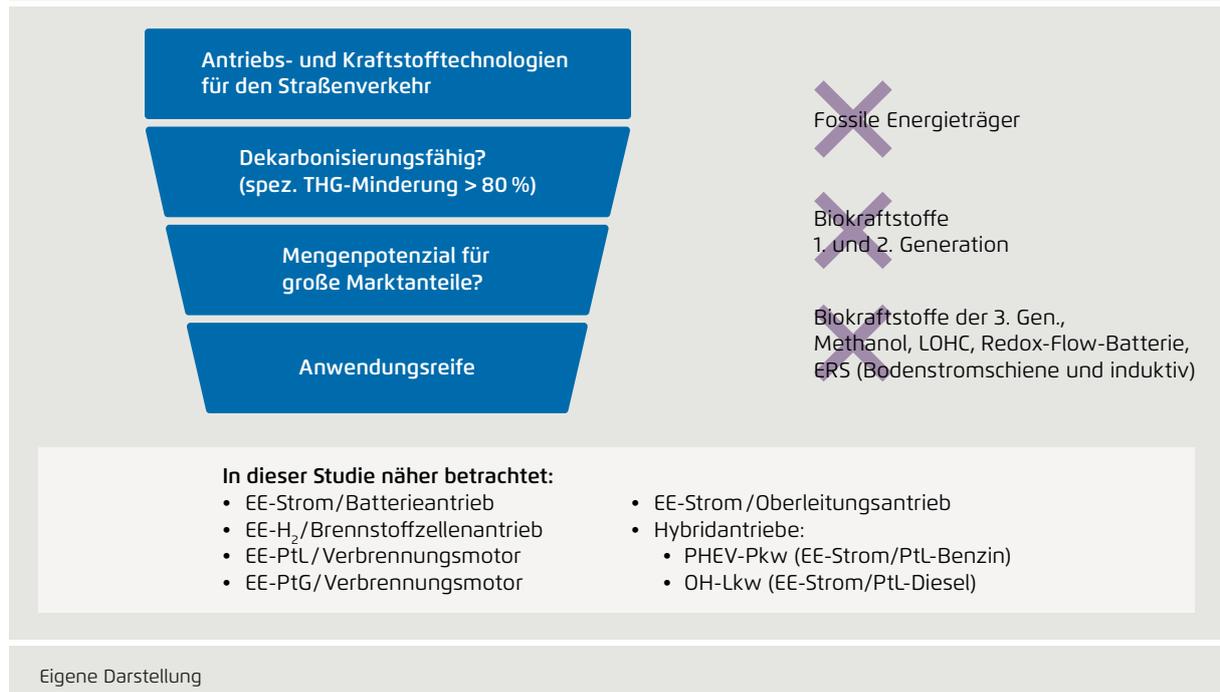
spezifität anhand von 29 Einzelaspekten untersucht. Es wurden solche Technologien im Straßenverkehr betrach-tet, die einen maßgeblichen Beitrag (CO₂-arm, relevantes Mengenpotenzial, ausreichende Marktreife) zur Errei-chung der Emissionsreduktionsziele bis zum Jahr 2030 – und mit Blick auf 2050 – leisten können (grüne Box in Graphik).

Die Untersuchung der ausgewählten Technologieop-tionen für die Entscheidungsfelder Pkw-Verkehr, Güternah- und -fernverkehr führte zu den folgenden Erkenntnissen:

Die für die Reduktion der Treibhausgasemissionen des Straßenverkehrs bis 2030 erforderlichen Technologien gelten bereits heute im Wesentlichen als bekannt. Inso- weit sind zumindest die informatorischen Grundvoraus- setzungen für staatliche Eingriffe in die Technologiewahl vorhanden. Dabei ist absehbar, dass ein diversifiziertes Technologieportfolio erforderlich sein wird (vgl. Box 2 und Abb. 3): Im Pkw-Bereich und im Güternahverkehr werden batterieelektrische Antriebe eine große Rolle spielen, im Güterfernverkehr könnte ein Mix aus Brenn- stoffzelle, batterieelektrischen Antrieben und Oberlei-

Zusammenfassung der Technologieauswahl für die vorliegende Studie

Abbildung 2



tungslösungen zweckmäßig sein. Erforderlich ist daher ein regulatorischer Rahmen, der einen entsprechenden Technologiemarkt ermöglicht. Es verbleiben jedoch auch Wissensgrenzen. So ist der genaue effiziente Technologiemarkt für das Jahr 2030 gegenwärtig nicht sicher vorhersagbar. Staatliche Festlegungen auf bestimmte Anteile einzelner Technologien im Mix – oder gar ausschließliche Festlegungen auf Einzeltechnologien – bergen daher Risiken. Ebenso bleibt die genaue technologische Ausgestaltung der jeweiligen Technologioptionen im Detail typischerweise unsicher, etwa die Art der Akkutechnologie für batterieelektrische Fahrzeuge. Die Tiefe technologiespezifischer Diskriminierung sollte daher jeweils begrenzt sein.

Die Technologieoffenheit im Straßenverkehr ist eingeschränkt. Diverse der in Box 1 genannten Formen von Marktunvollkommenheiten und Politikversagen verzerren die Technologieentscheidungen in den Entscheidungsfeldern Pkw-Verkehr sowie Güternah- und -fernverkehr. Die Technologiewahl im Verkehrssektor erfolgt daher gegenwärtig nicht unter Berücksichtigung aller relevanten Kosten und Nutzen. Dies gilt umso mehr, als dass Technologieentscheidungen zu Antrieb, Energieträgern und Infrastruktur (und entsprechende Verzerrungen) eng miteinander verwoben sind.

Eine besondere Herausforderung ergibt sich für die Politik, weil die Technologieoffenheit im Verkehrssektor typischerweise durch erhebliche Pfadabhängigkeiten eingeschränkt ist. Die heutige Technologiewahl wird maßgeblich durch Investitionsentscheidungen von privaten und öffentlichen Akteuren in der Vergangenheit bestimmt. Diese Pfadabhängigkeiten behindern den hinreichend schnellen Umstieg auf neue Technologien – jedoch je nach Technologie unterschiedlich stark. Gleichfalls schaffen alle heutigen Entscheidungen – etwa hinsichtlich des Aufbaus neuer Infrastrukturen – typischerweise neue Pfadabhängigkeiten. Vergangene und heutige politische Fehlsteuerungen werfen daher einen langen Schatten. Dieses Risiko muss auch bei technologiespezifischen Eingriffen berücksichtigt werden.

Zudem werden vielfach neben der Dekarbonisierung noch weitere politische Ziele bei der Beeinflussung der Technologiewahl im Verkehrssektor verfolgt, etwa Energieeffizienz, Luftreinhaltung, Ressourceneffizienz, Stabilität des Energiesystems sowie Verteilungs- oder

industriepolitische Ziele. Der Einsatz der betrachteten Technologien kann in unterschiedlichem Maße geeignet sein, diese Ziele zu erreichen – und daher technologiespezifische Eingriffe begründen.

Box 2

Voraussichtliches Technologieportfolio in den Entscheidungsfeldern Pkw-Verkehr sowie Güternah- und -fernverkehr bis zum Jahr 2030 sowie jeweilige Indikation für technologie-spezifische Eingriffe

Im Entscheidungsfeld „Pkw-Verkehr“ werden batterieelektrische Antriebe kurz- bis mittelfristig die zentrale Rolle spielen. Sie sind heute schon marktreif und erlauben langfristig eine Dekarbonisierung bei gleichzeitig hoher Energieeffizienz. Regulatorische Eingriffe sollten daher jetzt darauf fokussieren, insbesondere Barrieren für die Nutzung von batterieelektrischen Antrieben (BEV) abzubauen und bei Plug-in-Hybridantrieben hohe elektrische Fahranteile sicherzustellen. Dafür sind sowohl technologieneutrale als auch -spezifische Eingriffe angezeigt. Die Nutzung von Wasserstoff in Brennstoffzellen sowie von synthetischen Kraftstoffen in Verbrennungsmotoren erlauben grundsätzlich ebenfalls eine Dekarbonisierung des Pkw-Verkehrs, stellen nach gegenwärtigem Stand aber wohl nur relevante Nischentechnologien dar. Beide Technologiepfade sind aktuell noch nicht marktreif; zudem sind sie, insbesondere der Einsatz synthetischer Kraftstoffe, mit hohen energetischen Umwandlungsverlusten verbunden. Sie sollten nicht im Mittelpunkt heutiger verkehrspolitischer Entscheidungen für den Pkw-Verkehr stehen, jedoch als potenzielle technologische Optionen für die langfristig angestrebte vollständige Dekarbonisierung des Straßenverkehrs gewahrt werden. Bezüglich der Weiterentwicklung von Wasserstofftechnologien und synthetischen Kraftstoffen sind zudem positive Spillover-Effekte aus dem Nutzfahrzeugbereich sowie dem Flug- und Schiffverkehr zu erwarten. Insgesamt erscheint bei diesen Nischentechnologien eine umfangreiche technologiespezifische Adressierung daher gegenwärtig weniger notwendig.

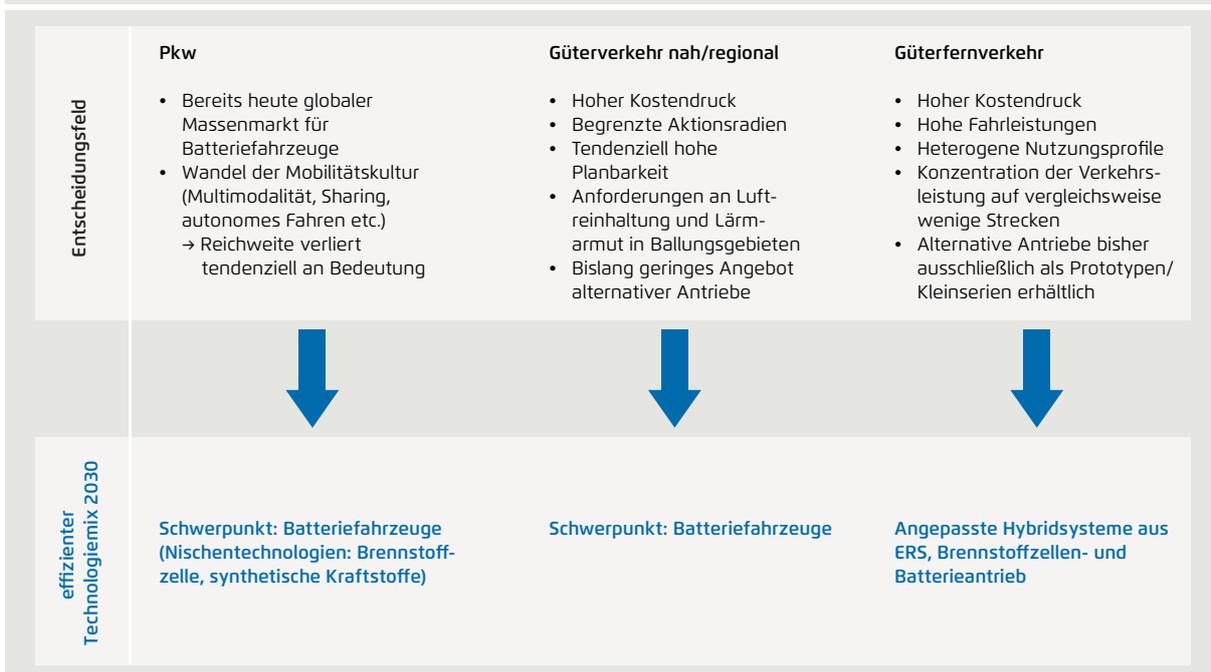
Im Entscheidungsfeld „Güternahverkehr“ (Verteilverkehr bis 150 km) ist bereits unter den derzeitigen marktlichen und regulatorischen Rahmenbedingungen (z. B. Luftqualitätsanforderungen, CO₂-Flottengrenzwerte) mittelfristig eine Durchdringung mit Batteriefahrzeugen zu erwarten. Auch ohne umfangreiche technologiespezifische staatliche Eingriffe wird der batterieelektrische Antrieb in diesem Entscheidungsfeld daher voraussichtlich die CO₂-mindernde Schwerpunkttechnologie werden. Lediglich im Bereich der komplementären Infrastruktur (Ladeinfrastruktur) sollte ggf. technologiespezifisch nachgeschärft werden, um die Barrieren der Einführung von batterieelektrischen Antrieben abzubauen.

Im Entscheidungsfeld „Güterfernverkehr“ werden voraussichtlich verschiedene Antriebs- und Energieträgeroptionen parallel zum Einsatz kommen. Hier stellt insbesondere die effiziente Bewältigung langer Distanzen (national und international) mit Fahrzeugen zum Transport großer Lasten und dementsprechend hohem Energieverbrauch eine große Herausforderung dar. Eine direkte Stromzuführung für Elektro-Lkw mittels Oberleitungen stellt die energieeffizienteste Antriebsoption dar und hat auf stark befahrenen Strecken auch die geringsten Systemkosten. In der Fläche ist der Einsatz von Batterie- oder Brennstoffzellenantriebe günstiger, da deren Infrastruktur bei gleichen Kosten einen größeren Einsatzbereich abdecken kann. Ferner können synthetische Kraftstoffe für bestimmte Anwendungsfälle

(bspw. auf manchen internationalen Relationen) das Technologieportfolio sinnvoll ergänzen. Eine Kombination dieser Optionen wird voraussichtlich das wirtschaftliche Optimum darstellen. Insofern erscheint es geboten, in diesem Entscheidungsfeld für mehrere Technologien parallel Barrieren bei deren Einführung durch geeignete technologieneutrale und -spezifische Eingriffe zu adressieren sowie Synergien (z.B. durch Hybridkonzepte) zu ermöglichen. So sind insbesondere bei der staatlichen Planung von Energieversorgungsinfrastruktur Synergien zwischen verschiedenen elektrischen Antriebssystemen zu berücksichtigen. Eine derart breite Technologieförderung diversifiziert zudem regulatorische Risiken, welche daraus resultieren, dass die weitere Entwicklung der genannten Technologien noch mit erheblichen Unsicherheiten behaftet ist. Ein enger Technologiefokus wäre zwar kurzfristig möglicherweise günstiger, aber risikoreich und damit längerfristig potenziell teuer bzw. die Klimaziele gefährdend. Diesbezüglich zeigen sich Unterschiede zum Entscheidungsfeld „Pkw-Verkehr“, in dem klarer absehbar ist, welche Technologien kurz- und mittelfristig den größten Beitrag zur Erreichung der Klimaziele leisten können.

Zusammenfassung wesentlicher Erkenntnisse bezüglich der Technologien in den einzelnen Entscheidungsfeldern

Abbildung 3



Eigene Darstellung

Strikte Technologieneutralität erscheint mithin für die Erreichung der Emissionsreduktionsziele im Verkehrssektor bis zum Jahr 2030 ökonomisch nicht sinnvoll.

Technologieneutrale Politikansätze, die auf die derzeit verzerrten, d. h. nicht technologieoffenen Entscheidungsfelder im Verkehrssektor treffen, können diese Verzerrungen nicht beseitigen, sondern schreiben diese fort; das Ergebnis wäre eine „ineffiziente Technologieneutralität“, die zu vermeiden ist. Vielmehr besteht eine Indikation für eine gewisse Technologiespezifität in den drei Entscheidungsfeldern Pkw-Verkehr sowie Güternah- und -fernverkehr. Technologiespezifische Eingriffe sind voraussichtlich notwendig, um die Technologieoffenheit in den jeweiligen Entscheidungsfeldern zu erhöhen und neben der Dekarbonisierung weitere politische Ziele zu adressieren. Das dafür notwendige zentrale Wissen liegt zumindest teilweise vor. Die ökonomischen Begründungen für technologiespezifische Eingriffe variieren dabei zwischen einzelnen Technologien und Entscheidungsfeldern.

Technologiespezifität bedeutet nicht notwendigerweise die Festlegung auf eine Technologie. Grundsätzlich kann auch bei technologiespezifischen staatlichen Eingriffen das Nebeneinander mehrerer Technologien möglich und sinnvoll sein. So lassen sich die regulatorischen Rahmenbedingungen dermaßen gestalten, dass sich neben den staatlich geförderten Technologien zumindest prinzipiell auch weitere Technologien im Markt durchsetzen können. Zudem können staatliche Eingriffe neben wenigen (oder sogar nur einer) Schwerpunkttechnologien (z. B. batterieelektrischer Antrieb im Pkw-Bereich) explizit auch gegenwärtig in der Nische befindliche Technologien (z. B. Brennstoffzelle im Pkw-Bereich) in den Blick nehmen. Box 2 und Abb. 3 vermitteln einen Überblick über die voraussichtlich sinnvollen Schwerpunktsetzungen für regulatorische Eingriffe bis zum Jahr 2030 in den Entscheidungsfeldern Pkw-Verkehr sowie Güternah- und -fernverkehr. Die Priorisierung von einzelnen Technologien erscheint notwendig, um unterschiedlichen Marktpotenzialen bis zum Jahr 2030, unterschiedlich starker Indikation für Technologiespezifität sowie budgetären Grenzen für mögliche Staatsausgaben Rechnung zu tragen. Dennoch sollte die Entwicklung von Nischentechnologien durch regulatorische Maßnahmen mit begrenztem Aufwand ebenfalls vorangetrieben werden, um technologische Optionen gerade auch für die Erreichung der langfristigen Klimaschutzziele über das

Jahr 2030 hinaus zu wahren. Die gezielte staatliche Auslese von einzelnen Technologien ist lediglich im Bereich der mit fossilen Kraftstoffen betriebenen Verbrennungsmotoren angezeigt.

Typischerweise bleibt ein Mindestmaß an Technologieneutralität bedeutsam. Dies gilt insbesondere für die Details der Technologieausgestaltung (z. B. Akkutechnologie für batterieelektrische Antriebe). Aber auch regulatorische Vorfestlegungen hinsichtlich der genauen Zusammensetzung des Technologiemicx sollten vermieden werden. Ebenso sollte der explizite ordnungsrechtliche Ausschluss (z. B. mittels Verbot) einzelner Technologien, die potenziell einen Beitrag zur Dekarbonisierung leisten können, nur bei klarer Indikation im Einzelfall erfolgen.

Klimaschutzpolitik für den Verkehrssektor muss stärker technologiespezifische mit eher technologie-neutralen Instrumenten kombinieren

Technologiespezifische Instrumente müssen zur ökonomischen Begründung der Indikation passen (Kriterium der Adäquanz). Die Begründung für einen etwaigen technologiespezifischen Eingriff – und damit die Sinnhaftigkeit einzelner Instrumente – kann zwischen Technologien stark variieren. Allein das Vorliegen einer ökonomischen Indikation für einen technologiespezifischen Eingriff rechtfertigt also nicht jedwede instrumentelle Umsetzung. Die Passfähigkeit technologiespezifischer Instrumente zur Indikation sollte vor ihrer Einführung explizit gemacht und nachvollziehbar begründet werden. Zudem belassen effiziente technologiespezifische Instrumente in der Regel Freiheitsgrade bei der Detailausgestaltung der Technologieoptionen. Das gilt insbesondere aufgrund von technologischen Unsicherheiten und Informationsgrenzen auf Seiten des Regulierers. Generell sollte daher gelten: **So viel Technologiespezifität wie nötig, so viel Technologieneutralität wie möglich.**

Für die Instrumentierung einer Klimaschutzpolitik für den Straßenverkehr zeichnen sich fünf Hauptansatzpunkte ab:

1. Marktaustritt fossiler Energieträger („Exnovation“),
2. Aufbau von komplementärer Infrastruktur für neue emissionsarme Technologien,

3. Entwicklung, Produktion und Marktdurchdringung neuer emissionsarmer Technologien („Innovation“),
4. Verlagerung und Verringerung des Straßenverkehrs sowie
5. insgesamt eine langfristige und glaubwürdige politische Selbstbindung hinsichtlich der Dekarbonisierung des Straßenverkehrs.

Ein effektiver und effizienter Instrumentenmix muss diese Hauptansatzpunkte gemeinsam in den Blick nehmen und zusammendenken.

1. **Instrumente im Bereich „Exnovation“ sind notwendig, um den ungerechtfertigten Wettbewerbsvorteil des mit fossilen Kraftstoffen angetriebenen Verbrennungsmotors abzubauen und sein für das Erreichen der Klimaziele notwendiges Ausscheiden aus dem Markt zu beschleunigen.** Ohne derartige Instrumente behindern starke Pfadabhängigkeiten, Lock-in-Effekte und Preise, die nicht die ökologische Wahrheit sprechen, die Dekarbonisierung des Straßenverkehrs. Exnovationsinstrumente können dabei technologie-neutral gegenüber neuen, CO₂-freien Technologien bleiben. Fester Bestandteil eines Maßnahmenbündels zur Beschleunigung der Exnovation muss ein ambitionierter CO₂-Preis sein. Dieser sanktioniert den CO₂-Ausstoß, belässt aber gleichzeitig Freiheitsgrade, um die Reduktionsziele effizient zu erreichen. Die genaue Umsetzung eines CO₂-Preises – etwa als Emissionshandel oder Steuer – ist eine nachgelagerte Frage. Ergänzend könnten beim Fahrzeugkauf bzw. der Erstregistrierung ansetzende fiskalische Anreize zum Einsatz kommen, insbesondere wenn ein hinreichend ambitionierter CO₂-Preis politisch nicht durchsetzbar scheint. Implementierbar wären diese beispielsweise im Rahmen einer reformierten, stärker CO₂-orientierten Kfz-Besteuerung bzw. eines Bonus-Malus-Systems. Zur Absicherung der Zielerreichung können ergänzend ordnungsrechtliche Instrumente – etwa strikte Flottengrenzwerte – auf der Produzentenseite eingesetzt werden.
2. **Der Aufbau komplementärer Infrastruktur für den Betrieb neuer Technologien muss zumindest temporär staatlich gefördert werden.** Da sich komplementäre Infrastrukturen typischerweise auf einzelne Technologien beziehen, ist eine staatliche Technologieauswahl an dieser Stelle unumgänglich. Dies gilt umso mehr, als es aufgrund budgetärer Grenzen der

öffentlichen Haushalte kaum in Betracht kommt, für alle Technologien komplementäre Infrastrukturen parallel in großskaligem Maßstab bereitzustellen. Box 2 liefert Anhaltspunkte dafür, welche technologiepolitischen Schwerpunkte in den Entscheidungsfeldern gegenwärtig sinnvoll erscheinen. Es steht zu erwarten, dass der privatwirtschaftliche Betrieb der neuen komplementären Infrastrukturen ohne staatliche Förderung möglich ist, sobald eine kritische Masse erreicht wird. Gleichwohl kann in einigen Bereichen eine dauerhafte Regulierung, z. B. von Standorten und Tarifen, notwendig sein, etwa im Falle von Oberleitungen für den Straßengüterverkehr.

3. **Gegebenenfalls sind zusätzlich Instrumente im Bereich „Innovation“ notwendig, welche die Verbreitung von Fahrzeugen mit emissionsarmen Technologien gezielt fördern, um verbleibende Verzerrungen des Technologiewettbewerbs zu adressieren.** Dabei ist genau zu prüfen, welche Barrieren (z. B. hohe Anschaffungskosten, unvollständige Information, mit Lernkurven verbundene Wissensexternalitäten) dadurch noch sinnvoll abgebaut werden können – insbesondere, wenn die Exnovation von fossil betriebenen Technologien sowie der Ausbau neuer komplementärer Infrastrukturen bereits durch andere Instrumente gewährleistet ist. Je nach konkreter ökonomischer Indikation kann die Ausgestaltung sowohl technologie-neutral als auch -spezifisch erfolgen. Ordnungsrechtlich geprägte Instrumente, etwa (handelbare) Quoten für emissionsfreie Fahrzeuge, können hier große Wirksamkeit entfalten. Ähnlich verhielte es sich mit einer Begrenzung des Dienstwagenprivilegs auf emissionsarme Antriebstechnologien. Prämien für den Kauf von Fahrzeugen mit emissionsarmen Antrieben bieten die Chance, Barrieren auf Nutzerseite (z. B. Budgetrestriktionen) unmittelbar zu überwinden. Gleichwohl ist die klimapolitische Effektivität von Kaufprämien unsicher (nur begrenzte Weiterreichung an Autokäufer, Gefahr von Mitnahme- und Rebound-Effekten). Es ist daher angezeigt, Kaufprämien nach Höhe und Laufzeit zu begrenzen, ihre Effektivität sicherzustellen und die Finanzierung möglichst verursacherbezogen auszugestalten (z. B. über eine Bonus-Malus-Regelung in der Kfz-Steuer). Eine Fokussierung kann ebenfalls entlang der in Box 2 genannten technologiepolitischen Schwerpunkte erfolgen.

- 4. Eine effiziente Klimaschutzpolitik für den Straßenverkehrssektor erfordert schließlich auch Instrumente, welche Anreize zu einer Verlagerung und Verringerung der straßengebundenen motorisierten Mobilität setzen.** Das gilt auch im Falle einer erfolgreichen technischen Dekarbonisierung des Straßenverkehrs. Schließlich verursacht der Straßenverkehr neben CO₂-Emissionen diverse weitere negative Umweltwirkungen (z. B. Luftverschmutzung, Ressourcen- und Flächenverbrauch). Insbesondere Instrumente zur Förderung von Infrastrukturaufbau und Innovation setzen diesbezüglich nur unzureichende Anreize, können sogar zu ökologisch problematischen Rebound-Effekten führen. Potenziale zu einer Verringerung der Fahrzeugkilometer auf der Straße – ohne dabei die Mobilität zu beschneiden – bietet insbesondere eine effizientere Gesamtorganisation des Verkehrssystems, beispielsweise durch die Bündelung von Verkehren und die Verbesserung multimodaler Angebote. Die hierfür notwendigen Anreize umfassen auch entsprechende Preissignale im Straßenverkehr. Die Ausgestaltung der Instrumente muss sich dabei an den vorherrschenden Technologien orientieren. Unter den gegenwärtigen Bedingungen kann ein CO₂-Preis Anreize für Verkehrsverlagerung und -vermeidung setzen. In einer rein strombasierten Mobilitätswelt können derartige Signale beispielsweise von einer Stromsteuer ausgehen. Anreize zur Verkehrsverlagerung und -verringerung könnten auch mittels einer technologieneutralen, entfernungsabhängigen Maut gesetzt werden.
- 5. In jedem Falle erfordert eine erfolgreiche Klimaschutzpolitik im motorisierten Straßenverkehr eine klare und langfristig glaubwürdige politische Selbstbindung zugunsten eines Transformationspfades (Commitment).** Ohne eine glaubwürdige politische Bindung bezüglich der Ziele, Richtung und Unumkehrbarkeit der angestrebten Transformation werden die notwendigen großskaligen Investitionen von privaten Akteuren in neue Infrastruktur und Produktionsanlagen nicht im ausreichenden Maße erfolgen. Entsprechendes Vertrauen kann die öffentliche Hand etwa durch öffentliche Investitionen in komplementäre Infrastruktur schaffen und durch eine parteiübergreifende Verständigung auf einen ambitionierten Klimaschutz. Hilfreich ist ferner ein Instrumentenmix, der klare verkehrs- und umweltpolitische Ziele definiert, auf breiter Front alle

genannten Ansatzpunkte adressiert und zudem auf allen politischen Ebenen (europäisch, national, lokal) sichtbar verankert wird.

Einzelinstrumentelle Lösungsstrategien können die Transformation des Straßenverkehrs in keinem Falle effizient gewährleisten. Eine effiziente Dekarbonisierungspolitik muss alle fünf Ansatzpunkte gemeinsam und in stimmiger Art und Weise adressieren und darf sich nicht auf die Regulierung ausgewählter Ansatzpunkte beschränken. Hierzu bedarf es eines stimmigen Instrumentenportfolios. Dabei ist es sinnvoll, eher technologieneutrale und stärker technologiespezifische Instrumente miteinander zu kombinieren. So würde eine alleinige (technologieneutrale) CO₂-Bepreisung zwar Anreize zu Exnovation, Verkehrsverlagerung und -verringerung setzen, aber nicht alle Barrieren bei der Durchsetzung neuer Technologien überwinden. In diesem Fall werden sich manche Technologien nicht im ökonomisch sinnvollen Ausmaß und Tempo durchsetzen können. Die Transformation des Straßenverkehrs dauerte länger und würde für die Gesellschaft teurer, der politische Gegendruck stiege. Umgekehrt wäre auch eine Strategie problematisch, welche allein auf (technologiespezifische) Instrumente im Bereich „Innovation“, wie etwa Kaufprämien, setzte. Ohne Exnovationsinstrumente und ein grundlegendes politisches Commitment bliebe die Effektivität solcher Instrumente fraglich. Gleichzeitig müssten unnötig hohe Förderkosten in Kauf genommen werden. Zudem würde eine reine Förderpolitik zu weiterem Verkehrswachstum beitragen. Bei der Ausgestaltung des Instrumentenmix sind Zusammenhänge und Abhängigkeiten zwischen den Ansatzpunkten zu bedenken. Insoweit von staatlicher Seite eine selektive Politik bezüglich bestimmter Technologien erfolgt, muss diese über alle Ansatzpunkte hinweg konsistent sein. So müssen etwa Infrastrukturförderung und Innovationsförderung zusammengedacht werden.

Die Dekarbonisierung des Straßenverkehrs beschreibt einen grundlegenden und langfristigen Transformationspfad. Entsprechend erscheint es sinnvoll, auch die Instrumentierung im Zeitverlauf den jeweiligen Phasen anzupassen. Die Rolle der verkehrspolitischen Instrumente wird sich mit fortschreitender Dekarbonisierung des Straßenverkehrs und technologischer Entwicklung verändern. Exnovationsinstrumente können bei erfolgreicher Dekarbonisierung möglicherweise wieder

abgeschafft werden. Förderinstrumente für den Aufbau komplementärer Infrastruktur und „Innovation“ werden typischerweise nur temporär benötigt, bis eine kritische Masse erreicht ist. Staatliche Anreize zur Verkehrsverlagerung und -vermeidung sind bei Veränderung des Technologiemiche ebenfalls anzupassen. Gegenwärtig kann eine CO₂-Bepreisung auch solche Anreize setzen. Mit fortschreitender Elektrifizierung der Mobilität muss diese Aufgabe durch andere Instrumente übernommen werden, etwa durch eine Stromsteuer oder eine entfernungsabhängige Maut. Der Übergang zu diesen Instrumenten ist zudem notwendig, damit auch ein dekarbonisierter Straßenverkehr zur Finanzierung von Straßenverkehrsinfrastruktur und öffentlichen Haushalten beitragen kann.

Über den Erfolg technologie-spezifischer Klimaschutzpolitik im Verkehrssektor entscheidet die konkrete Ausgestaltung und Einbettung der Instrumente

Grundsätzlich gilt, dass sich neue (technologiespezifische) Instrumente sinnvoll in einen geeigneten regulatorischen Rahmen einfügen müssen. Aufgrund der Komplexität der einzelnen verkehrspolitischen Entscheidungsfelder ist ein Mix aus bestehenden und neuen Instrumenten unumgänglich. Bei der Neueinführung von Instrumenten müssen mögliche, unerwünschte Wechselwirkungen mit dem bestehenden System berücksichtigt werden. Gegebenenfalls sind auch Anpassungen des bestehenden regulatorischen Rahmens notwendig. Andernfalls steht nicht nur die Effektivität und Effizienz des Instruments in Frage, sondern auch seine politische Umsetzbarkeit. So dürfte die Einführung von CO₂-Preisen ohne eine geeignete Abschmelzung klimaschädlicher Subventionen kaum erfolgversprechend sein.

Auch theoretisch grundsätzlich vorteilhafte technologiespezifische Instrumente können in der Praxis an der Herausforderung einer effektiven und effizienten Umsetzung scheitern. Entscheidend ist zum einen immer die konkrete Ausgestaltung der Instrumente. Zudem ist das regulatorische Setting zu beachten, in welches ein Instrument eingepasst wird. Aufgrund von Zielkonflikten, Wirkungsbrüchen im Instrumentenmix, rechtlichen

Problemen, Informationsdefiziten, Transaktionskosten und politischer Einflussnahme können konzeptionell geeignete technologiespezifische Ansätze im praktischen Instrumentenvergleich zurückfallen. Dann besteht die Gefahr, dass fehlgeleitete technologiespezifische Eingriffe neue Verzerrungen schaffen, welche die Technologieoffenheit weiter einschränken. Es ist daher stets zu überprüfen und darzulegen, dass die letztlich im politischen Prozess ausgehandelte konkrete Ausgestaltung technologiespezifischer Instrumente noch zur eigentlichen ökonomischen Indikation passt.

Verbleibende Unsicherheiten hinsichtlich der Effektivität und Effizienz der verkehrspolitischen Instrumente dürfen jedoch nicht als Entschuldigung für politische Inaktivität genutzt werden. In Anbetracht der klimapolitischen Dringlichkeit und der notwendigen langfristigen Investitionen im Straßenverkehr müssen jetzt klare politische Weichenstellungen erfolgen, um die Dekarbonisierung des Verkehrssektors unverzüglich einzuleiten. Grundsätzlich gilt dabei: Besser eine „zweitbeste“ Dekarbonisierungspolitik für den Straßenverkehr als ein Verzicht auf eine klare politische Positionierung. Vor diesem Hintergrund müssen auch die aktuellen politischen Beschlüsse für das Klimaschutzprogramm 2030 bewertet werden (vgl. Box 3).

Box 3

Bewertung der aktuellen klimapolitischen Beschlüsse der Bundesregierung vor dem Hintergrund der Studie

Die Bundesregierung hat mit dem „**Klimaschutzprogramm 2030**“ einen Maßnahmenkatalog vorgelegt, mit dem die verkehrspolitischen Ziele entsprechend dem Klimaschutzplan 2050 bzw. dem Bundes-Klimaschutzgesetz erreicht werden sollen. Diese wurden teilweise bereits in Gesetzesform gegossen, teilweise bedürfen sie noch einer weiteren Konkretisierung. Die nachfolgende Übersicht skizziert, inwieweit die in dieser Studie als sinnvoll erachteten Ansatzpunkte einer Klimaschutzpolitik für den Straßenverkehrssektor darin adäquat berücksichtigt werden.

Marktaustritt fossiler Energieträger („Exnovation“)

Um den schrittweisen Austritt von mit fossilen Kraftstoffen betriebenen Antrieben zu forcieren, soll ein Emissionshandel für im Verkehrs- und Gebäudesektor eingesetzte Brennstoffe eingeführt werden. Geplant war dabei zunächst ein anfänglicher Fixpreis von 10 Euro je Tonne CO₂; im Zuge von Nachverhandlungen mit dem Bundesrat liegt der Anfangspreis im Jahr 2021 nunmehr bei 25 Euro je Tonne CO₂. Weiterhin setzt das Programm auf die bereits bestehenden EU-Flottengrenzwerte für CO₂-Emissionen. Zudem soll künftig eine CO₂-Differenzierung der Lkw-Maut erfolgen. Die Kfz-Steuer soll ebenfalls stärker an den CO₂-Emissionen ausgerichtet werden. Eine Konkretisierung und zeitliche Umsetzungsplanung stehen hierbei allerdings noch aus.

Inwieweit von den bisher vorgeschlagenen und verabschiedeten Instrumenten eine für das Gelingen der Verkehrswende ausreichende Exnovations-Wirkung ausgehen kann, bleibt zweifelhaft. Notwendig wäre dafür insbesondere ein ambitionierterer Einstiegspreis und nachfolgender Preispfad für den Emissionshandel. Gerade wenn dies politisch nicht durchsetzbar sein sollte, käme einer CO₂-orientierten Reform der Kfz-Steuer größere Bedeutung bei. Diese könnte einhergehen mit einer grundsätzlichen Weiterentwicklung in Richtung eines konsistenten, aufkommensneutralen Bonus-Malus-Systems, bei dem fiskalische Anreize verstärkt unmittelbar beim Fahrzeugkauf ansetzen. Ein deutlicher Malus für CO₂-intensive Antriebe würde dann Anreize zum Kauf klimafreundlicher Fahrzeuge setzen.

Zudem würde eine Korrektur weiterhin bestehender Fehlanreize wichtige Exnovationsanreize setzen. Als Beispiele für solche Fehlanreize zu nennen sind etwa die fragwürdigen Differenzierungen innerhalb der Energiesteuern, insbesondere das Dieselprivileg, und die fortbestehende steuerliche Privilegierung auch von Dienstwagen mit konventionellem Antrieb.

Aufbau von komplementärer Infrastruktur für neue emissionsarme Technologien

Im Mittelpunkt des Programms steht der Ausbau der **Ladeinfrastruktur für batterieelektrische Fahrzeuge** (1 Mio. Ladepunkte bis 2030). Neben der staatlichen Förderung der Einrichtung von Ladepunkten sollen auch rechtliche Hemmnisse für deren Errichtung, beispielsweise im Bau- und Wohneigentumsrecht, abgebaut werden. Zudem will die Bundesregierung **Konzepte für den Ausbau der Tank-, Lade- und Oberleitungsinfrastruktur** für den Bereich des Güterverkehrs entwickeln.

Die technologiespezifische Fokussierung auf die Förderung der Bereitstellung von Ladesäulen für batterieelektrische Fahrzeuge erscheint zumindest für den Pkw-Bereich ökonomisch begründbar. Eine solche staatliche Förderung ist jedoch nur sinnvoll, bis eine kritische Masse an Infrastruktur bereitsteht, die dann auch privat weiter ausgebaut wird. Ob diese kritische Masse bei 1 Mio. Ladepunkten erreicht oder sogar schon überschritten ist, konnte bislang nicht schlüssig gezeigt werden. Maßnahmen zur Bereitstellung der notwendigen komplementären Infrastruktur für den Güterverkehr bedürfen in jedem Falle einer zeitnahen Konkretisierung und Umsetzung, damit die erforderlichen Emissionsminderungen im Güterverkehr ermöglicht werden. Die im Klimaschutzprogramm gemachten Ausführungen lassen hier noch keine Bewertung zu.

Entwicklung, Produktion und Anschaffung neuer emissionsarmer Technologien („Innovation“)

Als zentrales Instrument, um die Marktdurchdringung von Fahrzeugen mit alternativen Antriebstechnologien zu fördern, sieht das Klimaschutzprogramm **staatliche Kaufprämien für Elektrofahrzeuge** (batterieelektrischer Antrieb, Brennstoffzelle, Plug-in-Hybride) sowohl im Pkw- als auch im Lkw-Bereich vor. Im Pkw-Bereich sollen die bestehenden Kaufprämien verlängert und erhöht werden, insbesondere für Fahrzeuge mit einem Kaufpreis von weniger als 40.000 Euro. Zudem soll das **Steuerprivileg** für batterieelektrische und plug-in-hybride Dienstwagen bis zum Jahr 2030 verlängert und für Fahrzeuge mit einem Kaufpreis von weniger als 40.000 Euro ausgeweitet werden. Flankierend soll die **Forschung und Entwicklung zu Brennstoffzelle sowie strombasierten synthetischen Kraftstoffen und fortschrittlichen Biokraftstoffen** unterstützt werden.

Die klimapolitische Wirksamkeit dieser Maßnahmen ist insgesamt unsicher (Gefahr von nur begrenzter Weiterreichung von Subventionen an Autokäufer sowie von Mitnahme- und Rebound-Effekten), zumal falls parallel keine spürbare Belastung von mit fossilen Kraftstoffen betriebenen Antriebstechnologien erfolgt. Vor diesem Hintergrund – und auch zur Schonung der öffentlichen Haushalte – erscheint es sinnvoll, Kaufprämien stärker zu fokussieren. So könnte eine weitgehende Begrenzung der Kaufprämie auf Fahrzeuge mit einem Kaufpreis von weniger als 40.000 Euro helfen, Nachfrage insbesondere in den Segmenten zu stimulieren, in denen tatsächlich relevante Budgetrestriktionen bestehen. Eine hohe Wirksamkeit hinsichtlich der Marktdurchdringung würde im Übrigen auch eine handelbare (und haushaltsneutrale) Quote für emissionsfreie Fahrzeuge aufweisen.

Auch die Sinnhaftigkeit der vorgesehenen Förderung von Plug-in-Hybriden, vor allem im Rahmen der Dienstwagenbesteuerung, ist aus klimapolitischer Perspektive kritisch zu hinterfragen. Soweit diese in der Praxis primär mit fossilen Kraftstoffen betrieben werden, leisten sie keinen nennenswerten Klimaschutzbeitrag. Spezifische Förderungen sollten jedoch nur ausgereicht werden, wenn und insoweit die profitierenden Technologien einen solchen Beitrag tatsächlich erwarten lassen.

Unbeschadet einer stärkeren Fokussierung der Förderinstrumente behält die gleichzeitige CO₂-orientierte Verteuerung des mit fossiler Energie angetriebenen Verbrenners aus Effizienz-, Effektivitäts- und auch aus Finanzierungsgründen ihre Wichtigkeit.

Verlagerung und Verringerung des Straßenverkehrs

Um den Straßenverkehr insgesamt zu reduzieren, setzt das Programm auf diverse Maßnahmen, welche **andere Mobilitätsformen fördern und günstiger machen** (z. B. Mehrwertsteuersenkung für den Eisenbahnfernverkehr, Ausbau sowie Modernisierung und Elektrifizierung von Bahnstrecken, mehr öffentliche Mittel für Ausbau von öffentlichem Personennahverkehr und Radwegen). Es ist allerdings fraglich, ob die vorgeschlagenen Maßnahmen tatsächlich dazu beitragen werden, den Straßenverkehr signifikant zu verlagern und verringern. Zum einen vermag der wenig ambitionierte Emissionshandel hier kaum Wirkung zu entfalten. Zum anderen sind die Effekte der Fördermaßnahmen unklar (z. B. kurz- bis mittelfristige Kapazitätsengpässe bei Bahn und ÖPNV, um die Passagierzahlen substanziell zu erhöhen; eventuelle zukünftige Einpreisung der Mehrwertsteuersenkung bei Tarifierhöhungen der Bahn).

Ferner werden mit dem Klimaprogramm auch Anreize gesetzt, die sogar zu mehr Straßenverkehr führen könnten. Hierzu zählen beispielsweise die Erhöhung der Entfernungspauschale für Fernpendler sowie die Einführung einer „Mobilitätsprämie“. Auch die Verlängerung und weitere Erhöhung der steuerlichen Privilegierung für privat genutzte Dienstwagen mit alternativem Antrieb wirkt tendenziell verkehrsinduzierend. Mit Blick auf die verlängerten umfangreichen Privilegien für Plug-in-Hybride kann hiermit sogar auch ein Anstieg der CO₂-Emissionen einhergehen.

Somit sind zwingend weitere Maßnahmen notwendig, um dem stetigen Wachstum des Straßenverkehrs entgegenzuwirken. Andernfalls kann das Klimaschutzpaket – das bislang primär auf die Förderung des Wechsels der Antriebstechnologien setzt – eine effiziente und nachhaltige Erreichung der klimapolitischen Ziele im Verkehrssektor nicht gewährleisten. Als Anreiz für eine stärkere Verkehrsverlagerung und -verringern kommen zum gegenwärtigen Zeitpunkt insbesondere ein deutlich ambitionierterer CO₂-Preis oder höhere Energiesteuern in Frage, mittelfristig könnte eine entfernungsabhängige Pkw-Maut diesem Zweck dienen und überdies eine effizientere Verkehrslenkung unterstützen.

In einer zunehmend elektrifizierten Mobilitätswelt kann künftig zudem der Stromsteuer eine Rolle bei der Verkehrsverlagerung und -verringern zufallen. Ebenfalls helfen könnte sie bei der Umkehr des Trends zu immer größeren, schwereren und leistungstärkeren Fahrzeugen. Mit Blick auf die in der Vorkette anfallenden Umweltbelastungen sollten schließlich auch (lokal) emissionsfreie elektrische Fahrzeuge möglichst sparsam im Energieverbrauch sein, wozu es geeignete Instrumente zu entwerfen gilt.

Langfristige und glaubwürdige politische Selbstbindung

Zum Zweck der langfristigen politischen Orientierung werden **für jeden Sektor und jedes Jahr Minderungsziele** für Treibhausgasemissionen explizit in einem Bundes-Klimaschutzgesetz festgehalten. Es ist vorgesehen, die Einhaltung dieser Ziele **fortlaufend zu überwachen**. Bei Nichterreichung der jährlichen Minderungsziele soll durch Sofortprogramme nachgesteuert werden.

Grundsätzlich ist die gesetzliche Fixierung konkreter Sektorziele unter dem Gesichtspunkt der langfristigen und glaubwürdigen politischen Selbstbindung zu begrüßen. Sanktionsbewehrt ist eine Zielverfehlung insoweit, dass hieraus erhebliche Kosten für den Bundeshaushalt im

Rahmen der Climate-Action-Verordnung entstehen können. Diese regelt die Lastenteilung in der Europäischen Union bei der Treibhausgasminderung in den nicht vom europäischen Emissionshandel erfassten Sektoren, zu denen auch der Straßenverkehr gehört. Werden die Ziele in diesem sogenannten Non-ETS-Bereich verfehlt, muss Deutschland Emissionsrechte bei Ländern zukaufen, die ihre Minderungsziele übererfüllen. Auf Ebene der einzelnen Sektoren bzw. der Ressortebene fehlt es hingegen an expliziten und wirksamen Sanktionsmechanismen für den Fall der Zielverletzung, was die Glaubwürdigkeit der Sektorziele schwächt.

Die weithin bestehende Einschätzung, dass diesem Klimaschutzprogramm zwingend weitere Maßnahmen zur Zielerreichung werden folgen müssen, sowie der Fortbestand widersprüchlicher Signale etwa im Bereich klimaschädlicher Subventionen, tragen ebenfalls nicht zu glaubwürdiger Selbstbindung bei.

Publikationen von Agora Verkehrswende

Klimabilanz von strombasierten Antrieben und Kraftstoffen

Ausgeliefert – wie die Waren zu den Menschen kommen

Zahlen und Fakten zum städtischen Güterverkehr

E-Tretroller im Stadtverkehr

Handlungsempfehlungen für deutsche Städte und Gemeinden zum Umgang mit stationslosen Verleihsystemen

Studie: Verteilnetzausbau für die Energiewende

Elektromobilität im Fokus

15 Eckpunkte für das Klimaschutzgesetz

Klimabilanz von Elektroautos

Einflussfaktoren und Verbesserungspotenzial

Neue Wege in die Verkehrswende

Impulse für Kommunikationskampagnen zum Behaviour Change

Railmap 2030

Bahnpolitische Weichenstellungen für die Verkehrswende

Bikesharing im Blickpunkt

Eine datengestützte Analyse von Fahrradverleihsystemen in Berlin

Parkraummanagement lohnt sich!

Leitfaden für Kommunikation und Verwaltungspraxis

CO₂-Minderung bei Pkw – die Rolle der Steuerpolitik

Ein europäischer Vergleich

Die Kosten von unterlassenem Klimaschutz für den Bundeshaushalt

Die Klimaschutzverpflichtungen Deutschlands bei Verkehr, Gebäuden und Landwirtschaft nach der EU-Effort-Sharing-Entscheidung und der EU-Climate-Action-Verordnung

Umparken – Den öffentlichen Raum gerechter verteilen

Zahlen und Fakten zum Parkraummanagement

Öffentlicher Raum ist mehr wert

Ein Rechtsgutachten zu den Handlungsspielräumen in Kommunen

Klimaschutz im Verkehr: Maßnahmen zur Erreichung des Sektorziels 2030

Alle Publikationen finden Sie auf unserer Internetseite: www.agora-verkehrswende.de

Agora Verkehrswende hat zum Ziel, gemeinsam mit Akteuren aus Politik, Wirtschaft, Wissenschaft und Zivilgesellschaft die Grundlagen dafür zu schaffen, dass der Verkehrssektor in Deutschland bis 2050 dekarbonisiert werden kann. Hierfür erarbeiten wir Klimaschutzstrategien und unterstützen deren Umsetzung.



Unter diesem QR-Code steht diese Publikation als PDF zum Download zur Verfügung.

Agora Verkehrswende

Anna-Louisa-Karsch-Str. 2 | 10178 Berlin
T +49 (0)30 700 14 35-000
F +49 (0)30 700 14 35-129
www.agora-verkehrswende.de
info@agora-verkehrswende.de

