

Strategien zur Einhaltung der Klimaschutzziele im Verkehr

Integrierte Push- und Pull-Strategie auf allen Planungsebenen erforderlich

Prof. Dr.-Ing. Carsten Sommer, Dr. rer. pol. Dipl.-Math. Ramón Briegel, Dipl.-Ing. Jonas Harz, M. Sc Marissa Reiserer; Kassel

Im Schatten des völkerrechtswidrigen Angriffskriegs gegen die Ukraine wurde ein Bericht veröffentlicht, der unter anderen Umständen die Schlagzeilen bestimmt hätte: Im aktuellen Report warnt das International Panel on Climate Change (IPCC) vor noch gravierenderen Klimarisiken als bisher angenommen. Die Folgen treffen dabei vor allem vulnerable Menschen und Systeme mit besonderer Härte. Auch in Europa müssen schon heute „Auswirkungen auf natürliche und menschengemachte Systeme“ beobachtet werden – so sind Hitzewellen und Dürren häufiger geworden. Laut IPCC sind es die Entscheidungen zur Minderungs- und Anpassungsmaßnahmen in diesem und den kommenden Jahren, die über das weitere Ausmaß und die Geschwindigkeit des Klimawandels bestimmen [1]. UN-Generalsekretär António Guterres fasste die Dringlichkeit dessen im Rahmen der Pressekonferenz zur Vorstellung des IPCC-Berichts mit dramatischen Worten zusammen: „*Verzögerung bedeutet Tod.*“ [2]

Um der Klimakrise zu begegnen, hat sich Deutschland im Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) auf verbindliche Ziele zur Verminderung der Treibhausgase (THG) verpflichtet. Nach einer vom Bundesverfassungsgericht eingeforderten Verschärfung der Ziele [3] müssen die Emissionen bis 2030 gegenüber dem Referenzjahr 1990 um mindestens 65 Prozent gesenkt werden, das Ziel der Klimaneutralität soll bis 2045 erreicht werden [4]. Für den Verkehrssektor, der aktuell knapp 20 Prozent der deutschen Emissionen verantwortet [5], wurde spezifisch festgeschrieben, dass die THG-Emissionen bis zum Jahr 2030 auf 85 Mio t CO₂-Äquivalente sinken

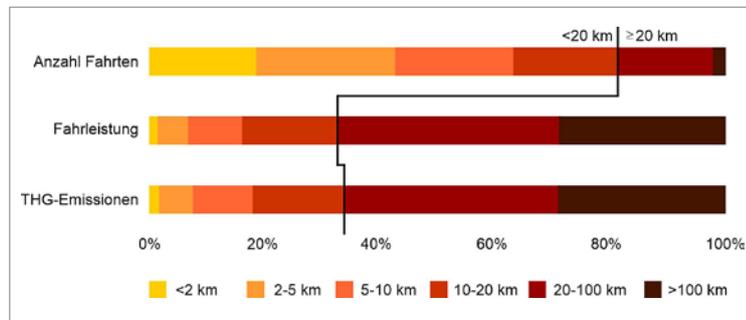


Abb. 1: Verteilung der Pkw-Fahrten, der Pkw-Fahrleistung und der THG-Emissionen in Deutschland nach Entfernungsklassen. Grafik: [8]

müssen. Das bedeutet fast eine Halbierung (–48 Prozent) gegenüber dem Vor-Corona-Jahr 2019 – in diesem Jahr entsprachen die Emissionen im Verkehrssektor in etwa dem Wert von 1990. Während die nachhaltige Umgestaltung des Sektors also in den letzten 30 Jahren stagnierte, muss sie nun rasant an Fahrt aufnehmen. Denn nach einem kurzen pandemiebedingten Rückgang der Emissionen hat der Verkehrssektor seine zugelassene Jahresemissionsmenge bereits für das Jahr 2021 wieder um circa 3 Mio t CO₂-Äquivalente überschritten und das Sektorziel damit verfehlt [6].

Welche Emissionen wurden bei dieser Bewertung berücksichtigt? Nach KSG werden dem Verkehrssektor die Emissionen des zivilen inländischen Flugverkehrs (internationaler Flugverkehr findet keine Berücksichtigung), des Straßen- und Schienenverkehrs sowie der Binnenschifffahrt und des nationalen Seeverkehrs zugeordnet. Mit Verantwortung für 98 Prozent der Emissionen ist der Straßenverkehr dabei mit Abstand die wichtigste Emissionsquelle [7]. Dabei verursachen die Pkw-Fahrten mit Reiseweiten über 20 km etwa zwei Drittel

der THG-Emissionen des Pkw-Verkehrs (Abb. 1).

Auch die mittelfristige Perspektive betont die Notwendigkeit grundlegender Veränderungen des Sektors: Würden alle politisch bereits beschlossenen Klimaschutzmaßnahmen konsequent umgesetzt, würde der Verkehrssektor sein Minderungsziel 2030 laut Projektionsbericht massiv verfehlen und fast 50 Prozent mehr emittieren als gestattet [9]. Gleichzeitig würden auch die festgelegten Ziele für jedes einzelne Jahr bis 2030 überschritten. Mit jedem Jahr müssten dann zusätzlich zu den eigentlich vorgesehenen Einsparungen noch die verfehlten Einsparungen der letzten Jahre geleistet werden, um das CO₂-Restbudget zur Einhaltung des 1,5°-Ziels einzuhalten. In letzter Konsequenz wäre schlussendlich der Erhalt eines lebensfreundlichen Klimas nur noch mit einer plötzlichen „Vollbremsung“ der THG-Emissionen erreichbar. Das Bundesverfassungsgericht hat bereits geurteilt, dass dies mit der Schonung künftiger Freiheiten nicht vereinbar ist und wirksame Schritte zur Klimaneutralität umgehend eingeleitet werden müssen.

Antriebswende: notwendig, aber nicht hinreichend

Mehr als die Hälfte des deutschen Verbrauchs von Ölprodukten entfällt auf Benzin- und Dieselmotoren [10]. Für eine Dekarbonisierung des Verkehrssektors ist es selbstverständlich nötig, die Abhängigkeit von fossilen Kraftstoffen und deren Nutzung so schnell wie möglich zu beenden. In aktuellen politischen Strategien werden jedoch batterieelektrische Antriebe oft als alleinige Lösung für die Klima- und sonstige Nachhaltigkeitsproblematik im Verkehrsbereich angesehen [11]. Im Folgenden wird näher beleuchtet, warum die Verkehrswende nicht auf die Antriebswende verkürzt werden darf. Vielmehr sind auch Maßnahmen notwendig, die auf die Reduktion des fossilen Kfz-Verkehrs abzielen [12].

Knappheit von regenerativ erzeugtem Strom

Im Jahr 2021 deckten erneuerbare Energien 41 Prozent (234 TWh) des gesamten Stromverbrauchs in Deutschland [13]. Für das Jahr 2040 wird ein zusätzlicher Stromverbrauch im Verkehr von 129 [14] bis 161 TWh [15] prognostiziert. Unter Berücksichtigung anderer Sektoren mit stark steigendem Stromverbrauch (im Wesentlichen Industrie) ergibt sich gegenüber 2018 eine Zunahme des gesamten Stromverbrauchs um 51 Prozent bis 2040 und um 71 Prozent bis 2045 [16]. Erneuerbarer Strom ist also keineswegs im Überfluss vorhanden, sondern ein knappes Gut. Sollen Elektrofahrzeuge (Electric Vehicles – EV) tatsächlich einen Beitrag zur Klimaneutralität leisten, muss die Energiewende drastisch forciert werden, um die erforderlichen Strommengen in relativ kurzer Zeit ausschließlich mit Hilfe erneuerbarer Energien bereitzustellen.

Energie- und Ressourcenverbrauch für die Herstellung der Batterien

Nicht nur für den Betrieb, sondern auch für die Herstellung von EV – insbesondere deren Batterien – sind erhebliche Mengen an Energie und Rohstoffen nötig. Diese vor- und nachgelagerten Prozesse werden nicht dem Sektor Verkehr, sondern dem Sektor Industrie zugerechnet. Wird Klimaneutralität im Verkehr angestrebt, so muss jedoch im Sinne einer Lebenszyklusbetrachtung auch diese Energie aus erneuerbaren Quellen bereitgestellt werden. Dies verschärft das Problem der Knappheit erneuerbarer



Zum Autor

Prof. Dr.-Ing. Carsten Sommer (48) leitet seit 2010 das Fachgebiet Verkehrsplanung und Verkehrssysteme der Universität Kassel. Er hat an der TU Braunschweig und der Carnegie Mellon University in Pittsburgh (USA) Bauingenieurwesen studiert. Als akademischer Leiter der Masterstudiengänge „ÖPNV und Mobilität“ und „Mobilität, Verkehr und Infrastruktur“ ist Sommer für die Entwicklung dieser Studiengänge verantwortlich. Aktuell beteiligt er sich als Mitglied des Gründungsdirektoriums am Aufbau und der Gestaltung des „Kassel Institute for Sustainability“. Sommer leitet den FGSV-Arbeitsausschuss 1.6 „Öffentlicher Verkehr“ sowie die Bearbeitungsgruppe ÖPNV im FGSV-Arbeitsausschuss 3.13 „Qualität des Verkehrsablaufes“.



Zum Autor

Dr. rer. pol. Dipl.-Math. Ramón Briegel (54) arbeitet seit 2019 als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet Verkehrsplanung und Verkehrssysteme an der Universität Kassel in Projekten zur automatisierten Erfassung der Fahrgastnachfrage im ÖPNV sowie zur Bewertung der geschwindigkeitsbezogenen Angebotsqualität im ÖPNV. Er hat an der Universität Bonn Mathematik studiert und am Fachbereich Wirtschaftswissenschaften der Universität Kassel über nachhaltigen Freizeitverkehr promoviert.



Zum Autor

Dipl.-Ing. Jonas Harz (31) ist seit 2016 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet Verkehrsplanung und Verkehrssysteme an der Universität Kassel. Er hat an der TU Dresden Verkehrsingenieurwesen mit der Vertiefung Verkehrsplanung und Verkehrstechnik studiert. Derzeit promoviert er zum Thema „Modellierung touristischer Verkehre in Großstädten“.



Zur Autorin

M. Sc Marissa Reiserer (32) arbeitet als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Fachgebiet Verkehrsplanung und Verkehrssysteme der Universität Kassel und forscht dort zu pandemieresistentem ÖPNV. Neben ihrem akademischen Engagement entwickelt sie Kampagnen zur Stärkung des öffentlichen Verkehrs im Rahmen einer gelingenden Verkehrswende.

Energien. Im Hinblick auf das Ziel eines sparsamen Umgangs mit ökonomischen und stofflichen Ressourcen erscheint es ohnehin fragwürdig, die vorhandenen 59,6 Mio Kfz [17] durch ebenso viele EV zu ersetzen.

Weitere künftige Zulassung und „Restlaufzeit“ fossil betriebener Kfz

Das durchschnittliche Alter aller in Deutschland zugelassenen Kfz beträgt etwa 11,5 Jahre (nur Pkw: 10,1 Jahre) [18]. Wird berücksichtigt, dass in Deutschland zugelassene Kfz nach dem Ende ihrer inländischen Nutzungsdauer oft noch viele Jahre in ärmeren Ländern weiter betrieben werden, wird deutlich, wie träge eine Veränderung der Fahrzeugflotte – vor allem im weltweiten

Maßstab – umgesetzt werden kann. Für die Einhaltung des CO₂-Restbudgets ist jedoch eine schnelle Emissionsreduktion notwendig.

Zu den rein fossil betriebenen Kfz kommen noch Hybridfahrzeuge hinzu: Im Jahr 2021 verfügte fast die Hälfte der neu zugelassenen Pkw mit elektrischem Antrieb zusätzlich über einen Verbrennungsmotor (rein elektrisch: 13,6 Prozent, hybrid: 12,4 Prozent aller Neuzulassungen [19]). Da solche Fahrzeuge in vielen Fällen überwiegend im Verbrenner-Modus gefahren werden und eine besonders hohe Masse mit entsprechend erhöhtem Energieverbrauch aufweisen, können sie keinen nennenswerten Beitrag zur Emissionsminderung des Straßenverkehrs leisten.

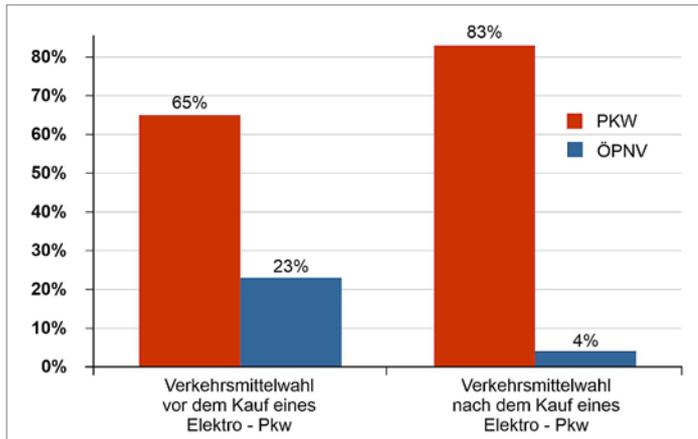


Abb. 2: Modal-Split-Änderungen bei Käufern von EV auf dem Weg zur Arbeit.

Grafik: [22], auf Basis von [20]

- Verkehrssicherheit,
- Lärm ab einer Geschwindigkeit von 50 km/h,
- Feinstaub durch Reifenabrieb.

Die Antriebswende erweist sich damit als notwendige Teilstrategie auf dem Weg zur Klimaneutralität des Verkehrs, nicht jedoch als allein hinreichende Strategie. EV können zwar einen unverzichtbaren Beitrag zur Klimaneutralität leisten, sollten aber in eine integrierte Gesamtstrategie eingebettet sein, die auch Vermeidung und Verlagerung des Kfz-Verkehrs auf weniger ressourcenintensive Modi sowie eine Reduktion der Anzahl privater Kfz zugunsten gemeinsamer Nutzungsformen beinhaltet.

Rebound-Effekte

Die im Verhältnis zu Kfz mit Verbrennungsmotor niedrigeren Betriebskosten von EV sowie die wahrgenommene geringe Umweltbelastung verleiten zur Zurücklegung größerer Distanzen und/oder zur Verlagerung von Wegen vom Umweltverbund auf den motorisierten Individualverkehr (MIV). Eine norwegische Studie hat gezeigt, dass Käufer von EV ihre ÖPNV-Nutzung zugunsten der Pkw-Nutzung auf ihren Arbeitswegen deutlich reduziert haben [20]. Durch Rebound-Effekte wird das Einsparpotenzial der Effizienzsteigerung nicht oder nur teilweise realisiert. In Prognosen zu den THG-Emissionen des Verkehrs werden Rebound-Effekte häufig nicht berücksichtigt; so wird zum Beispiel in Prognos et al. (2021) von einer konstanten Personenverkehrsleistung ausgegangen [21].

Zwischenfazit

Klimaneutralität und insbesondere eine im Sinne des CO₂-Restbudget-Ansatzes hinreichend zügige Reduktion des CO₂-Ausstoßes sind nur erreichbar, wenn

- sowohl Betrieb als auch Herstellung der EV mit zu 100 Prozent regenerativ erzeugtem Strom erfolgen,
- EV bei den Neuzulassungen hinreichend schnell und umfassend Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor verdrängen, das heißt eine entsprechende Änderung des Kaufverhaltens eintritt.

Daraus ergeben sich zwingend folgende Anforderungen an eine Nachhaltigkeitsstrategie unter Einbeziehung von EV:

- eine drastische Forcierung der Energie-wende (Intensität und Tempo abhängig

von der als erforderlich erachteten Anzahl der Fahrzeuge),

- die Setzung entsprechender Anreize und/oder Regulierungen für Kauf beziehungsweise Zulassung neuer Kfz.

Des Weiteren existieren diverse nicht klimabezogene Nachhaltigkeitsprobleme des Kfz-Verkehrs, die nicht mit der Antriebsart zusammenhängen und somit auch nicht durch eine Antriebswende gelöst werden können:

- Flächeninanspruchnahme,
- Kapazitätsengpässe der Straßeninfrastruktur,

Strategien zur Reduktion des Kfz-Verkehrs

Integrierte Push- und Pull-Strategie

Transformationsprozesse wie die Verkehrswende benötigen hinreichende Akzeptanz und Unterstützung in der Bevölkerung. Sogenannte „Pull-Maßnahmen“ – alle Maßnahmen, die ein gewünschtes Verhalten attraktiver gestalten – finden in der Bevölkerung meist große Zustimmung. Allein eingeführt sind sie jedoch nicht wirksam genug. „Push-Maßnahmen“ hingegen – also

Tabelle 1: Wirkungen unterschiedlicher Planfälle auf die CO₂-Emissionen auf Basis von Modellrechnungen für Kassel [24].

Planfall Prognosejahr 2030	Wesentliche Maßnahmen	Veränderung des CO ₂ -Emissionen gegenüber dem Prognose-Nullfall
P1.1 Ausbau des ÖPNV (Pull-Maßnahmen)	- Ausbau des Tram-Netzes - Taktverdichtung im gesamten Netz, die zu einer Steigerung der Betriebsleistung im ÖPNV um 62 % führt	- 1%
P1.2 Begrenzung des MIV (Push-Maßnahmen)	- Senkung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit auf 30 km/h - Umgestaltung des Straßenraums auf ausgewählten Hauptverkehrsstraßen zulasten des Kfz-Verkehrs (Wegfall von Kfz-Fahrstreifen)	- 12%
P2 Kombination von Push- und Pull-Maßnahmen	Maßnahmen aus P1.1 und P1.2	- 13%
P3 Erweiterte Kombination von Push- und Pull-Maßnahmen	Maßnahmen aus P2 und zusätzlich - Abschaffung von Pkw-Stellplätzen - Erhöhung der Parkgebühren - Ausbau Radverkehrsinfrastruktur	- 19%

Maßnahmen, die darauf abzielen, ein unerwünschtes Verhalten unattraktiver zu gestalten – sind häufig sehr wirksam, erfahren aber deutlich weniger Akzeptanz [23].

So zeigte eine Untersuchung [24] für die Stadt Kassel, dass ein erheblicher Ausbau des ÖPNV alleine die CO₂-Emissionen nur um etwa 1 Prozent senken würde. Dagegen würde eine Begrenzung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit auf 30 km/h innerorts und der Wegfall von Kfz-Fahrstreifen auf einigen Hauptverkehrsstraßen die CO₂-Emissionen um etwa 12 Prozent verringern. Eine ausreichende Kapazität im ÖPNV vorausgesetzt, wären die hier untersuchten Push-Maßnahmen also zwölf Mal so wirksam wie die untersuchten Pull-Maßnahmen. Am effektivsten ist jedoch eine geeignete Kombination von Push- und Pull-Maßnahmen (Tab. 1).

Um erfolgreich mit dem nötigen Rückhalt in der Bevölkerung einen Umstieg auf ÖV, Fuß- und Radverkehr zu fördern, ist es daher notwendig, Maßnahmenpakete zu schnüren, die

gleichermaßen Push- und Pull-Maßnahmen enthalten. So kann hohe Akzeptanz mit guter Wirksamkeit kombiniert werden. *„Die Push- und Pull-Strategien ausländischer Kommunen zeigen, dass preispolitische Instrumente genutzt werden können, um die Verkehrsnachfrage im Sinne des Push-Effekts zu beeinflussen (= weniger Autoverkehr) und erwünschte Verhaltensweisen zu fördern (etwa Verbesserung oder Verbilligung des ÖPNV-Angebots).“* [25]

Straßenbenutzungsgebühren, idealerweise in Kombination mit Pull-Maßnahmen, zählen zu den wirksamsten Instrumenten für eine Reduktion des Kfz-Verkehrs, wie viele Studien zu City-Maut-Systemen zeigen. So wurde beispielsweise das Verkehrsaufkommen im Kfz-Verkehr in den Mautzonen in Göteborg um 13 Prozent, in Stockholm um 20 Prozent und in London um 27 Prozent reduziert [26]. Bei der Einordnung dieser Veränderungen sind neben spezifischen Rahmenbedingungen parallel umgesetzte Maßnahmen – insbesondere der Ausbau des ÖV – zu berücksichtigen. Pull-Maßnahmen erhöhen nicht nur die Akzeptanz der Bevöl-

kerung aufgrund attraktiver Alternativen, sondern sind zwingend erforderlich, um die zusätzlichen Kapazitäten für den verlagerten Kfz-Verkehr zu schaffen.

Bei Maßnahmen, die ein Umdenken und Verlassen eingübter Verhaltensroutinen erfordern und unter Umständen kontrovers sind, kann zunächst die probeweise Einführung im Rahmen eines Verkehrsversuchs erwogen werden. So können praktische Erfahrungen gesammelt werden und Maßnahmen nötigenfalls noch angepasst werden. Darüber hinaus lässt sich häufig allein durch die (probeweise) Einführung einer Maßnahme eine gesteigerte Akzeptanz dafür feststellen. Dies hat sich beispielsweise bei Einführung der City-Maut in Stockholm gezeigt [27].

Zusammenwirken aller Planungsebenen

Die Klimakrise ist eine globale Herausforderung, die nur durch ein Zusammenwirken aller Planungsebenen bewältigt werden kann. Grundlegende Rahmenbedingungen

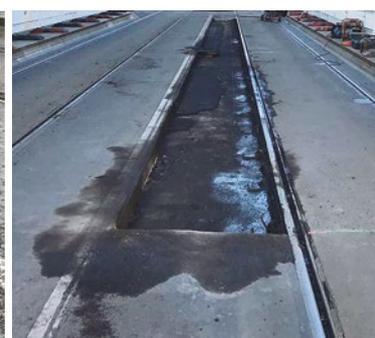
ANZEIGE

Möglichkeiten des Erhaltungsmanagements im ÖPNV ohne Einschränkung von Betriebszeiten.

Mit unseren Flüssigkunststoff-Lösungen auf Basis von Polymethylmethacrylat (PMMA) bieten wir Ihnen:

- nachgewiesene Prüfungen: hohe Druckfestigkeiten,
- Widerstand gegen Verschleiß und gegenüber Spurbildung.
- schnelle Reaktionszeiten der Mörtelsysteme, daher Nutzung kurzer Zeitfenster bei Schlechtwetterperioden oder Nachtbaustellen möglich
- Einbau ohne Verdichtungstechnik
- Kalt-an-Kalt-Anwendung der Mörtelsysteme
- schnelle Verkehrsfreigaben
- geringer Aufwand für die Baustellenlogistik
- Berechnung der Verbrauchsmengen sehr genau möglich
- Hohlräumfreiheit und volle Befahrbarkeit nach 30 Minuten
- Unterstützung durch praxiserfahrene Techniker

Triflex
Gemeinsam gelöst.



www.triflex.com/de/loesungen-fuer-verkehrsflaechen

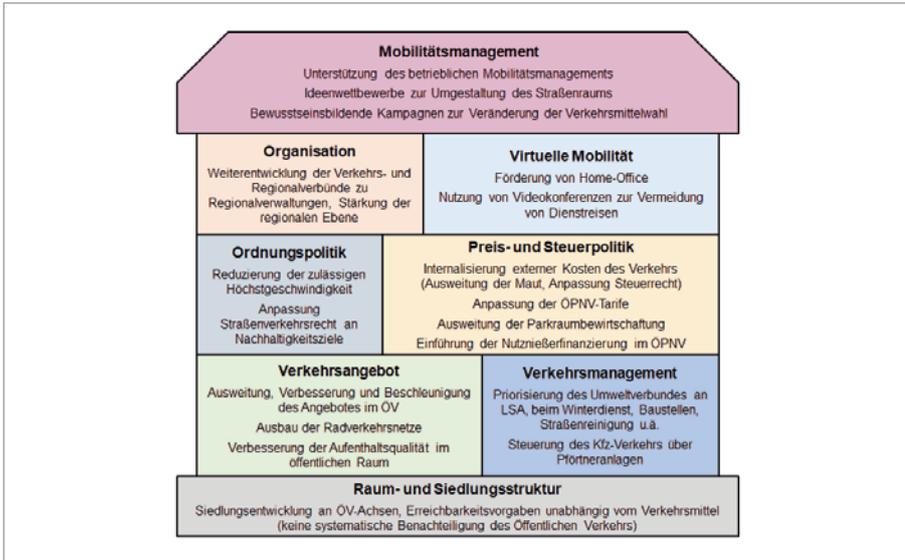


Abb. 3: Handlungsfelder eines integrierten Handlungskonzepts.

Grafik: Darstellung der Autoren

werden auf der Ebene der EU, des Bundes und der Länder getroffen und geben so den Gestaltungsrahmen für die Kommunen und den ÖPNV vor. Dies gilt vor allem für ordnungs- und preispolitische Vorgaben, wie zum Beispiel die zulässige Höchstgeschwindigkeit im Straßennetz, Voraussetzungen für die Einführung einer Parkraumbewirtschaftung sowie steuer- und finanzrechtliche Vorgaben. Besonders der Bund nutzt die Potentiale von Push-Maßnahmen nur teilweise, obwohl gerade die Bundespolitik die größten Handlungsmöglichkeiten aller Planungsebenen hinsichtlich der Einhaltung der Klimaschutzziele im Verkehr hat. Im Sinne der integrierten Push- und Pull-Strategie sollten Bund und Länder neben der Umsetzung von den den Kfz-Verkehr einschränkenden Maßnahmen im eigenen Handlungsbereich den Kommunen mehr Möglichkeiten für eine Umsetzung von Push-Maßnahmen geben. Dies wurde zum Beispiel beim Bewohnerparken umgesetzt, bei dem die maximale Gebührenehöhe bis vor zwei Jahren bundeseinheitlich durch den Bund festgelegt war.

Zusätzlich bedarf es einer strategischen Verkehrs- und Infrastrukturpolitik auf Bundesebene, die auf normative Vorgaben und politische Ziele ausgerichtet ist. Dies erfüllt die aktuelle Bundesverkehrswegeplanung mit seiner Ausrichtung auf prognostizierte Verkehrsbedarfe nicht [28]. Eine zielorientierte Planung wie die kommunale Verkehrsentwicklungsplanung ist seit Jahren Stand der Technik und sollte auch auf der Bundesebene umgesetzt werden.

Berücksichtigung und Kombination aller Handlungsfelder

Anknüpfend an eine integrierte Push- und Pull-Strategie, ist es wichtig, dass Maßnahmen unterschiedlicher Handlungsfelder berücksichtigt und kombiniert umgesetzt werden. Dabei verstärkt die Kombination von Maßnahmen gleicher Wirkrichtung ihre Wirksamkeit. Das in Abbildung 3 dargestellte Handlungskonzept zeigt die wichtigsten Handlungsfelder mit exemplarischen Maßnahmentypen, die zu einer Reduzierung des Kfz-Verkehrs beitragen können. Die genannten Maßnahmentypen beziehen sich dabei auf unterschiedliche Planungsebenen.

Zur effektiven Senkung von THG-Emissionen im Kfz-Verkehr müssen vor allem Fahrten mit langen Reiseweiten reduziert beziehungsweise verlagert werden, da diese den Großteil der verkehrsbedingten THG-Emissionen verursachen (Abb. 1). Dies betrifft vor allem Stadt-Umland-Verkehre sowie den Fernverkehr, der sich im Weiteren aus privaten Übernachtungsreisen, privaten Tages- und Geschäftsreisen zusammensetzt. Aufgrund der Eigenschaften dieser Fahrten ist eine Verlagerung fast ausschließlich auf den ÖV möglich, der Radverkehr kann lediglich einen sehr kleinen Beitrag zum Klimaschutz leisten – auch wenn er natürlich ein wichtiger Baustein für die Verkehrswende insgesamt darstellt.

Ein häufig wenig beachteter Baustein ist die Vermeidung von Pkw-Fahrten durch Möglichkeiten der virtuellen Mobili-

tät. Die Covid-19-Pandemie hat gezeigt, dass durch die Inanspruchnahme von Home-Office Pendlerfahrten vermieden und durch eine Nutzung von Videokonferenzen die Anzahl der Dienstreisen reduziert werden können. Beide Verkehrsarten erzeugen eine hohe Pkw-Fahrleistung und bieten damit ein relativ großes Potential, um THG-Emissionen zu verringern. So kommen Lambrecht et al. (2021) zum Ergebnis, dass durch Home-Office unter Berücksichtigung von Rebound-Effekten (zusätzliche Fahrten, die bisher auf dem Arbeitsweg erledigt werden; Umzug von Stadt auf Land) zwischen 1,5 und 4,1 Mio t THG-Emissionen vermieden werden können. Bei Dienstreisen wird das Minderungspotential auf 2,5 bis 5,0 Mio t THG-Emissionen geschätzt [29].

Aufgrund der Dringlichkeit, die verkehrsbedingten THG-Emissionen zu senken, sollte eine Priorisierung von Maßnahmen hinsichtlich Wirksamkeit und Umsetzungsdauer vorgenommen werden. Ordnungs-, preis- und steuerpolitische Maßnahmen können relativ schnell realisiert werden und haben – insbesondere als Push-Maßnahmen – eine hohe Wirksamkeit. Um die erforderlichen zusätzlichen Kapazitäten im ÖV zu gewinnen, ist eine Ausweitung und Beschleunigung des ÖV-Angebotes erforderlich. Da größere Infrastrukturmaßnahmen in der Regel lange Planungs- und Umsetzungszeiten haben, ist eine Prioritätensetzung auf schnell umsetzbare Maßnahmen beziehungsweise Maßnahmentypen wichtig. Dies kann zum Beispiel bedeuten, zunächst vorhandene Buslinien zu verdichten und/oder neue Buslinien einzurichten, um den Zeitraum der Entwurfs- und Bauphase neuer Bahnstrecken zu überbrücken. Dennoch sind Infrastrukturmaßnahmen langfristig erforderlich, um die für die Klimaneutralität erforderlichen Kapazitäten im ÖV zu schaffen.

Fazit

Um die Klimaschutzziele im Verkehr einzuhalten, sind sowohl eine Elektrifizierung der Fahrzeugflotte in Verbindung mit einer Steigerung des Anteils regenerativ erzeugten Stroms, als auch eine Reduzierung der Fahrleistung fossil angetriebener Kfz zwingend notwendig. Aufgrund von Rebound-Effekten bei der Umstellung auf EV kann vermutet werden, dass die Reduzierung der Kfz-Fahrleistung einen noch größeren Beitrag leisten muss als in vielen Studien prognostiziert. Diese Reduzierung erforder-

dert eine erhebliche Vermeidung und Verlagerung auf den Umweltverbund, wobei aufgrund der Nachfragestruktur und Wirksamkeit längere Fahrten im Fokus stehen.

Dabei haben Push-Maßnahmen, die die Attraktivität des Kfz-Verkehrs einschränken, eine deutlich höhere Effektivität als Anreize für die Nutzung des Umweltverbundes. Diese Pull-Maßnahmen sind allerdings aus Kapazitäts- und Akzeptanzgründen ebenso notwendig, um eine Reduzierung des Kfz-Verkehrs zu erreichen.

Aufgrund der Größe der Herausforderung ist es erforderlich, dass auf allen Planungsebenen – idealerweise abgestimmt – eine integrierte Push- und Pull-Strategie unter Berücksichtigung sämtlicher Maßnahmentypen verfolgt wird. Der Bund und die Länder haben dabei allerdings einen größeren Hebel, da sie einerseits die Rahmenbedingungen für die Kommunen festlegen und andererseits ohne sie eine Beeinflussung des kommunenübergreifenden Fern- und Regionalverkehrs nur teilweise möglich ist.

Neben einem kontinuierlichen Ausbau des ÖV-Angebots sind kurzfristig wirksame Maßnahmen erforderlich, um schnell die THG-Emissionen zu reduzieren. Dazu zählen vor allem Interventionen im Bereich der Ordnungs-, Preis- und Steuerpolitik. Aufgrund der langen Reiseweiten kommt dem ÖV eine Schlüsselrolle bei der Einhaltung der Klimaschutzziele zu. Er muss in der Lage sein, die angestrebten Verlagerungen des Kfz-Verkehrs aufzunehmen und dabei mit verlässlichen und attraktiven Dienstleistungen zu überzeugen.

Literatur/Anmerkungen

[1] IPCC (2022): IPCC Sixth Assessment Report, Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability, <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>, 31.03.2022 um 11:00 Uhr

[2] UN-Generalsekretär António Guterres: Anmerkungen zur Pressekonferenz – Vorstellung des IPCC-Berichts, Genf, 28. Februar 2022, <https://unric.org/de/ipcc280202022/>, 31.03.2022 um 11:00 Uhr

[3] BVerfG, Beschluss des Ersten Senats vom 24. März 2021 – 1 BvR 2656/18 –, Rn. 1-270

[4] Bundes-Klimaschutzgesetz vom 12. Dezember 2019 (BGBl. I S. 2513), das durch Artikel 1 des Gesetzes vom 18. August 2021 (BGBl. I S. 3905) geändert worden ist.

[5] <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/klimaschutz-im-verkehr#undefined>, 31.03.2022 um 11:00 Uhr.

[6] UBA (2022): Berechnung der Treibhausgasemissionsdaten für das Jahr 2021 gemäß Bundesklimaschutzgesetz. Begleitender Bericht. Kurzfassung vom 10. März 2022.

[7] https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/361/dokumente/2022_03_15_trendtabellen_thg_nach_sektoren_vl.o.xlsx, 31.03.2022 um 11:00 Uhr.

[8] Nationale Plattform Zukunft der Mobilität, Arbeitsgruppe 1 „Klimaschutz im Verkehr“ (2021): Wege für mehr Klimaschutz im Verkehr, Berlin; Zahlen nach Mobilität in Deutschland – MID 2017, Ergebnisbericht, Berlin 2020.

[9] Bundesregierung (2021): Projektionsbericht 2021 für Deutschland.

[10] https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/Mineraloel/moel_amtliche_daten_2021_12.xlsx?__blob=publication-file&v=2, 31.03.2022 um 11:30 Uhr.

[11] So wird im Ampel-Koalitionsvertrag bezüglich des Pkw-Verkehrs die Antriebswende explizit benannt und mit konkreten Maßnahmen untermauert, während eine Verlagerung weg vom Pkw maximal im Subtext erscheint und Reduktionsmaßnahmen gar nicht vorkommen, siehe <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/974430/1990812/04221173/ef9a6720059c-c353d759a2b/2021-12-10-koav2021-data.pdf>, 31.03.2022 um 11:30 Uhr.

[12] Dies wird von mehreren Studien bestätigt, u. a. Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut (2021): Klimaneutrales Deutschland 2045 (Langfassung); UBA (2021): Klimaschutzinstrumente im Verkehr, Bausteine für einen klimagerechten Verkehr, Stand 12/2021.

[13] <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen>, 31.03.2022 um 11:30 Uhr.

[14] Bundesregierung (2021), S. 86.

[15] Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut (2021): Klimaneutrales Deutschland 2045 (Langfassung), S. 82.

[16] ebd., S. 22.

[17] https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/FahrzeugklassenAufbauarten/2022/2022_b_fzkl_tabelle.html?nn=3524712&fromStatistic=3524712&yearFilter=2022&fromStatistic=3524712&yearFilter=2022, 31.03.2022 um 11:30 Uhr.

[18] https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Fahrzeugalter/2022/2022_b_fz_alter_kurzbericht.html?nn=3524968&fromStatistic=3524968&yearFilter=2022&fromStatistic=3524968&yearFilter=2022, 31.03.2022 um 12:00 Uhr.

[19] https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Neuzulassungen/Jahresbilanz_Neuzulassungen/jahresbilanz_node.html, 31.03.2022 um 12:00 Uhr.

[20] Halvorsen, B.; Frøyen, Y. (2009): Trafikk i kollektivtelt. Kapasitet og avvikling. Elbilens rolle. (Traffic in Public Lanes. Capacity and Handling. The Role of Electric Cars). Report from Asplan Viak.

[21] Prognos et al (2021), S. 71.

[22] UPI (2019): Ökologische Folgen des Elektroautos; UPI-Bericht Nr. 79, 3. Aktualisierte Auflage, 2019.

[23] Buehler, R., John P., Regine G., Götschi, T. (2017): Reducing car dependence in the heart of Europe: lessons from Germany, Austria, and Switzerland. *Transport Reviews* 37 (1): 4–28.

[24] Enge, J.; Hölting, A.; Loder, S.; Meier, N.; Sieber, J.; Wies, M. (2020): Entwicklung des ÖPNV in Kassel vor dem Hintergrund der Verkehrswende, Masterprojekt, Universität Kassel.

[25] Agora Verkehrswende (2020): Ein anderer Stadtverkehr ist möglich. Neue Chancen für eine krisenfesteste und klimagerechte Mobilität, S. 40, Berlin.

[26] Hagen, T.; Reining, M. (2019): Übersicht über mögliche ökonomische Auswirkungen von City-Mauts, ReLUT, Frankfurt University of Applied Sciences.

[27] Schuitema, G., Steg, L., & Forward, S. (2010). Explaining differences in acceptability before and acceptance after the implementation of a congestion charge in Stockholm. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 44(2), 99–109. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2009.11.005>

[28] Held, C.; Ringwald, R.; Roller, J. (2021): Der Bundesverkehrswegeplan. Status Quo, Reformbedarf und Änderungsmöglichkeiten, Gutachten im Auftrag der Stiftung Klimaneutralität und der Agora Verkehrswende.

[29] Lambrecht, U., Kräck, J., Dünnebeil, F. (2021): Homeoffice und Ersatz von Dienst- und Geschäftsreisen durch Videokonferenzen. Potenziale zur Minderung der Treibhausgasemissionen unter Berücksichtigung der Erfahrungen aus der Corona-Krise, ifeu paper 04/2021, Heidelberg.

Zusammenfassung/Summary

Strategien zur Einhaltung der Klimaschutzziele im Verkehr

Um der Klimakrise zu begegnen, hat sich Deutschland im Bundesklimaschutzgesetz verpflichtet, die Treibhausgasemissionen des Verkehrssektors bis 2030 um 48 Prozent gegenüber 2019 zu reduzieren und bis 2045 Klimaneutralität zu erreichen. Eine Strategie, die dabei ausschließlich auf die Antriebswende zu Elektrofahrzeugen setzt, stößt jedoch an verschiedene Grenzen, insbesondere die Knappheit von Strom aus erneuerbaren Quellen selbst bei der notwendigen Forcierung der Energiewende. Es bedarf daher einer integrierten Strategie, die neben der Antriebswende mehrere Ebenen umfasst: ineinander greifende Maßnahmen in allen Handlungsfeldern, insbesondere Push- und Pull-Maßnahmen (restriktive Maßnahmen kombiniert mit Angebotsverbesserungen im Umweltverbund), sowie ein Zusammenwirken aller Planungsebenen vom Bund bis zu den Kommunen. Aufgrund des großen Beitrags langer Fahrten zu den THG-Emissionen spielt eine Verlagerung dieser Wege auf den Öffentlichen Verkehr eine besondere Rolle zur Emissionsreduktion.

Strategies for meeting climate protection targets in transport

To tackle the climate crisis, Germany has committed itself with the Federal Climate Change Act (Bundesklimaschutzgesetz) to reduce its greenhouse gas emissions by 48 per cent by 2030 compared to 2019 and to achieve carbon neutrality by 2045. However, a strategy, that relies solely on changing the drive of cars from fuel to electric (drive transition), encounters various limits, in particular the scarcity of electricity from renewable sources even with the necessary push for the energy transition. Therefore, an integrated strategy is needed, that comprises several in addition to the drive transition: intertwined measures in all fields of action, especially push and pull measures (restrictive measures that are combined with the improvement of walking, cycling and public transport), as well as an interoperation of all levels of planning from the federal to the local level. Due to the large contribution of longer trips to the GHG emissions, shifting these trips to public transport plays a crucial role in reducing emissions.