

Die Verkehrswende nachhaltig steuern

Acht Thesen aus industriegewerkschaftlicher Sicht



Impressum**IMPULSE**

Die Verkehrswende nachhaltig steuern –
Acht Thesen aus industriegewerkschaftlicher Sicht.

ERSTELLT VON

Stiftung Arbeit und Umwelt der IG BCE

- Inselstraße 6, 10179 Berlin
- Königsworther Platz 6, 30167 Hannover

Telefon +49 30 2787 1314

AUTOREN

- Tomas Nieber (Projektleitung)
- Dr. Kajsa Borgnäs
- Stephan Hoare

LEKTORAT

Gisela Lehmeier, FEINSCHLIFF

SATZ UND LAYOUT

navos – Public Dialogue Consultants GmbH

TITELBILD

© ellerstudio

DRUCK

spreedruck

VERÖFFENTLICHUNG

März 2019

BITTE ZITIEREN ALS

Stiftung Arbeit und Umwelt der IG BCE (2019)
„Die Verkehrswende nachhaltig steuern –
Acht Thesen aus industriegewerkschaftlicher Sicht“.

Vorwort

Unser Verkehrssystem stößt zunehmend an seine Grenzen. Die Verkehrsträger Straße und Bahn können den wachsenden Verkehr kaum mehr bewältigen: Staus auf den Straßen und überfüllte, dadurch oft verspätete Personennah- und -fernzüge zeigen das deutlich. Vor allem aber verursacht unser heutiges Verkehrssystem hohe ökologische und gesundheitliche Belastungen. Verkehrsprognosen sagen für die Zukunft steigenden Verkehr voraus und damit steigende Belastungen für Menschen und Umwelt. Aus diesen Gründen ist eine Verkehrswende unabdingbar.

Räumliche Mobilität ist aber eine zentrale Voraussetzung für gesellschaftliche Teilhabe, Arbeit, Lebensqualität und Wohlstand. Ein Industrieland wie Deutschland braucht ein leistungsfähiges Verkehrssystem. Die hohe Arbeitsteilung sowie die vielfältigen Verflechtungen der Industrie und des Dienstleistungssektors lösen starken Transportbedarf aus. Gleichzeitig ist in modernen Gesellschaften die Möglichkeit, räumliche Mobilität auszuüben, zentrale Voraussetzung, um am öffentlichen und sozialen Leben teilzunehmen. Mobilität ist somit eine Frage der sozialen Gerechtigkeit!

Eine allgemein akzeptierte Begriffsbestimmung für die Verkehrswende gibt es nicht. Oftmals werden mit dem Begriff eine Verlagerung vom motorisierten Individualverkehr hin zu öffentlichen Verkehrsmitteln sowie Maßnahmen und Instrumente zur Verkehrsvermeidung assoziiert.

Unbestreitbar sind Verkehrsvermeidung und -veränderungen im Modal Split zentrale Bestandteile für ein besseres und umweltfreundlicheres Verkehrssystem. Angesichts der Komplexität und der Bedeutung des Verkehrssystems läuft ein verengtes Verständnis einer Verkehrswende aber Gefahr, die sozialen und ökonomischen Funktionen und Dimensionen des Verkehrssystems zu unterschätzen.

Konzepte und Instrumente einer Verkehrswende haben daher erstens neben den ökologischen auch ihre ökonomischen und sozialen Implikationen zu analysieren und zu berücksichtigen. Zweitens wird es darauf ankommen, die technologische sowie soziale Innovationsfähigkeit zu steigern. Nur so kann die erforderliche und erwünschte räumliche Mobilität für Gesellschaft und Wirtschaft auch zukünftig sichergestellt werden.

Mit den vorliegenden Thesen will die Stiftung Arbeit und Umwelt der IG BCE als gewerkschaftlicher Nachhaltigkeits-Think Tank die Handlungs- und Spannungsfelder einer sozial, ökologisch und wirtschaftlich nachhaltigen Verkehrswende ausloten. Dies betrifft insbesondere die Umgestaltung des Verkehrssystems und die daraus resultierenden industrie- sowie beschäftigungspolitischen Anforderungen. Die Thesen rücken zudem Verteilungseffekte und Demokratisierungsaspekte einer Verkehrswende in den Fokus. Dabei geht es sowohl um Beteiligungsrechte als auch um das Recht auf räumliche Mobilität.

Tomas Nieber

Bereichsleiter Verkehrswende,
Stiftung Arbeit und Umwelt der IG BCE

Thesen

These 1: Eine Verkehrswende ist unumgänglich, weil unser Verkehrssystem Menschen und Umwelt belastet und zunehmend an Kapazitätsgrenzen stößt.

These 2: Die Verkehrswende ist auch eine Frage der sozialen Gerechtigkeit!

These 3: Ein umwelt- und klimafreundliches Verkehrssystem darf nicht zulasten der volkswirtschaftlichen Leistungsfähigkeit gehen.

These 4: Eine effiziente Verkehrswende braucht Technologieoffenheit.

These 5: Verkehrswende und Energiewende – Kopplung zentral, aber weit entfernt.

These 6: Das Gelingen der Verkehrswende erfordert beträchtliche zusätzliche Investitionen.

These 7: Der durch die Verkehrswende zu erwartende Strukturwandel in der Automobilindustrie muss aktiv gestaltet werden.

These 8: Die Verkehrswende braucht integrative politische Handlungsansätze.

Inhalt

Vorwort	3
Thesen	4
Abbildungsverzeichnis	6
Tabellenverzeichnis	7
1. Eine Verkehrswende ist unumgänglich, weil unser Verkehrssystem Mensch und Umwelt belastet und zunehmend an Kapazitätsgrenzen stößt.....	8
2. Die Verkehrswende ist auch eine Frage der sozialen Gerechtigkeit!	14
3. Ein umwelt- und klimafreundliches Verkehrssystem darf nicht zulasten der volkswirtschaftlichen Leistungsfähigkeit gehen.....	18
4. Eine effiziente Verkehrswende braucht Technologieoffenheit.	22
5. Verkehrswende und Energiewende – Kopplung zentral, aber weit entfernt.....	29
6. Das Gelingen der Verkehrswende erfordert beträchtliche zusätzliche Investitionen.....	32
7. Der durch die Verkehrswende zu erwartende Strukturwandel in der Automobilindustrie muss aktiv gestaltet werden.	34
8. Die Verkehrswende braucht integrative politische Handlungsansätze.....	36
Literaturverzeichnis	38

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Entwicklung THG-Emissionen Flugverkehr und Seeschifffahrt 1990–2016	9
Abbildung 2:	Emissionsentwicklung aus dem Verkehrssektor 1990–2016 (2000=100)	10
Abbildung 3:	Verkehrsleistung nach Verkehrsträgern in Deutschland – Prognose 2010–2030	11
Abbildung 4:	Von der Bahn beförderte Personen und Güter, Mio. Kilometer Nah- und Fernverkehr	12
Abbildung 5:	Beruflich und geschäftlich bedingter Personenverkehr in Deutschland	14
Abbildung 6:	Hauptausgabenkategorien privater Haushalte nach Einkommensklassen	15
Abbildung 7:	Preisentwicklung des öffentlichen und privaten Verkehrs 2007–2017	16
Abbildung 8:	Preisentwicklung Eisenbahnverkehr im Vergleich mit Grundsicherung/Sozialhilfe (2010=100)	17
Abbildung 9:	Einzel- und Gesamtwirkungsgrade von Pkw mit unterschiedlichen Antriebskonzepten, ausgehend von erneuerbar erzeugtem Strom.	22
Abbildung 10:	CO ₂ -Ausstoß unterschiedlicher Verkehrsträger unter heutigem und zukünftigem Strommix.	23
Abbildung 11:	Kostenentwicklung von synthetischem Methan und Flüssigkraftstoffen.	26
Abbildung 12:	Prognose Entwicklung der globalen Fahrzeugflotte.	27
Abbildung 13:	Emissionsintensität der verschiedenen Verkehrsträger	28
Abbildung 14:	Entwicklung des Endenergieverbrauchs des Verkehrs (2005=100)	29
Abbildung 15:	Entwicklung des spezifischen Verbrauchs des Verkehrs (1991=100)	30
Abbildung 16:	Szenarien zum zukünftigen Strombedarf.	30
Abbildung 17:	Investiver Nachholbedarf der Kommunen 2017	32

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Beschäftigung und Wertschöpfung des Verkehrssektors	19
Tabelle 2: Technologische Veränderungen im Fahrzeugbau durch die Elektromobilität	20

1

1. Eine Verkehrswende ist unumgänglich, weil unser Verkehrssystem Mensch und Umwelt belastet und zunehmend an Kapazitätsgrenzen stößt.

Unser heutiges Verkehrssystem verursacht hohe ökologische und gesundheitliche Schäden sowie Folgekosten. Zunehmend beeinträchtigt es auch die ökonomische Effizienz der Volkswirtschaft durch Staus und Kapazitätsengpässe. Ein „weiter so“ kann es in der Verkehrspolitik nicht geben. Ein umweltverträgliches und leistungsfähiges Verkehrssystem kann neue ökonomische Chancen für unsere Wirtschaft eröffnen.

Durch die zunehmende Globalisierung und Urbanisierung wächst weltweit der Druck, die Verkehrssysteme anzupassen und zu modernisieren. Die Globalisierung fördert den Austausch von Waren, Gütern sowie Dienstleistungen und führt zu höheren Verkehrsleistungen. Durch den global anhaltenden Trend von Urbanisierungs- und Re-Urbanisierungsprozessen stoßen die klassischen Verkehrsträger und -systeme in den Ballungsräumen an ihre Grenzen. Da die Herausforderungen, ein sozial, ökologisch und ökonomisch nachhaltiges Verkehrssystem zu gestalten, universal sichtbar sind, sollten politische Strategien einer Verkehrswende in Deutschland – wie unten skizziert – immer auch die weltweiten Entwicklungen ins Auge fassen. Dies kann helfen, Fehlentscheidungen zu vermeiden und Lernprozesse zu verkürzen.¹

Emissionen

Nach dem Klimaschutzplan 2050 der Bundesregierung aus dem Jahr 2016 muss der Verkehrssektor bis 2030 seine CO₂-Emissionen um 42–40 Prozent senken. Auch über 2030 hinaus werden weitere bedeutende Emissions-Minderungsleistungen des Verkehrs erforderlich sein, um die nationalen Klimaziele 2050 zu erreichen.

Rund 20 Prozent der deutschen Treibhausgasemissionen (ohne die internationalen Emissionen durch Flug- und

Schiffsverkehr) stammen aus dem Verkehrssektor. Die Verbrennungsmotoren wurden in den vergangenen Jahren deutlich effizienter, dennoch ist der CO₂-Ausstoß des Verkehrs nahezu konstant geblieben, die steigende Verkehrsleistung und der Trend zu stärkeren Motoren bei den Pkw² zehren die Effizienzgewinne auf. Im Jahr 2017 stiegen die Emissionen laut Umweltbundesamt³ um 2,3 Prozent oder 3,8 Mio. t CO₂ auf 170,6 Mio. t CO₂. Grund dafür ist vor allem die gute Konjunktur in Europa. Sie verstärkt den Güterverkehr auf der Straße und erhöht den Pkw-Bestand: Im Jahr 2017 stieg er um 1,5 Prozent.

Die Umweltbelastungen des Straßenverkehrs werden wegen der anvisierten CO₂-Minderung und der Grenzwerte für Luftschadstoffe öffentlich intensiv diskutiert. Die Auswirkungen des See- und Luftverkehrs auf die Umwelt thematisieren dagegen meist nur Experten, obwohl die Seeschifffahrt die Luftqualität in Hafenstädten und Küstenregionen nicht nur mit CO₂ (Abbildung 1), sondern auch mit Schwefel, Stickoxiden und weiteren Schadstoffen, wie Rußpartikel und Feinstaub, belastet. Die Grenzwerte für Luftschadstoffemissionen bei Seeschiffen liegen deutlich höher als in anderen Verkehrssektoren.⁴ Zudem werden die Schiffe während ihrer Liegezeiten mit Schwerödie-selmotoren versorgt, ihre Versorgung mit Landstrom und alternativen Antriebstechnologien (zum Beispiel mit Flüssiggas) steht erst am Anfang.

Der Flugverkehr wächst rasant. 3,7 Mrd. Flugpassagiere weltweit gab es im Jahr 2016.⁵ Bei einer Weltbevölkerung von rund 7,4 Mrd. entfällt rechnerisch somit im Durchschnitt auf jeden zweiten Erdenbürger eine Flugreise (einfache Strecke) pro Jahr. Während der größte Teil der Weltbevölkerung noch nie ein Flugzeug bestiegen haben dürfte, fliegt ein wachsender Kreis von Menschen umso

¹ Beispielsweise verfügen Städte wie Kopenhagen und Singapur seit Langem über langfristige und detaillierte moderne Verkehrskonzepte, von denen manches übernommen werden kann.

² 2017 hatten neu zugelassene Autos eine Motorleistung von durchschnittlich 111 Kilowatt (151 PS). Im Jahr 2010 lag dieser Wert noch durchschnittlich bei 96 Kilowatt (130 PS): Zeit Online, dpa.

³ UBA & BMUB 2018

⁴ Während die Schwefelmenge im Kraftstoff für den Straßenverkehr einen Anteil von 0,001 % nicht überschreiten darf, liegt der seit dem 1.1.2015 gültige Grenzwert für Schiffskraftstoff selbst in den Schwefelkontrollgebieten mit 0,1 % immer noch um das 100fache höher. Außerhalb dieser Sondergebiete auf hoher See liegt der Grenzwert bei 3,5 %. Erst nach 2020 soll er auf 0,5 % festgelegt werden.

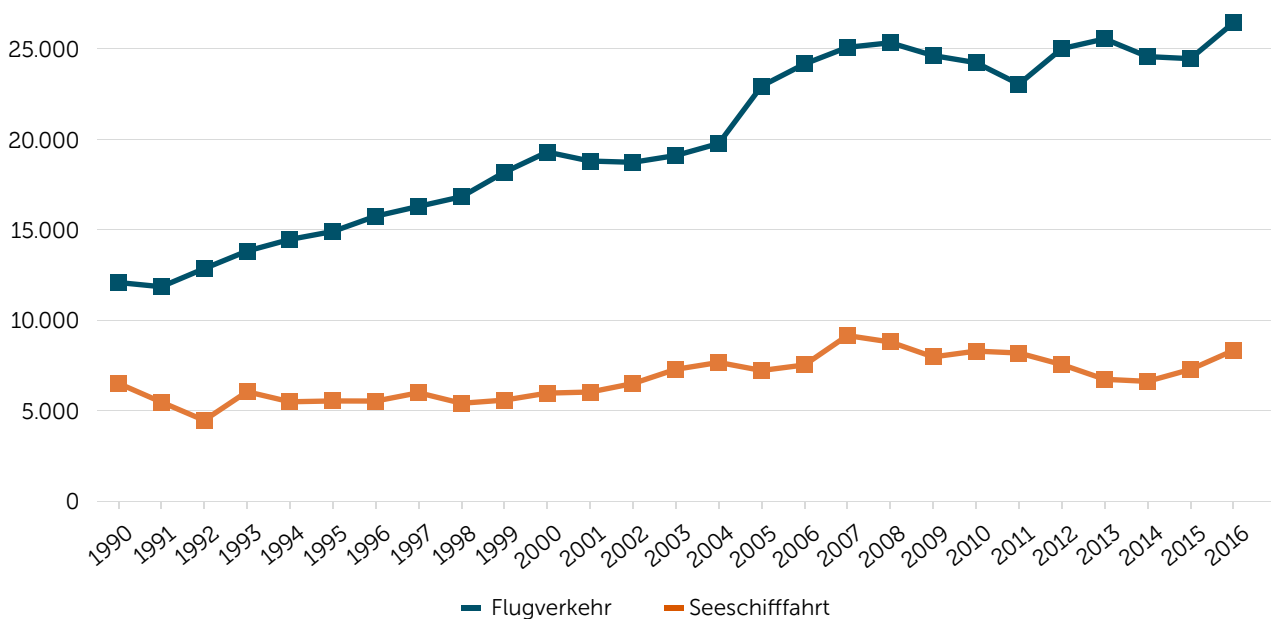
⁵ World Bank Data – Air Transport, Passengers carried

häufiger. Steigender Wohlstand, der weltweite Ausbau der touristischen Angebote und die Ausweitung globaler Handelsbeziehungen sorgen für neue Passagierrekorde.

Mit steigendem Flugverkehr, einschließlich Luftfrachtverkehr, nehmen die Belastungen von Menschen und Umwelt zu (Abbildung 1). Im Vergleich zu anderen Verkehrsformen

verursacht Flugverkehr viel CO₂.⁶ Zwar liegt sein Anteil an den globalen CO₂-Emissionen aktuell lediglich bei fünf Prozent, dieser Anteil dürfte durch das starke Wachstum des Luftverkehrs in den nächsten Jahren deutlich steigen. Die International Air Transport Association (IATA) geht davon aus, dass sich global bis 2036 die Zahl der jährlich beförderten Passagiere verdoppeln dürfte (auf 7,8 Mrd.).⁷

Abbildung 1: Entwicklung THG-Emissionen Flugverkehr und Seeschifffahrt 1990–2016



Quelle: Eigene Darstellung nach UBA 2018a

Der Luftverkehr steht bei der Entwicklung von Emissionsstandards erst am Anfang. Lange wurde lediglich über international nicht verbindliche technische Maßnahmen versucht, das Emissionswachstum einzuschränken. In Europa nimmt der Luftfahrtverkehr zwar am europäischen Emissionshandelssystem teil, es bezieht sich jedoch nur auf innereuropäische Flüge. International hat sich die Branche über das CORSIA-Abkommen⁸ verpflichtet, ab 2020 neu hinzukommenden CO₂-Ausstoß über Klimaschutzmaßnahmen in anderen Sektoren zu kompensieren (Off-setting). Ein Cap wie im europäischen Emissionshandelssystem ist jedoch nicht vorgesehen. Zudem beginnt CORSIA mit einer bis 2027 dauernden freiwilligen Phase. Einige Nationen sind ausgenommen. Statt der relativ „weichen“ Regelungen dieses Off-setting-Systems bräuchte es dringend ein international verbindliches Instrument wie einen Emissionshandel und/

oder international verbindliche Grenzwerte sowie technische Standards.

Lärm und Schadstoffe

Unsere Mobilität muss leiser werden! Es ist unstrittig: Dauerhafter Lärm hat gesundheitliche Beeinträchtigungen und Erkrankungen zur Folge. Nur 24 Prozent der Bevölkerung fühlen sich durch den Straßenverkehrslärm nicht gestört oder belästigt. Umfrageergebnisse⁹ zeigen, dass die Beeinträchtigungen in den letzten zehn Jahren nur unwesentlich abgenommen haben. Die Lärmschwerpunkte liegen im Straßenverkehr der Ballungsräume, im Güterverkehr entlang der Bahnstrecken sowie in der Umgebung von Flughäfen.

Für Mensch und Umwelt sind die Schadstoffbelastungen durch den Verkehr zu hoch.¹⁰ Im Gegensatz zu den

⁶ Ein Flugzeug stößt durchschnittlich ca. 200 Gramm THG pro Personenkilometer aus, ein Reisebus im Durchschnitt 30 Gramm THG.

⁷ IATA 2017

⁸ CORSIA – Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation

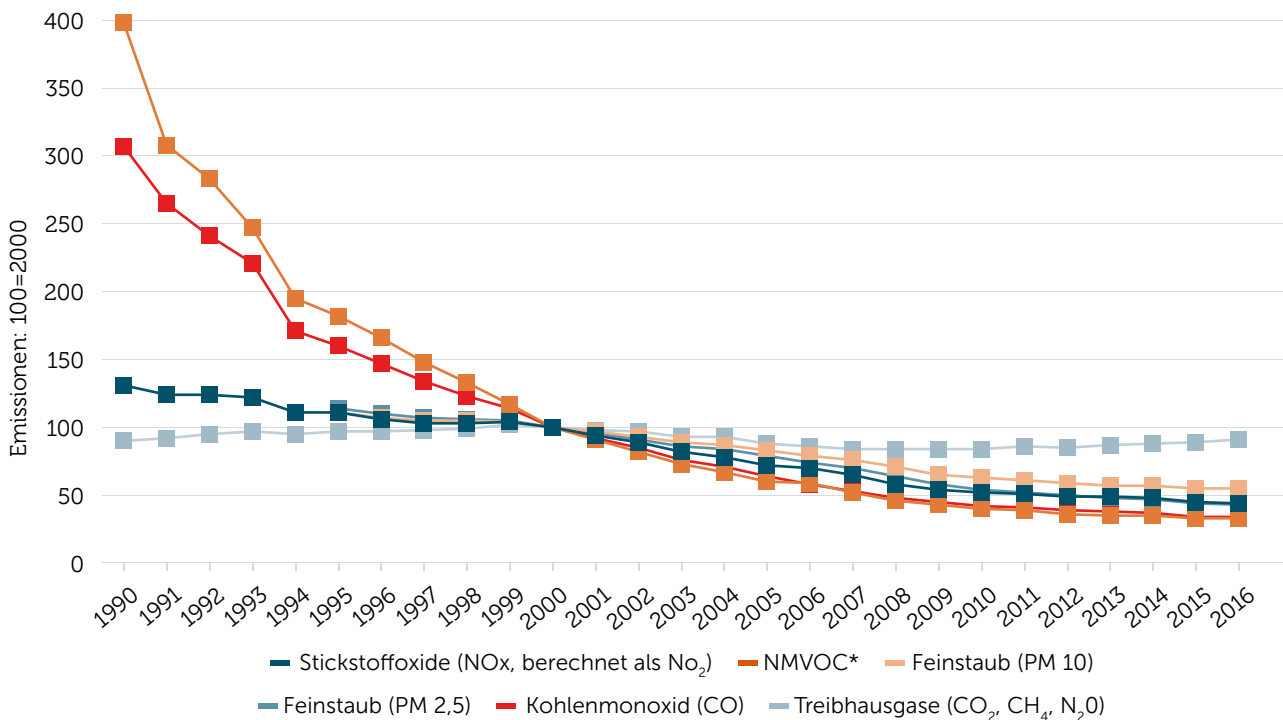
⁹ So beispielsweise in der repräsentativen Befragung „Umweltbewusstsein in Deutschland“, BMUB 2016

¹⁰ Zwar ist der direkte und kausale Zusammenhang zwischen Erkrankungen/Todesfällen und Luftschadstoffen aufgrund der Mehrdimensionalität der meisten Erkrankungsursachen nicht oder nur sehr schwer festzustellen. Dennoch muss aufgrund von epidemiologischen Studien davon ausgegangen werden, dass Luftschadstoffe die Wahrscheinlichkeit von Atemwegs- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen erhöhen.

CO₂-Emissionen, die relativ konstant geblieben sind, konnten aber die von ihm ausgehenden Luftschadstoffe (wie Stickstoffoxide, Feinstäube und weitere Schadstoffe) seit 1990 deutlich und kontinuierlich reduziert werden (Abbildung 2). Angesichts der im gleichen Zeitraum beträchtlich gewach-

senen Verkehrsmenge ist dies ein beachtlicher Erfolg. Um die Luftqualitätswerte einhalten zu können, sind jedoch weitere Reduktionen notwendig. In vielen deutschen Städten werden die Grenzwerte für Luftschadstoffe überschritten¹¹, es kommt zu gerichtlich verordneten Fahrverboten.

Abbildung 2: Emissionsentwicklung aus dem Verkehrssektor 1990–2016 (2000=100)



Quelle: UBA 2018b. *leichtflüchtige organische Verbindungen ohne Methan

Laut Branchenvertretern sind die technologischen Voraussetzungen für eine weitere Reduktion des Ausstoßes von Luftschadstoffen bei Diesel- und Benzinmotoren bereits vorhanden. Im Mai 2018¹² hat beispielsweise der Bosch-Konzern eine neue Dieselmotortechnologie vorgestellt, die den Ausstoß von Stickoxiden unter „Real Driving Emissions-Bedingungen“ (RDE) um den Faktor zehn gegenüber dem ab 2020 geltenden Grenzwert¹³ senken könnte. Diese neue Abgastechologie solle den Kraftstoffverbrauch nicht erhöhen, höhere CO₂-Emissionen seien also nicht zu erwarten.

Verkehrssicherheit immer noch unzureichend

Von unserem Verkehrssystem gehen nach wie vor erhebliche Unfallgefahren aus. Die meisten Unfälle ereignen sich im Straßenverkehr. Insgesamt nehmen diese Unfälle durch das gesteigerte Verkehrsaufkommen der letzten Jahre zu. 2017 gab es in Deutschland über 2,6 Mio. Verkehrsunfälle.

Bei rund 300.000 Unfällen wurden Menschen verletzt, in 66.000 Fällen gab es Schwerverletzte. Die Zahl der Verkehrstoten ging zwar in den letzten Jahren kontinuierlich zurück, jedoch kommen jährlich immer noch mehr als 3.000 Menschen im Straßenverkehr ums Leben.¹⁴

In den öffentlichen Diskussionen um ein besseres Verkehrssystem spielt die Verkehrssicherheit oftmals nur eine untergeordnete Rolle. Das Unfallgeschehen auf Deutschlands Straßen und das damit verbundene vielfache Leid wäre Anlass genug über eine Modernisierung des Verkehrssystems nachzudenken.

Staus

Weltweit steigt das Individual- und Güterverkehrsaufkommen, dies gilt auch für Deutschland und Europa (Abbildung 3a und 3b). Ca. 80 Prozent des Verkehrs finden auf der Straße statt.

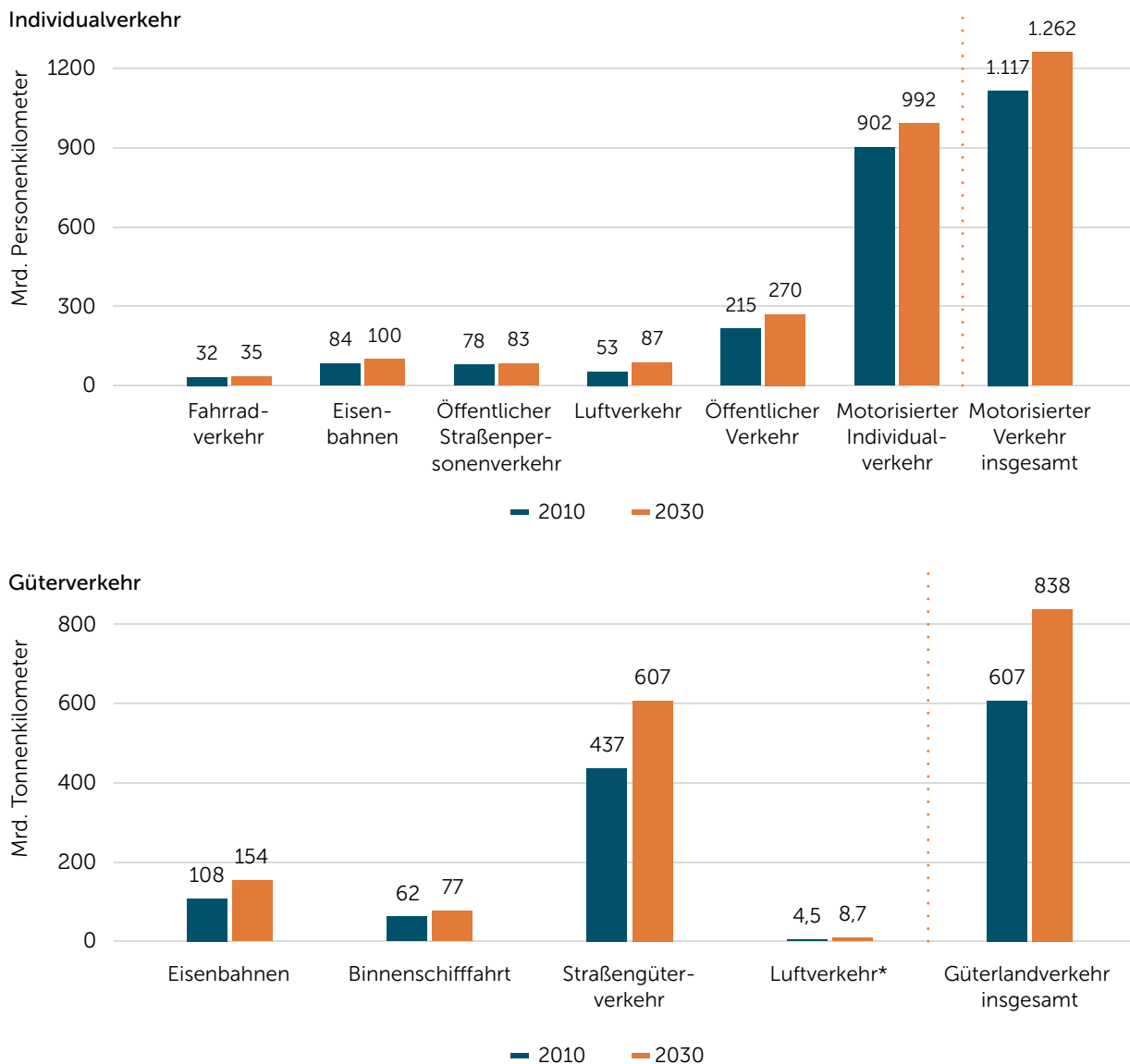
¹¹ 2017 wurden nach Angaben des Umweltbundesamt die geltenden Grenzwerte in 65 Städten überschritten.

¹² Robert Bosch GmbH, Pressemitteilung vom 25.4.2018

¹³ UBA – Luftreinhaltung in der EU

¹⁴ Destatis 2018a

Abbildung 3: Verkehrsleistung nach Verkehrsträgern in Deutschland – Prognose 2010–2030



Quelle: Eigene Darstellung nach BMWi 2017

* in 1.000 t.

Verkehrsstaus belasten die Fahrer, bewirken einen höheren Ausstoß von CO₂ und Schadstoffen und verursachen durch Zeitverluste hohe ökonomische Kosten. Das Beratungsunternehmen Inrix hat in der Staufstudie „Traffic Scorecard 2017“¹⁵ das Stauaufkommen in 38 Ländern und 1.360 Städten untersucht. Demnach entstanden 2017 allein durch die Staus in den fünf staureichsten deutschen Städten¹⁶ Kosten in Höhe von 16,4 Mrd. Euro.¹⁷ Für ganz Deutschland errechnet die Studie durchschnittliche Kosten von 1.770 Euro pro Autofahrer und Jahr, vor allem durch Produktivitätsverluste. Jeder deutsche Autofahrer steht im Schnitt jährlich 30 Stunden im Stau.

Nahverkehr, Bahnverkehr und Güterverkehr – Nur noch wenig Reserven

Doch nicht nur das Verkehrssystem Straße stößt an Kapazitätsgrenzen. In den Ballungszentren und Metropolen haben auch die schienengebundenen Nah- und Fernverkehre Probleme, die wachsende Zahl von Fahrgästen zu bewältigen¹⁸ (Abbildung 4). Im überregionalen Bahnverkehr führt das wachsende Passagier- und Güteraufkommen zu Kapazitätsengpässen und Verspätungen. Eine von vielen Experten geforderte Verlagerung des Güterverkehrs von der Straße auf die Schiene ist bei der derzeitigen Schieneninfrastruktur nur begrenzt machbar. Erst mit massiven

¹⁵ Inrix Global Traffic Scorecard 2017

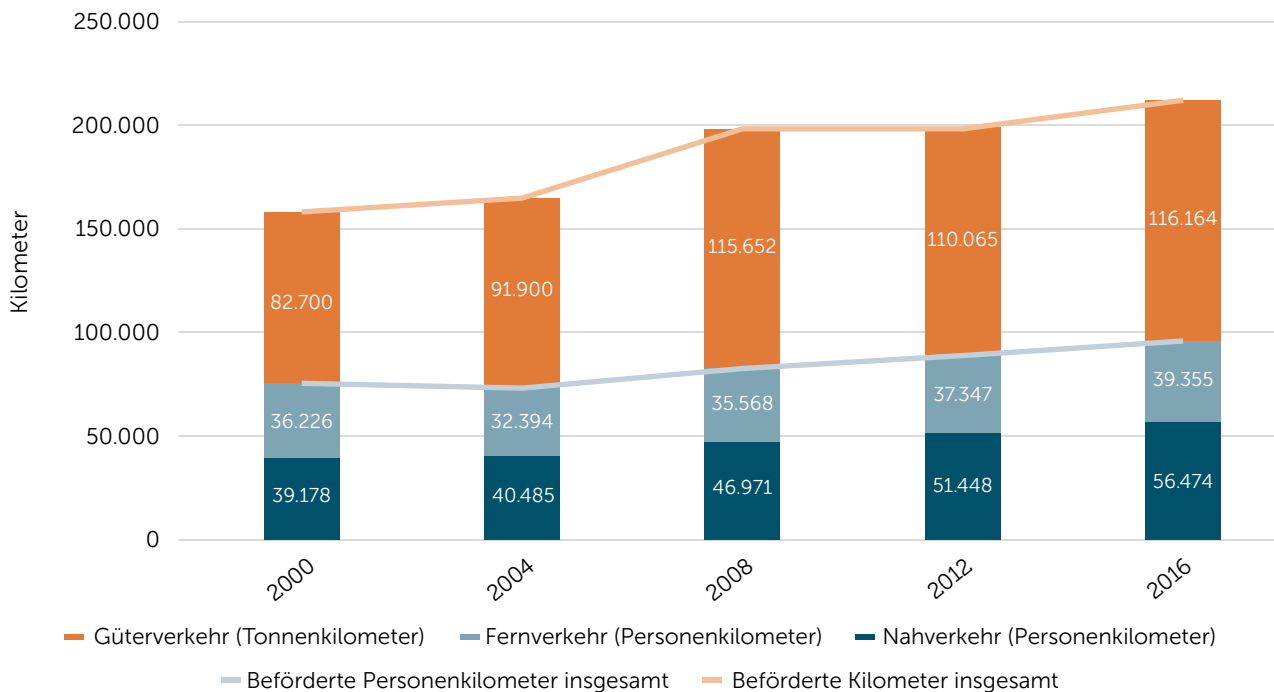
¹⁶ Nach Inrix waren dies 2016 München, Heilbronn, Köln, Stuttgart und Hamburg, gemessen an der Wartezeit in Stoßzeiten in Stunden.

¹⁷ Direkte und indirekte Kosten. Zur Berechnung siehe die deutsche Fassung des INRIX Global Traffic Scorecard, 2018, S. 4 ff

¹⁸ ÖPNV-Bilanz 2017, Verband Deutscher Verkehrsunternehmen e. V. (VDV)

Investitionen in die Schieneninfrastruktur und die Modernisierung der Bahnen insgesamt könnte der Bahnverkehr einen deutlich größeren Anteil am Verkehrsaufkommen gewinnen (These 6).¹⁹

Abbildung 4: Von der Bahn beförderte Personen und Güter, Mio. Kilometer Nah- und Fernverkehr



Quelle: Eigene Darstellung nach BMWi 2017

Unzureichende Investitionen und personelle Engpässe bei Planungs- und Bauvorhaben

Hinzu kommt, dass in vielen Ländern in Europa und besonders auch in Deutschland lange Jahre zu wenig in Erhaltung und Modernisierung der Verkehrsinfrastruktur investiert wurde. Fehlende Planungs- und Baukapazitäten, insbesondere der öffentlichen Hand, werden nun zum Engpass.

Eine nachhaltige Verkehrswende erfordert daher eine neue Dimension von Investitionen. Das von den Bundesländern 2017 vorgestellte „Nationale Investitionsprogramm Mobilität“²⁰ fordert zusätzlich 50 Mrd. Euro für die nächsten zehn Jahre. Rund 80 Prozent davon wären für den öffentlichen Personennahverkehr. Die individuelle Mobilität wird in diesem Programm lediglich mit 750 Mio. Euro pro Jahr bedacht, die dem Ausbau der Ladeinfrastruktur für die Elektromobilität dienen sollen. Andere Studien gehen unter der Prämisse des Klimaschutzes von einem höhe-

ren Investitionsbedarf aus. Die Studie des BDI „Klimapfade für Deutschland“²¹ schätzt, dass im Verkehrssektor private und öffentliche Mehrinvestitionen in Höhe von rund 500 Mrd. Euro erforderlich sein werden, um bis 2050 die Treibhausgase um 80 Prozent zu reduzieren. Die 2015 von der Verkehrsministerkonferenz der Länder eingesetzte Kommission „Bau und Unterhaltung des Verkehrsnetzes“²² stellte einen Investitionsbedarf von 230 Mrd. Euro bis 2030 allein für den Ausbau der Verkehrsinfrastruktur und die technologische „Ertüchtigung“ fest, ohne dabei klimapolitische Ziele zu berücksichtigen. Allein für die „nachholende Sanierung“ aufgrund von Substanzverzehr wurden 45 Mrd. Euro veranschlagt.

Zukünftig wird es stärker darum gehen müssen, das Verkehrssystem nicht nur moderner, sondern auch intelligenter zu machen. Die Digitalisierung eröffnet neue Möglichkeiten: Unterschiedliche Verkehrsträger können besser vernetzt und unnötige Verkehrsaufkommen durch

¹⁹ Deutschland investiert unterdurchschnittlich in seine Schieneninfrastruktur. 2016 wurden pro Kopf 64 Euro investiert, in den Niederlanden waren es 133 Euro pro Kopf, in Österreich 198 Euro und in der Schweiz gar 378 Euro: Allianz pro Schiene.

²⁰ Verkehrsministerkonferenz 2017

²¹ Boston Consulting Group und Prognos AG 2018, S. 201

²² 2013 setzte die Verkehrsministerkonferenz der Länder (VMK) die Kommission „Nachhaltige Verkehrsinfrastrukturfinanzierung“ ein. Den Vorsitz hatte der ehemalige Bundesverkehrsminister Kurt Bodewig. Der Abschlussbericht der sogenannten Bodewig-Kommission I wurde im Herbst 2013 vorgelegt. 2016 wurde den Bericht erneuert: Kommission „Bau und Unterhaltung des Verkehrsnetzes“ (Bodewig-Kommission II) 2016.

bessere logistische Systeme vermieden werden. Auch in die Digitalisierung des Verkehrssystems muss verstärkt investiert werden.

Eine Verkehrswende ist unumgänglich

Die hier skizzierten Herausforderungen zeigen deutlich: Ein „weiter so“ in der Verkehrspolitik kann es nicht geben. Ein Umsteuern ist aus ökologischen Gesichtspunkten notwendig sowie aus Sicht der langfristigen Leistungsfähigkeit des Systems. Dies gilt nicht nur für Deutschland, sondern für die allermeisten Länder. Die Potenziale dafür sind vorhanden – insbesondere Deutschland und Europa verfügen über gute ökonomische und technologische Voraussetzungen für eine nachhaltige Verkehrswende, die ökologischen, ökonomischen und sozialen Anforderungen gerecht werden kann. Insbesondere die Digitalisierung bietet neue und zusätzliche Chancen, den Verkehr neu und effizienter zu organisieren sowie unnötigen Verkehr zu vermeiden. Der damit einhergehende Strukturwandel muss aktiv gestaltet werden. Alle beteiligten Akteure müssen präventiv und aktiv handeln. Gelingt dies, ergeben sich auch neue Chancen für die deutsche Industrie.

2. Die Verkehrswende ist auch eine Frage der sozialen Gerechtigkeit!

In der Diskussion um die notwendige Umgestaltung unseres Verkehrssystems darf die soziale Dimension nicht ausgeblendet werden. Räumliche Mobilität ist für Ausübung von Erwerbsarbeit und für die gesellschaftliche Teilhabe unerlässlich. Einkommensschwache Haushalte sind vielfach schon heute in ihrer räumlichen Mobilität eingeschränkt.

Mobilität und Demokratie

Räumliche Mobilität ist unverzichtbar, um am gesellschaftlichen Leben teilzunehmen. Sie ist eine Frage von Partizipation und sozialer Gerechtigkeit. Bis weit in das 20. Jahrhundert hinein waren Reisen ein Privileg von begüterten Bürgern und Adligen. Die meisten Arbeiter der Fabriken und Industrien hatten lange Fußwege, was ihre Arbeitstage noch mehr verlängerte. Erst mit technologischem Fortschritt, dem Ausbau der Verkehrsinfrastruktur und steigendem Einkommen wurden breitere Bevölkerungsschichten beruflich und privat mobil.

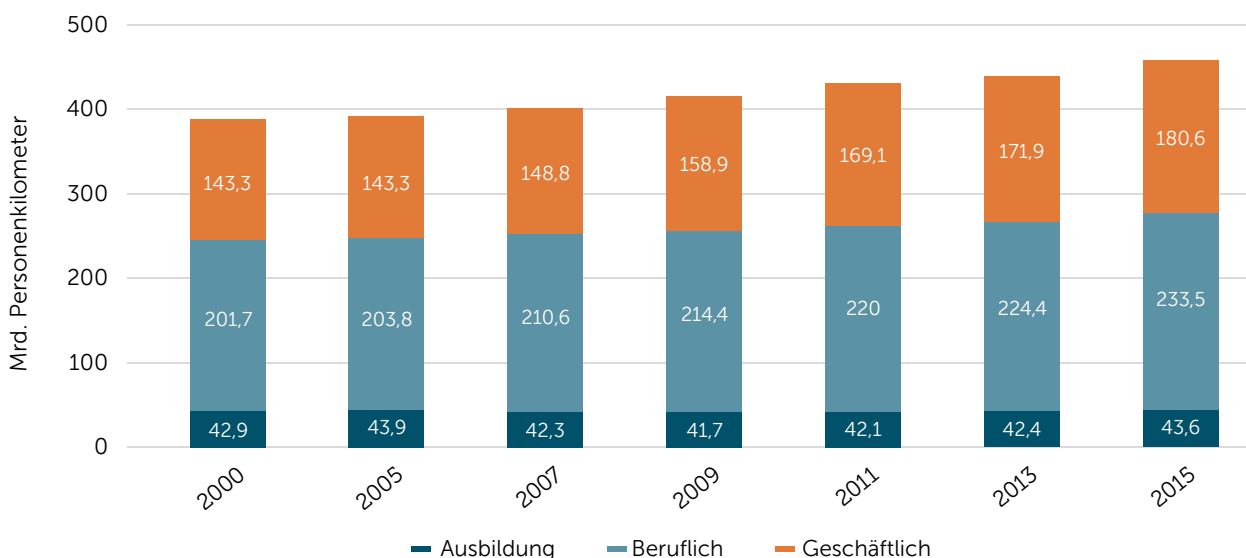
Heute kann es sich der Großteil der Bevölkerung in den ökonomisch entwickelten Staaten leisten, zu privaten und beruflichen Zwecken die vorhandenen Verkehrsmittel zu nutzen. Es ist sicher nicht falsch, von einer erfolgten De-

mokratisierung räumlicher Mobilität zu sprechen. Damit wird die Errungenschaft beschrieben, dass gesellschaftliche Teilhabe nicht mehr an der fehlenden Möglichkeit scheitert, größere räumliche Distanzen zu überwinden.

Es ist aber zu beachten, dass sich insbesondere einkommensschwache Haushalte auch heute längst nicht alle räumlichen Mobilitätswünsche und -notwendigkeiten erfüllen können. Abgesehen von Sonderangeboten sind Fernfahrten mit der Bahn für einkommensschwache Personen nur schwer finanzierbar. Eine Hin- und Rückfahrt Hamburg–München ist kaum unter 125 Euro zu bekommen. Die deutsche Bahn bietet keinerlei Vergünstigungen für Arbeitslosengeld II-Empfänger. Fernbusse sind eine Alternative, hier liegen die Kosten für die gleiche Strecke allerdings auch bei 50–60 Euro.

Die technologisch-sozioökonomische Entwicklung hat dazu geführt, dass Wohnort und Arbeitsplatz für immer mehr Menschen immer weiter auseinanderfallen (Abbildung 5). Dadurch steigt der beruflich bedingte Verkehr. Gleichzeitig nimmt der im Beruf ausgeübte Verkehr (Geschäftsverkehr) zu.

Abbildung 5: Beruflich und geschäftlich bedingter Personenverkehr in Deutschland



Quelle: BMWi Verkehr in Zahlen 2017/2018

Berufswege werden länger

Nach Angaben des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) war der Arbeitsweg der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten im Jahr 2016 im Durchschnitt knapp 17 km lang, 1999 waren es nur 14,6 km. Die Zahl der Pendler in Deutschland lag 2016 bei 18,4 Mio., rund 60 Prozent hatten einen langen Arbeitsweg.²³ Im Jahr 2000 waren es nur 53 Prozent. Zwar sind „lange Arbeitswege“ nicht einheitlich definiert, Befragungen von Pendlern zeigen aber, dass Zeiten von 50 Minuten und mehr (eine Strecke) mehrheitlich als gesundheitlich belastend empfunden werden. Auch die Zahl der Pendler, deren Weg zur Arbeit zu lang ist, um an einem Tag hin- und zurückfahren zu können, hat sich in den letzten Jahren kontinuierlich erhöht. Umfragen zeigen, dass lange Pendlerwege mit gesundheitlichen (einschl. psychischen) Belastungen und Gefährdungen verbunden sind.²⁴ Außerdem haben Fernpendler zusätzlichen finanziellen Aufwand.

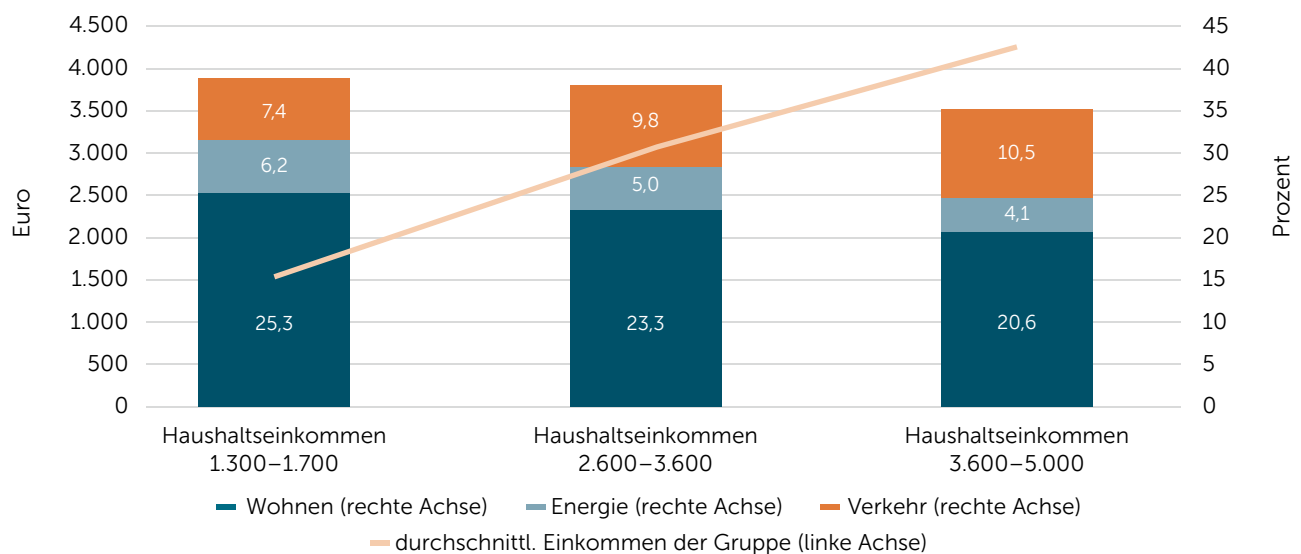
Lange Arbeitswege nehmen aus vielfältigen Gründen zu. Der Strukturwandel in der Wirtschaft dürfte eine Ursache sein: Unternehmen fordern mehr Mobilität von den Beschäftigten, etwa bei Fusionen oder wenn Betriebsteile verlegt werden. Ein weiterer Grund dürfte die Zunahme befristeter Arbeitsverträge sein. Durch sie scheidet ein Wohnortwechsel wegen fehlender Arbeitsplatzsicherheit oftmals aus. Auch die Annahme qualifizierterer und besser bezahlter Jobs erfordert es oft, mehr zu pendeln. Zusätzlich dürfte der Anstieg der Pendler auf den knappen Wohnungsraum und die daraus resultierenden Preissteigerungen für Miete und Wohnungseigentum zurückzuführen sein, die vielfach einen Umzug in die Nähe des Arbeitsplatzes scheitern lassen.

Nicht nur das Arbeitsleben erzwingt räumliche Mobilität. In ländlichen Räumen müssen die Menschen zunehmend weitere Wege in Kauf nehmen, um an sozialen und kulturellen Ereignissen teilnehmen zu können oder um ihre behördlichen Angelegenheiten zu regeln. So stellt ein Gutachten der Bundesregierung fest, dass „ländliche Räume, die von starkem Bevölkerungsrückgang und Alterung gekennzeichnet sind, häufig von einer Ausdünnung und Zentralisierung von Angeboten und Infrastrukturen betroffen sind.“²⁵ Die Bewohner ländlicher Räume müssen urbane Zentren aufsuchen, um ihre sozialen, kulturellen und konsumtiven Bedürfnisse erfüllen zu können.

Mobilitätskosten und Berufsleben

Private Haushalte wenden einen erheblichen Teil ihres Einkommens für die notwendige und gewünschte räumliche Mobilität auf. Nach Wohnen und Lebensmitteln sind die Ausgaben für die räumliche Mobilität eine große Kategorie im Budget der privaten Haushalte (Abbildung 6). Laut der laufenden Wirtschaftsrechnungen für Einkommen, Einnahmen und Ausgaben privater Haushalte des Statistischen Bundesamtes (LWR) gaben 2016 alle privaten Haushalte durchschnittlich 335 Euro pro Monat oder 13,5 Prozent des Haushaltseinkommens für Verkehr aus. Bei Haushalten mit Pkw kommen dazu noch die Beiträge für Kfz-Versicherung, 2016 waren dies monatlich 39 Euro im Durchschnitt. Damit brachten Haushalte mit Pkw durchschnittlich 15,8 Prozent ihres Nettohaushaltseinkommens für räumliche Mobilität auf.²⁶

Abbildung 6: Haushaltseinkommen und -Ausgaben 2016



Quelle: Eigene Darstellung nach Statistisches Bundesamt 2018

²³ Bundesinstitut für Bau, Stadt und Raumforschung 2017

²⁴ BAuA 2016; 2018

²⁵ Bundesregierung 2016, S. 22

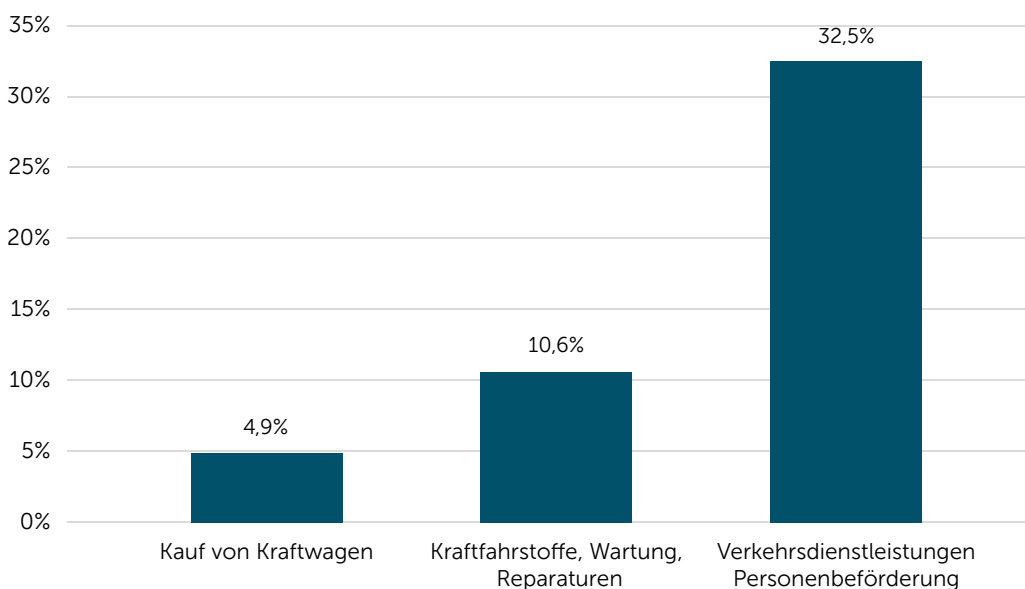
²⁶ Statistisches Bundesamt 2018

Allerdings verteilen sich diese Kosten unterschiedlich auf die verschiedenen Haushalte. Wie in Abbildung 6 dargestellt, wenden ärmere Haushalte einen größeren Teil ihres Einkommens für Wohnen, Energie und Verkehr auf als wohlhabende. Der Verkehrsanteil steigt aber mit dem Einkommensniveau, was zeigt, dass Mobilität ein begehrtes Gut ist. Darüber hinaus haben beispielsweise Arbeitnehmerhaushalte gegenüber allen Haushaltstypen (zum Beispiel Rentnerhaushalten) durch ihre Fahrten zur Arbeitsstätte deutlich höhere Aufwendungen. Inklusive der Ausgaben für die Kfz-Versicherung bezahlten sie 2016

monatlich im Durchschnitt 476 Euro für ihre räumliche Mobilität.²⁷

Bislang werden diese Ausgaben stark von den Kosten für den Unterhalt eines privaten Fahrzeuges geprägt. Der Umstieg vom Pkw auf öffentliche Verkehrsträger wie Bus und Bahn wird nicht zuletzt auch dadurch erschwert, dass die Preise der öffentlichen Verkehrsmittel schneller gewachsen sind als die Ausgaben für den Pkw-Verkehr (Abbildung 7).

Abbildung 7: Preisentwicklung des öffentlichen und privaten Verkehrs 2007–2017



Quelle: Destatis 2018b

Arbeitnehmer, die mit dem Auto zur Arbeit fahren, sind steuerlich privilegiert gegenüber Arbeitnehmern, die Fahrräder, Motorräder oder öffentliche Verkehrsmittel nutzen. Letztere können maximal 4.500 Euro im Jahr angeben, während beim Auto darüber hinausgehende Kosten geltend gemacht werden können. Aus diesem Grund wäre eine Umwandlung der Pendlerpauschale in ein verkehrsträgerneutrales Mobilitätsgeld – wie das zum Beispiel der Deutsche Gewerkschaftsbund fordert²⁸ – sinnvoll, um mehr Anreize dafür zu schaffen, vom Auto auf andere Verkehrsträger umzusteigen. Da der öffentliche Personenverkehr nur eingeschränkt leistungsfähig ist, ist jedoch ein Umstieg vielfach noch unmöglich oder mit erheblichen Einschränkungen verbunden.

Mobilität und einkommensschwache Haushalte²⁹

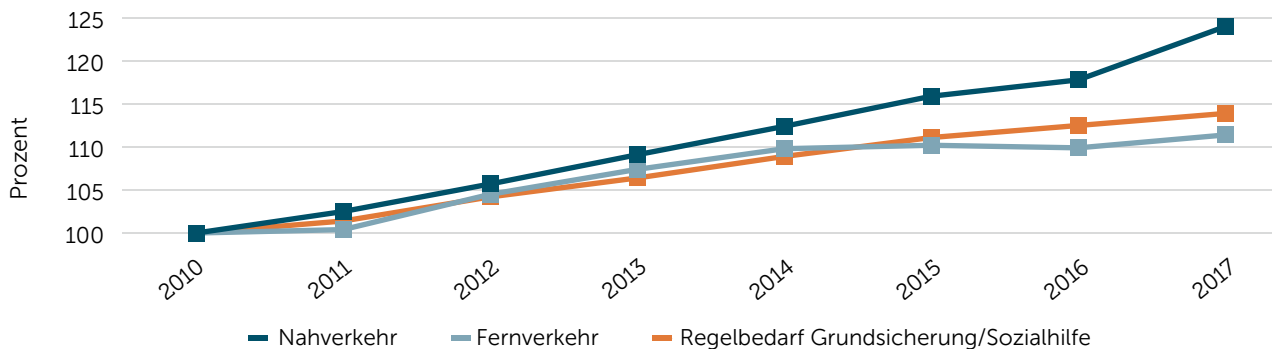
Besonders Haushalte mit geringem Einkommen und solche, die teilweise oder ausschließlich auf staatliche Transferleistungen angewiesen sind, sind aus Kostengründen in ihrer Mobilität eingeschränkt. In aller Regel können diese Haushalte ihre Mobilitätsanforderungen nur zu Fuß, mit dem Fahrrad oder den öffentlichen Verkehrsmitteln erfüllen. Dass die Kosten für den öffentlichen Nahverkehr stärker gestiegen sind als die sozialen Transferleistungen, schränkt die Mobilität weiter ein.

²⁷ Statistisches Bundesamt 2018, S. 21

²⁸ DGB 2017; DGB Bundesvorstand 2018

²⁹ Da der Armutsbegriff sowohl politisch als auch wissenschaftlich umstritten ist, wird im Folgenden überwiegend der Begriff „einkommensschwache Personen“ verwendet. Darunter werden Personen mit einem Einkommen von unter 60 Prozent des nationalen Medianeinkommens verstanden (nach Brenke 2018).

Abbildung 8: Preisentwicklung Eisenbahnverkehr im Vergleich mit Grundsicherung/Sozialhilfe (2010=100)



Quelle: Eigene Berechnungen nach Destatis 2018b

Der Bezug zwischen räumlicher Mobilität und Armut wird bislang in der politischen Debatte und in der Armutsforschung in Deutschland kaum thematisiert. Einkommensschwache Menschen ohne räumliche Mobilität sind von Bildungszugängen und Arbeitsmärkten ausgeschlossen. Betroffene empfinden es in der Regel als ausgrenzend, wenn sie sich nicht selbstbestimmt an einen anderen Ort begeben können. Darüber hinaus verhindert die fehlende räumliche Mobilität auch die Chancen, persönlichkeitsfördernde Eindrücke und Erfahrungen zu sammeln. In Deutschland dürften davon insbesondere Arbeitslosengeld II-Leistungsempfänger betroffen sein: Die zur Festsetzung der Gesamthöhe der Regelsätze verwendeten bedarfsrelevanten Verbrauchsausgaben sehen bei einem Einpersonenhaushalt Ausgaben von 32,90 Euro³⁰ im Monat für den Verkehr vor. Reisen im eigentlichen Sinne ist für diese Haushalte kaum möglich.

Während in den angelsächsischen Ländern diese Zusammenhänge politisch und wissenschaftlich schon seit längerem diskutiert werden, etwa unter Begriffen wie „transport poverty“ oder „transport disadvantage“³¹, steht die Debatte in Deutschland erst am Anfang. Besonders gravierend ist, dass empirische Untersuchungen darüber fehlen, wie sich fehlende Mobilitätsmöglichkeiten gekoppelt mit Einkommensarmut auf Bildungschancen, Beschäftigungsmöglichkeiten und die Gesundheit der Betroffenen auswirken.

Mobilitätsarmut trifft Verkehrsarmut

Verschärft wird die Mobilitätsarmut, wenn sie mit Verkehrsarmut einhergeht. Letztere bedeutet, dass Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsträger fehlen. Davon sind besonders Menschen in ländlichen und wirtschaftsschwachen Regionen betroffen. Die einzige Möglichkeit, um räumlich mobil zu sein, wäre es, die Straße mit dem privaten Pkw zu nutzen. Angesichts der Regelsätze für Sozialleistungen in

Deutschland (Hartz-IV) dürften aber ärmere Haushalte auf Dauer kaum in der Lage sein, den Unterhalt eines Pkw zu finanzieren. Manche deutschen Städte bieten sogenannte Sozialtickets für den öffentlichen Nahverkehr an, die vergünstigte Fahrten für Hartz-IV-Empfänger ermöglichen. Sie sind jedoch eine freiwillige Leistung und viele Städte und Gemeinden lehnen sie aufgrund mangelnder finanzieller Ausstattung ab.

Einkommensschwachen Haushalten mehr Mobilität ermöglichen

Eine Politik mit dem Ziel einer Verkehrswende muss einkommensschwache Personen und Haushalte angemessen berücksichtigen. Bundes- und Landespolitik müssen Einfluss auf die Tarifgestaltung nehmen und die entsprechenden rechtlichen und finanziellen Rahmenbedingungen schaffen, damit kommunale und nationale Verkehrsträger einkommensschwache Personen in ihren Tarifen stärker berücksichtigen. Unter der Prämisse, dass in modernen Gesellschaften die Ausübung räumlicher Mobilität unverzichtbar ist, um gesellschaftliche Partizipation zu ermöglichen und die Chancen auf Erwerbsarbeit zu verbessern, sind für einkommensschwache Personen Sozialtickets nicht nur für den öffentlichen Nahverkehr, sondern auch für den öffentlichen Fernverkehr einzuführen. Das Sozialticket könnte in einen Rechtsanspruch für einkommensschwache Personen umgewandelt werden und das Recht auf ermäßigte Tickets für Fernreisen umfassen. Vorstellbar wäre es, die Preise progressiv zu gestalten: Mit steigendem Einkommen stiege der Preis entsprechend.

Die Situation von einkommensschwächeren Haushalten, Arbeiterhaushalten sowie Berufspendlern muss bei einer möglichen Umgestaltung der geltenden Besteuerung im Verkehrssektor mit dem Ziel, den Preis für CO₂-Ausstoß zu erhöhen, berücksichtigt werden (These 8).

³⁰ Wissenschaftliche Dienste des Deutschen Bundestag 2018

³¹ Bereits im Jahr 2000 hatte in Großbritannien die Labour-Regierung das Thema im Rahmen des Programmes „Social Exclusion Unit“ aufgegriffen. Ein Überblick über die damalige angelsächsische wissenschaftliche Diskussion findet sich in Graham et al. 2011.

3

3. Ein umwelt- und klimafreundliches Verkehrssystem darf nicht zulasten der Volkswirtschaftlichen Leistungsfähigkeit gehen.

Verkehrsdienstleistungen und die Fahrzeugherstellung sind zentrale Säulen unserer Volkswirtschaft. Sie garantieren den in modernen Volkswirtschaften unerlässlichen Transport von Personen und Gütern. Außerdem generieren sie hohe Beschäftigung und Wertschöpfung. Sie beschäftigen in Deutschland rund vier Mio. Menschen direkt sowie zahlreiche Menschen indirekt und induziert.

Transportleistung

Moderne Volkswirtschaften sind hochgradig arbeitsteilig und vielfältig verflochten, was zu einem hohen Transportbedarf führt. Gerade Deutschland, in der Mitte Europas und mit hohem Transitverkehr, ist auf ein leistungsfähiges Verkehrssystem angewiesen. Dies gilt besonders für seine Industrie mit ihren tiefen Wertschöpfungsketten. Die Vorleistungs- und Zwischenprodukte müssen zu Investitions- und Konsumgüterproduzenten transportiert und die erzeugten Waren und Güter vielfach exportiert werden.

Die entstehenden Transportleistungen sind enorm. Man kann darüber streiten, ob der erreichte Grad der Arbeitsteilung, der in der Regel mit einer zunehmenden räumlichen Trennung der einzelnen Wertschöpfungsprozesse einhergeht, zu weit getrieben wurde. Verkehrspolitisch betrachtet haben die Outsourcing- und Verlagerungsprozesse mehr Verkehr bewirkt. Eine nachhaltige Verkehrswende muss deshalb sicherlich auch dafür sorgen, Verkehr zu vermeiden – durch intelligente Lenkungsinstrumente und eine bessere Raumordnungspolitik, die regionale und örtliche Wertschöpfungsprozesse stärkt.

Sie darf jedoch nicht die heute bestehenden und funktionierenden industriellen Wertschöpfungsketten in Deutschland gefährden. Mögliche Maßnahmen müssen vorab auf ihre Auswirkungen auf die volkswirtschaftliche Leistungsfähigkeit geprüft werden.

Beschäftigung und Wertschöpfung

Um die wirtschaftliche Dimension des Clusters Verkehr³² zu erschließen, ist eine Unterscheidung zwischen Dienstleistungen und produzierendem Gewerbe hilfreich. Zunächst einmal ist das Verkehrssystem selbst ein bedeutender Wertschöpfer. Die im Bereich Verkehr und Verkehrsdienstleistungen tätigen Unternehmen erwirtschafteten 2015 einen Umsatz von etwas über 314 Mrd. Euro und beschäftigten rund 2,2 Mio. Menschen.³³

Die Herstellung von Fahrzeugen für den Straßenverkehr spielt eine herausragende Rolle für deutsche Volkswirtschaft und Industrie. 2016 hatte sie über 828.000 Beschäftigte, die einen Umsatz von fast 407 Mrd. Euro erwirtschafteten. Hinzu kommen noch ca. 120.000 Beschäftigte der deutschen Eisenbahnindustrie und des Flugzeugbaus. Zusammen mit den Zulieferbranchen ist die Fahrzeugherstellung hinsichtlich Wertschöpfung und Beschäftigung das tragende Element der deutschen Industrie. Rechnet man noch die Bereiche hinzu, die rund um den bestehenden Fahrzeugbestand und die Verkehrsträger tätig sind, kann von über vier Millionen Beschäftigten ausgegangen werden. Tabelle 1 macht diese Zusammenhänge deutlich.

Jedoch berücksichtigen die dargestellten Beschäftigtenzahlen nicht die indirekten und induzierten Beschäftigungseffekte des Clusters „Verkehr“.³⁴ Zahlreiche Branchen, etwa die Stahl- und Chemieindustrie oder die Kunststoffverarbeitung, aber auch viele Dienstleistungsbranchen, weisen enge Verbindungen zu den Fahrzeugherstellern, den Erstellern von Verkehrsinfrastruktur und den Verkehrsdienstleistern auf. Diese Branchen sind oft in hohem Maße, wenn auch in unterschiedlicher Stärke, von der Fahrzeugproduktion abhängig.

³² Unter Cluster „Verkehr“ werden hier alle wirtschaftlichen Tätigkeiten verstanden, die räumliche Mobilität ermöglichen.

³³ Destatis 2015; BMWi geht von ca. 1,7 Mio. Beschäftigten im Verkehrssektor aus: BMWi 2017

³⁴ Es fehlen hier beispielsweise der Wirtschaftszweig Mineralölverarbeitung und der Großhandel mit Mineralölzeugnissen, weil diese nicht nur dem Cluster „Verkehr“ zuliefern, sondern auch anderen Wirtschaftszweigen, z. B. Chemie.

Tabelle 1: Beschäftigung und Wertschöpfung des Verkehrssektors

Teilbereich	Beschäftigte, 2016	Bruttowertschöpfung in Mrd. Euro, 2016
Kraftwagen und Kraftwagenteile	844.334	107.044
Sonstige Fahrzeuge (Schienen- und Luftfahrzeuge sowie Spezialfahrzeuge)	121.170	12.782
Bau von Straßen und Bahnverkehrstrecken, Brücken- und Tunnelbau	74.690	5.651
Handelsleistungen mit KFZ, Instandhaltung und Reparatur KFZ	862.809	44.127
Einzelhandel mit Motorenkraftstoffen	30.497	5.453
Landverkehrs- und Transportleistungen (ohne Rohrfernleitungen)	933.268	72.904
Schifffahrt	31.787	4.259
Luftfahrtleistungen	65.958	3.312
Lagereileistungen, sonstige Dienstleistungen für den Verkehr	753.431	41.430
Post-, Kurier- und Expressdienstleistungen	544.333	15.604
Vermietung von Kraftfahrzeugen	33.000	6.617
Summe	4.295.277	307.113

Quelle: Eigene Berechnungen nach Destatis 2018c; 2018d

Ältere Input-Output-Analysen für die Fahrzeugindustrie ergaben für die mittelbaren Beschäftigungseffekte einen Faktor von 2,2.³⁵ Wendet man diesen Faktor an, dürften in Deutschland etwa 2 Mio. weitere Arbeitsplätze, somit insgesamt über 3 Mio. Arbeitsplätze, direkt, indirekt oder induziert von der Fahrzeugproduktion abhängig sein.³⁶ Es spricht einiges dafür, dass der Faktor durch die Auslagerungsprozesse der Fahrzeughersteller an die Zulieferer noch weiter gestiegen sein dürfte.

Zudem spielt der Fahrzeugsektor eine große Rolle für die Innovationsfähigkeit Deutschlands. Die Fahrzeughersteller wenden viel für Forschung und Entwicklung auf und haben diese Ausgaben in den letzten Jahren überproportional zu anderen Branchen gesteigert. Im Jahr 2016 lagen die FuE-Aufwendungen bei insgesamt 21,9 Mrd. Euro, was etwa ein Drittel der gesamten unternehmerischen FuE-Ausgaben ausmacht. Es arbeiteten 114.000 Beschäftigte der Fahrzeughersteller in den Bereichen Forschung und Entwicklung.³⁷

Neue Wertschöpfung, Verkehrsmuster und Geschäftsmodelle

Durch die aktuell weltweit gute und langandauernde Konjunktur sind im deutschen Automobilbau die Umsatz- und Beschäftigungszahlen in den letzten Jahren kontinuierlich gewachsen. Dennoch stehen die Fahrzeugindustrie

und ihre Zulieferer vor gravierenden Herausforderungen: Internationale und europäische Klimaschutzabkommen erfordern emissionsärmere Antriebstechnologien, der ökologisch bedingte Strukturwandel in der Branche steht damit unmittelbar bevor. In den Segmenten Personenkraftfahrzeuge und leichte Nutzfahrzeuge werden sich allmählich batteriegetriebene Antriebe durchsetzen (These 5), deren Herstellung mit deutlich weniger Komponenten und Aufwand möglich ist (Tabelle 2).

Damit dürften Teile der Wertschöpfung und Beschäftigung im Bereich der Herstellung von Verbrennungsmotoren schon kurzfristig unter Druck geraten. Laut einer aktuellen Studie des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB)³⁸ zu den Beschäftigungseffekten einer Elektrifizierung des Verkehrs ist kurz- und mittelfristig ein Netto-Beschäftigungszuwachs zu erwarten. Dies ergibt sich durch die notwendigen Investitionen der Autobranche, die Bauinvestitionen in die Ladeinfrastruktur und die Neuausrüstung des Stromnetzes. Längerfristig könnten aber die Beschäftigungseffekte einer Elektrifizierung des Verkehrs negativ ausfallen, insbesondere wenn beispielsweise größere Teile der Wertschöpfung – z. B. die Batterieherstellung – ins Ausland verlegt werden.

³⁵ Legler et al. 2009

³⁶ Rechnet man die Beschäftigtenzahlen der Hersteller der Schienenfahrzeuge, Luftfahrzeuge und Schiffe dazu, fällt die Beschäftigung noch höher aus.

³⁷ Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft e. V. 2017

³⁸ IAB 2018

Tabelle 2: Technologische Veränderungen im Fahrzeugbau durch die Elektromobilität

Was fällt weg?	Was wird stark verändert?	Was kommt hinzu?
<ul style="list-style-type: none"> - Verbrennungsmotor mit Motorblock, Kolben, Dichtungen, Ventilen, Nockenwelle, Ölwanne, Ölfilter, Lager etc. - Einspritzanlage - Abgasanlage - Tanksystem - Kupplung - Nebenaggregate wie Ölpumpe, Turbolader, Lichtmaschine 	<ul style="list-style-type: none"> - Getriebe - Radaufhängung - Kraftübertragung - Klimaanlage/Heizung - Kühlwasserpumpe - Wärmedämmung 	<ul style="list-style-type: none"> - Elektromotor und weitere Antriebssysteme - Batteriesystem mit Akkumulator, Leistungselektronik, Batteriemanagementsystem, Ladegerät (Plug-In), DC/DC-Wandler

Quelle: Diez 2017

Auch die Digitalisierung verändert traditionelle Wertschöpfungsketten und Geschäftsmodelle. Zunehmend finden assistenzbasierte und teilautonome Fahrsysteme Eingang in die Fahrzeugtechnik. Werden sie untereinander vernetzt und mit standortbasierten Leitsystemen kombiniert, können Fahrzeuge und Fahrzeugflotten effizienter gelenkt und einzelne Fahrzeuge (teilautonom) bewegt werden. Car-Sharing und neue Mobilitätskonzepte wie Ride-Pooling (bspw. Uber oder das von VW entwickelte Konzept Moia) wurden auch erst durch die Digitalisierung möglich.

Diese durch die Digitalisierung ermöglichte informatorische Vernetzung und Elektrifizierung der Fahrzeuge erhöht den Wertschöpfungsanteil von Software, Elektronik³⁹ und elektrischen Komponenten deutlich. Noch ist nicht geklärt, ob deutsche Fahrzeughersteller und Zulieferer diese neuen Komponenten erbringen werden. Bislang sind sie in der klassischen Fahrzeugherstellung weltweit mit an der Spitze, selbst bei den heute schon in Fahrzeugen vorhandenen elektronischen und teildigitalisierten Systemen. Treiber dieser neuen Entwicklung sind aber nicht deutsche und europäische Fahrzeughersteller, sondern amerikanische Technologieunternehmen sowie zunehmend auch chinesische Konzerne. Wettbewerber aus anderen Wirtschaftszweigen, wie Apple und Google, drängen mit neuen internetbasierten Geschäftsmodellen in den Mobilitätssektor. Es ist möglich, dass sich diese Unternehmen einen wachsenden Wertschöpfungsanteil an der Fahrzeugproduktion sichern.

Die fortschreitende Digitalisierung durchdringt auch die interne Organisation der Unternehmen. Die damit erzielten Produktivitätsfortschritte erhöhen den Druck auf die Beschäftigung. Die von der IG Metall angestoßene Studie ELAB 2.0 kommt zum Ergebnis, dass durch veränderte

Antriebe und Produktivitätssteigerungen bis 2030 zwischen 74.000 und 125.000 Arbeitsplätze verloren gehen könnten. Dabei sind zwei Drittel des Arbeitsplatzabbaus auf Produktivitätssteigerungen zurückzuführen und ein Drittel auf den veränderten Antrieb.⁴⁰ Auch die oben zitierte IAB-Studie geht längerfristig von knapp 114.000 Arbeitsplätzen (davon 83.000 direkt im Fahrzeugbau) aus, die bis 2035 durch die Umstellung auf Elektrofahrzeuge verloren gehen könnten.

Die deutschen und europäischen Fahrzeughersteller sind also sowohl aus wirtschaftlichen als auch arbeitspolitischen Gründen dringend aufgefordert, die neuen Technologien (Hard- und Software) und Mobilitätsdienstleistungen stärker in ihre Wertschöpfungsketten zu integrieren. Es stellt sich auch die Frage, ob die Fahrzeughersteller nicht die für die neuen Mobilitätsdienstleistungen notwendigen Plattformen betreiben sollten.

Die deutsche Automobilindustrie besitzt die technologischen Potenziale sowie die Innovationskraft, diese umweltpolitischen und technologischen Herausforderungen zu meistern. Allerdings muss sie bereit sein, ihre defensive Strategie zur Verhinderung notwendiger Klimaschutz- und Umweltregulierung aufzugeben. Deutsche Fahrzeughersteller werden ihre starke Stellung – sowohl auf dem europäischen als auch auf dem internationalen Markt – nur behaupten können, wenn sie die ökologischen und wettbewerblichen Herausforderungen offensiv angehen. Dafür müssen sie ihre Geschäftsmodelle und Wertschöpfungsketten modernisieren und erweitern.

Angesichts der überragenden wirtschaftlichen Bedeutung des Fahrzeugsektors und der Verkehrsdienstleistungen für die deutsche Volkswirtschaft muss die notwendige Transformation des Verkehrssystems entsprechend vor-

³⁹ Bspw. Sensoren, die für das (teil)autonome und assistenzgestützte Fahren erforderlich sind.

⁴⁰ IAO et al. 2018

ausschauend geplant und genau hinsichtlich ihrer möglichen Effekte geprüft werden. In einem ersten Schritt geht es darum, den wirtschaftlich bedingt weiterwachsenden Verkehr durch mehr Effizienz und intelligente sowie besser vernetzte Systeme klima- und umweltfreundlicher zu gestalten. Dazu gehören auch die Verbesserung und Vernetzung der logistischen Systeme der Unternehmen, um den Verkehrsaufwand so gering wie möglich zu halten.

In einem zweiten Schritt müssen Güter und Waren, die bislang auf schweren Nutzfahrzeugen transportiert werden, auf Schiene und Binnenschifffahrtwege verlagert werden. Diese Maßnahmen sind mit den niedrigsten CO₂-Vermeidungskosten verbunden. Da die heute zur Verfügung stehenden Kapazitäten begrenzt sind, muss die Infrastruktur für Schiene und schiffbare Wasserwege deutlich ausgebaut bzw. reaktiviert werden (These 6).

Drittens ist für die erfolgreiche Verkehrswende und für die Transformation des Fahrzeugsektors eine neue Dimension von industriepolitischer Unterstützung notwendig (These 7).

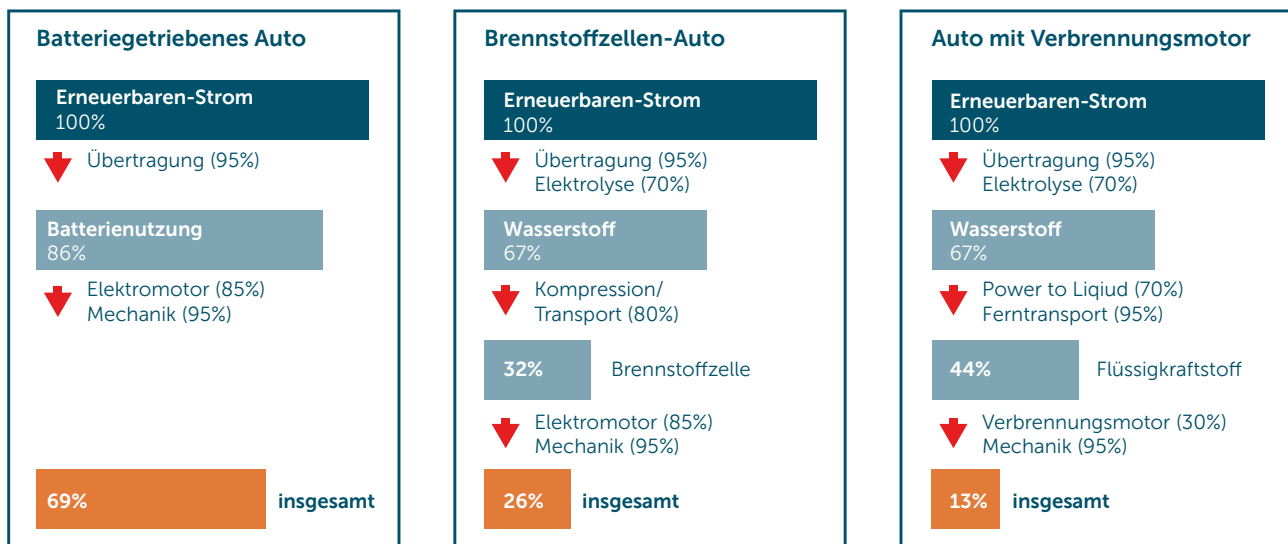
4. Eine effiziente Verkehrswende braucht Technologieoffenheit.

Im motorisierten Personenverkehr auf der Straße wird die Elektrifizierung der Fahrzeuge in nächster Zeit schnell an Dynamik gewinnen. Die für eine nachhaltige Verkehrswende erforderlichen weiteren alternativen Antriebstechnologien und Kraftstoffe dürfen regulatorisch nicht vernachlässigt werden. Forschungspolitik und Anreizprogramme sind technologieoffen zu gestalten.

Batterieelektrische Antriebe werden bei Pkw und leichten Nutzfahrzeugen schon bald eine wichtige Rolle spielen

und einen größeren Anteil bei den Neuzulassungen erlangen.⁴¹ Gegenüber den heute gebräuchlichen Formen von Verbrennungsmotoren haben sie eine Reihe von Vorteilen. An erster Stelle ist ihr Wirkungsgrad höher als bei anderen Antriebstechnologien (Abbildung 9). Zudem haben sie weniger bewegliche Komponenten und einen entsprechend geringeren Reparatur- und Wartungsaufwand. Stammt der für Herstellung und Betrieb notwendige Strom aus erneuerbaren Quellen, verursacht das batterieelektrisch angetriebene Fahrzeug keine CO₂-Emissionen (letzteres gilt auch für wasserstoffbasierte Antriebstechnologien).

Abbildung 9: Einzel- und Gesamtwirkungsgrade von Pkw mit unterschiedlichen Antriebskonzepten, ausgehend von erneuerbar erzeugtem Strom



Quelle: Agora Verkehrswende et al. 2018 (Hinweis: Einzelwirkungsgrade in Klammern, Das Schaubild bildet den gegenwärtigen Stand der Technik ab.)

Ein weiterer Vorteil ist, dass elektrische Antriebe keine Stickoxide emittieren und weniger Lärm verursachen. Das Problem des Feinstaubes löst der Elektroantrieb jedoch nicht. Den Abrieb von Bremsen, Reifen und die Wiederaufwirbelung gibt es beim E-Auto genauso wie bei Autos mit Verbrennungsmotor.

Ein Nachteil von batteriegetriebenen Fahrzeugen ist, dass bei der Produktion der Batterien bislang erhebliche Mengen CO₂ anfallen.⁴² Die CO₂-Bilanz eines batteriegetriebenen Fahrzeuges hängt stark vom CO₂-Ausstoß bei der Fertigung der Batterien ab und davon, wieviel CO₂ im Strom steckt: Denn Elektrofahrzeuge sind nur so sauber

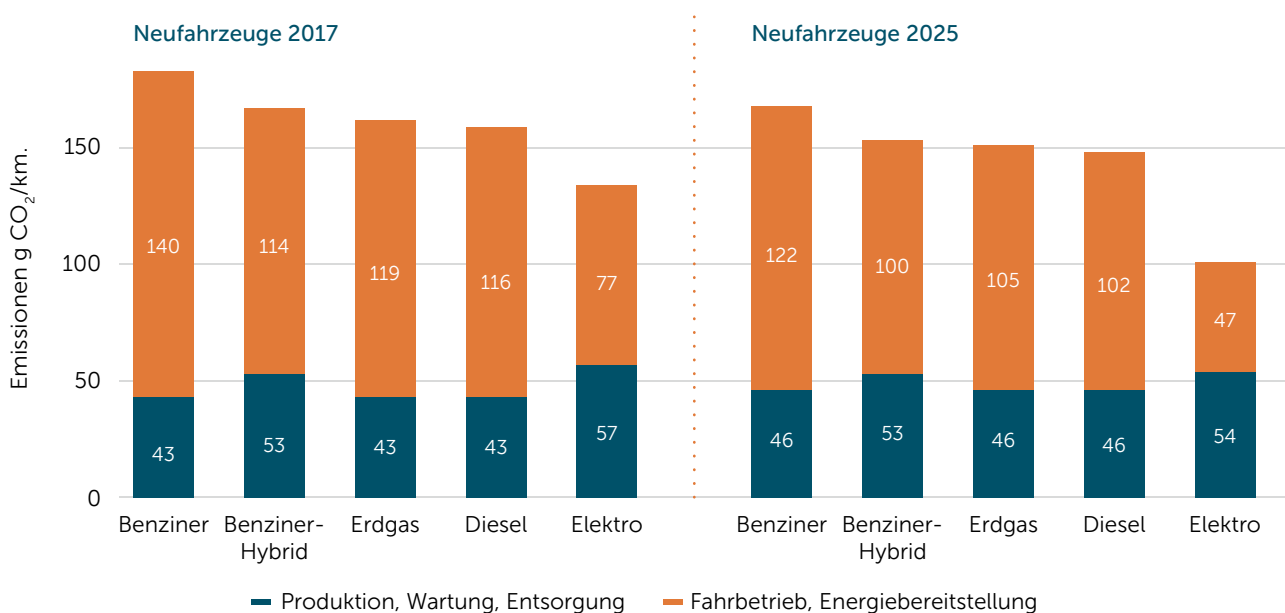
⁴¹ Ein Indiz dafür ist, dass allein die deutschen Autohersteller die gegenwärtige Anzahl von 33 Modellen bis 2020 auf rund 100 erhöhen wollen.

⁴² Vergleiche von Antriebstechnologien bedürfen einer vollständigen Betrachtung von der Gewinnung und Herstellung des Antriebsmediums bis zur Umwandlung in Bewegungsenergie, um alle direkten und indirekten Emissionen zu ermitteln (Well-to-Wheel).

wie der Strom, mit dem sie fahren. Aktuell erreichen sie im Vergleich zu Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren erst nach längeren Laufleistungen einen Vorteil. Bei besonders leistungsstarken und schweren Fahrzeugen mit großen Batterien setzt dieser Vorteil noch später ein. Betrachtet man jedoch die klimarelevanten Emissionen pro Fahrzeugkilometer über dessen kompletten Lebenszyklus, zeigt sich, dass schon heute deren CO₂-Ausstoß unter Berücksichtigung des deutschen Strommix geringer ausfällt als bei vergleichbaren Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor (Abbildung 10).

Jedoch bleibt hier der Forschungs- und Entwicklungsbedarf hoch, um die bei der Produktion der Batteriezellen und Stacks⁴³ anfallenden Treibhausgasemissionen zu senken, sowohl durch effiziente Recyclingprozesse als auch THG-ärmere Strominfrastruktur. Verschwiegen werden darf auch nicht, dass der Abbau der zur Batterieproduktion benötigten Rohstoffe oftmals unter elementaren Verstößen gegen Arbeits- und Umweltstandards erfolgt. Auch hier braucht es eine nachhaltige Entwicklung.

Abbildung 10: CO₂-Ausstoß unterschiedlicher Verkehrsträger unter heutigem und zukünftigem Strommix



Quelle: BMU 2019. Vgl. auch Teufel 2018.⁴⁵ Das Schaubild bildet den gegenwärtigen Stand der Technik ab.

Sowohl die Vorteile als auch die noch ungelösten Herausforderungen, die mit einer stärker auf elektrischen Antrieben basierenden Mobilität verbunden sind, bedürfen weiterer Forschung und Entwicklung. Überdies müssen Deutschland und Europa auch aus industriepolitischen Erwägungen ihre Innovationsfähigkeiten im Bereich der Elektromobilität erhöhen. Der deutsche Fahrzeugbau ist auf allen großen Exportmärkten aktiv, auch dort, wo es aufgrund umwelt- und/oder industriepolitischer Zielsetzungen eindeutige Priorisierungen der Elektromobilität gibt. Hier ist in erster Linie China zu nennen.⁴⁵ Wenn der

deutsche und der europäische Fahrzeugsektor ihre internationale Wettbewerbsfähigkeit erhalten möchten, sind weitere Innovationsanstrengungen der Unternehmen und der öffentlichen Hand im Bereich batterieelektrischen Antriebs erforderlich.

Lange setzten die deutschen Fahrzeughersteller einseitig auf den Verbrennungsmotor, erst in jüngster Zeit haben sie damit begonnen, ihre Innovationen und Investitionen im Bereich der Elektromobilität deutlich auszuweiten.⁴⁶ Auch die öffentlichen FuE-Ausgaben für die Elektro-

⁴³ In sogenannten Stacks werden einzelne Batteriezellen homogen gestapelt. Das führt zu einer besseren Raumausnutzung und die Zellen werden langlebiger.

⁴⁴ Die Berechnungen beziehen sich auf Fahrzeugmodelle aus der unteren Mittelklasse/Kompaktklasse. Folgende Annahmen sind getroffen: Primärenergieanteile entsprechend dem deutschen Strommix; 12 Verbrauchsjahre; Lebensfahrleistung 168.000 km. Aufgrund von höheren Effizienzanforderungen bzw. strengeren CO₂-Vorgaben für konventionelle Fahrzeuge, Antriebe und Motoren im Fahrbetrieb, welche aufwendigere Technologien erfordern, kommt es zu einem leichten Emissionsanstieg bei der Produktion der Fahrzeuge im Jahr 2025.

⁴⁵ Jedes dritte von deutschen Pkw-Herstellern gebaute Auto wird in China verkauft.

⁴⁶ Nach einer Studie von Ernst & Young (2018) investierten deutsche Hersteller 2016 und 2017 insgesamt rund 4,7 Mrd. Euro in die Elektromobilität und lagen damit weit vor den USA, Japan und Korea. Die Studie enthält keine Zahlen zu China, was ihre Aussagekraft einschränkt.

mobilität sind in Europa und Deutschland in den letzten Jahren angestiegen. Im EU-Forschungsprogramm „Horizont 2020“ sind bis 2020 über 6,1 Mrd. Euro für die Entwicklung nachhaltiger Verkehrssysteme vorgesehen.⁴⁷ Der deutsche Bundeshaushalt 2019 hält für die Weiterentwicklung der Elektromobilität Mittel in Höhe von über 380 Mio. Euro bereit (ohne Kaufprämie für E-Autos und Weiterentwicklung der Ladeinfrastruktur).⁴⁸

Innovationen müssen zu Investitionen führen – Europa muss ein Leitmarkt der Elektromobilität und Batterieproduktion werden.

Die Innovationsanstrengungen Europas und Deutschlands im Bereich der Elektromobilität können sich also sehen lassen. Allerdings müssen sie auch in Investitionen in die Produktion in Europa umgesetzt werden. In der Batterieproduktion drohen Europa und Deutschland den Anschluss zu verlieren. Die erste Fertigungsstätte, die ab 2020 in Deutschland produzieren soll, gehört dem chinesischen Unternehmen CATL.⁴⁹ Bislang produziert kein deutscher oder europäischer Fahrzeughersteller oder Zuliefererkonzern Zellen und komplette Batterien in Europa⁵⁰, allenfalls wird auf die nächste Batteriegeneration verwiesen. Mittelfristig bringt sich die europäische Fahrzeugindustrie damit in Gefahr, von asiatischen Herstellern abhängig zu werden. Die Batterie wird ein zentraler Bestandteil kommender Fahrzeuggenerationen sein. Sie prägt die technische Entwicklung und das Design des Fahrzeuges. Europa riskiert, einen wesentlichen Teil der zukünftigen Wertschöpfung in der Fahrzeugproduktion zu verlieren.

Ebenso bedarf es weiterer Investitionen in die europäische Ladeinfrastruktur. Nur eine ausreichend dichte und stabile Ladeinfrastruktur wird der Elektromobilität einen ausreichend großen Markt garantieren. Die technischen Standards konnten vereinheitlicht werden, doch der Ausbau verläuft national sehr unterschiedlich und oft zu langsam. Deutschland erhielt noch im Juni 2018 eine Rüge der EU-Kommission für die schleppende Umsetzung der EU-Richtlinie 2014/94/EU zum Aufbau von Elektro-, Gas- und Wasserstofftankstellen.⁵¹ Sie hätte bis spätestens 18. November 2016 umgesetzt werden müssen. Während der Ausbau der Ladestationen für Elektrofahrzeuge allerdings aktuell an Dynamik gewinnt und die Gesamtzahl steigt,

geht es bei den Gas- und Wasserstofftankstellen kaum voran. Deutschland muss auch hier mehr und schneller investieren (These 6). Ein weiterer Schwachpunkt sind die unterschiedlichen und schwer zu durchschauenden Abrechnungssysteme und Tarife für das Laden der Fahrzeuge, die europäische Verbraucher zögern lassen, sich ein Elektroauto anzuschaffen.

Größere Bereiche des Verkehrssektors sind nicht kosteneffizient zu elektrifizieren – Die Verkehrswende braucht die Brennstoffzelle und die Wasserstofftechnologie

Im Bereich Pkw und leichte Nutzfahrzeuge werden rein batteriebetriebene und Hybrid-Fahrzeuge mit größter Wahrscheinlichkeit schon bald einen größeren Anteil bei den Neuzulassungen erlangen. Im Güter-, Schiff- und Flugverkehr aber hat die Elektromobilität auch mittel- und längerfristig (im alltäglichen Gebrauch) kaum eine realistische Perspektive. Im Straßengüterverkehr könnten größere Teile der Autobahnen mit elektrischen Oberleitungen ausgestattet und dementsprechend schwere Lastkraftwagen mit Stromabnehmern und elektrischen Antrieben ausgerüstet werden.⁵² Allerdings hätte diese Technologie hohe Investitionskosten zur Folge, ihre Akzeptanz wäre fragwürdig.⁵³ Zudem wäre sie wahrscheinlich nur bei einer europaweiten Ausdehnung sinnvoll. Abgesehen von bestimmten elektrifizierten Autobahnabschnitten und im Schiffs- und Flugverkehr werden daher Verbrennungsmotoren, die mit flüssigen oder gasförmigen Kraftstoffen betrieben werden, längerfristig unverzichtbar sein. In diesem Bereich sind die regulativen und forschungspolitischen Rahmenbedingungen so zu setzen, dass die notwendige Technologieentwicklung sowie weitere Effizienzgewinne und weniger Schadstoffe und Emissionen erreicht werden können.

Die hohe Energiedichte von Wasserstoff und der vergleichsweise hohe Wirkungsgrad der Brennstoffzellen bieten sich hier geradezu an. Je größer das Fahrzeug und die erforderliche Reichweite sind, desto größer sind die Vorteile der Brennstoffzelle gegenüber Batterien, da die Raumgröße, die zur Lagerung des Wasserstoffs benötigt wird, weniger ins Gewicht fällt. Der technologische Stand lässt bereits heute deren Einsatz zu, z. B. bei Lastwagen im Fernverkehr, Linienbussen im ÖPNV oder im Schienen-

⁴⁷ BMF „Horizont 2020“. Nicht alle diese Mittel sind für die Entwicklung der Elektromobilität vorgesehen. Allerdings dürften auch weitere Mittel aus der Programmlinie „Führende Rolle der Industrie“ der Elektromobilität zugutekommen – z. B. durch die Mittel für die Materialforschung.

⁴⁸ Haushaltsgesetz 2019

⁴⁹ Das Bundesland Thüringen und das Unternehmen haben am 9.7.2018 eine entsprechende Projektvereinbarung getroffen.

⁵⁰ Lediglich in Schweden gibt es ein konkretes Investitionsprojekt eines europäischen Konsortiums (Northvolt). Dort soll ab 2020 die Zellfertigung beginnen.

⁵¹ Vertretung der Europäischen Kommission in Deutschland 2018

⁵² Vgl. Boston Consulting Group & Prognos AG 2018; UBA 2016

⁵³ Abgesehen von den notwendigen Baumaßnahmen verändern die Masten und Oberleitungen die Sicht auf die Umgebung der Autobahn. Eventuell könnte eine Diskussion über elektromagnetische Strahlungen entstehen.

verkehr.⁵⁴ Brennstoffzelle und Wasserstoff müssen daher als zusätzliche Technologieoptionen im Verkehrssektor weiterentwickelt werden. Abgesehen von ihren möglichen Vorteilen im Verkehr sind Brennstoffzellen-Fahrzeuge auch auf der Wertschöpfungsseite interessant. Ein Brennstoffzellen-Fahrzeug hat im Vergleich zu einem batteriegetriebenen Fahrzeug mehr Komponenten und ist technologisch anspruchsvoller. Deutschland mit seinem technologischen Knowhow und seinen hochqualifizierten Beschäftigten kann diese Wertschöpfung für sich erschließen.

Folglich müssen auch hier regulative Rahmen und Anreize gesetzt werden. Erneuerbare Energieerzeugungsanlagen (EE) sollten in Phasen mangelnder Stromnachfrage oder fehlender Netzkapazitäten nicht abgeschaltet werden, sondern zur Wasserstoffproduktion oder zur Produktion synthetischer Kraftstoffe eingesetzt werden. Notwendig sind Forschung und Entwicklung zum Aufbau einer entsprechenden Technologiekompetenz im Bereich der Elektrolyse.⁵⁵ Es sollte geprüft werden, ob Umlagen und Abgaben auf den Strompreis für den Betrieb von Elektrolyseanlagen, die Wasserstoff produzieren, abgeschafft oder zumindest reduziert werden müssen. „Grün“ erzeugter Wasserstoff sollte bei Unternehmen, die unter den Emissionshandel fallen, treibhausgasmindernd angerechnet werden. Da der Betrieb von Elektrolyseanlagen viel Strom braucht, sollten Anreize gesetzt werden, sie – z. B. durch kombinierte Ausschreibungsverfahren für EE- und Wasserstoffanlagen – für den Ausgleich von Stromnetzschwankungen einzusetzen. Diese Maßnahmen könnten den Markteintritt der Wasserstofftechnologie befördern.

Eine Ladeinfrastruktur für die Wasserstofftechnologie ist nicht vorhanden. Ende 2017 gab es in Deutschland erst 43 öffentlich zugängliche Tankstellen für Wasserstoff. Dazu kamen 13 für spezifische Nutzer.⁵⁶ Obwohl diese Zahl bis 2019 auf 100 wachsen soll⁵⁷, genügt das bei Weitem nicht. Auch im umliegenden Ausland gibt es zu wenige Wasserstofftankstellen und es sind große Anstrengungen notwendig, das zu verändern. Ein Vorteil von Wasserstoff ist, dass er im bestehenden Gasnetz gespeichert und transportiert werden könnte. Außerdem kann er dem Erdgas beigemischt werden und so dessen CO₂-Bilanz verbessern.

Synthetische Kraftstoffe (E-Fuels) als weitere Alternative fördern

Batteriegetriebene Fahrzeuge und Brennstoffzellen-Fahrzeuge benötigen eine neue oder zumindest modifizierte Fahrzeugtechnologie und ebenso eine Ladeinfrastruktur, die erst geschaffen werden muss. Im Gegensatz dazu können Fahrzeuge, die mit synthetischen Kraftstoffen betrieben werden, auf bewährte Verbrennungsmotoren und eine bestehende, dichte Ladeinfrastruktur zurückgreifen. Um sie im Rahmen einer Verkehrswende einsetzen zu können, müssen die Kraftstoffe aus erneuerbaren Energien hergestellt werden.

Die deutsche Energieagentur (dena) hält Kraftstoffe aus erneuerbaren Energien in ihrer Leitstudie „Integrierte Verkehrswende“ für den „dritten entscheidenden Faktor“⁵⁸ neben der Senkung des Endenergieverbrauches und der Steigerung der Energieeffizienz. Synthetische Kraftstoffe dürften besonders im Bereich des Schwerlastverkehrs auf der Straße und im Schiffs- und Luftverkehr zum Einsatz kommen. Aus industriepolitischer Sicht bieten E-Fuels⁵⁹ Chancen auf zusätzliche Wertschöpfung. Bei den Elektrolyse- und Umwandlungstechnologien zählen deutsche Unternehmen zu den Technologieführern. Diese Marktstellung gilt es zu erhalten und auszubauen.

Kritisiert werden E-Fuels aufgrund der hohen Umwandlungsverluste und Entstehungskosten im Vergleich zur direkten Stromnutzung. Diese Kritik übersieht dabei, dass zentrale Bereiche des Verkehrs nur schwer und unter hohen Kosten zu elektrifizieren sind. Stärkere Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen werden ihre Effizienz steigern. Ebenso dürfte ihr Preis durch technologische Entwicklungen im Bereich der Elektrolyseanlagen und der EE-Anlagen sinken. Kosten von einem Euro pro Liter Dieseläquivalent erscheinen mittelfristig möglich (Abbildung 11).⁶⁰ Neben der technologischen Entwicklung werden vor allem Skaleneffekte im Bereich der Elektrolyseanlagen benötigt, um die E-Fuels langfristig wirtschaftlich zu machen. Große Anlagen in Regionen mit günstigen Wind- und Sonnenbedingungen können die Wirtschaftlichkeit näher rücken. Es liegt nahe, dass ein Großteil der E-Fuels importiert werden wird.

⁵⁴ Das Eisenbahn-Bundesamt hat im Juli 2018 den ersten Brennstoffzellenzug zugelassen. Mittlerweile fahren zwei Züge im Regelbetrieb. Bis Ende 2021 sollen in Niedersachsen 14 Brennstoffzellenzüge für den Personenverkehr eingesetzt werden.

⁵⁵ Erste Schritte zur Wasserstoffproduktion im industriellen Maß wurden schon getan.

⁵⁶ Ecomento – Das Elektroauto und E-Mobilitätsportal

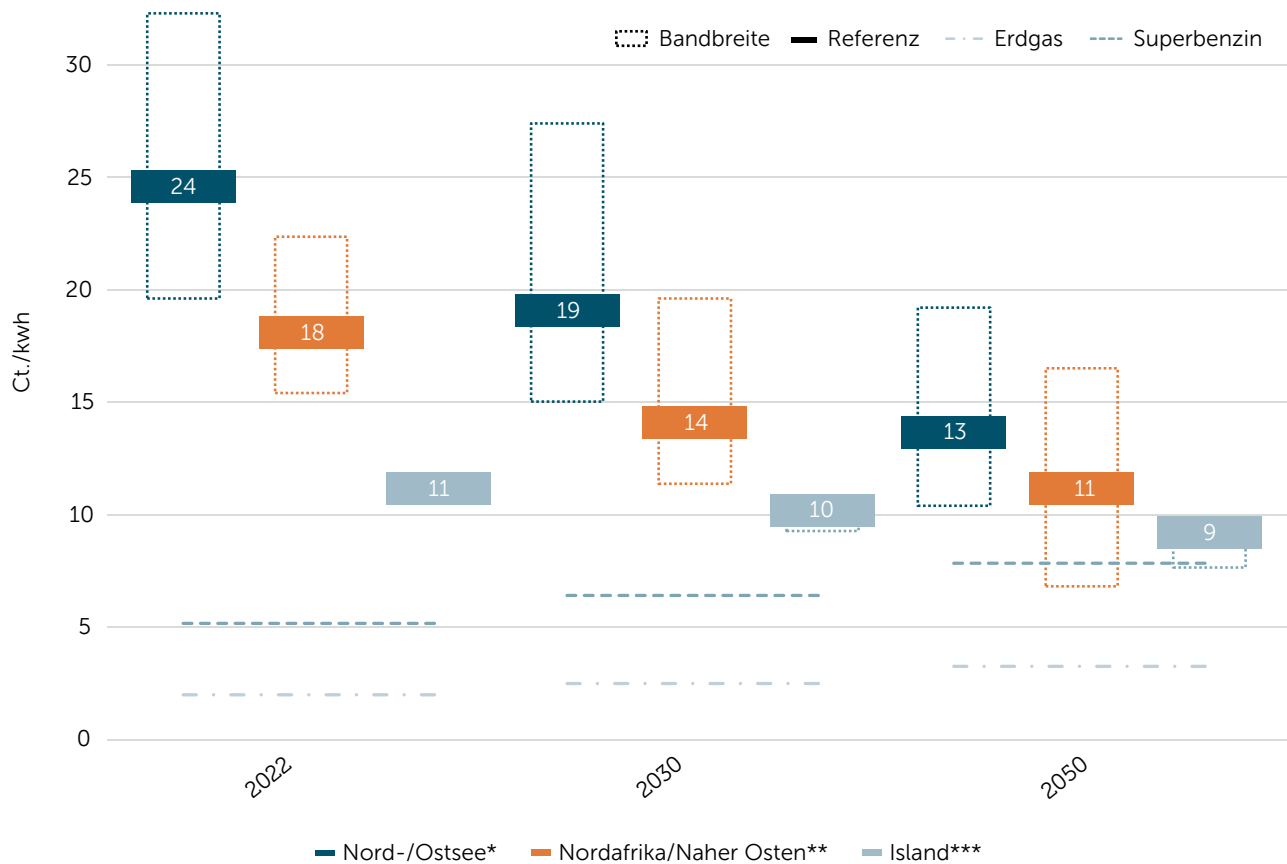
⁵⁷ H₂-Mobility

⁵⁸ dena 2018

⁵⁹ Unter E-Fuels werden hier strombasierte synthetische Kraftstoffe verstanden, die aus Wasser und CO₂ hergestellt werden. Eine gute Übersicht und Einführung bieten die Wissenschaftlichen Dienste des Deutschen Bundestags, bspw. Deutscher Bundestag 2018.

⁶⁰ Agora Verkehrswende et al. 2018

Abbildung 11: Kostenentwicklung von synthetischem Methan und Flüssigkraftstoffen



* Offshore Windenergie ** PV und PV/Wind-Systeme *** Geothermie/Wasserstoff · Die Preisentwicklungen bei Erdgas und Superbenzin sind auf Basis von Mittelwerten aus Weltbank- und IEA-Szenarien berechnet. Das Schaubild bildet den gegenwärtigen Stand der Technik ab

Quelle: Agora Verkehrswende et al 2018

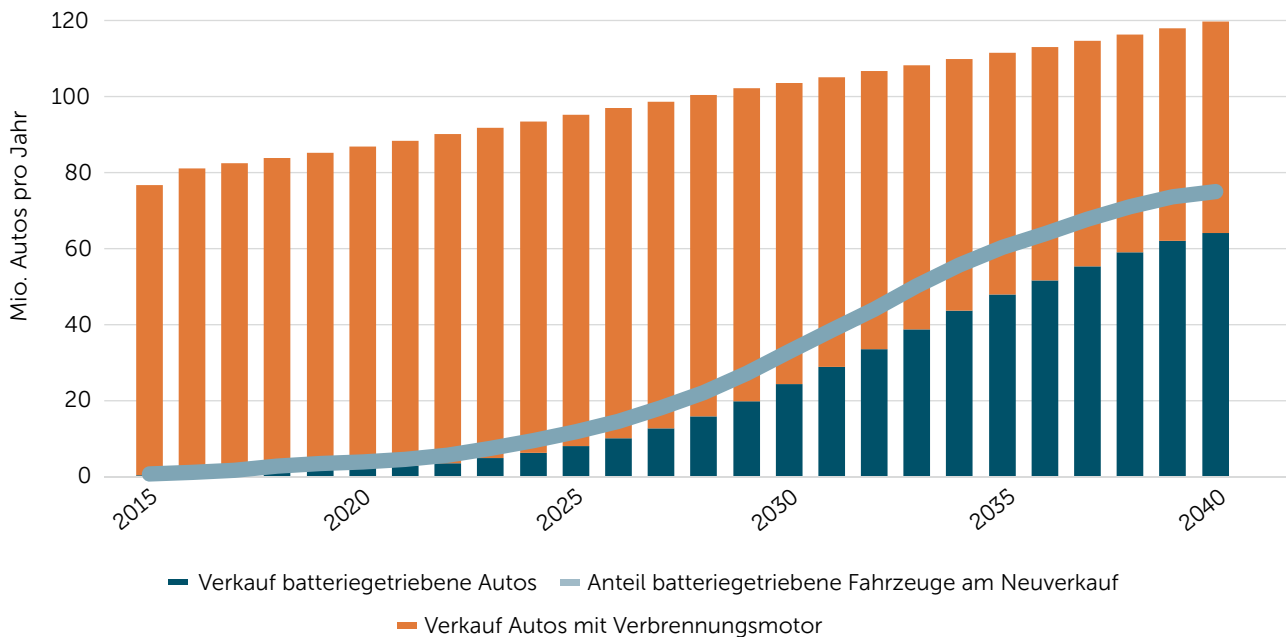
Damit sich E-Fuels auf dem Markt durchsetzen können, braucht es vor allem eins: langfristige Planungssicherheit für die Anlagen zur Elektrolyse und für die zur Stromerzeugung notwendigen EE-Anlagen, da die Elektrolyse sich erst über lange Zeiträume amortisiert. Dies bedarf entsprechender gesetzlicher Regulierung und Anreize. Denkbar wären ermäßigte Energiesteuersätze und die Anrechnung von E-Fuels auf die CO₂-Flottenziel-Grenzwerte der EU bei Straßenfahrzeugen. Auch die Vorschriften der EU für die EE-Ausbauziele wären stärker auf die Förderung von E-Fuels auszurichten.

Die Herstellung von E-Fuels auf der Basis von flexibler, strombasierter Wasserstoffherzeugung durch Elektrolyseverfahren eröffnet eine Vielzahl weiterer technologischer Optionen, wie etwa für die Sektorenkopplung. Auch die deutsche Chemieindustrie mit ihren über 300.000 Beschäftigten kann dadurch zukunftssicherer gemacht werden. Auf der Basis von Wasserstoff – hergestellt aus erneuerbaren Energien – können zentrale Vorprodukte der Chemieindustrie CO₂-neutral hergestellt werden. Die Chemieindustrie könnte damit ihre CO₂-Intensität und Rohstoffabhängigkeit erheblich verringern.

Weiterentwicklung der gegenwärtigen (Übergangs-) Antriebstechnologien sicherstellen

Auf die Weiterentwicklung der gegenwärtigen (Übergangs-)Antriebstechnologien darf nicht verzichtet werden. Verbrennungsmotoren mit fossilen Kraftstoffen werden noch über mehrere Jahrzehnte den Verkehr mitprägen (Abbildung 12). Selbst wenn sich Elektrofahrzeuge im Pkw-Bereich und bei den leichten Nutzfahrzeugen in den hoch entwickelten Ländern durchsetzen, werden hocheffiziente und umweltfreundliche Verbrennungsmotoren weiter für den Schwerlast- und Schiffsverkehr und in den weniger entwickelten Weltregionen benötigt. In vielen Ländern ist es nicht absehbar, wann die Infrastruktur und Strommenge für batterieelektrische Antriebe vorhanden sein werden. Durch die technologische Weiterentwicklung der Verbrennungsmotoren kann deren Effizienz weiter gesteigert werden, mit dem Einsatz alternativer Brennstoffe wird ihre CO₂- und Schadstoffbilanz verbessert.

Abbildung 12: Prognose Entwicklung der globalen Fahrzeugflotte



Quelle: Bloomberg New Energy Finance⁶¹

Fairer Wettbewerb der Technologien erforderlich

Für die erforderliche Weiterentwicklung des batterieelektrischen Antriebs, der Brennstoffzelle, synthetischer Kraftstoffe und des Verbrennungsmotors ist ein Wettbewerb der Technologien erforderlich, der ergebnisoffen und nach fairen Regeln geführt werden sollte.⁶² Es müssen die gesamten Emissionen während des Lebenszyklus der verschiedenen Antriebstechnologien beachtet werden (Abbildung 10). Die heutigen Regelungen in Europa berücksichtigen nur die CO₂-Emissionen während des Fahrbetriebes. Unter diesem Gesichtspunkt erscheint der elektrische Antrieb alternativlos. Werden jedoch der Strommix sowie der Herstellungsprozess mit einbezogen, können Elektrofahrzeuge ihre CO₂-Vorteile gegenüber Fahrzeugen mit klassischen Verbrennungsmotoren im Durchschnitt aller Fahrzeuggrößen erst nach einer längeren Nutzungsdauer beziehungsweise Laufleistung ausspielen. Am besten gelingt dies noch im Kleinwagenbereich und in der Kompaktklasse (untere Mittelklasse), bei Fahrzeugen im Premiumsegment weniger. Komplette Lebenszyklus-Analysen (Life-Cycle Assessments) sollten der Maßstab von Forschungsförderung, Regulierung und Anreizsystemen sein. Dadurch wird die Kraftstoff-Antriebswelt zunächst einmal vielfältiger, was entsprechende Ladeinfrastrukturen voraussetzt.

Verkehrsvermeidung und neue Mobilitätskonzepte als zentrale Gestaltungs- und Forschungsaufgabe

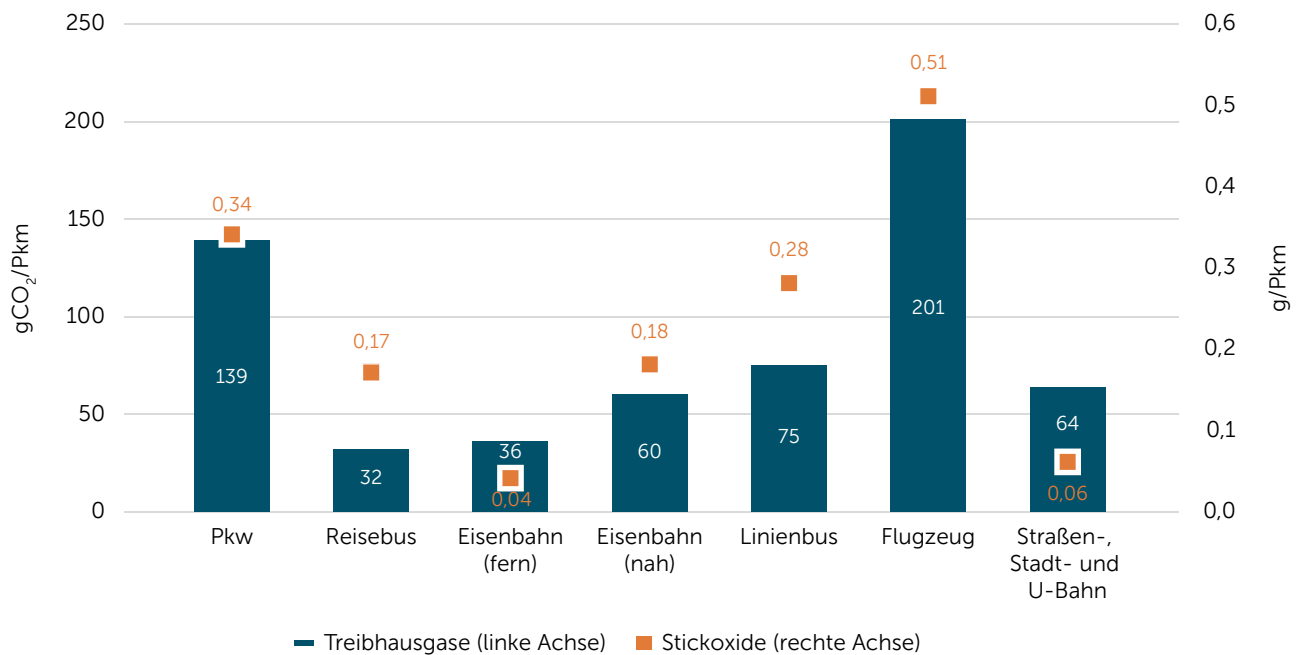
Die Verkehrslage in Städten und auf Autobahnen spitzt sich zu, durch den zunehmenden Flächenverbrauch für die Verkehrsinfrastruktur und durch Staus. Es ist offensichtlich, dass die alleinige Dekarbonisierung und schadstofffreie Organisation des Verkehrs nur eine, wenn auch die zentrale Herausforderung einer Verkehrswende ist. Auch die Digitalisierung wird die Probleme nicht lösen. Sie wird Verkehrsströme besser lenken können, jedoch nicht automatisch für weniger Verkehr sorgen. Im Gegenteil: Autonomes sowie teilautonomes Fahren und der bessere Zugang zu Verkehrsmitteln können den Reiz erhöhen, räumlich mobil zu sein.

Verhaltensänderungen bei der Nutzung von Verkehrsmitteln bieten großes Potenzial, Emissionen und Schadstoffe zu reduzieren (Abbildung 13). Der Straßenverkehr darf zumindest nicht weiter ansteigen. In Ballungsräumen würde eine Abnahme des Straßenverkehrs die Lebensqualität steigern. Daher müssen Konzepte entwickelt werden, die die Anreize zu Verhaltensänderungen fördern – einerseits durch die Stärkung der sogenannten nicht fremdenergetisch hergestellten räumlichen Mobilität (Fuß- und Fahrradverkehr), andererseits bedarf es einer besseren Kopplung der verschiedenen öffentlichen oder von mehreren Personen zu nutzenden Verkehrsmittel (bspw. Car-Sharing).

⁶¹ Auch weitere Studien gehen von einem „längerem Leben“ des Verbrennungsmotors aus, bspw. Shell Energy Transition Report 2018. Die in der Grafik angegebenen Zahlen für die Verbrennungsmotoren enthalten auch Hybridfahrzeuge.

⁶² Das heißt, Politik und Gesetzgeber sollten nicht durch regulative Anforderungen, Vorgaben oder Anreize eine bestimmte Technologie bevorzugen, wenn auch andere Technologien die politischen Ziele erfüllen können.

Abbildung 13: Emissionsintensität der verschiedenen Verkehrsträger



Quelle: UBA 2018c

Auch Wirtschaft und Industrie müssen ihren Fokus verändern: Es muss Aufgabe der Unternehmen sein, regionale Wirtschaftsstrukturen wieder zu stärken und damit Verkehr zu vermeiden.

Ganzheitliche und sozialpolitische Verkehrskonzepte, die Verkehrsvermeidung sowie den Wechsel der Verkehrsträger in den Mittelpunkt stellen, müssen stärker erforscht werden. Vor allem aber müssen sie zügig umgesetzt werden. Dazu braucht es mehr finanzielle Mittel und Investitionen, besonders für die Kommunen.

5. Verkehrswende und Energiewende – Kopplung zentral, aber weit entfernt.

Im Verkehr steht die Sektorenkopplung erst ganz am Anfang. Um die notwendigen energie- und klimapolitischen Ziele im Verkehr zu erreichen, müssen strom- und wasserstoffbasierte Antriebe und Kraftstoffe zügig Eingang in den Verkehrssektor finden. Das führt zu höheren Anforderungen an das Stromsystem und zu einem weiteren Bedarf an erneuerbaren Energien.

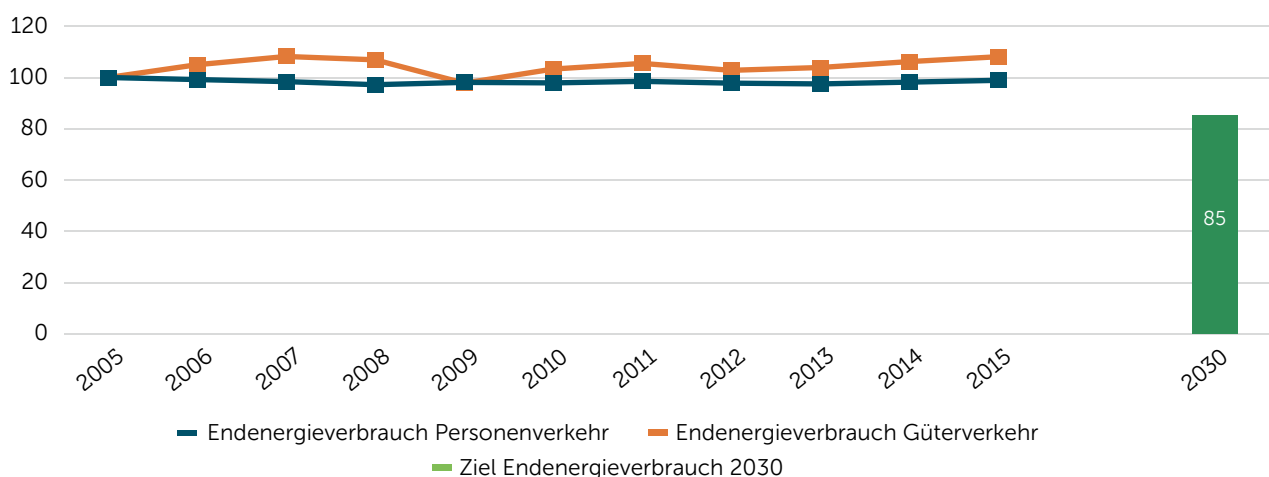
Außerhalb des Stromsektors spielen die erneuerbaren Energien (EE) bislang nur eine unbedeutende Rolle. Gerade der Verkehrssektor beruht bis heute fast ausschließlich auf fossilen Kraftstoffen⁶³ und ist von den Zielen der Energiewende am weitesten entfernt. 2016 wurden über 98 Prozent der Pkw auf Deutschlands Straßen mit Benzin oder Diesel angetrieben.⁶⁴ Die verbleibenden Prozente verteilen sich auf Verbrennungsmotoren, die mit Autogas und Erdgas betrieben werden. Trotz Förderung und trotz wachsender Zulassungsquoten von Elektro- und Hybrid-Autos⁶⁵ spielt die Elektromobilität noch keine große

Rolle. Wegen hoher Anschaffungskosten, der unzureichenden Reichweite der Fahrzeuge und der fehlenden Ladeinfrastruktur hielten sich Käufer bislang zurück.

Das Ziel der EU, den Anteil der EE im Verkehrssektor bis 2020 auf zehn Prozent zu erhöhen, dürfte in Deutschland verfehlt werden.⁶⁶ Auch das langfristige Ziel der EU, bis 2050 (gegenüber 2005) den Endenergieverbrauch im Verkehrssektor um 40 Prozent zu verringern, wird Deutschland nur dann erreichen, wenn der Anteil effizienterer Antriebssysteme mit höheren Wirkungsgraden im Verkehr deutlich steigt.

Tatsache ist, dass der Endenergieverbrauch seit einigen Jahren wieder steigt (Abbildung 14). Der spezifische Energieverbrauch ist seit Mitte der 1990er Jahre um 32 Prozent zurückgegangen (Abbildung 15). Diese positive Entwicklung wurde jedoch durch eine steigende Verkehrsleistung überkompensiert (Rebound-Effekt).

Abbildung 14: Entwicklung des Endenergieverbrauchs des Verkehrs (2005=100)



Quelle: Eigene Darstellung nach BMWi 2018 und UBA 2019

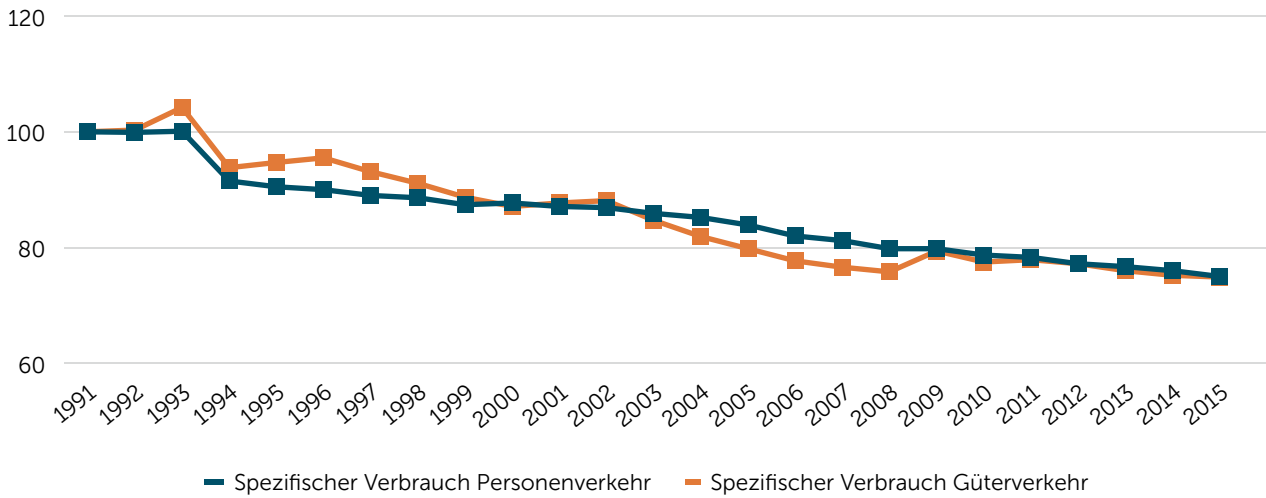
⁶³ Lediglich im deutschen Schienenverkehr ist der Grad der Elektrifizierung schon hoch und damit der Einsatz von EE möglich. 2015 waren rd. 60 % des von der Deutschen Bahn betriebenen Streckennetzes elektrifiziert.

⁶⁴ UBA: Energieverbrauch nach Sektoren

⁶⁵ Kraftfahrtbundesamt 2017

⁶⁶ Die EU-Richtlinie 2009/28 EG sah vor, den Anteil der EE am Endenergieverbrauch bis 2020 auf 10 % zu steigern. Die beschlossene Neufassung der Richtlinie 2018 sieht vor, in der EU bis 2030 eine Steigerung von mindestens 12 % am Endenergieverbrauch im Verkehr zu erreichen.

Abbildung 15: Entwicklung des spezifischen Verbrauchs des Verkehrs (1991=100)

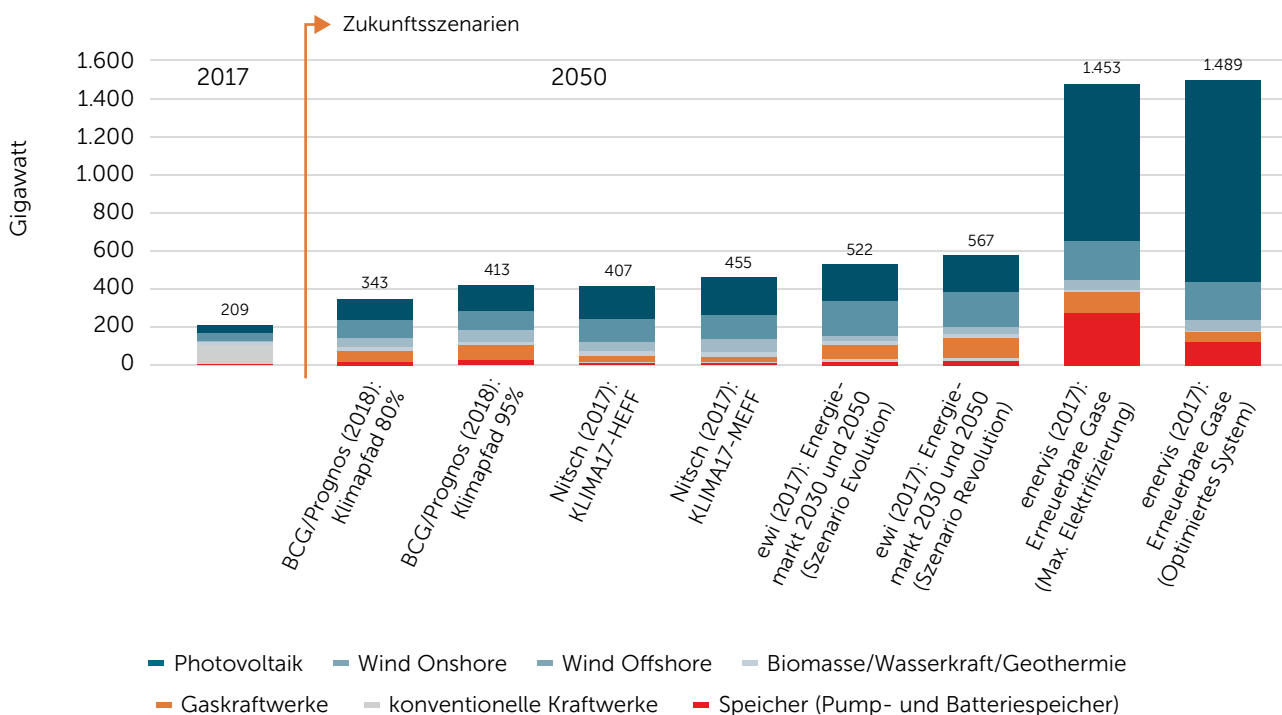


Quelle: Eigene Darstellung nach BMWi 2018 und UBA 2019

Die Fortschreibung der Effizienzgewinne der letzten Jahre im Verkehrssektor wird nicht ausreichen, um die ambitionierten energie- und klimapolitischen Ziele der Bundesregierung und der EU zu erreichen. Es braucht weitere technologische Sprünge, insbesondere bei den Antriebstechnologien, neue verkehrspolitische Konzepte und eine enge Verzahnung des Verkehrs mit den anderen Sektoren (Sektorenkopplung). Hierfür müssen insbesondere massive Investitionen sowie FuE rund um neue Antriebstechnologien, alternative Kraftstoffe und die entsprechenden Infrastrukturen erfolgen.

Neben Biogas und Biokraftstoffen wird vor allem Strom benötigt, entweder direkt für motorisierte elektrische Antriebe oder für Wasserstoff und E-Fuels, die mit erneuerbarem Strom erzeugt werden. Damit werden auch die Anforderungen an das Stromsystem steigen. Die meisten Szenarien zur Entwicklung des zukünftigen Strombedarfes gehen von einem langfristig deutlich höheren Strombedarf aus (Abbildung 16).

Abbildung 16: Szenarien zum zukünftigen Strombedarf



Quellen: Bundesnetzagentur, BDI, INES, CO₂-Abgabe, ewi

Für die Dekarbonisierung des Verkehrssektors (bei gleichbleibender Stabilität des Stromsystems) fällt also der Sektorenkopplung⁶⁷ eine entscheidende Rolle zu. Dabei gilt es, die sektorspezifischen Infrastrukturen, Technologien sowie Märkte, Kundenbedürfnisse und Geschäftsmodelle zu verbinden. Im Verkehrssektor wird mehr Strom für batteriegetriebene Fahrzeuge verwendet und gespeichert werden. Zugleich kann „überschüssiger“ Strom durch Umwandlung in flüssige (PtL) oder gasförmige (PtG) Stoffe als Kraftstoff verwendet werden. Umgekehrt könnte der Verkehrssektor als Speicher und Lieferant von Energie in andere Sektoren dienen: In Verkehrsträgern eingesetzte Batterien könnten, bei entsprechend gekoppelter Infrastruktur und bei Nichtgebrauch, Strom in andere Sektoren abgeben. Von elementarer Bedeutung sind hierbei ein entsprechender Ausbau von Stromnetzen – insbesondere den Verteilnetzen – und Ladeinfrastruktur.

Eine erfolgreiche Sektorenkopplung braucht eine neue regulatorische Setzung. Dazu gehört die Verringerung bzw. Vermeidung der Belastung von Steuern, Abgaben und Umlagen auf Strom und strombasierte Kraftstoffe (These 4). Die Digitalisierung kann auch hier helfen, die immer komplexer gewordenen Zusammenhänge und gegenseitigen Abhängigkeiten der Energieversorgung zu analysieren und daraus nutzbare Informationen zu generieren. Sie kann helfen, Volatilitäten zu verringern und handhabbar zu machen. Die mithilfe der Digitalisierung aus den Sektoren gewonnenen Informationen und Daten können übergreifend und in Echtzeit ausgetauscht und genutzt werden. Dies führt zu Effizienzsteigerungen und zu neuen technologischen Möglichkeiten sowie Geschäftsmodellen. Für die Sektorenkopplung wird also die Digitalisierung eine große Rolle spielen – und sollte entsprechend gefördert werden.

⁶⁷ Siehe Fraunhofer ISI 2018 für eine umfassende Analyse und Definition des Begriffes Sektorenkopplung.

6. Das Gelingen der Verkehrswende erfordert beträchtliche zusätzliche Investitionen.

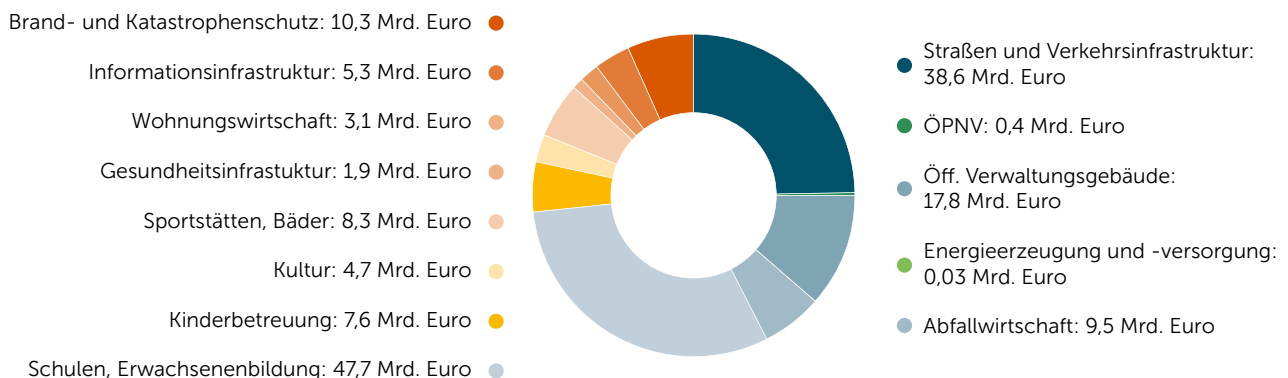
Ein umweltverträgliches und leistungsfähiges Verkehrssystem erfordert eine öffentliche Investitions-offensive, die weit über die bisher aufgestellten Haushaltsplanungen hinausgeht. Es gilt die gemachten Investitionsversäumnisse, die unsere Verkehrsinfrastruktur schon jetzt schädigen, aufzuholen. Gleichzeitig ist die Infrastruktur aus- und umzubauen, um die steigenden Verkehre aufzunehmen und sie auf umweltfreundliche Verkehrsträger zu lenken. Die hierzu benötigten Investitionsmittel sollten, wenn notwendig, auch über Schulden finanziert werden. Es sind zukunftssichernde Investitionen!

Eine intakte Verkehrsinfrastruktur ist die zentrale Grundlage für Mobilität und Wohlstandsentwicklung. Sie ist elementar für Beschäftigung und Lebensqualität. Gerade Deutschland als exportorientierte Wirtschaft und als Transitland im Herzen Europas ist auf intakte Straßen, Schienen sowie Luft- und Wasserwege angewiesen. Die Investitionsbedarfe einer Verkehrswende ergeben sich deshalb aus zwei Richtungen: Die Versäumnisse zum Erhalt und zum Ausbau der klassischen Verkehrsinfrastruktur, die sich

in den letzten Jahrzehnten summiert haben (ganz zentral dabei der öffentliche Nah- und Fernverkehr), müssen aufgeholt werden. Das dürfte aber noch nicht für ein umwelt- und gesundheitsschonendes Verkehrssystem ausreichen. Dazu sind zusätzliche Investitionen notwendig.

Allein der Nachholbedarf zum Erhalt der Infrastruktur in Deutschland ist immens, da über Jahre unzureichend investiert wurde. Wie oben erwähnt, wurde im Jahr 2013 die Unterfinanzierung aller Verkehrswege in Deutschland auf jährlich über sieben Mrd. Euro, dabei allein für Bundesfernstraßen auf jährlich 1,3 Mrd. Euro, geschätzt.⁶⁸ Auch die vom Bundeswirtschaftsministerium im Jahr 2014 eingesetzte Expertenkommission zum Thema „Stärkung von Investitionen in Deutschland“⁶⁹ kam zum Ergebnis, dass eine höhere Investitionsdynamik im Bereich der öffentlichen Infrastruktur in Deutschland erforderlich ist. Insbesondere die Investitionsrückstände in den Kommunen sind weiterhin enorm. Den mit Abstand zweitgrößten Investitionsrückstand (nach Schule und Bildung) sehen die Kommunen bei der Verkehrsinfrastruktur (Abbildung 17).

Abbildung 17: Investiver Nachholbedarf der Kommunen 2017



Quelle: KfW-Kommunalpanel 2018

⁶⁸ Diese Summe errechnete die Kommission aus der Unterfinanzierung der laufenden Erhaltung und des Betriebs zuzüglich des Nachholbedarfs: Bodewig Kommission I 2013

⁶⁹ BMWi 2015; vgl. auch Allianz pro Schiene

Vor diesem Hintergrund sind die vorliegenden Haushaltsplanungen der Bundesregierung enttäuschend. Zwar wurden die Investitionen in die Verkehrsinfrastruktur in der letzten Legislaturperiode (2013–2017) von 10,5 auf 13,2 Mrd. Euro aufgestockt. Bis zum Ende des Finanzplanungszeitraums 2022 sollen noch einmal zwei Mrd. Euro hinzukommen.⁷⁰ Auch im Koalitionsvertrag zwischen CDU/CSU und SPD zur 19. Legislaturperiode wird der Modernisierung des Verkehrssystems in vielen Passagen ein hoher Stellenwert zugemessen. Der Vertrag enthält aber lediglich eine quantifizierbare konkrete Investitionszusage für den Verkehr. Die Mittel für das Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz (GVFG) sollen bis 2021 auf jährlich eine Mrd. Euro erhöht und danach jährlich dynamisiert werden.

Ein signifikanter Anstieg der Investitionen in eine nachhaltige Verkehrswende, um die Leistungsfähigkeit der gegenwärtigen Verkehrsinfrastruktur zu erhalten und den Verkehr umwelt- und gesundheitsschonender zu gestalten, ist damit nicht zu erreichen. Eine dauerhafte Stärkung finanzschwacher Kommunen, so dass diese ihren riesigen Investitionsstau in der Verkehrsinfrastruktur abbauen und in eine nachhaltige Verkehrswende investieren könnten, ist ebenfalls nicht in Sicht. Die derzeitige Haushaltspolitik stellt trotz der oben genannten Steigerungen bei weitem nicht genügend Mittel bereit, um den öffentlichen Nah- und Fernverkehr der steigenden Nachfrage entsprechend auszubauen und zu verbessern.

Daneben verhindern zunehmend auch personelle Engpässe in den öffentlichen Verwaltungen notwendige Investitionen. Mit jahrelangem Personalabbau wurden die Projekt- und Planungskapazitäten geringer. Nun fehlen in vielen Kommunen qualifizierte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter für die Projektplanung, Baubetreuung und das Controlling.⁷¹ Zudem ist der Personalmarkt im ingenieur- und bautechnischen Bereich inzwischen so eng, dass der öffentliche Dienst mit seiner Tarifstruktur häufig nur schwer mit der Privatwirtschaft konkurrieren kann.

Eine nachhaltige Verkehrswende braucht eine Investitionsoffensive

Neben der Pflege und Fortentwicklung der bisherigen strukturellen Pfade im Verkehrssystem erfordert das langfristige Ziel, die Treibhausgasemissionen in Deutschland bis 2050 um 80–95 Prozent zu senken, im Verkehrssektor hohe zusätzliche öffentliche und private Investitionen. In einer Sonderauswertung der Studie „Klimapfade für Deutschland“⁷² hat der BDI den Mehrinvestitionsbedarf bis 2030 berechnen lassen: Er beläuft sich auf 243 bis 256

Mrd. Euro. Diese Berechnungen beinhalten Investitionen in die notwendige ökologische Modernisierung der Verkehrsinfrastruktur, die Anschaffung von Fahrzeugen mit neuen Antriebstechnologien und sowohl öffentliche als auch private Investitionen.

Selbst unter der Annahme, dass neue technologische Entwicklungen und politische Maßnahmen die Verkehrswende volkswirtschaftlich günstiger werden lassen könnten, müssten Staat, Wirtschaft und Verkehrsteilnehmer ab sofort und pro Jahr schätzungsweise zwischen 20–30 Mrd. Euro zusätzlich investieren.

Eine erfolgreiche Verkehrswende bedeutet also einerseits eine Steigerung der öffentlichen Investitionen, andererseits müssen die Rahmenbedingungen so gesetzt werden, dass erheblich mehr private Investitionen angereizt werden. Diese Aufgabe muss bei zukünftigen Haushaltsberatungen gelöst werden – gegebenenfalls müssen die Investitionen und Maßnahmen über Schulden finanziert werden.

⁷⁰ Statista 2019

⁷¹ iwd 2016

⁷² BDI 2018

7. Der durch die Verkehrswende zu erwartende Strukturwandel in der Automobilindustrie muss aktiv gestaltet werden.

Klima- und umweltpolitische Anforderungen, Digitalisierung und neue Wettbewerber führen zu einer Transformation des deutschen und europäischen Automobilssektors. Angesichts der zentralen volkswirtschaftlichen und beschäftigungspolitischen Bedeutung der Automobilproduktion bedarf es einer Neuausrichtung und Stärkung der europäischen Industrie- und Strukturpolitik, um die Wertschöpfungsketten mit ihren Forschungs-, Entwicklungs- und Produktionsstandorten in Europa zu sichern. Zudem sind die europäischen Wettbewerbs- und Beihilferegeln dort zu modifizieren, wo sie diesem Ziel zuwiderlaufen. Einer aktiven Qualifizierungs- und Arbeitspolitik ist höchste Priorität einzuräumen.

Europäische industriepolitische Konzeption erforderlich

Angesichts ihrer volkswirtschaftlichen Bedeutung und der dramatischen Veränderungen, vor denen die Fahrzeugindustrie in Deutschland und Europa steht, braucht es eine langfristige industriepolitische Gesamtkonzeption. Sie muss auf europäischer Ebene angelegt werden. Dafür sprechen drei Gründe. Erstens: Die Europäische Union verfügt über die entscheidenden regulatorischen Kompetenzen für den Automobilssektor. Umwelt- und gesundheitliche Standards, Wettbewerbsfragen, Strukturpolitik und mehr werden auf europäischer Ebene bestimmt bzw. geregelt. Zweitens: Die Automobilproduktion ist durch eine hohe europäische Arbeitsteilung geprägt. Drittens: Internationale Wettbewerber außerhalb der EU, vielfach unterstützt durch dezidierte industriepolitische Strategien, lassen nationale Unterstützungsaktivitäten wenig sinnvoll erscheinen.

Innovation und Transformation

Ziel muss es sein, die gesamten fahrzeugproduzierenden Wertschöpfungsketten mit ihren Forschungs-, Entwicklungs- und Produktionsstandorten und die damit verbundene Beschäftigung in Europa zu sichern. Unter anderem ist es von hoher Bedeutung, die Batteriezellenproduktion für die Elektromobilität in Europa zu veran-

kern. Die EU hat zwar die Batterieforschung in den letzten Jahren vorangetrieben, doch fehlt es noch an politischem Willen und den Instrumenten dafür, die Produktion in Europa zu etablieren. Europa muss auch in den weiteren Zukunftsfeldern der Antriebstechnologien im internationalen Wettbewerb ein starker Player bleiben. Dazu gehören die nächste Generation der Batterietechnologie (zum Beispiel Feststoffbatterien), der Leichtbau und besonders die Produktion von Elektrolyse und PtX-Anlagen zur kostengünstigen Herstellung von Wasserstoff und E-Fuels (These 4).

Nur ein integrativer industriepolitischer Ansatz, der die unterschiedlichen, bislang oft konkurrierenden Politikfelder der EU zusammenführt, wird dieses Konzept erfolgreich umsetzen. Insbesondere die Politikfelder Wettbewerbspolitik, Umweltpolitik und Strukturpolitik müssen für die Zukunftssicherung des Automobilssektors Verantwortung tragen. Gleichzeitig könnten so die Ziele der europäischen Umwelt- und Verkehrspolitik besser mit industrie- und strukturpolitischen Erfordernissen abgestimmt werden. Für einen wirklichen Erfolg müssen die in der europäischen Wettbewerbs- und Beihilfepolitik geltenden rechtlichen Regeln neu gedacht werden.

Europäische Struktur- und Regionalpolitik neu ausrichten

Bislang hat die europäische Struktur- und Regionalpolitik fast ausschließlich das Ziel, ärmere oder besonders vom Strukturwandel betroffene Regionen zu unterstützen. Förderung bekommen Regionen, deren Wirtschaftskraft unter dem Durchschnitt des jeweiligen EU-Mitgliedstaates liegt. Regionen mit starken Fahrzeugherstellern und Zuliefererunternehmen liegen dank dieser Industrien in der Regel über dem Durchschnitt.

Um den sich abzeichnenden Strukturwandel in der gesamten Wertschöpfungskette Automobilbau zu gestalten, sind die bestehenden Förderkriterien zu ändern. Ähnlich der vormaligen Gemeinschaftsinitiative der KONVER⁷³

⁷³ KONVER ermöglichte als Gemeinschaftsinitiative zwischen 1994 und 1999 die Umstellung von stark vom Rüstungssektor abhängigen Regionen. Ziel war die Umgestaltung bisheriger Aufgabenbereiche wehrtechnischer Betriebe sowie die Neunutzung ehemaliger Truppenstandorte.

sollten auch Regionen mit hoher Wirtschaftskraft unterstützt werden, um den Strukturwandel der Sektoren, die die Region prägen, rechtzeitig zu gestalten. Es wäre widersinnig, diese Regionen erst dann zu unterstützen, wenn sie Unternehmen sowie Beschäftigung und damit Wirtschaftskraft verloren haben. Ein reformierter europäischer Fonds für regionale Entwicklung (EFRE⁷⁴) oder ein neu zu schaffender (europäischer) Struktur- und Innovationsfonds könnten helfen, ökonomische und soziale Brüche sowie Verwerfungen zu verhindern. So könnten Unternehmen im Wertschöpfungscluster „Automobilbau“ aktiv dabei unterstützt werden, auf emissionsärmere Antriebe und Fahrzeuge umzustellen oder neue Geschäfts- und Mobilitätskonzepte zu entwickeln.

Unternehmensinterne und -externe Qualifikationssysteme und Arbeitsmarktpolitik intensivieren

Bislang ist es schwer abzuschätzen, welche quantitativen Beschäftigungsfolgen die zunehmende Elektrifizierung der Antriebe und die Digitalisierung in der Automobilproduktion oder der Wechsel zu nachhaltigeren Verkehrstechnologien mit sich bringen werden. Eine weitgehende Elektrifizierung des Antriebsstrangs und die zu erwartenden Produktivitätssteigerungen könnten in der Produktion zu erheblichen Beschäftigungsverlusten führen. Ob sie verhindert werden können, wird auch davon abhängen, inwieweit es gelingen wird, die neuen Technologien und Dienstleistungen in die bestehenden Wertschöpfungsketten zu integrieren. Hier geht es nicht nur um die Beschäftigung bei den Fahrzeugherstellern, sondern auch um die vielen Beschäftigten der zahlreichen kleinen und mittleren Unternehmen, die eng mit den Fahrzeugherstellern verbunden sind (These 3). Gerade in diesem Bereich wird eine aktive und präventive Beschäftigungs- und Arbeitsmarktpolitik der öffentlichen Hand notwendig sein, die die Beschäftigten befähigt, sich an die Wandlungsprozesse der Industrie und der Produktionssysteme anzupassen.

Neben den quantitativen sind gesondert die durch den Technologiewandel bedingten qualitativen Beschäftigungsfolgen zu berücksichtigen. Der Anpassungsbedarf hinsichtlich veränderter, neuer Qualifikationen ist für die Beschäftigten immens, in der Pkw-, Nutzfahrzeug-, Eisenbahn-, Flugzeug- oder Schiffsproduktion genauso wie in den Zuliefersektoren. Das berufliche Wissen veraltet durch die Digitalisierung und den technologischen Fortschritt schneller und zunehmend sind methodische, sozial-kommunikative und personale Kompetenzen gefordert, eine kontinuierliche Weiterbildung der Beschäftigten ist nötig. Diesen Anpassungsbedarf muss eine bundesweite Qua-

lifizierungs- und Weiterbildungsoffensive aller relevanten gesellschaftlichen und politischen Akteure begleiten.

Hier führt auch die Digitalisierung mit neuen Geschäftsmodellen und Tätigkeiten zu bislang unbekanntem Ausbildungsberufen. Die Nachfrage nach digitalen Kompetenzen wächst, traditionelle technisch-mechanische Berufsbilder werden an Bedeutung verlieren. Die betrieblichen und öffentlichen Aus- und Weiterbildungssysteme, zum Beispiel bei den Ausbildungsberufen im Metall- und Elektrobereich, müssen sich diesen Herausforderungen stellen. Hier müssen unter anderem IT-Sicherheit, digitale Vernetzung und die Verarbeitung großer Datenströme in die Ausbildung integriert werden.

⁷⁴ Die im EFRE aufgeführten strategischen Felder weisen in die richtige Richtung: Digitalisierung, Innovation und Forschung, Förderung kleiner und mittlerer Unternehmen (KMU) und einer CO₂-armen Wirtschaft. Hier sollte auch die Möglichkeit zur Förderung „starker“ Regionen verankert werden, deren Unternehmen und Branchen nachweisbar einen Transformationswandel durchlaufen, obwohl ihre momentane Wirtschaftskraft noch über dem EU-Durchschnitt liegt.

8. Die Verkehrswende braucht integrative politische Handlungsansätze.

Politische Maßnahmen und Instrumente zur Modernisierung des Verkehrssystems wirken auch in andere Politikbereiche – und umkehrt. Diese Wechselwirkungen und Abhängigkeiten sowie die damit verbundenen Zielkonflikte sind zu beachten und mittels integrativer Politikansätze aufzulösen. Dies setzt eine enge, kontinuierliche und institutionell abgesicherte Kooperation aller Akteure im Verkehrssystem voraus.

Ein CO₂-Bepreisungssystem im Verkehr kann wichtige Lenkungswirkungen entfalten. Da nicht alle Verkehrsteilnehmer sofort auf CO₂-arme Verkehrsmittel umsteigen können, sind ökonomische und soziale Ausgleichsmaßnahmen erforderlich.

Es ist bekannt, dass politische Entscheidungen nicht immer zielgenau in spezifischen Politikfeldern wirken, sondern häufig unvorhersehbare und unerwünschte Effekte in anderen Feldern haben. Diese Folgen können direkter oder indirekter Natur sein und neuen Regelungsbedarf in anderen Politikfeldern erzeugen.

Der Verkehrssektor zeigt besonders deutlich, welche Komplexitäten und Abhängigkeiten der modernen Gesellschaft die Politik berücksichtigen muss, will sie nachhaltige Lösungen erreichen. Räumliche Mobilität und das dazu notwendige Verkehrssystem besitzen in modernen Gesellschaften eine hohe ökonomische und soziale Bedeutung, somit stehen verkehrspolitische Veränderungen in aller Regel in Beziehung zu mehreren anderen Politikbereichen. Umgekehrt beeinflussen politische Regulierungen in anderen Politikbereichen das Verkehrssystem. Die Aufgabe, einerseits die ökologischen Probleme des heutigen Verkehrssystems lösen zu müssen, andererseits aber seine Leistungsfähigkeit zu erhalten, führt zu Zielkonflikten und berührt verschiedene Politikfelder. Der Verkehrssektor zeigt deutlich, dass komplexe Nachhaltigkeitsprobleme nur mittels eines integrativen Politikansatzes effektiv gelöst werden können: Die bestehenden Zielkonflikte müssen von den verschiedenen Politikfeldern bewusst benannt und ab-

gewogen und darauf aufbauend Lösungen entwickelt werden. Dies setzt eine enge, kontinuierliche und institutionell abgesicherte Kooperation aller Akteure im Verkehrssystem voraus.

Programmatisch hat sich die Politik in Deutschland und Europa schon lange dem Leitbild einer integrierten Verkehrspolitik verschrieben. Die EU-Kommission benannte bereits in ihrem Weißbuch 2011 die Politikbereiche, die integrativ für ein nachhaltiges Verkehrssystem zusammenwirken müssen.⁷⁵ Jedoch ist festzustellen, dass sowohl die unterschiedlichen Politikebenen und -ressorts als auch die weiteren Akteure des Verkehrssystems bis heute jeweils fast ausschließlich ihren spezifischen Zielen und ihrer Eigenlogik folgen.

Die Folge ist, dass die reale Verkehrsentwicklung im starken Kontrast zur notwendigen Entwicklung steht. Die Politik ist aufgefordert, ihre Institutionen und politischen Handlungsfelder in eine integrative verkehrspolitische Strategie einzubinden und in diesen Prozess die weiteren Akteure des Verkehrssystems zu integrieren. Die 2018 von der Bundesregierung ins Leben gerufene nationale Plattform „Zukunft der Mobilität“ (NPM) könnte von ihrer Zusammensetzung und ihrer Aufgabenstellung her ein Beispiel für eine derartige partizipative und integrative Verkehrspolitik bieten. Mögliche Vorschläge und Ergebnisse müssten ernsthaft von der Politik aufgegriffen werden und sollten nicht kurzfristigen opportunistischen Kalkülen zum Opfer fallen.

Zur Rolle neuer Lenkungsmechanismen (einschließlich eines CO₂-Preises) im Verkehrssektor

Ein wichtiger Schritt zu einer besseren Verknüpfung der verschiedenen Handlungsfelder und Akteure einer Verkehrswende wäre, die vielfach noch versteckten bzw. externen Kosten des heutigen Verkehrssystems sichtbar zu machen. Hier müssten die Umwelt- und Gesundheitskosten, die durch Luftverschmutzung, CO₂-Ausstoß, Flächenverbrauch und Lärm des Verkehrs entstehen, berücksichtigt werden. Um diese Kosten sichtbar zu machen

⁷⁵ EU-Kommission 2011

und den Umbau des Verkehrssystems voranzutreiben, sind neue Lenkungsmechanismen notwendig.

Vieles spricht für eine CO₂-Bepreisung im Verkehrssektor. Bislang wird in Deutschland lediglich die Kfz-Steuer nach CO₂-Ausstoß bemessen, während im Bereich der Kraftstoffe unterschiedliche und inkonsistente Besteuerungen gelten. Der Vorteil einer CO₂-Besteuerung läge in der Technologieoffenheit: Es könnten sich die Antriebstechnologien durchsetzen, mit denen die Klimaschutzziele mit den geringsten CO₂-Vermeidungskosten erreicht werden. Verbote, bspw. des Verbrennungsmotors, wären ebenso unnötig wie die Subventionierung CO₂-armer Antriebe. Außerdem würde eine CO₂-Steuer das Fahrverhalten, die Fahrleistungen und die Logistikkonzepte der Wirtschaft erfassen. Es würden Anreize zur Vermeidung von Verkehr geben.

Internalisierung ökologischer Kosten erfordert Ausgleichsmaßnahmen

Die Kosten, die mit einem Umbau des Verkehrssystems sowie der Integration externer Kosten in die Preise verbunden sind, erfordern finanzielle Ausgleichsmaßnahmen, da sonst negative ökonomische und soziale Folgen drohen. Denn nicht alle Verkehrsteilnehmer (individuelle oder gewerbliche) können sofort auf CO₂-arme Verkehrsträger umsteigen.

Eine integrative Politik für eine nachhaltige Verkehrswende darf auch nicht die unterschiedlichen Mobilitätsanforderungen zwischen Stadt und Land außer Acht lassen. Während in den Städten die Verkehrsteilnehmer den Mobilitätsanforderungen über verschiedene, kombinierbare und neue Verkehrsmittel nachkommen können, bleibt auf dem Land die große Mehrheit der Bevölkerung auf das private Auto angewiesen. Für die meisten Wege und erst recht für weitere Strecken gibt es hier keine Alternative zum Auto, nicht zuletzt, weil neue Mobilitätskonzepte wie etwa Ride-Sharing und Car-Sharing dort nicht wirtschaftlich sind.

Aus Sicht der Stiftung Arbeit und Umwelt der IG BCE besitzt Deutschland alle wesentlichen Voraussetzungen, um eine erfolgreiche nachhaltige Verkehrswende zu gestalten. Die Verkehrswende muss nur endlich als zentrales, Strukturen und Institutionen überspannendes

Die erreichte Demokratisierung der Mobilität darf nicht durch die Verkehrswende gefährdet werden. Die Errungenschaft, dass der größte Teil der Bevölkerung in den hoch entwickelten Ländern räumliche Mobilität selbstbestimmt ausüben kann, darf nicht durch die Internalisierung der CO₂-Kosten des Verkehrs infrage gestellt werden.

Der Start in eine nachhaltige sowie gerechte Verkehrswende braucht also sowohl programmatische Ziele als auch den festen Willen, politisch zu gestalten und zu regulieren sowie die Bereitschaft der öffentlichen Hand zu mehr Investitionen. Gleichzeitig müssen die regulatorischen Rahmenbedingungen so gesetzt werden, dass die für eine Verkehrswende unverzichtbaren privaten Investitionen zu einer nachhaltigen Weiterentwicklung des Verkehrssystems beitragen können.

politisches Handlungsfeld aufgegriffen werden, das weit über die Verkehrspolitik hinausreicht.

Wir freuen uns auf die weitere Diskussion!

Literaturverzeichnis

Agora Verkehrswende, Agora Energiewende & Frontier Economics (2018) „Die zukünftigen Kosten strombasierter synthetischer Brennstoffe“:
www.agora-verkehrswende.de/fileadmin/Projekte/2017/Die_Kosten_synthetischer_Brenn-_und_Kraftstoffe_bis_2050/Agora_SynCost-Studie_WEB.pdf

Allianz pro Schiene: www.allianz-pro-schiene.de/themen/infrastruktur/investitionen/

BAuA (2016) „Psychische Gesundheit in der Arbeitswelt – Mobilität - Forschungsbericht“; Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) (Hrsg).

BAuA (2018) „Pendeln und gesundheitliche Beschwerden: Ergebnisse der BAuA-Arbeitszeitbefragung“.

BDI (2018) „Analyse der Klimapfade Verkehr 2030“:
bdi.eu/publikation/news/analyse-der-klimapfade-verkehr-2030/

BMF „Horizont 2020“: www.horizont2020.de/einstieg-budget.html

BMU (2018) „Klimaschutz in Zahlen: Der Sektor Verkehr“.

BMUB (2016) „Umweltbewusstsein in Deutschland 2016 Ergebnisse einer repräsentativen Bevölkerungsumfrage“, www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/umweltbewusstsein_deutschland_2016_bf.pdf

BMWi (2015) „Stärkung von Investitionen in Deutschland“, Bericht der Expertenkommission im Auftrag des Bundesministers für Wirtschaft und Energie: www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/staerkung-von-investitionen-in-deutschland.pdf?__blob=publicationFile&v=11

BMWi (2017) „Verkehr in Zahlen 2017/2018 - – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur“.

BMWi (2018) „Datenübersicht zum fünften Monitoringbericht“:
www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=2ahUKEwifiaGg5dvgAhUHR6QK-HSFoAlkQFjABegQIBBAC&url=https%3A%2F%2Fwww.bmwi.de%2FRedaktion%2FDE%2FBinaer%2Fdate-nuebersicht-zum-fuenften-monitoring-bericht.xlsx%3F__blob%3DpublicationFile%26v%3D11&usg=AOvVaw2U6mlUu6-GHxneGvHpijq4

Bodewig-Kommission (2016) „Bau und Unterhaltung des Verkehrsnetzes“ (Bodewig-Kommission II): „Reformkonzept Bau und Unterhaltung des Verkehrsnetzes“. Abschlussbericht. Hg. v. Verkehrsministerkonferenz, Berlin.

Boston Consult Group & Prognos AG (2018) „Klimapfade für Deutschland“, im Auftrag des BDI.

Brenke, K. (2018) „Wirtschaftsdienst 6/2018“.

Bundesinstitut für Bau, Stadt und Raumforschung 2017: www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Home/Topthemen/2017-pendeln.html

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2018) „Verkehr in Zahlen 2017/2018“: www.umweltbundesamt.de/daten/verkehr/endenergieverbrauch-energieeffizienz-des-verkehrs#textpart-1

Bundesregierung (2016) „Zweiter Bericht der Bundesregierung zur Entwicklung der ländlichen Räume“.

dena (2018) „dena-Leitstudie Integrierte Energiewende - Impulse für die Gestaltung des Energiesystems bis 2050“: shop.dena.de/fileadmin/denashop/media/Downloads_Dateien/esd/9261_dena-Leitstudie_Integrierte_Energiewende_lang.pdf

Destatis (2015) Strukturhebung des Dienstleistungsbereichs.

Destatis (2018a) Verkehrsunfälle: www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/TransportVerkehr/Verkehrsunfaelle/Verkehrsunfaelle.html

Destatis (2018b) Preise und Preisindizes für Verkehr, Fachserie 17 Reihe 9.2; Fachserie 18, Reihe 1.5

Destatis (2018c) „Statisches Jahrbuch 2018“

Destatis (2018d) Strukturhebung im Dienstleistungsbereich Verkehr und Lagerei – Fachserie 9 Reihe 4.1

Deutscher Bundestag (2018) Wissenschaftlichen Dienste des Deutschen Bundestag. Dokumentation WD 5 - 3000 - 008/18: www.bundestag.de/blob/544092/dab1b2ac-5f0264e4b35ea370d197922e/wd-5-008-18-pdf-data.pdf

DGB (2017) „Berufspendler: Wenn der Arbeitsweg krank macht“: www.dgb.de/themen/++co++e2da32b6-2438-11e7-8c0a-525400e5a74a

- DGB Bundesvorstand (2018) „Antrag C016: Mehr Steuer-gerechtigkeit für eine solidarische und vielfältige Gesell-schaft“; DGB-Bundeskongress 13.–17. Mai 2018, Berlin.
- Diez, W. (2017) „Der Einfluss der Digitalisierung und Elektrifizierung auf die Beschäftigungsentwicklung in der deutschen Automobilindustrie“: Arbeitspapier des Instituts für Automobilwirtschaft an der Hochschule für Wirtschaft und Umwelt (HfWU) Nürtingen-Geislingen.
- Ecomento – Das Elektroauto und E-Mobilitätsportal: ecomento.de/2018/02/16/wasserstoff-elektroauto-tankstellen-2017-deutschland-europa-welt/
- Ernst & Young (2018) „Weltweite Investitionen im Auto-mobilsektor - eine Analyse ortsgebundener Investitionen der führenden Autokonzerne der Welt“: www.ey.com/de/de/newsroom/news-releases/ey-20180312-auto-industrie-stellt-sich-auf-elektroboom-ein-investitionen-in-deutschland-steigen
- EU-Kommission (2011) „Weißbuch KOM(2011) 144: Fahrplan zu einem einheitlichen europäischen Verkehrs-raum“: ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/themes/strategies/doc/2011_white_paper/white-paper-illustrated-brochure_de.pdf
- Fraunhofer IAO et al. (2018) „ELAB 2.0 - Wirkungen der Fahrzeugelektrifizierung auf die Beschäftigung am Stand-ort Deutschland“.
- Fraunhofer ISI (2018) „Sektorenkopplung - – Definition, Chancen und Herausforderungen“: Working Paper Sus-tainability and Innovation No. S 01/2018.
- Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisa-tion, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR) - Institut für Fahrzeugkonzepte Vorabbericht IAO (2018).
- Graham C. & Delbosc, A. (2011) „Transport Disadvantage: A Review“, in Graham Currie (ed.): New Perspectives and Methods in Transport and Social Exclusion Research, Seiten 15–25.
- H2 Mobility: <https://h2.live/>
- Haushaltsgesetz (2019): „Gesetz über die Feststellung des Bundeshaushaltsplans für das Haushaltsjahr 2019“.
- IAB (2018) „IAB-Forschungsbericht 8/18, Elektromobilität 2035“: doku.iab.de/forschungsbericht/2018/fb0818.pdf
- Inrix Global Traffic Scorecard 2017: inrix.com/scorecard/
- International Air Transport Association (2017): www.iata.org/pressroom/pr/Pages/2017-10-24-01.aspx
- iwd (2016) „Personalmangel in den Bauämtern“: www.iwd.de/artikel/personalmangel-in-den-bauaem-tern-306346/
- Kraftfahrtbundesamt (2017) „Jahresbilanz der Neuzulas-sungen 2017“: www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Neu-zulassungen/n_jahresbilanz.html?nn=644522
- Legler, H., Gerke, B., Krawczyk, U. et al. (2009) „Die Bedeutung der Automobilindustrie für die deutsche Volkswirtschaft im europäischen Kontext, Endbericht im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie“.
- Robert Bosch GmbH, Pressemitteilung vom 25.4.2018: www.bosch-presse.de/pressportal/de/de/durchbruch-neue-bosch-dieseltechnik-kann-stickoxid-problem-loesen-155524.html
- Shell Energy Transition Report: www.shell.com/energy-and-innovation/the-energy-future/shell-energy-transition-report.html
- Statista: „Investitionen des Bundes in Verkehrswege“: de.statista.com/statistik/daten/studie/151923/umfrage/investitionen-des-bundes-in-verkehrswege/
- Statistisches Bundesamt (2018) Fachserie 15 Reihe 1, LWR 20176, S. 15.
- Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft e. V.: www.stifterverband.org/pressemitteilun-gen/2017_12_20_forschung_und_entwicklung
- Teufel, D. UPI – Umwelt- und Prognose-Institut, Heidel-berg (2018) „Ökologische Folgen und Nebenwirkungen von Elektro- und Hybridautos“: Vortrag Hochschule Karlsruhe Technik und Wirtschaft Fakultät für Elektro- und Informationstechnik (EIT) 28. März 2018.
- UBA - Luftreinhaltung in der EU: www.umweltbundesamt.de/themen/luft/regelungen-strategien/luftreinhaltung-in-der-eu#textpart-1
- UBA & BMU (2018) „Gemeinsame Pressemitteilung von Umweltbundesamt und Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, 8/2018“.
- UBA (2016) „Klimaschutzbeitrag des Verkehrs bis 2050, 56/2016“.

UBA (2018a) „Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen: Arbeitsstand 18.12.2017“.

UBA (2018b) „Emissionen ausgewählter Luftschadstoffe und Treibhausgase aus dem Verkehrssektor. Nationale Trendtabellen, Stand 15.01.2018“: www.umweltbundesamt.de/daten/verkehr/umweltbelastungen-durch-verkehr#textpart-3

UBA (2018c) „Vergleich der durchschnittlichen Emissionen einzelner Verkehrsmittel im Personenverkehr - Bezugsjahr 2017“: www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/366/bilder/dateien/vergleich_der_durchschnittlichen_emissionen_einzeln_verkehrsmittel_im_personenverkehr_bezugsjahr_2017.pdf

UBA (2019) Endenergieverbrauch und Energieeffizienz des Verkehrs: www.umweltbundesamt.de/daten/verkehr/endenergieverbrauch-energieeffizienz-des-verkehrs#textpart-1

UBA „Energieverbrauch nach Sektoren“:
www.umweltbundesamt.de/daten/energie/energieverbrauch-nach-energietraegern-sektoren

Verkehrsministerkonferenz (2017) Beschluss - Sammlung der Verkehrsministerkonferenz am 9./10. November 2017 in Wolfsburg, K 1 - 1 Bd. 127, 17. November 2017.

Vertretung der Europäischen Kommission in Deutschland (2018): ec.europa.eu/germany/news/20180607-alternative-kraftstoffe_de

Wissenschaftliche Dienste des Deutschen Bundestag (2018) „Regelsätze für SGB II-Leistungsempfänger Regelbedarfsrelevante Verbrauchsausgaben; Sachstand WD 6 - 3000 - 036/18“.

World Bank Data - – Air Transport, Passengers Carried: <https://data.worldbank.org/indicator/IS.AIR.PSGR>

Zeit Online. dpa: www.zeit.de/mobilitaet/2018-11/umweltbelastung-autoindustrie-abgasreinigung-kohlendioxid-emission-verkehr

**Stiftung Arbeit und Umwelt
der Industriegewerkschaft Bergbau, Chemie, Energie**

Inselstraße 6
10179 Berlin
Telefon +49 30 2787 1325

Königsworther Platz 6
30167 Hannover
Telefon +49 511 7631 472

E-Mail: arbeit-umwelt@igbce.de
Internet: www.arbeit-umwelt.de

