

Übergänge in den postfossilen Verkehr

Zusammenfassung der Ergebnisse:
Notwendigkeiten, Entwicklungstrends und -pfade

Kurzbericht



© 2016 Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die des Nachdruckes, der Übersetzung, des Vortrages, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten.

ISBN 978-3-86446-146-0



Übergänge in den postfossilen Verkehr

**Zusammenfassung der Ergebnisse:
Notwendigkeiten, Entwicklungstrends und -pfade**

Kurzbericht

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen
Querschnittsausschuss 7 „Postfossiler Verkehr“

Leiter:

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Felix Huber, Wuppertal

Mitglieder:

Dr.-Ing. Wulf-Holger Arndt, Berlin
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Klaus Joachim Beckmann, Berlin
Dr. rer. nat. Yvonne Binard-Kühnel, Wiesbaden
Dr.-Ing. Norbert Ehrlich, Düsseldorf (†)
Dr.-Ing. Heinrich Els, Bonn
Dipl.-Ing. Michael Falk, Wuppertal
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Carsten Gertz, Hamburg
LRDir. Dipl.-Phys. Dirk Heuzeroth, Bergisch Gladbach
Dipl.-Ing. Jeanette Klemmer, Wuppertal
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Uwe Köhler, Frankfurt am Main
Prof. Dr.-Ing. Oscar Reutter, Wuppertal
Dipl.-Ing. Martin Röhrleef, Hannover
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dirk Vallée, Aachen
Dipl.-Ing. Gerd Würdemann, Niederkassel
Dipl.-Ing. Sonja Xalter, Augsburg

Dieser Bericht „Übergänge in den postfossilen Verkehr, Zusammenfassung der Ergebnisse: Notwendigkeiten, Entwicklungstrends und -pfade“ (Kurzbericht), Ausgabe 2016, dokumentiert die Arbeit des Querschnittsausschusses „Postfossiler Verkehr“ der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV). Er ist für die Arbeit in allen Gremien der FGSV erstellt worden und richtet sich auch an interessierte Kreise außerhalb der FGSV.

Der ausführliche Ergebnisbericht „Übergänge in den postfossilen Verkehr: Notwendigkeiten, Entwicklungstrends und -pfade“, Ausgabe 2016, kann ebenso unter www.fgsv.de und www.fgsv-verlag.de in digitaler Form abgerufen werden und steht wie der Kurzbericht im Portal der FGSV für die FGSV-Mitglieder und FGSV-Gremien zur Verfügung.

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird bei geschlechtsspezifischen Begriffen jeweils nur eine Form verwendet, in der Regel die männliche. Diese Begriffe schließen selbstverständlich die jeweils andere geschlechtsspezifische Form wertfrei mit ein.

„Übergänge in den postfossilen Verkehr
Zusammenfassung der Ergebnisse:
Notwendigkeiten, Entwicklungstrends und -pfade“

Inhaltsübersicht

	Seite
1 Einführung	5
1.1 Anlass	5
1.2 Zielgruppe	6
1.3 Aufbau	7
2 Postfossiler Verkehr	8
3 Rahmenbedingungen	10
3.1 Rechtlicher Rahmen	10
3.2 Gesellschaftliche Entwicklungen	11
3.3 Entwicklung der verkehrlichen Rahmenbedingungen	12
4 Vorstellung der Szenarien	14
4.1 Technik-Szenario	18
4.2 Verhaltens-Szenario	19
5 Vergleich der Szenario-Ergebnisse	22
6 Ausblick	29

1 Einführung

1.1 Anlass

Der Verkehrssektor hängt heute zu 95 % vom Öl ab.¹⁾ Er verbraucht weltweit rund 54 % dieses fossilen Energieträgers. Vor dem Hintergrund der Ressourcenendlichkeit hat sich eine Abhängigkeit von der Versorgung mit Erdöl entwickelt, die für die Mobilität einer hoch entwickelten Wirtschaft, wie die der Bundesrepublik Deutschland, ein erhebliches und unwägbares Risiko darstellt. Die Entwicklung der Kraftstoffpreise und deren Volatilität beeinflussen mittlerweile die Wirtschaftsentwicklung maßgeblich. Weltweite Verteilungskonflikte zeichnen sich ab.²⁾

Der Verkehr ist mit seinen fossilen Treibstoffen zu 20 % am Ausstoß der Treibhausgase in Deutschland beteiligt³⁾ und damit ein wesentlicher Treiber des Klimawandels. Die Volkswirtschaft ist auf einen reibungslos funktionierenden Verkehr angewiesen. Es wird befürchtet, dass extreme Wetterereignisse (Starkregen, Sturm, Hitzeperioden) als Folge des Klimawandels die Verlässlichkeit des Verkehrs künftig zunehmend beeinträchtigen könnten. Ernst zu nehmende Einrichtungen weisen darauf hin, dass die Schadensprophylaxe durch Anpassung an diese neuen Phänomene (z. B. unter anderem die Adaption der Verkehrsinfrastruktur), die Beseitigung von Schäden aus Naturereignissen⁴⁾ in Form von Ausfällen und Zerstörungen volkswirtschaftliche Kosten verursachen könnten, welche die Vermeidungskosten auf Dauer weit übersteigen.⁵⁾ Richard Tol schreibt zu den Kosten des Klimawandels: „Die Auswirkungen des Klimawandels zu berechnen und in Geldeinheiten auszudrücken, ist schwierig und in vielen Details umstritten. Bei allen Problemen, die diese Berechnungen mit sich bringen, gibt es doch einige robuste Ergebnisse: Von den negativen und positiven Auswirkungen des Klimawandels dominieren auf kurze Sicht die positiven, auf längere Sicht jedoch die negativen. Kurzfristig können wir das Klima ohnehin nicht beeinflussen. Längerfristig hat es jedoch Vorteile, den Klimawandel zu bekämpfen. Eine Erderwärmung um 3 Grad Celsius bringt deutlich höhere Verluste als eine Erwärmung um 2 Grad.“⁶⁾

1) Creutzig, F.; Edenhofer, O.: März 2010, S. 10

2) Vgl. hierzu: Zentrum für Transformation der Bundeswehr, Dezernat Zukunftsanalysen: Peak Oil – Sicherheitspolitische Implikationen knapper Ressourcen, Strausberg, Juli 2010

3) Das BMUB führt dazu aus: Die direkten CO₂-Emissionen des Verkehrs machten im Jahr 2004 rund 20 % des gesamten CO₂ in Deutschland aus. Nimmt man den abgehenden Flugverkehr und auch die indirekten Emissionen hinzu, das sind die Emissionen der Raffinerieprozesse und des Bahnstroms, kommt der Verkehr auf einen ca. 25 %-Anteil. <http://www.bmu.de/themen/luft-laerm-verkehr/verkehr/herausforderung-verkehr-und-umwelt/verkehr-und-umwelt-weniger-treibhausgasemissionen-auf-der-strasse-mehr-im-flugverkehr/>, Zugriff am 29. 10. 2013

4) Vgl. u. a. Germanwatch: Globaler Klima-Risiko-Index 2014, <https://germanwatch.org/de/download/8552.pdf>, Zugriff am 13. 12. 2013; Münchener Rückversicherung: Studie zeigt Einfluss einer Klimaschwankung auf Schäden durch Taifune, 29. 1. 2013, http://www.munichre.com/de/group/focus/climate_change/research/influence-of-climate-oscillation/default.aspx, Zugriff am 27. 12. 2013

5) Venjakob, M.; Mersmann, F.: Kosten des Klimawandels in Bundeszentrale für politische Bildung, 23. 5. 2013, <http://www.bpb.de/gesellschaft/umwelt/klimawandel/38487/kosten-des-klimawandels>, Zugriff 17. 12. 2013

6) Tol, R.: Die Kosten des Klimawandels, in FAZ, 23. 11. 2009, <http://www.faz.net/aktuell/wissen/klima/klimapolitik-die-kosten-des-klimawandels-1881629.html>, Zugriff am 27. 12. 2013

Für die künftige Verkehrsentwicklung stellt sich die Frage, wie eine Befreiung aus der totalen Abhängigkeit vom Erdöl, wie die Erreichung der Energieminderungsziele der Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie der Bundesregierung⁷⁾ und wie eine umfassende Minderung des Ausstoßes klimaschädlicher Gase im Verkehrssektor möglich sind. Wie lässt sich eine zukunftsfähige Mobilität entwickeln, die eine Vielfalt an Wahlmöglichkeiten bereit hält, zugleich die Abhängigkeit vom fossilen Kraftstoff deutlich reduziert und die Verkehrsangebote fördert, die ohne diese Energieform auskommen? Gelingt es, den Rahmen möglicher „Zukunftswelten“ des Verkehrs „richtungs- und größenordnungs-sicher“ zu beschreiben, zwischen denen sich die tatsächliche künftige Verkehrsentwicklung – je nach planerischer Intention und verkehrspolitischen Weichenstellungen – vermutlich abspielen wird? Welche Handlungsoptionen gibt es? Weisen solche Überlegungen in eine neue Verkehrswirklichkeit eines „postfossilen Verkehrs“?

1.2 Zielgruppe

Die Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen möchte ihren Beitrag zur Information über den Schutz des Klimas und zur Entwicklung nachhaltig tragfähiger Verkehrsangebote leisten. Diese Ausarbeitung richtet sich daher an alle Straßen-, Stadt- und Verkehrsplaner, Bauingenieure, Fachleute im Straßen- und Verkehrswesen, an politische Entscheidungsträger und an die Allgemeinheit mit dem Ziel, den Strukturübergang zu einem „attraktiven“ postfossilen Verkehr aktiv zu gestalten, indem die Chance zu technischen Neuentwicklungen (neue Verkehrssysteme, sogenannte neue Mobile, Energieträger etc.) genutzt und die Bedeutung bekannter, aber bisher nicht mit der notwendigen Konsequenz verfolgter Ziele (z. B. „Stadt der kurzen Wege“, Orientierung am Umweltverbund, Mobilitätsmanagement usw.) aus dem Begründungskontext „Befreiung von der Erdölabhängigkeit“ und „Schutz des Klimas“ verdeutlicht wird.

7) Vgl. hierzu Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) (Hrsg.): Der Verkehrsbereich muss seinen Beitrag zur Umsetzung des Energiekonzepts der Bundesregierung leisten. Kernziel für den Verkehrssektor ist die Reduzierung des Endenergieverbrauchs bis 2020 um rund 10 Prozent und bis 2050 um rund 40 Prozent gegenüber 2005. Die wesentlichen Voraussetzungen für das Erreichen der Ziele sind die Diversifizierung der Energiebasis des Verkehrs mit alternativen Kraftstoffen in Verbindung mit innovativen Antriebstechnologien, die weitere Steigerung der Energieeffizienz von Verbrennungsmotoren und die Optimierung der Verkehrsabläufe, Berlin, Juni 2013, http://www.bmvbs.de/SharedDocs/DE/Anlage/UI-MKS/mks-strategie-final.pdf?__blob=publicationFile, Zugriff 13. 12. 2013

1.3 Aufbau

Aufbauend auf den Rahmenbedingungen für die Verkehrsentwicklung und einem „Business as Usual-Szenario“ (BAU-Szenario) als Referenz-Szenario werden zwei alternative Entwicklungsszenarien dargestellt:

-  **ein „Technik-Szenario“:** „Was bis 2030 technisch absehbar ist, wird gemacht!“. Die Minderungspotenziale des Technik-Szenarios werden – ausgehend von heute – in einem „Forecasting“ zunächst auf das Jahr 2030 und dann auf 2050 hochgerechnet und mit den Klimaschutzzielen verglichen.
-  **ein „Verhaltens-Technik-Szenario“:** „Ausgehend vom Jahr 2050 wird in einem „Backcasting“-Ansatz abgeschätzt⁸⁾, mit welchen Maßnahmen („50 % Verhaltensänderung und 50 % Technik“) das 80 %-CO₂-Reduktionsziel⁹⁾ bezogen auf das Jahr 1990 erreicht werden kann“.

Beide Szenarien zeigen zwei sehr unterschiedliche Lösungswege auf. Beide Szenarien wollen ganz bewusst die Eckwerte zweier unterschiedlicher „Zukünfte“ in der Gestaltung der Verkehrsentwicklung aufzeigen, um die Unterschiede in den Handlungsnotwendigkeiten und in den Wirkungen deutlich zu machen.¹⁰⁾ Beide Szenarien werden mit großer Sicherheit in der hier dargestellten „Reinform“ nicht eintreten. Die verkehrliche Wirklichkeit wird sich auf der Zeitachse bis 2050 – je nach Energiepreisentwicklung, Technologieentwicklung, politischer Weichenstellung oder Entwicklung des Nachfrageverhaltens der Menschen nach Mobilitätsangeboten – voraussichtlich irgendwo zwischen den beiden Szenarien einpendeln, wobei einzelne Maßnahmen- oder Wirkungsbereiche einen größeren, andere eine geringere Bedeutung als in den Szenarien dargestellt gewinnen können und deshalb unterschiedliche Beiträge zum Klimaschutz leisten. Für beide Szenarien gilt, dass sie jederzeit Elemente des jeweils anderen Szenarios integrieren können. Hätte man diese Variation der Eckszenarien hier aber vorgenommen, dann wäre eine große Anzahl an Zwischenszenarien entstanden. Um aber die Unterschiede in den Effekten beider Szenarien für die Strategiebildung und die Gestaltung der verkehrsstädtebaulichen Zukunft verdeutlichen zu können, werden beide Szenarien sehr klar – manchmal auch etwas überzeichnet – dar- und einander gegenübergestellt.

8) Die Aufteilung 50 % Technikbeitrag und 50 % Verhaltensbeitrag im Verhaltens-Szenario sind eine „Setzung“ des Querschnittsausschusses, die auf der Grundlage internationaler Erfahrungen und plausibler Abschätzungen vorgenommen worden ist. Dabei wird davon ausgegangen, dass die Technik immer einen gewissen Beitrag bringen wird und muss, parallel dazu aber das Verhalten aufgrund der Rahmenbedingungen der Menschen (Wirtschaftssystem, gebaute und natürliche Umwelt, soziale Bezüge) in einem bestimmten Umfang determiniert ist. Hier kam der Querschnittsausschuss zu der Auffassung, dass ein Beitrag aus Verhaltensänderung von 50 % sehr ambitioniert ist und so etwas wie ein denkbare Maximum darstellt.

9) Reduktionsziel in Anlehnung an: Europäische Kommission: „Weißbuch: Fahrplan zu einem einheitlichen europäischen Verkehrsraum – Hin zu einem wettbewerbsorientierten und ressourcenschonenden Verkehrssystem“, und: „Gesetz zur Förderung des Klimaschutzes in Nordrhein-Westfalen“, vgl. dazu Abschnitt 3.

10) Die Szenarien markieren unterschiedlich ausgeprägte, stark gezeichnete Strategiepfade, treffen dabei jedoch (den jeweiligen Annahmen entsprechende) größenordnungs- und richtungssichere Aussagen, welche eine theoretische Spannweite der künftigen Verkehrsentwicklung abstecken.

2 Postfossiler Verkehr

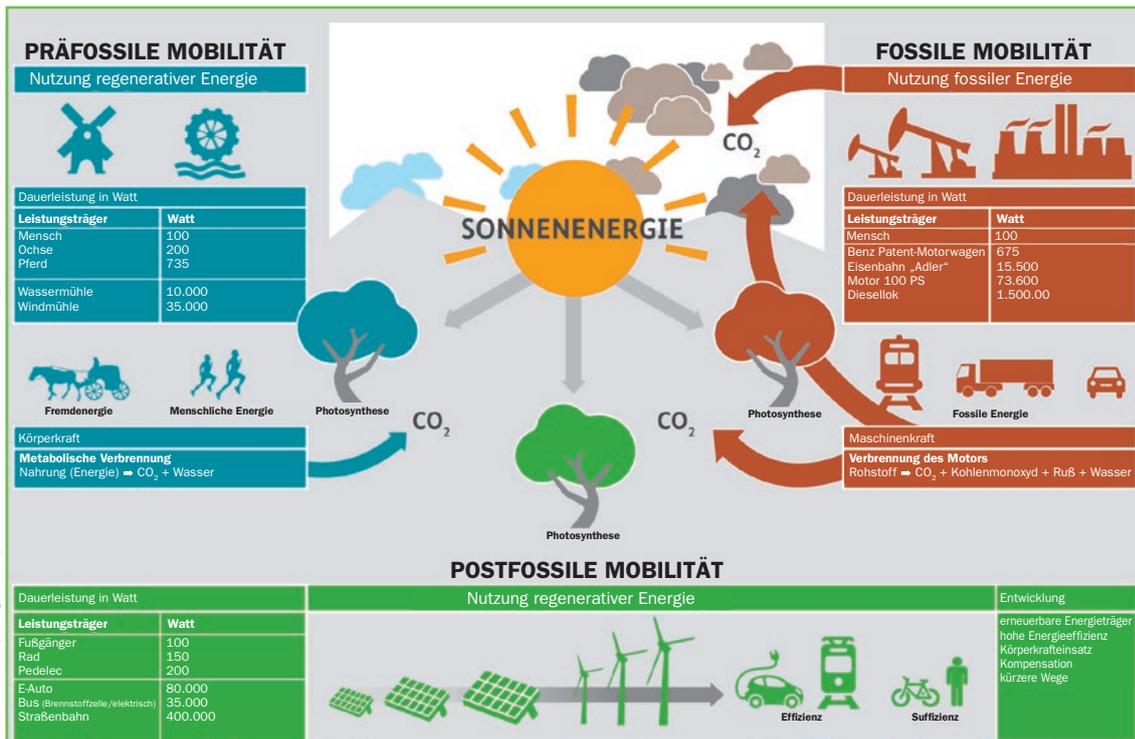
Im Raumordnungsbericht 2011 wird festgestellt: „Das fossile Zeitalter der Mobilität wird über kurz oder lang durch ein postfossiles Zeitalter abgelöst werden. Beruhte das Wirtschaftswachstum der vergangenen 200 Jahre auf der leichten und billigen Verfügbarkeit von fossilen Energieträgern, werden diese bereits in absehbarer Zukunft nur noch in eingeschränkter Menge und zu deutlich gestiegenen Preisen für Mobilitätsfunktionen zur Verfügung stehen. Es ist deshalb notwendig, die voraussehbaren Folgen für die Mobilität von morgen bereits heute in den Blick zu nehmen. Zentrale Schlüsselfragen sind daher, wann mit welchen gravierenden Änderungen bisher bekannter Muster der Verkehrsentwicklung und des Verkehrsverhaltens zu rechnen ist und welche Schlussfolgerungen daraus für den Aus- und Umbau der Verkehrsinfrastruktur zu ziehen sind.“¹¹⁾ Damit zeichnet sich ein Systemübergang von der fossilen zur postfossilen Mobilität ab. Energiewende und die Entwicklung der postfossilen Mobilität machen umfassende Verhaltensveränderungen mit neuen Mobilitätsmustern und Verkehrsmitteln, alternativen Antrieben und neuen Verkehrstechnologien erforderlich. Die Frage ist nicht mehr das „Ob“, sondern nur noch das „Wie“.

„Postfossile Mobilität“ ist die Bewegung und Beweglichkeit im Sinne von Potenzialen für die Ortsveränderung von Personen, Gütern und Informationen, die weitestgehend oder völlig ohne fossile Energieträger auskommt.

Der postfossile Verkehr – als die Umsetzung der postfossilen Mobilität – ist von der Einsicht in die Notwendigkeit geprägt, sich von der Ressourcenabhängigkeit von Erdölprodukten zu lösen und Emissionen klimaschädlicher Gase umfassend zu reduzieren. Dieses kann beispielsweise durch die Nutzung erneuerbarer Energieträger, hohe Effizienz und Bewegung durch Körperkraft erreicht werden.¹²⁾ Postfossiler Verkehr ist Voraussetzung für die nachhaltige Sicherung der Teilhabe der Menschen an wirtschaftlichen, sozialen und kulturellen Prozessen sowie des wirtschaftlichen Austauschs.

11) Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) (Hrsg.): Raumordnungsbericht 2011, Bonn, 2012, S. 9; siehe auch: Bundestagsdrucksache 17/8360 vom 13.1.2012, S. 29 <http://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/17/083/1708360.pdf>, Zugriff am 13.2.2012

12) Vgl. dazu Schindler, J.; Held, M.; Würdemann, G.: Postfossile Mobilität – Wegweiser für die Zeit nach dem Peak Oil, Syke, 2009, S. 129



Bewegung in Raum und Zeit benötigt Energie. Diese Energie stammt letztendlich immer von der Sonne. Sie wird – vereinfacht dargestellt – durch die Photosynthese (Kohlenstoffdioxid + Wasser + Licht (Sonnenenergie) → Sauerstoff + energiereiche organische Verbindungen) in Pflanzen (Produzenten) gespeichert und in der Nahrungskette zu den Tieren (Konsumenten) bis zum Menschen transportiert. Nahrung und in den Körper durch Assimilation eingebaute organische Energien können in einer metabolischen Verbrennung in mechanische Energie umgewandelt werden. Dabei entstehen Kohlendioxid + Wasser. Bei diesen Prozessen wird nur das vorher in den Pflanzen gespeicherte Kohlenstoffdioxid freigesetzt.

Der Mensch neigt dazu körpereigene Energiereserven zu sparen und bevorzugt fremde Energien zur Verrichtung von mechanischer Arbeit zu nutzen. Daher hat er frühzeitig Nutztiere „vorgespant“. Bis zur Entwicklung der Dampfmaschine war der Mensch auf regenerative Energien angewiesen. Wir sprechen von der Zeit des „Praefossilen Verkehrs“.

Mit der Entwicklung von Maschinen und Motoren benötigt der Mensch Energieformen mit gespeicherter Energie hoher Dichte. Dies sind die fossilen Brennstoffe Kohle, Gas und Erdöl. Fossile Energieträger ermöglichen die Nutzung in der Vergangenheit gespeicherter (Sonnen-) Energie in Form organischer Kohlenstoffverbindungen. Bei deren Verbrennung mit Sauerstoff wird Energie in Form von Wärme, Kohlenstoffdioxid und weiteren chemische Verbindungen wie Stickstoffoxide, Ruß und feinen Stäuben freigesetzt. Der „Fossile Verkehr“ trägt mit der Freisetzung der in der Urzeit gespeicherten klimaschädlichen Gase spürbar zum Klimawandel bei.

Die Vermeidung von klimaschädlichen Prozessen führt zum „Postfossilen Verkehr“, der wieder die verstärkte Nutzung körpereigener und erneuerbare Energien sowie auf die effiziente Nutzung der Energie setzt. Bei Effizienzstrategien darf der „Rebound-Effekt“ nicht unterschätzt werden: Effizienzsteigerungen senken oft die Kosten für Produkte oder Dienstleistungen. Dies kann dazu führen, dass sich das Verhalten der Nutzerinnen und Nutzer ändert: Sie verbrauchen mehr und die ursprünglichen Einsparungen werden teilweise wieder aufgehoben.

Bild 1: Präfossiler, Fossiler und Postfossiler Verkehr

3 Rahmenbedingungen

3.1 Rechtlicher Rahmen

Die internationale Staatengemeinschaft hat im Jahr 1992 beschlossen, anthropogene Störungen des Klimasystems zu begrenzen. Der erste Schritt zur Festlegung von Reduktionszielen (Mengen und Zeithorizonte) wurde im Jahre 1997 durch das Kyoto-Protokoll eingeleitet. Dieses Protokoll wurde 2012 bis 2017 verlängert.

Nach der deutschen Bundesregierung haben sich die Europäische Union und im Dezember 2010 die 194 Mitgliedstaaten in der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen darauf geeinigt, die globale Erwärmung auf maximal plus 2 °C gegenüber dem Niveau vor Beginn der Industrialisierung zu begrenzen.¹³⁾

Auf der 16. Klimaschutzkonferenz in Cancún (2010) wurden die getroffenen Vereinbarungen in den „Cancún Agreements“ fixiert. Erstmals wurde die Begrenzung des Temperaturanstiegs um 2 °C als Obergrenze anerkannt.¹⁴⁾ Heute stellen die Länder, die zu dem 2-Grad-Ziel stehen, 80 % der Weltbevölkerung und produzieren 75 % der globalen fossilen CO₂-Emissionen. Zur Erreichung des 2-Grad-Zieles müssen in den meisten Ländern bis zum Jahr 2100 die Emissionen auf 2 t CO₂ pro Kopf der Bevölkerung begrenzt werden.¹⁵⁾ Bei der 21. Klimakonferenz in Paris (2015) wurde ein Klimaabkommen beschlossen, das die Begrenzung der globalen Erwärmung auf deutlich unter 2 °C, möglichst 1,5 °C vorsieht.

Das Weißbuch der Europäischen Kommission (2011)¹⁶⁾ legt für die Verkehrsentwicklung bis 2050 zur Einhaltung des 2-Grad-Zieles eine Reduktion der Treibhausgase um 80 % (im Verkehr um 60 %) gegenüber 1990 zugrunde. Für den Stadtverkehr werden folgende Ziele angegeben:

-  Halbierung der Nutzung „mit konventionellem Kraftstoff betriebener PKW“ im Stadtverkehr bis 2030,
-  vollständiger Verzicht auf solche Fahrzeuge in Städten bis 2050,
-  Erreichung einer im Wesentlichen CO₂-freien Stadtlogistik in größeren städtischen Zentren bis 2030,

13) Vgl. Klimarahmenkonvention (KRK), United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), <http://www.bmu.de/themen/klima-energie/klimaschutz/internationale-klimapolitik/klimarahmenkonvention/>, Zugriff am 13. 12. 2013

14) Nach Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 2011

15) Lexikon der Nachhaltigkeit: Die Klima-Rahmenkonvention (United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC) (Homepage UNFCCC) wurde auf dem Erdgipfel 1992 in Rio verabschiedet und trat am 21. 3. 1994 – 90 Tage nach Ratifizierung durch den 50. Vertragspartner – in Kraft. Sie ist mittlerweile von mehr als 180 Staaten ratifiziert worden, darunter auch von den Hauptverursachern der Treibhausgasemissionen: den USA, Russland, der Europäischen Union, China und Indien. Die Vertragsstaaten werden in zwei verschiedene Gruppen untergliedert: Annex-I-Staaten (Industrienationen) und Non-Annex-I-Staaten (Entwicklungs- und Schwellenländer), wozu in dem Fall auch China und Indien gehören. http://www.nachhaltigkeit.info/artikel/klimaschutzkonvention_903.htm, Zugriff 13. 12. 2013; Zum Vergleich: in den USA wurden 2005 energiebedingt pro Person 20,2 t, in Deutschland 10,4 t CO₂ emittiert – in China waren es 3,7 t, in Indien 1,0 t. Bei einem Flug von Frankfurt am Main nach New York werden pro Person 1,9 t CO₂ erzeugt.

16) Vgl. Europäische Kommission: Weißbuch: Fahrplan zu einem einheitlichen europäischen Verkehrsraum – Hin zu einem wettbewerbsorientierten und ressourcenschonenden Verkehrssystem, Brüssel, 28. 3. 2011, S. 10, <http://www.eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:52011DC0144>

-  höherer Anteil des ÖPNV,
-  Verringerung des Verkehrsaufkommens durch Nachfragesteuerung und Flächennutzungsplanung,
-  Förderung des Fußgänger- und Fahrradverkehrs als integraler Bestandteil städtischer Mobilitätskonzepte,
-  Förderung bedarfsgerechter, kleiner City-Fahrzeuge,
-  intelligentes Güterverkehrsmanagement und stadtverträgliche Lkw „auf der letzten Meile“.

Weitere Ziele sind u. a. die Verringerung der Abhängigkeit des Verkehrs von Erdöl und Erdölprodukten [...] bis zum Jahr 2050 auf nahezu Null.¹⁷⁾

Die Landesregierung Nordrhein-Westfalen hat das erste deutsche Klimaschutzgesetz¹⁸⁾ mit verbindlichen Klimaschutzziele auf den Weg gebracht, welches am 23. 1. 2013 vom Landtag beschlossen wurde. Das Klimaschutzgesetz Nordrhein-Westfalen richtet sich vor allem an Behörden, Verwaltungen usw., aber auch an private oder juristische Personen mit gleichgearteten Aufgaben im öffentlichen Sektor wie z. B. Verkehrsunternehmen. Danach soll die Gesamtsumme aller Treibhausgasemissionen in Nordrhein-Westfalen bis zum Jahr 2020 um 25 % und bis zum Jahr 2050 um 80 % bezogen auf 1990 reduziert werden.

Nach Aussagen des Umweltbundesamt ist es nunmehr das Ziel der deutschen Klimapolitik, bis 2020 die Emissionen von Treibhausgasen um mindestens 40 % gegenüber dem Stand von 1990 zu senken und bis zum Jahr 2050 sogar um 80 bis 95 %¹⁹⁾.

3.2 Gesellschaftliche Entwicklungen

Zur Abschätzung der Potenziale und zum Verständnis möglicher Entwicklungspfade auf dem Weg zu postfossilem Verkehr werden aufgrund der langen Prognosezeiträume dieser Betrachtung folgende Entwicklungen und Rahmenbedingungen einbezogen:

-  Entwicklung der politischen Rahmenbedingungen,
-  demografische Entwicklungen und gesellschaftliche Veränderungen,
-  geänderte Einstellungen und Verhaltensweisen der Mobilitätsnachfrager,
-  geänderte ökonomische Rahmenbedingungen für die Handlungsoptionen privater und öffentlicher Haushalte,
-  neue Verkehrsmittel, neue Angebotsformen und neue Verkehrsinfrastrukturen.

17) Europäische Kommission: Weißbuch: Fahrplan zu einem einheitlichen europäischen Verkehrsraum – Hin zu einem wettbewerbsorientierten und ressourcenschonenden Verkehrssystem, Brüssel (2011)

18) Vgl. Landtag Nordrhein-Westfalen: „Gesetz zur Förderung des Klimaschutzes in Nordrhein-Westfalen“, Beschluss vom 23. 1. 2013

19) Umweltbundesamt: <http://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie>, Zugriff am 31. 8. 2015

3.3 Entwicklung der verkehrlichen Rahmenbedingungen

Auch wenn der End-Energieverbrauch im Verkehr von 768 TWh (im Oktober 2009) seit Jahren stagniert und sich – bezogen auf das Jahr mit dem maximalen Verbrauch 1999 – als rückläufig erweist, kann gemäß Bild 2 (Einheit hier Petajoule, PJ) Folgendes festgestellt werden²⁰⁾:

- Im Straßenverkehr wurde im Oktober 2009 mit einem Anteil von 82,3 % am Gesamtverkehr die meiste End-Energie verbraucht.
- Der motorisierte Individualverkehr benötigt vor dem Straßengüterverkehr mit Abstand die meiste Energie.
- Während der Energieverbrauch beim Binnenschiff (Anteil von 0,3 %, Oktober 2009) seit Jahren rückläufig ist, steigt er im Luftverkehr deutlich an (Anteil von 13,6 %, Oktober 2009).
- Im Schienenverkehr steigt der End-Energieverbrauch seit Jahren nur geringfügig an (Anteil von 3,8 %, Oktober 2009).

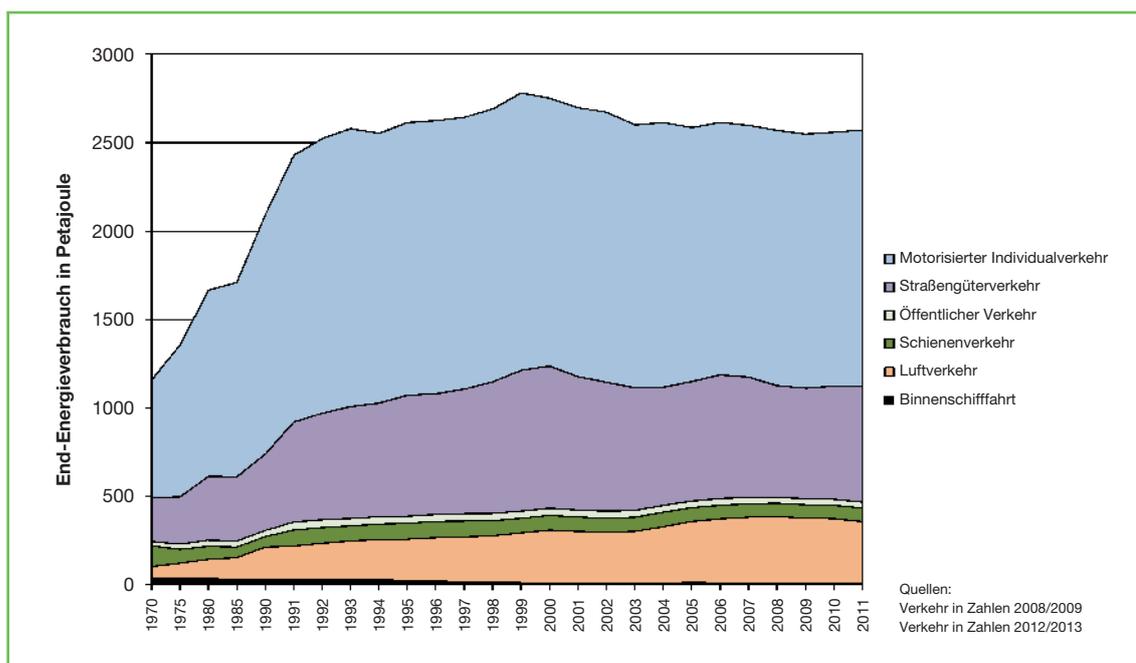


Bild 2: End-Energieverbrauch des Verkehrs aus „Verkehr in Zahlen“, 2008/2009 und 2012/2013

20) Die Angaben zu den Anteilen der einzelnen Verkehrsarten am Gesamtend-Energieverbrauch im Verkehrssektor stammen aus Angaben der Agentur für erneuerbare Energien und des Bundesverbandes Erneuerbare Energien: „branchenprognose 10/2009“, Quelle: http://www.bee-ev.de/_medien/energieversorgung/verkehr2020/EE_09_Energieverbrauch_Verkehr_web.jpg; Zugriff am 28.12.2013. Nach 2009 ist jedoch eine steigende Tendenz im End-Energieverbrauch des Verkehrssektors ablesbar.

Das Bild 3 zeigt für das Verkehrsverhalten (Personenverkehr) nach „Mobilität in Deutschland“ (MiD 2008) im oberen Teil, dass nahezu die Hälfte aller Wege kürzer als 5 km sind und weniger als 20 % der Wege länger als 20 km.

Dies legt zunächst den Schluss nahe, dass man postfossile Mobilität vor allem durch Umsteuern von Autoverkehr zum Umweltverbund (Fuß, Rad, ÖPNV) in den Agglomerationen erreichen kann. Allerdings werden auf den Wegen kürzer als 5 km weniger als 10 % und auf den Wegen länger als 20 km mehr als 60 % der Verkehrsleistung erbracht, wobei letztere zum Energieverbrauch und zum Ausstoß klimaschädlicher Gase wesentlich beitragen.

Das Bild 3 zeigt im unteren Bereich, dass der Freizeitverkehr einen Großteil der zurückgelegten Personenkilometer ausmacht. Hinzu kommt, dass über die Hälfte aller Wege im Freizeitverkehr länger als 50 Kilometer sind, bei Dienstgeschäften sind dies etwas mehr als 50 %. Bei den alltäglichen Wegen – sprich im Berufs- und Einkaufsverkehr – trifft dies auf ungefähr jeden vierten Weg zu.

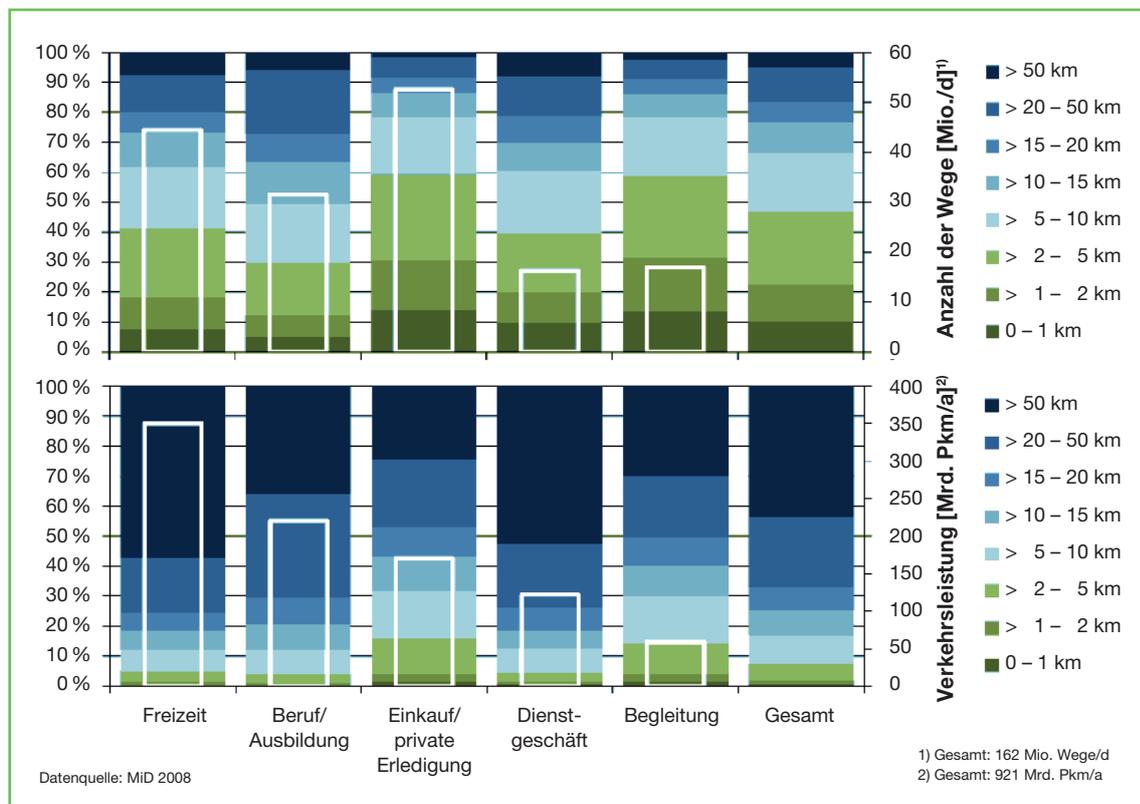


Bild 3: Wege nach Wegeziel und Entfernung im motorisierten Individualverkehr nach MiD 2008

4 Vorstellung der Szenarien

Bei den nachfolgenden Szenarien-Betrachtungen wird als Zielgröße für das Jahr 2050 das –80 %-Ziel unterstellt, obwohl z. B. das Weißbuch der Europäischen Kommission für den Verkehrssektor nur einen Zielbeitrag von –60 % fordert. Gründe dafür sind:

-  Im Rahmen der allgemeinen Klimaschutzforderungen sollte dem Verkehr kein Rabatt gewährt werden.
-  Derzeit auf allen Ebenen der räumlichen Planung entstehende Klimaschutzpläne setzen das –80 %-Ziel für den Verkehrssektor an.
-  Das höhere Ziel stellt die größere Herausforderung für die Entwicklung von Szenarien dar.
-  Die Möglichkeit einer Verschärfung des Minderungszieles auf 95 % findet Berücksichtigung, und zwar so, dass die Minderungsziele anderer Emittentengruppen jeweils 80 % nicht überschreiten.

Ausgangspunkt dieser Betrachtung sind ein „reines Technik-“ und ein „Verhaltens-Technik-Szenario“.

Das **Technik-Szenario** unterstellt, dass die derzeit erkennbaren Ansätze in der Entwicklung alternativer Antriebe bis 2030 in vollem Umfang aktiviert werden und prüft anschließend, inwieweit man damit die gesetzten Klimaziele erreicht oder verpasst. Das Technik-Szenario wird in einer Trendfortschreibung von 2030 bis zum Jahr 2050 hochgerechnet, um die Minderungspotenziale beider Szenarien vergleichen zu können.

Das **Verhaltens-Technik-Szenario** (im weiteren Text zur besseren Unterscheidung nur noch als „Verhaltens-Szenario“ bezeichnet) unterstellt, dass der politische Wille, die zur Förderung der technischen Entwicklung notwendigen restriktiven Schritte einzuleiten, nicht im für die Erreichung des Klimaschutzzieles notwendigen Maß gegeben ist und deshalb zur Erreichung einer Reduktion der CO₂-Emissionen um 80 % bis 2050 zusätzlich eine gravierende Veränderung des Bewusstseins und damit des Mobilitätsverhaltens der Bevölkerung erforderlich sein wird. Deshalb stellt sich das Verhaltens-Szenario gedanklich auf das Jahr 2050 ein, nimmt die Erreichung der 80 %-Reduktion als normative Setzung und entwickelt von dort ausgehend – in einer Kombination aus Verhaltensänderungen und technischen Entwicklungen – auf dem Zeitstrahl rückwärts bis heute, welche Maßnahmen zur Erreichung des Zieles in welchem Umfang erforderlich wären. In seiner Charakteristik als Backcast-Szenario geht das Verhaltens-Szenario von einem strukturell stärker ausgeprägten Transitionsprozess als im Technik-Szenario aus.

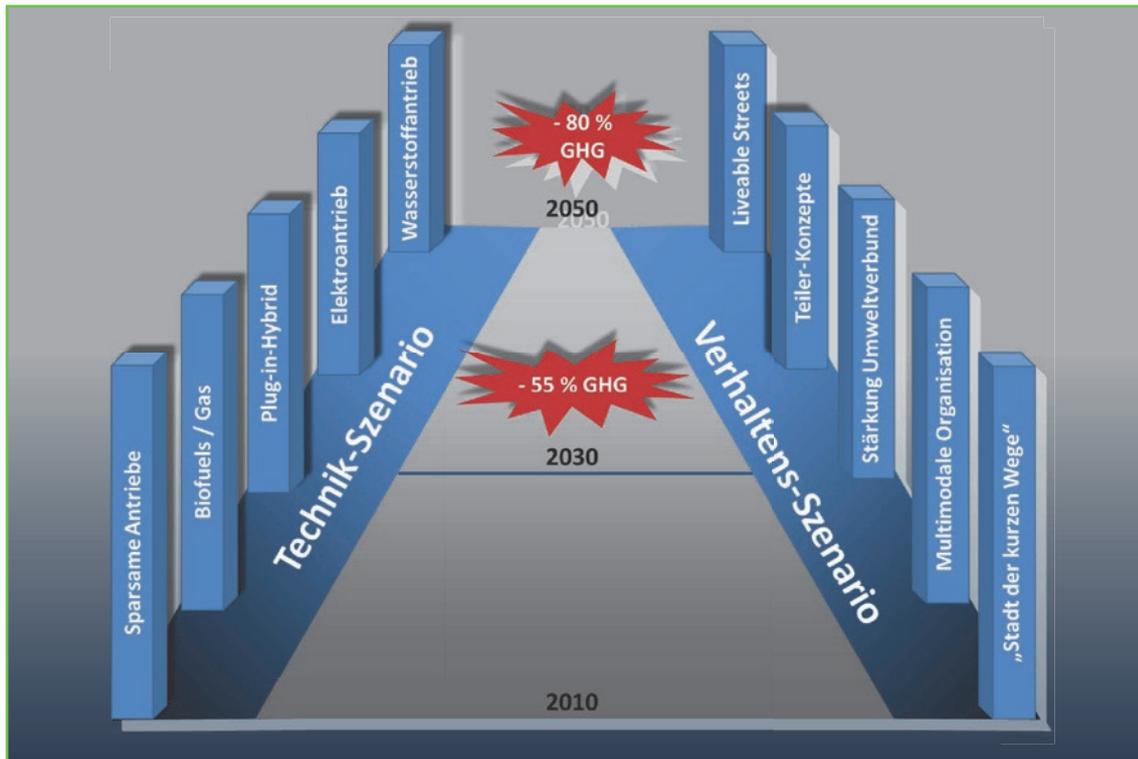


Bild 4: Korridore der Verkehrsentwicklung

Im Rahmen des **Technik-Szenarios** stützen sich die Annahmen der allgemeinen gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Entwicklung ab auf das ifmo-Szenario „Gereifter Fortschritt“²¹⁾. Auf dieser Grundlage werden im vorliegenden Bericht die Abschätzungen des Klimabeitrags aus dem Bereich Technik (alternative Antriebe) vorgenommen. Dabei ist eine deutlich erhöhte Ausstattung von Fahrzeugen und Verkehrsinfrastruktur mit Verkehrssteuerungs- und Fahrzeugsicherheitssystemen ebenso kennzeichnend für die Verkehrsentwicklung wie die Nutzung neuer Energieformen (z. B. Wasserstoff, Biofuels, Batterie, Hybridantrieb). Die Wirkung neuer Mobilitätskonzepte (z. B. Carsharing) und ein Modal Shift zum ÖPNV wird beim Technik-Szenario eher gering eingeschätzt. Dagegen unterstellt es, dass die Abwicklung logistischer Prozesse – auch durch Verknüpfung von Produktions- und Transportlogistik – effizienter gestaltet wird. Es unterstellt ferner, dass der Güterverkehr auf der Straße weitere Zuwächse erfahren wird.²²⁾ Effekte aus der Bevölkerungsentwicklung werden ebenfalls berücksichtigt.

Das **Szenario „Business as Usual“ (BAU)** wird als Referenz-Szenario einbezogen, weil es eine untere Entwicklung technischer Verbesserungen markiert. Dieses Szenario entspricht einem in der Tendenz pessimistischen Technik-Szenario.

21) Vgl. ifmo: Zukunft der Mobilität – Szenarien für das Jahr 2030, München Juni 2010, <http://www.ifmo.de/publikationen.html>, Zugriff 27. 12. 2013

22) Zukunft der Mobilität – Szenarien für das Jahr 2030, Institut für Mobilitätsforschung (ifmo), BMW AG, München, 2010

Während der Erarbeitung der verschiedenen Szenarien (BAU-, reines Technik- und Verhaltens-Szenario) hat das Ökoinstitut eine neue Version ihres Szenarios **Renewbility**: „Szenario für einen anspruchsvollen Klimaschutzbeitrag des Verkehrs“ vorgelegt.²³⁾ Da die Szenario-Ergebnisse die hier angestellten Überlegungen gut ergänzen, wird das **Szenario Renewbility II** hier mit einbezogen. Dieses Szenario verfolgt einen kombinierten Ansatz aus technischen Maßnahmen zur Effizienzsteigerung sowie Begleitmaßnahmen (z. B. Tempolimit auf Autobahnen, Maßnahmen zur Verkehrsvermeidung und -verlagerung). Es werden in diesem Szenario sowohl der Personen- als auch der Güterverkehr betrachtet.²⁴⁾

Das **Verhaltens-Szenario** geht von einem Erreichen des Emissionsminderungszieles von 80 % CO₂ im Jahr 2050 aus. Es beschränkt sich dabei auf den Personenverkehr (ohne Luft- und Schiffsverkehr). Es unterstellt, dass zur Erreichung dieses Zieles neben der Entwicklung im Bereich der Antriebstechnik in erheblichem Umfang Maßnahmen zur Verkehrsvermeidung und Verkehrsverlagerung auf den Umweltverbund greifen. Dabei wird vorausgesetzt, dass die Flotten des ÖV emissionsfrei fahren. Ferner wird angenommen, dass die Emissionsmengen durch fahrzeugseitige Effizienzgewinne und den Einsatz von Elektrofahrzeugen verringert werden. Effekte aus der Bevölkerungsentwicklung werden ebenfalls berücksichtigt. Das Verhaltens-Szenario ist weniger technikorientiert und setzt stattdessen stärker auf Struktur- und Verhaltensveränderungen als die anderen Szenarien.

23) Vgl. Ökoinstitut, DLR, Fraunhofer Institut-ISI: Szenario für einen anspruchsvollen Klimaschutzbeitrag des Verkehrs, im Auftrag von Umweltbundesamt und dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Vorstellung der Ergebnisse am 9. 11. 2013 in Berlin, hier wird auf das Szenario Renewbility II zurückgegriffen

24) Renewbility II: Zusammenfassung der Projektergebnisse.pdf, www.renewbility.de, Zugriff am 22. 11. 2012

Tabelle 1: Vergleich der Szenariowerte in Klimaschutz-Verkehrsszenarien für Deutschland (nur Personenverkehr)

		BAU		Technik-Szenario		Verhaltens-Szenario		Renewability II Klima	
Bevölkerung in Mio.	1990	80		80		80		80	
	2030	79		79		79		79	
	2050	74		74		74		–	
PKW-Flottenzusammensetzung in [%]	Jahr	2030	2050	2030	2050	2030	2050	2030	2050
	Benzin	49 %	49 %	26 %	23 %	60 %	48 %	–	–
	Diesel	18 %	18 %	16 %	14 %	22 %	17 %	–	–
	Biokraftstoff	–	–	15 %	19 %	–	–	–	–
	Hybrid	33 %	33 %	21 %	18 %	–	–	87 %	–
	Batterie	–	–	20 %	25 %	18 %	35 %	13 %	–
	Wasserstoff	–	–	2 %	2 %	–	–	–	–
	Anteil emissionsfreier Fahrzeuge ²⁵⁾	0 %	0 %	37 %	46 %	18 %	35 %	13 %	–
PKW-Flottenausstoß in [g CO ₂ /km]	1990	210		210		210		210	
	2008	180		180		180		180	
	2030	120		120		160		60 ²⁶⁾	
	2050	100		80		140		–	
Verkehrsaufwand * in [Mio. Pkm]	1990 gesamt	710		710		710		710	
	2008 gesamt	1030		1030		1030		1030	
	2030 gesamt	990		990		970		1180	
	2050 gesamt	900		900		810		–	
Modal-Split (Pkm) in [%]	Jahr	2030	2050	2030	2050	2030	2050	2030	2050
	NMV	7 %	7 %	7 %	7 %	8 %	11 %	6 %	–
	ÖV	15 %	15 %	15 %	15 %	23 %	29 %	19 %	–
	MIV	78 %	78 %	78 %	78 %	69 %	60 %	75 %	–

*: Ohne Flug- und Schiffsverkehr –: Keine Angaben

25) Zu den emissionsfreien Antrieben werden reine Batterieantriebe, Wasserstoffantriebe und Antriebe mit Biokraftstoffen gezählt.

26) Renewability II: Zentrale Ergebnisse, S. 10

4.1 Technik-Szenario

Das Bild 5 zeigt die Strategiekomponenten des Strukturüberganges des Technik-Szenarios. Hierbei handelt es sich um Setzungen der Autoren, die aus rahmensetzenden Prognosen (z. B. ifmo-Studie), absehbaren technischen Entwicklungen und anhand plausibilisierter Schätzungen vorgenommen worden sind.

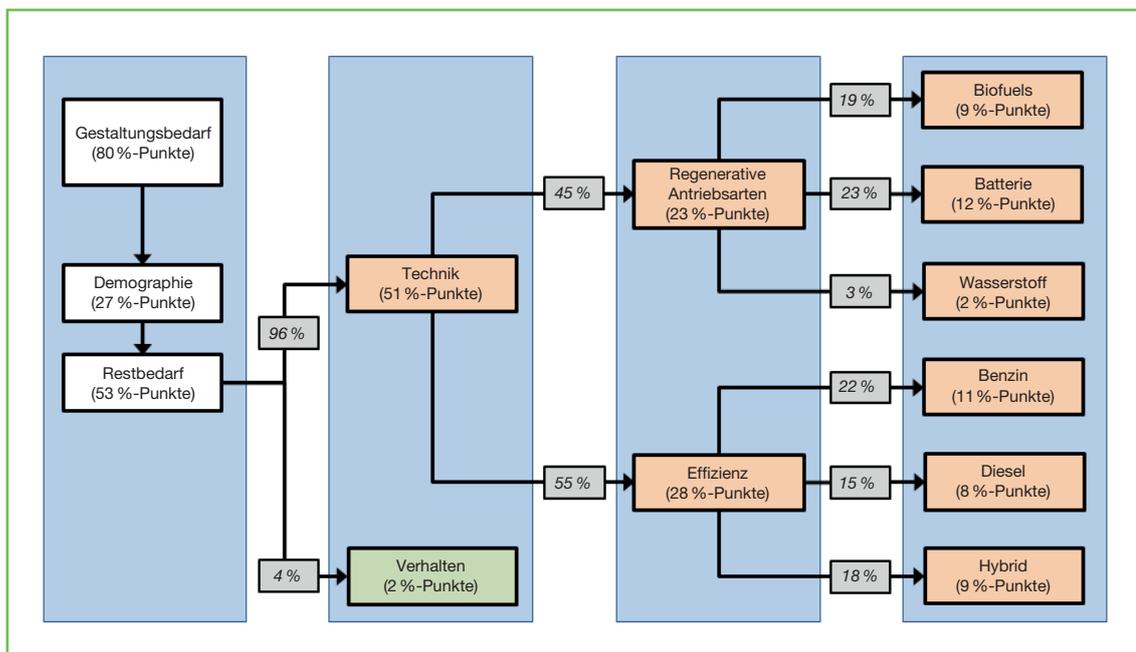


Bild 5: Strategie des Strukturüberganges im Technik-Szenario (Personenverkehr)

Im Technik-Szenario wird die Emissionsminderung bis zum Jahre 2050 allein aus der Bevölkerungsentwicklung mit 27 % abgeschätzt, wenn die anderen Einflussgrößen unverändert bleiben. Für den über die demografische Entwicklung hinausgehenden CO₂-Minderungsbeitrag wird ein geringer Anteil aus Verhaltensänderungen (4 %) und ein großer Beitrag aus der Einführung alternativer Antriebe (96 %) unterstellt. Die Aufteilung der einzelnen Antriebsformen ergibt sich aus ihrem geschätzten Beitrag bis zum Jahr 2030 und anschließend bis zum Jahr 2050.

Die Tabelle 2 zeigt eine Übersicht über Annahmen und Werte im Technik-Szenario.

Tabelle 2: Annahmen und Werte im Technik-Szenario

		2008	2030		2050		
			BAU	Technik-Szenario	BAU	Technik-Szenario	
Verkehrsleistung gesamt	[Mrd. Pkm/a]	1031	990		900		
Anteil des MIV	[%]	84	78		78		
Verkehrsleistung MIV	[Mrd. Pkm/a]	869	778		700		
Jahresfahrleistung im MIV	[Mrd. Pkwkm/a]	610	517	517	467	467	
Durchschnittlicher CO ₂ -Ausstoß Pkw	[g CO ₂ /km]	180 ²⁷⁾	120 ²⁸⁾	120 ²⁹⁾	100	80	
Emissionen des Güterverkehrs	[Mio. t CO ₂ /a]	40	40 ³⁰⁾				
Emissionen des Straßenverkehrs	[Mio. t CO ₂ /a]	150	100	88	85	63	
Pkw-Emissionen	[Mio. t CO ₂ /a]	116	60	44	45	23	
Emissionen pro Kopf	[t CO ₂ /a]	1,8	1,3	1,1	1,1	0,9	
Rückgang der CO ₂ -Emissionen im Straßenverkehr gegenüber dem Jahr 1990 ³¹⁾							
	um insgesamt	[%]	–	33	41	25	60
	um pro Kopf der Bevölkerung	[%]	–	27	39	39	50

4.2 Verhaltens-Szenario

Im Verhaltens-Szenario wird die Bevölkerungsentwicklung in Deutschland mittels ausgewählter Szenarien der 12. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung des Statistischen Bundesamtes abgebildet.

Es wird unterstellt, dass zur Erreichung der Klimaschutzziele (–80 % CO₂-Emissionen bis 2050) mehrere Aufgaben bewältigt werden müssen:

-  Reduzierung der geleisteten Personenkilometer im motorisierten Verkehr,
-  Verringerung der Anzahl der Wege mit motorisierten Verkehrsmitteln,
-  Modal Shift hin zum Umweltverbund,
-  Effizienzsteigerungen in der Fahrzeugtechnik,
-  Einführung energetisch sparsamer (E-)Mobile,
-  Verwendung von Biofuels (Güterverkehr und Flugverkehr),
-  Nutzung erneuerbarer, „sauberer“ Energien.

27) Schallaböck, K.-O.: Spezifische Treibstoffverbräuche der Pkw in Deutschland, Wuppertal 2010

28) 120 g/km pro Pkw durchschnittlicher CO₂-Ausstoß (bezogen auf alle im Jahr 2030 zugelassenen Pkw, wobei ein größerer Anteil an nicht regenerativer Energie zugrunde gelegt wird)

29) 120 g/km pro Pkw durchschnittlicher CO₂-Ausstoß (nur bezogen auf die Pkw, die im Jahr 2030 mit fossilen Brennstoffen betrieben werden (Benzin, Diesel, Gas); Hybridfahrzeuge werden zu 50 % eingerechnet; Fahrzeuge mit Biokraftstoffen, elektrischer Energie und Wasserstoff werden nicht eingerechnet, da hier ein Ausstoß von 0 g/km zugrunde gelegt wird; elektrische Energie wird ausschließlich aus regenerativen Energiequellen erzeugt).

30) Es wurde angenommen: die Straßengüterverkehrsleistung wächst bis 2030 um 20 % an, verbrauchsärmere Lkw, Biokraftstoffe und Hybridantriebe führen aber dazu, dass sich der CO₂-Ausstoß gegenüber 2008 nicht verändert. Ab 2030 wird unterstellt, dass sich keine weiteren Änderungen für den Güterverkehr ergeben.

31) Emissionen des Straßenverkehrs im Jahr 1990: 160 Mio. t CO₂/a

Auch beim Verhaltens-Szenario handelt es sich bei dem Wertangaben um plausibilisierte Setzungen der Autoren. Die Emissionsminderung bis zum Jahre 2050 allein aus der Bevölkerungsentwicklung kann mit -28% -Punkten abgeschätzt werden, wenn die anderen Einflussgrößen unverändert bleiben. Für die über die demografische Entwicklung hinausgehende CO_2 -Minderung in Höhe von -52% -Punkten wird unterstellt, dass diese je zur Hälfte über die Pfade „Technik“ und „Änderung des Verkehrsverhaltens“ erreicht werden (Bild 6).

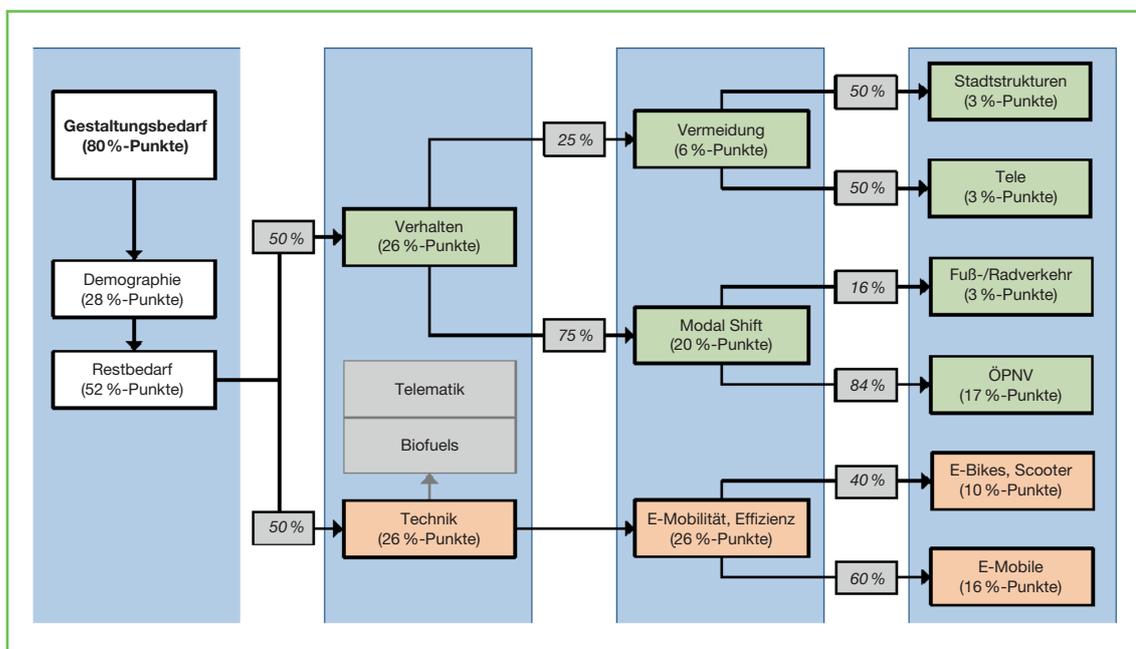


Bild 6: Strategie des Strukturüberganges im Verhaltens-Szenario³²⁾

Der **Technikpfad** verfolgt hauptsächlich die Elektrifizierung des Verkehrs sowie eine gleichzeitig damit einhergehende Effizienzsteigerung bei fossilen Antriebsarten. Die Verwendung von Biofuels wird im Straßen-Personenverkehr nicht berücksichtigt, vielmehr wird unterstellt, dass deren Einsatz dem Güterfern- und Flugverkehr vorbehalten bleibt. Ferner wird angenommen, dass im nähräumlichen Güterverkehr (Lieferdienste, „Transporte auf der letzten Meile“) entweder Elektrofahrzeuge oder konventionell angetriebene Lkw mit sparsameren Antrieben zum Einsatz kommen. Zwar könnte der Betrieb von Telematikeinrichtungen möglicherweise weitere Minderungspotenziale eröffnen, doch bleiben diese in der Berechnung jedoch ebenso wie der Güterfernverkehr – wie im Technikszenario auch – unberücksichtigt. Insgesamt soll auf diesem Technikpfad ca. ein weiteres Drittel (26 %) der CO_2 -Emissionen eingespart werden.

³²⁾ Die Reduktion aus der demografischen Entwicklung (linke Spalte) ergibt sich in Kombination mit dem (zunächst noch nicht geänderten) altersspezifischen Verkehrsverhalten, wobei unterstellt wird, dass die Verkehrsentwicklung der Bevölkerungsentwicklung folgt.

Der **Verhaltenspfad** unterteilt sich in Verkehrsvermeidung (25 %-Gewichtung) und Verkehrsverlagerung (75 %-Gewichtung). Es wird unterstellt, dass durch Verkehrsvermeidung die CO₂-Emissionen um 6 % reduziert werden, wobei dies je zur Hälfte durch eine Anpassung der vorhandenen Stadt- und Raumstrukturen sowie durch den Ersatz von Wegen durch elektronische Medien (z. B. Online-Konferenzen, Clouds) geschehen soll. Ferner wird angenommen, dass durch den Modal Shift 20 % der CO₂-Emissionen reduziert werden, wobei die verlagerten Verkehre zu 16 % vom Fuß- und Radverkehr und zu 84 % vom ÖPNV übernommen werden. Weiterhin wird angenommen, dass durch die Änderung des Verkehrsverhaltens das letzte Drittel der Emissionen eingespart wird (-26 %-Punkte).

Tabelle 3: Annahmen und Werte im Verhaltens-Szenario³³⁾

		2008	2030	2050
Verkehrsleistung gesamt	[Mrd. Pkm/a]	1031	970	839
Anteil des MIV	[%]	84	69	57
Verkehrsleistung MIV	[Mrd. Pkm/a]	869	667	481
Jahresfahrleistung im MIV	[Mrd. Pkwkm/a]	610	447	323
Durchschnittlicher CO ₂ -Ausstoß Pkw	[g CO ₂ /km]	180 ³⁴⁾	159	136
Emissionen des Straßenverkehrs	[Mio. t CO ₂ /a]	150	54	23
Pkw-Emissionen	[Mio. t CO ₂ /a]	110	49	23
Emissionen pro Kopf	[t CO ₂ /a]	1,80	0,7	0,3
Rückgang der CO ₂ -Emissionen im Straßenverkehr gegenüber dem Jahr 1990				
um insgesamt	[%]	–	54	80
um pro Kopf der Bevölkerung	[%]	–	53	79

Eine erfolgreiche Reduktion der CO₂-Emissionen im Verkehrssektor verlangt sowohl im Technik- als auch im Verhaltens-Szenario einen fundamentalen Kurswechsel in der Verkehrspolitik! Während im Technik-Szenario vor allem durch eine Mischung aus Grenzwertsetzungen in Verbindung mit steuerlichen und gebührentechnischen Sanktionierungs- und Anreizmaßnahmen die Entwicklung im Fahrzeugsektor hin zu alternativen Antrieben umgesteuert werden muss, ist im Verhaltens-Szenario die konsequente Umsetzung aller heute bekannten Möglichkeiten, durch Raum-, Stadt- und Verkehrsplanung auf das Verkehrsverhalten der Bevölkerung einzuwirken, erforderlich.

33) Nur Personenverkehr

34) Schallaböck, K.-O.: Spezifische Treibstoffverbräuche der Pkw in Deutschland, Wuppertal, 2010. Das Technik-szenario nennt Zahlen zum Güterverkehr, vertieft dieses Thema jedoch nicht.

5 Vergleich der Szenario-Ergebnisse

Das Bild 7 zeigt die jeweiligen Minderungsbeiträge der einzelnen Szenarien bis 2030 im Vergleich zum Bezugsjahr 1990.

Der Ergebnisvergleich macht zunächst deutlich, dass auch beim Referenzszenario „Business as Usual“ (BAU) eine Minderung der CO₂-Emissionen des Verkehrssektors in Deutschland im Jahr 2050 zu erwarten ist, diese jedoch mit 61 % im Personenverkehr die für den Klimaschutz bis dahin angestrebte Größenordnung von –80 % im gesamten Verkehrssektor deutlich verfehlt. Auch in einer Pro-Kopf-Betrachtung werden die Klimaschutzziele mit insgesamt nur 57 % Minderung im Personenverkehr von diesem Szenario weit verfehlt (Bild 8). Damit wird deutlich, dass ein wirksamer Klimaschutzbeitrag des Verkehrssektors in Deutschland erheblicher zusätzlicher Anstrengungen bedarf, die über die absehbare Trendentwicklung der BAU-Betrachtung hinausgehen.

Die drei dargestellten Szenarien für die langfristige Verkehrsentwicklung in Deutschland, das Technik-Szenario 2030/2050, das Renewbility-II-Szenario 2030 und das Verhaltens-Szenario 2030/2050 skizzieren dazu grundsätzlich unterschiedliche Handlungsoptionen zur Gestaltung der angestrebten Entwicklung.

Technik- und Verhaltens-Szenario kommen im Personenverkehr bis 2030 auf ähnliche Beiträge zur CO₂-Minderung von ca. 50 bis 60 %. Beide erreichen damit die zum Klimaschutz erforderlichen Minderungsziele und unterschreiten das Referenzszenario „Business as Usual“.

Im Folgenden werden allein die Szenarioergebnisse zum Personenverkehr verglichen, da das Verhaltens-Szenario den Güterverkehr nicht betrachtet hat.³⁵⁾

Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Szenarien

Während das Technik-Szenario im Wesentlichen eine gezielte, massive und schnelle Förderung alternativer Antriebstechnologien für Pkw unterstellt, setzt das Verhaltens-Szenario strategisch auf eine Gleichverteilung der Beiträge zur Reduktion fossiler Kraftstoffe aus Technikentwicklung und Verhaltensänderung, wobei letztere eine langsame Änderungen der Raumstrukturen sowie langfristig angelegte gesellschaftliche Lernprozesse im Hinblick auf eine nachhaltige Mobilitätsstruktur voraussetzt.

Allen Szenarien ist gemeinsam, dass sie intensive Aktivitäten unterschiedlicher Akteure erfordern. Ihre Ansätze funktionieren nur, wenn gleichzeitig die Energiewende hin zu erneuerbaren Energien mit Nachdruck und zeitnah vollzogen wird. Alle Szenarien benötigen die weitere Zunahme der Benzin-/Dieselpreise als Treiber. Allen Szenarien ist gemeinsam, dass sie mit höheren Mobilitätskosten verbunden sein werden, dafür aber die bisherige Abhängigkeit vom Rohstoff Erdöl überwinden, den vollen Beitrag zur Erreichung der Klimaziele leisten und zu einer besseren Umweltqualität in Städten beitragen.

³⁵⁾ Das Technikszenario nennt Zahlen zum Güterverkehr, vertieft dieses Thema jedoch nicht.

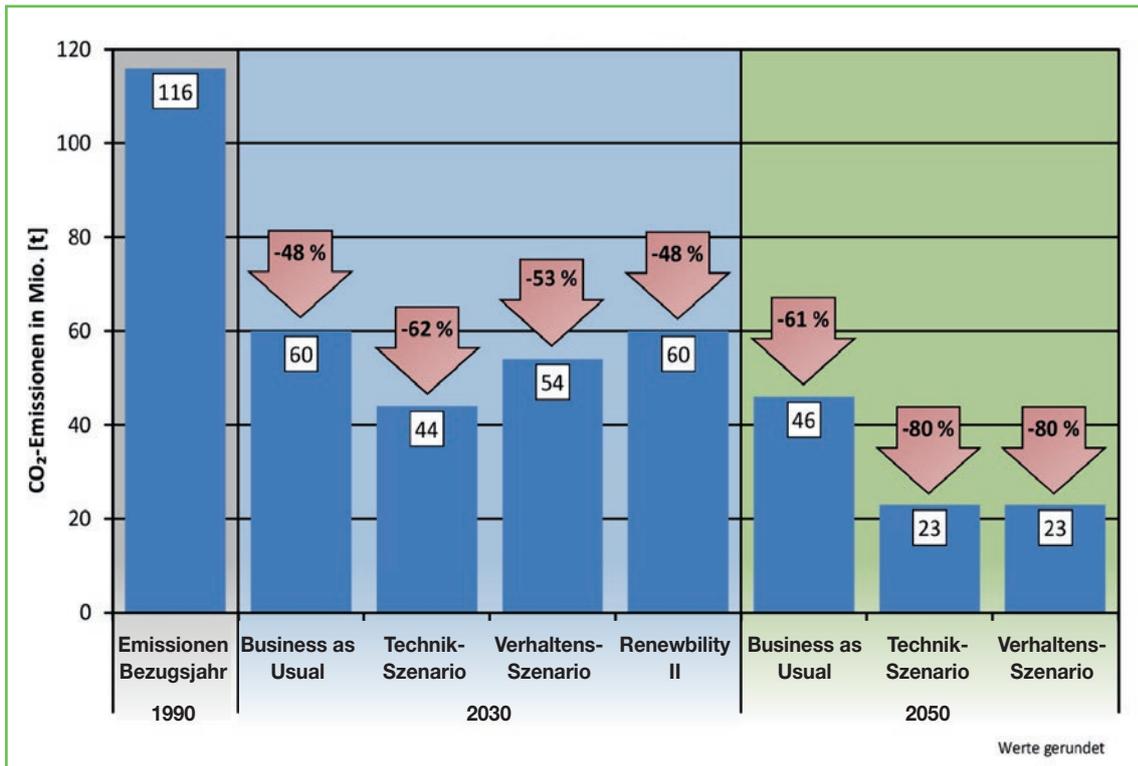


Bild 7: Vergleich der absoluten CO₂-Emissionen der Verkehrsszenarien für Deutschland (Personenverkehr)

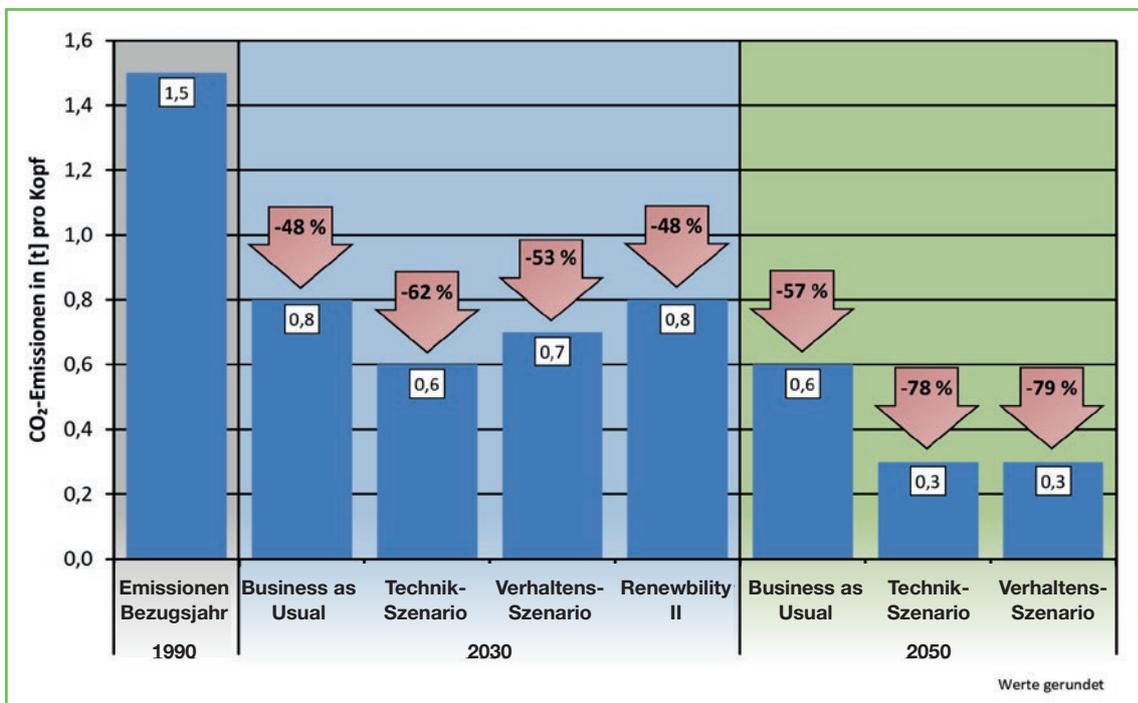


Bild 8: Vergleich der CO₂-Emissionen pro Kopf der Verkehrsszenarien für Deutschland (Personenverkehr)

Tabelle 4: Vergleich der wesentlichen Szenarioeigenschaften

	Technik-Szenario	Verhaltens-Szenario	Renewability II Klima-Szenario
Umsetzung	– sofort und umfassend	– zeitnah und stetig	– sofort und schnell
Verkehrssystem Ausrichtung	– eher monomodal – individuell – privat – autoorientiert	– multimodal – öffentlich – Teilhabe – Sharing-Konzepte	– multimodal – öffentlich – auch autogerecht
Stadtentwicklungs- planung	– autoorientiert – längere Wege – Flächenentwicklung möglich	– kurze Wege – integrierte Stadtstrukturen – „green city“ / „liveable streets“	– kurze Wege – integrierte Stadtstrukturen – „liveable streets“
Sozial	– eher exkludierend	– inkludierend	– inkludierend
Treiber	– EU, Bundesregierung, Fahrzeugindustrie, Käufer – höhere Kraftstoffpreise	– EU, Bundesregierung – veränderte Preisstrukturen – attraktive ÖV-Angebote – erneuertes Umwelt- bewusstsein – höhere Kraftstoffpreise	– EU, Bundesregierung – veränderte Preisstrukturen – attraktive ÖV-Angebote – höhere Kraftstoffpreise
Politik	– gesetzliche Festlegung von Emissionsgrenzwerten – Änderung der Zulassungspolitik – Anreizprogramme zum Kauf emissionsarmer Fahrzeuge mit alternativen Antrieben – Energiewende	– massiver Infrastrukturaus- -/umbau (ÖV, Rad, Fußverkehr) – Energiewende – Anreizprogramme zum Kauf emissionsarmer Fahrzeuge – zunehmende Akteursvielfalt – Änderung steuerlicher und planerischer Rahmenbedin- gungen	– gesetzliche Festlegung von Emissionsgrenzwerten – Änderung der Zulassungs- politik – stärkere Unterstützung des ÖV – Verbesserung der Radverkehrsinfrastruktur – Energiewende
Industrie	– Vorrangstellung der Auto- mobilindustrie bleibt erhalten – Innovationsschub – sofortige Marktreife neuer Technologie erforderlich	– Fahrzeugbau des ÖV gewinnt an Bedeutung – stufenweise Anpassung der Fahrzeugproduktion/alter- native Antriebsformen	– Vorrangstellung der Auto- mobilindustrie bleibt erhalten – Effizienzmaßnahmen – Beimischungen Biosprit
ÖV-Unternehmen	– Angebotsanpassung – Erhaltungsmaßnahmen – elektrischer Betrieb	– ÖV bildet Rückgrat der urbanen Mobilität – massive Angebotsausweitung – Infrastrukturmaßnahmen erforderlich (Netze und Betriebshöfe) – Erweiterung/Umstellung der Fahrzeugflotte – Personalzuwachs, gegebenen- falls Anpassung der Dienst- zeitregelungen – elektrischer Betrieb – Erhaltungsmaßnahmen	– Attraktivitätszuwächse – maßvolle Angebotsausweitung – Erhaltungsmaßnahmen
Betreiber	– neue Betreibersysteme (Stromanbieter)	– neue Betreibersysteme (Stromanbieter) – neue Tarif-/Angebots- strukturen ÖV – mehr Anbieter	– neue Betreibersysteme (Stromanbieter) – Tarif-/Angebotsstrukturen ÖV

Fortsetzung Tabelle 4

	Technik-Szenario	Verhaltens-Szenario	Renewability II Klima-Szenario
Chancen	<ul style="list-style-type: none"> – Umbaukosten Infrastruktur entfallen – Bedienung ländlicher Raum problemlos – kein Systemwechsel – Emissionsminderung (Lärm, Abgase) 	<ul style="list-style-type: none"> – umfassende Verbesserung der Verkehrsverhältnisse in städtischen Räumen – Mobilitätssicherung – langfristig Konsolidierungsprozess, Nachhaltigkeit – Bedienung ländlicher Räume ??? 	<ul style="list-style-type: none"> – Verbesserung der Verkehrsverhältnisse in städtischen Räumen – Mobilitätsvielfalt bleibt erhalten
Risiken	<ul style="list-style-type: none"> – Gefahr des Totalausfalls bei Ausbleiben technologischer Entwicklung – Kostenrisiko bei Industrie und Privathaushalten 	<ul style="list-style-type: none"> – Finanzierung – Überforderung von Kommunen und Verkehrsunternehmen – periphere Räume können abgehängt werden, wenn Erschließung mittels Elektroautos/flexiblen Bedienformen nicht gelingt 	<ul style="list-style-type: none"> – insgesamt Ambitionierte Maßnahmen – Nichterreichung der gesetzten Emissionsstandards
Stabilität	<ul style="list-style-type: none"> – keine Kompensation bei Ausfall des Systems „Auto“ bzw. Nichtakzeptanz der Elektromobilität durch die Verbraucher möglich 	<ul style="list-style-type: none"> – in die Breite entwickeltes Verkehrssystem – teilweise Kompensation bei Ausfall eines Teilsystems möglich 	<ul style="list-style-type: none"> – integriertes Verkehrssystem – teilweise Kompensation bei Ausfall eines Teilsystems möglich – Möglichkeit des Nichterreichens des Gesamtminderungszieles aufgrund von Wechselbeziehungen bzw. Abhängigkeiten im Gesamtsystem

Charakteristik des Technik-Szenarios

Der Technikansatz setzt auf eine schnelle und weitreichende Marktdurchdringung mit neuen energiesparsamen oder mit erneuerbaren Energien betriebenen Fahrzeugen. Er verlangt das sehr ambitionierte Handeln weniger Schlüsselakteure aus Politik und Automobilindustrie und macht die umfassende Initiative der Privatwirtschaft, speziell der Automobilindustrie, notwendig. Die Politik müsste in der Zulassungspolitik die Weichen so stellen, dass in naher Zukunft keine Verbrennungskraftmaschinen für fossile Treibstoffe, sondern nur noch energiesparsame Autos, Hybridfahrzeuge oder mit Biosprit, elektrischer Energie oder Wasserstoff betriebene Fahrzeuge zugelassen werden. Die Automobilindustrie müsste dann ihre Produktion sofort und radikal auf diese Fahrzeuge umstellen und der Verbraucher müsste sie auch kaufen. Die Energiewirtschaft muss die dafür erforderlichen erneuerbaren Energien bereitstellen und die Landwirtschaft muss die benötigten Mengen Biosprit der II. Generation produzieren.

Für das Technik-Szenario gilt, dass die Politik eindeutig die steuerlichen und rechtlichen Rahmenbedingungen so setzen muss, dass es dem Verbraucher ermöglicht bzw. nahegelegt wird, sparsame Fahrzeuge – möglichst mit alternativen Antrieben – zu erwerben. Außerdem muss durch die öffentliche Hand in Verbindung mit privaten Bauherren und privaten Anbietern (Tankstellen, Parkplätzen vor Einkaufszentren) ab sofort die Ladeinfrastruktur (Ladestationen, Oberleitungen und induktive Ladungspunkte) auch in öffentlichen Räumen errichtet werden. Die Frage der Finanzierung dieser Ladeinfrastruktur muss geklärt werden.

Dagegen werden im Personenverkehr weitgehend die vorhandenen Raum-/Stadt- und Verkehrsinfrastrukturen unverändert bleiben können. Die Erreichbarkeit des peripheren ländlichen Raums bleibt gewährleistet. Veränderungen im Verkehr beziehen sich vor allem auf das Fahrverhalten der neuen Mobile (Reichweite, Art des Leistungsabrufs, „Sizing“ der Fahrzeuge). Der bisher erreichte hohe Stand der Verkehrssicherheit von Pkw kann dabei durch Technik (Fahrerassistenzsysteme, automatische Bremssysteme, automatisches Fahren) beibehalten werden.

Durch dieses Szenario erhöht sich die Abhängigkeit von Ressourcen für den Fahrzeugleichtbau und die Batterieherstellung. Bedingung dieses Szenarios ist, dass die Kosten für die neuen Mobile auf eine für die privaten Haushalte machbare Größenordnung reduziert werden.

Das Technik-Szenario trägt neben der CO₂-Minderung auch zur Verbesserung der Lärm- und Schadstoffbelastungen in bebauten Bereichen bei. Hier gehen die Verbesserungen mit den im Rahmen des Verhaltens-Szenarios unterstellten Verhaltensänderungen demgegenüber allerdings deutlich weiter. Auch der notwendige Beitrag zur Flächeneinsparung fällt beim Technik-Szenario deutlich geringer als bei den Forderungen des Verhaltens-Szenario aus. Ziele und Konzepte, wie sie von Städtebauern und Umweltplanern unter den Begriffen der „Green Streets“, der „Liveable Streets“, des „New Urbanism“ oder der „gesunden Stadt“ diskutiert werden, also Stadtstrukturen, in der sich die Menschen mehr zu Fuß bewegen, mehr in der Stadt leben und vermehrt am Gemeinschaftsleben teilhaben, rücken bei diesem Szenario eher in den Hintergrund.

Die Bedingungen des Technik-Szenarios werden die Automobilindustrie anstoßen, ihre wirtschaftliche Vorrangstellung durch die Entwicklung anspruchsvoller Mobilitätsangebote auf der Grundlage eines Technologiewechsels rund um das „Produkt Auto“ zu erhalten. Ein solches Szenario käme wohl auch der Idee eines Aufbaus von Smart-Grids

weit entgegen. Das Szenario setzt auf wenige zentrale Handlungsstränge und Akteure. Fallen diese aus oder funktionieren die beabsichtigten Ansätze nicht, werden die gesetzten Ziele auf ganzer Breite verfehlt.

Wird dieses Trend-Szenario gedanklich bis 2050 fortgesetzt, würden alle heutigen Fahrzeuge mit Verbrennungskraftmaschinen durch Fahrzeuge mit alternativen Antrieben ersetzt.

Charakteristik des Verhaltens-Szenarios

Das kombinierte Technik-Verhaltens-Szenario benötigt im Unterschied zum „reinen“ Technik-Szenario – wie Renewability II auch – zu seiner Umsetzung die Bereitschaft sowohl der Gesellschaft zu umfassenden Änderungen in ihrem Mobilitätsverhalten als auch der verschiedenen Verkehrsakteure (Verkehrsteilnehmer, Verkehrsanbieter und planender Verwaltung) zu neuen Mobilitäts- und Siedlungsstrukturen. Es geht davon aus, dass die mobilen Menschen nicht nur ihr Kaufverhalten in Bezug auf die Fahrzeuge, sondern mit der Zeit auch ihr gesamtes Mobilitäts- und Standortwahlverhalten radikal ändern. Damit ist das Verhaltens-Szenario in der dafür erforderlichen Überzeugungsarbeit und veränderten Planungsansätzen sehr ambitioniert. Es ist zurückhaltender im Technikansatz und räumt mehr Zeit für die Marktdurchdringung mit sparsamen und mit regenerativen Energien angetriebenen Fahrzeugen ein. Stattdessen muss die Politik die Prioritäten eindeutig in den Umweltverbund setzen. Dieses betrifft sowohl die Finanzmittel als auch die Rahmenbedingungen (Planung, Steuergesetzgebung etc.). So sind z. B. mehr Mittel für den massiven Ausbau und die Steigerung der Attraktivität des öffentlichen Nahverkehrs erforderlich. Auch werden neben der Erhaltung und Erneuerung der bestehenden Verkehrsinfrastrukturen in großem Umfang Mittel für die Umgestaltung der Hauptverkehrsstraßen in „Straßen der postfossilen Mobilität“ mit städtebaulich bemessenen, attraktiven Seitenräumen für Aufenthalt und Fußgänger, mit Radverkehrsanlagen für neue E-Mobilitätsformen und für einen verlässlich und mit Vorrang betreibbaren ÖPNV notwendig werden.

Gleichzeitig unterstellt das Verhaltens-Szenario auch, dass die Gesellschaft überzeugt werden kann, in deutlichem Umfang bisher getätigte Wege oder Reisen zu unterlassen. Gelingt dies nicht, werden die gesetzten Ziele verfehlt.

Dieses Szenario erfordert eine veränderte Stadtplanung mit stärkerer Mischung der Nutzungen und einer Verdichtung der Strukturen. Die Stadt des Verhaltens-Szenarios soll durch Änderung der Flächennutzungen genauso leise und schadstoffarm sein wie im Technik-Szenario, obwohl noch deutlich höhere Anteile an konventionellen Pkw verkehren. Im öffentlichen Raum sollen Flächen für die Verbesserung der Stadtgestaltung (Grün, Aufenthalt, Außengastronomie u. Ä.) zur Verfügung stehen. Die Menschen können sich dann in attraktiv gestalteten Straßenräumen aufhalten, fortbewegen und leben in einem anregenden Stadtumfeld. Durch autoarme Lebensstile könnten sich die privaten Haushalte weitgehend von Kosten für Fahrzeuge im Privatbesitz entlasten und ihre Mobilität multimodal unter Einbeziehung von Miet- und Sharing-Konzepten organisieren.

Der ländliche Raum läuft dagegen Gefahr, in seiner Erreichbarkeit deutlichen relativen Verschlechterungen ausgesetzt zu sein, wenn nicht massive Schritte zur flexiblen, alternativen und nachfrageorientierten Bedienung unternommen werden. Elektromobile müssten hier noch den Beweis antreten, dass sie auch für die Bedienung der Fläche geeignet sind.

Allerdings ist dieses Szenario nicht so störanfällig gegen das Nicht-Funktionieren oder den Ausfall einzelner Maßnahmen. Die gesetzten Ziele würden in diesem Fall zwar nicht in vollem Umfang, aber doch weitgehend erreicht und es könnte relativ flexibel durch Verstärkung erfolgreicher Maßnahmen nachgesteuert werden. Ein kontinuierliches Monitoring könnte den jeweiligen Stand der gesellschaftlichen Lern- und Veränderungsprozesse im Verkehrssektor zeigen und ein kontinuierliches Reflektieren und Nachsteuern durch Politik und Gesellschaft ermöglichen.

Dieses Szenario unterstellt, dass Innovationsanreize nicht nur in der Automobilwirtschaft, sondern auch bei den Herstellern aller Arten von Fahrzeugen vom Elektrofahrrad bis zum E-Bus gegeben sind. Für das Gelingen dieses Konzeptes ist die Entwicklung integrierter, inter- und multimodaler Informations-, Tarif- und Bezahlssysteme Voraussetzung.

Charakteristik des Renewbility II-Szenarios

Das Klimaschutzszenario Renewbility II entwirft ein Maßnahmenbündel, das einen möglichst hohen Klimaschutzbeitrag des Verkehrssektors bis 2030 ermöglicht. Als Maßnahmen sind u. a. zu nennen: Ausweitung des Angebotes im öffentlichen Verkehr, begleitende Maßnahmen zur Attraktivitätssteigerung des öffentlichen Verkehrs, CO₂-Emissionsstandard von durchschnittlich 60 g CO₂/km für Pkw-Neuzulassungen, Einsatz von Elektrofahrzeugen, Beimischung von Biokraftstoffen, Förderung des kombinierten Verkehrs und von Gleisanschlüssen, Optimierung der Logistik, Nutzung moderner Telematik- und IT-Systeme, Förderung des Radverkehrs und fiskalische Maßnahmen.³⁶⁾

Das im Rahmen von Renewbility II entwickelte Klimaschutzszenario führt den Nachweis, dass auch der Verkehrssektor bis 2030 eine deutliche Verringerung der Treibhausgasemissionen erzielen und somit maßgeblich zur Erreichung der Klimaschutzziele der Bundesregierung beitragen kann. Dies setzt allerdings eine ambitionierte Maßnahmenausgestaltung voraus, die sich nicht auf technische Effizienzsteigerungen beschränkt, sondern auch die Verkehrsverlagerung im Güter- und Personenverkehr fördert. Alle Verkehrsträger müssen gleichermaßen und frühzeitig in die Infrastrukturplanung einbezogen sowie alternative Mobilitäts- und Transportkonzepte entwickelt und gefördert werden.³⁷⁾

36) Vgl. Renewbility II: Szenario für einen anspruchsvollen Klimaschutzbeitrag des Verkehrs, Zentrale Ergebnisse

37) Vgl. Renewbility II: Zusammenfassung der Projektergebnisse.pdf, www.renewbility.de, Zugriff am 22. 11. 2012

6 Ausblick

Die Einsicht in die Notwendigkeit, sich von der Ressourcenabhängigkeit von fossilen Treibstoffen zu lösen und die Emissionen klimaschädlicher Gase zu reduzieren, führt zwangsläufig zur Beschäftigung mit postfossilem Verkehr. Strukturübergänge kann man den Kräften des Marktes überlassen oder man kann sie politisch durch Rechtsetzung, Anreize, Angebote und Information/Beratung gestalten. Strukturübergänge bedeuten immer die Aufgabe von Gewohntem, Geübtem und Liebgewonnenem; sie stellen aber auch Chancen für Neues, Besseres dar. Strukturübergänge können in Brüchen verlaufen oder in fließenden Übergängen.

All dies macht deutlich, dass die Befassung mit postfossilem Verkehr und seiner Ausgestaltung eine wesentliche Zukunftsaufgabe für die Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen darstellt. Dieser Bericht zeigt Entwicklungstrends und Entwicklungspfade anhand von Szenarien-Betrachtungen auf. Die gute Nachricht ist, dass es Wege zur Erreichung der politisch gesetzten Minderungsziele gibt. Dabei wird deutlich, dass es Gestaltungsoptionen unterschiedlicher Entwicklungspfade gibt. Eine von der Politik gestaltete Entwicklung wird voraussichtlich zwischen den beiden „Zukünften“ eines

-  reinen Technik-Szenario mit einem völligen Umstieg auf Fahrzeuge mit alternativen Antrieben und nur geringen Veränderungen des Verkehrsverhaltens sowie einem
-  kombinierten Technik- und Verhaltens-Szenario mit einem maßvollen Umstieg auf Fahrzeuge mit alternativen Antrieben und weitgehenden Veränderungen des Verkehrsverhaltens

eintreten. Welches dieser beiden Szenarien Realität werden wird bzw. einen größeren Bedeutungsbeitrag erfahren wird, ist vom verkehrspolitischen Gestaltungswillen, von der Mitwirkung der Bürger auf diesen Wegen und von der Bereitschaft der Akteure im Verkehrswesen abhängig, wesentliche und umfassende Verhaltensänderungen zur Verkehrsvermeidung, Verkehrsverlagerung und zur verträglichen Verkehrsabwicklung anzustoßen bzw. zu vollziehen. Stadt- und Verkehrsplanung, Verkehrswirtschaft, Bau- und Fahrzeugindustrie können diese Prozesse durch die Entwicklung effizienter und suffizienter Verkehrs-(infrastruktur-)angebote unterstützen, durch die sie es den Verkehrsteilnehmern leicht machen, sich im Sinne der postfossilen Mobilität zu verhalten.

Wahrscheinlich scheint, dass das Auto als bedeutender Teil der Verkehrsangebote als Statussymbol und hinsichtlich seiner Nutzung in den Städten künftig an Stellenwert verlieren wird. Der Personenverkehr wird innerhalb bebauter Bereiche in stärkerem Maße multimodal abgewickelt werden müssen, als dies heute der Fall ist. Dazu müssen die Verkehrsmittel des Umweltverbundes gestärkt („Modal Shift“) und kurze Entfernungen vermehrt durch Einsatz menschlicher Körperkraft (zu Fuß gehen, Radfahren) überwunden werden. Zur Überwindung größerer Entfernungen sind im Personenverkehr vermehrt Elektrofahrzeuge erforderlich, die in Größe, Gewicht, Komfort, Motorisierung und Kapazität den alltäglichen Anforderungen genügen. Voraussetzung für die Erreichung der Klimaziele ist allerdings, dass solche Fahrzeuge nur mit Strom aus regenerativen Energien betrieben werden.

Postfossiler Verkehr setzt die intelligente Verknüpfung von Verhaltensveränderungen, neuen Technologien und neuen Verkehrsangeboten voraus. Diese bedingen integrierte Raum- und Siedlungsstrukturen, eine Stärkung des Umweltverbundes aus nichtmotorisiertem und öffentlichem Verkehr sowie alternative Verkehrs- und Nutzungsformen.

Um die klimatechnischen Ziele erfüllen zu können, müssen die Antriebsenergien zunehmend aus erneuerbaren Quellen (Sonne, Wasser, Wind, Biomasse, Biogas, Erdwärme) gewonnen werden. Der Gewinn für die Allgemeinheit und für jeden Einzelnen liegt in umwelt- und stadtverträglichen Verkehrsstrukturen. Der Wechsel vom fossilen zum postfossilen Verkehr kann auch dazu beitragen, aktuelle Verkehrsaufgaben wie die Luftreinhaltung oder die Lärminderung zu befördern. Postfossiler Verkehr, der weitgehende Verhaltensänderungen impliziert, setzt im weitesten Sinne eine „neue“ Mobilitätskultur voraus.

Ein wichtiger Schritt zur Erreichung einer solchen neuen Kultur liegt in einer Konzentration der staatlichen Förderung in Richtung auf energiesparende und finanzierbare Mobilität alternativer Verkehrsformen, das heißt den Umweltverbund. Unterstützt werden kann dies durch angepasste kompakte Siedlungsstrukturen, die eine geringere Abhängigkeit vom motorisierten Verkehr verursachen. Solche Strukturen können sowohl den privaten als auch den öffentlichen Haushalten helfen, die Kosten für die Mobilität bzw. die Erhaltung der Verkehrsinfrastruktur und den Betrieb des Verkehrs zu reduzieren. Durch eine solcherart verbesserte Stadt- und Umweltverträglichkeit des Verkehrs können auch die Renaissance der Städte und re-urbane Entwicklungen gefördert werden.

Die Energy Watch Group bringt die Aufgabe auf den Punkt: „Das Ende des fossilen Zeitalters beinhaltet aber auch eine gute Nachricht, da uns im Wesentlichen die durch den Abbrand fossiler Energieträger menschengemachte Klimaerwärmung ohnehin zwingt, möglichst schnell den Verbrauch fossiler Energieträger einzuschränken. Daher sollten wir diese Begrenzungen offen diskutieren und zu einer ernsthaften Suche nach einer langfristig tragbaren Lösung nutzen. Je länger wir uns dieser nach vorne gewandten Suche nach Lösungen verschließen und versuchen, die bestehenden fossilen Energieversorgungsstrukturen noch möglichst lange trotz steigenden Aufwands beizubehalten, desto größer wird das Risiko, dass Versorgungsengpässe, Energiepreisverteuerungen und dadurch ausgelöste schwere wirtschaftliche Verwerfungen die Stabilität von Wirtschaft, Gesellschaft und Politik gefährden.“³⁸⁾

38) Quelle: Zittel, W.; Zerhusen, J.; Zerta, M., 2013, S. 48

Letztendlich beschreiben die beiden hier vorgelegten Szenarien die Grenzbereiche für zwei mögliche „Zukünfte“ mit verschiedenen Verkehrspolitiken in Deutschland und – damit verbunden – unterschiedlichen Gesellschaftsentwürfen. Die Strategie der zeitlichen Gestaltung des Überganges zu einer postfossilen Mobilität – also die Frage, inwieweit es gelingen kann, die Menschen auf diesem Weg mitzunehmen – ist dabei ein entscheidender Faktor.

Weitere Einflussfaktoren bilden die Verfügbarkeit der notwendigen Ressourcen für neue technische Entwicklungen (z. B. Materialien für Leichtfahrzeuge und Batterien), die Konsequenzen der Klimaschutzpolitik für andere Politikbereiche (z. B. Konkurrenz um knappe landwirtschaftliche Produktionsflächen), die verfügbaren Mittel in den öffentlichen und privaten Haushalten für neue Infrastrukturen und die Implikationen für die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit.

Offene Fragen, die derzeit mit beiden Szenarien noch nicht hinreichend abgeschätzt werden konnten, sind

-  die klimaschutzgerechte Gestaltung der Güter- und Schwerlastverkehre,
-  die klimaschutzgerechte Gestaltung des Flugverkehrs,
-  die Perspektiven eines postfossilen Verkehrs im ländlichen Raum und
-  die Perspektiven einer wirksamen CO₂-Minderung der Personenverkehre mit Entfernungen über 50 km.



Forschungsgesellschaft
für Straßen- und Verkehrswesen

Geschäftsstelle

An Lyskirchen 14
50676 Köln
Telefon 0 221 9 35 83 0
Telefax 0 221 9 35 83 73
info@fgsv.de
www.fgsv.de

Herstellung und Vertrieb

FGSV Verlag
Wesseling Str. 17 · 50999 Köln
Telefon 0 22 36 38 46 30
Telefax 0 22 36 38 46 40
info@fgsv-verlag.de
www.fgsv-verlag.de