

Nach der Klimakonferenz in Paris: Wird eine neue Klimastrategie für den Verkehr benötigt?

Wissenschaftlicher Beirat beim Bundesminister für Verkehr und digitale Infrastruktur

Prof. Dr. Alexander Eisenkopf, Friedrichshafen

Prof. Dr.-Ing. Hartmut Fricke, Dresden

Prof. Dr.-Ing. Markus Friedrich, Stuttgart

Prof. Dr. Hans-Dietrich Haasis, Bremen

Prof. Dr. Günter Knieps (Vorsitzender), Freiburg

Prof. Dr. Dr. h.c. Andreas Knorr, Speyer

Prof. Dr. Kay Mitusch, Karlsruhe

Prof. Dr. Stefan Oeter, Hamburg

Prof. Dr. Dr. h.c. Franz Josef Radermacher, Ulm

Prof. Dr. Gernot Sieg, Münster

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Siegmann, Berlin

Prof. Dr. Bernhard Schlag, Dresden

Prof. Dr. Wolfgang Stölzle, St. Gallen

Prof. Dr.-Ing. Dirk Vallée, Aachen

Prof. Dr. rer. nat. Hermann Winner, Darmstadt

Im August 2016

Minderheitsvoten: Prof. Dr. Alexander Eisenkopf und Prof. Dr. Dr. h.c. Andreas Knorr (Votum 1), Prof. Dr. Gernot Sieg (Votum 2)

Nach der Klimakonferenz in Paris: Wird eine neue Klimastrategie für den Verkehr benötigt?

Gutachten des Wissenschaftlichen Beirats
beim Bundesminister für Verkehr und digitale Infrastruktur
Erschienen in: **Zeitschrift für Verkehrswissenschaft, 87. Jahrgang, 2016, Heft 3**

Management Summary

Der Klimawandel stellt die Welt vor große Herausforderungen. Die Erdatmosphäre wird durch die Nutzung und das Verbrennen fossiler Brennstoffe zusehends mit Treibhausgasen angereichert. Als einziger Energie-intensiver Wirtschaftssektor in Deutschland erreichte der Verkehr bislang noch keine Reduktion der CO₂-Emissionen. Vor dem Hintergrund des in Paris verabschiedeten Weltklimavertrags und des darin vereinbarten internationalen Klimaziels von deutlich unter zwei Grad gibt der Wissenschaftliche Beirat für Verkehr eine Einschätzung zur weiteren Vorgehensweise im Bereich Verkehr in Deutschland ab.

Zunächst empfiehlt der Wissenschaftliche Beirat, **das CO₂-Zertifikatehandelssystem EU-ETS zu reformieren**. Dieses sollte den gesamten Verkehrssektor mit einbeziehen, insbesondere die Kraftstoffverbräuche des Straßenverkehrs und des internationalen Flugverkehrs. Nach dem ökonomischen Prinzip sollten Emissionsreduktionen so auf die Wirtschaftssektoren aufgeteilt werden, dass die gesamten Kosten minimiert werden. Eine Ausweitung des EU-ETS auf den Verkehr würde das ökonomische Prinzip stärken. Zudem sollte eine flexible Handhabung des EU-ETS sicherstellen, dass Initiativ-Politiken kompensiert und weiter CO₂ eingespart wird.

In diesem Zusammenhang ist auch die vom Wissenschaftlichen Beirat schon länger vertretene **Doppelstrategie zu erweitern**: Neben der Förderung international abgestimmter Anstrengungen, Schritte in Richtung eines globalen Handels mit Emissionsrechten und der Nutzung verkehrspolitischer Instrumente auf nationaler und europäischer Ebene sollten auch freiwillige private und kommunale Initiativen zur CO₂-Reduktion unterstützt werden. Private Initiativen können die Erderwärmung verzögern und Impulse für weitere politische Maßnahmen liefern.

Aus dem Kontext der globalen Klimapolitik leitet der Wissenschaftliche Beirat zielführende Handlungsfelder für den Verkehrssektor in Deutschland ab und geht der Frage nach, ob und ggf. inwieweit aus dem allgemeinen Reduktionsziel heruntergebrochene Vorgaben quantitativer Natur mit vertretbaren finanziellen Ressourcen erreicht werden können. Die Ergebnisse werden in Kapitel 5 „Handlungsempfehlungen für die deutsche Verkehrspolitik“ zusammengefasst.

Zu diesen Handlungsempfehlungen gehört die weitere **Absicherung des technischen Fortschritts** durch Standardsetzung und Innovationsförderung. Technologischer Fortschritt muss

intensiv vom Staat gefördert und unterstützt werden, um Potenziale für die weitere Absenkung von CO₂-Emissionen zu erschließen. Hier sind beispielsweise Fortschritte in der Entwicklung effizienter Antriebe in allen Verkehrssektoren zu fokussieren.

Zudem ist der Verkehrssektor in **Einklang mit der Energiewende im Stromsektor** in Richtung CO₂-Neutralität zu transformieren. Hierbei spielt die Elektromobilität eine bedeutende Rolle. Langfristig kann nur ein Übergang zu Elektro- oder Wasserstoff-getriebenen Fahrzeugen dazu führen, dass der Straßenverkehr praktisch klimaneutral wird und auch Emissionen in anderen Kategorien deutlich abgesenkt werden können.

Nach einer generellen Einschätzung der globalen sowie der deutschen Sektor-übergreifenden Klimapolitik und einer Ableitung grundsätzlicher Aussagen für den Verkehrssektor in Deutschland werden in einem gestuften Prozess eine Vielzahl spezieller verkehrspolitischer Maßnahmen auf ihre Eignung hin untersucht. Dazu wird ein Kriterien-gestützter Bewertungskatalog aufgestellt. Die Evaluierungskriterien inkludieren den Zeitverlauf, die ökologische, ökonomische und die politische Dimension, die den rechtlichen Rahmen ebenso wie die Wirkung auf Beteiligte und Betroffene umfasst.

Es findet sich eine Vielzahl von Maßnahmen, die langfristig verkehrspolitisch sinnvoll oder notwendig sind – auch in einer Welt der Elektromobilität, in der es praktisch kein CO₂-Problem mehr gibt – und die in den bisherigen politischen Aktionsplänen nicht ausreichend abgedeckt werden. Damit kann der Verkehrsbereich seiner Verantwortung zum Klimaschutz schon jetzt verstärkt gerecht werden.

Hierzu zählen Maßnahmen des Mobilitätsmanagements sowie Anreize, Rückmeldungen, „nudging“ und andere psychologische Maßnahmen mit Blick auf Verhaltensänderungen in der Bevölkerung. Dies führt zu einer Empfehlung gebündelt: „**Verhaltensänderungen** hin zu einer Reduktion der städtischen Verkehrsbelastungen sollten effektiv eingeleitet und unterstützt werden“.

Zudem unterstreicht der Wissenschaftliche Beirat die Relevanz, einen **gezielten ordnungspolitischen Rahmen** zu setzen, der mit verhaltensbezogenen und bewusstseinsbildenden Maßnahmen verbunden ist. Hierzu zählen Maßnahmen wie die Einbeziehung von externen Kosten in die Nutzerkosten, die Abschaffung steuerlicher Fehlanreize, Veränderungen der Stellplatzbemessungen sowie Geschwindigkeitsbeschränkungen.

Die gesamten verkehrspolitischen Maßnahmen müssen durch eine **nachhaltige Gestaltung von Stadt- und Raumstrukturen** flankiert werden. Der Standortverteilung kommt eine wichtige Bedeutung zu. Es wird eine konsequente Nachverdichtung mit gemischten Nutzungen (Wohnen, Arbeiten, Einkauf und Versorgung) sowie eine Orientierung am öffentlichen Personenverkehr empfohlen. Hierzu soll die stadtverträgliche Mobilität zu Fuß oder per Rad gefördert und ein nachhaltiges City-Logistik-Konzepte erstellt werden.

Mit Hilfe dieser Handlungsempfehlungen kann der Verkehrsbereich seiner Verantwortung zum Klimaschutz verstärkt gerecht werden, um im Einklang mit dem ökonomischen Prinzip aus eigener Kraft einen Beitrag zum Zwei-Grad-Ziel erreichen zu können.

Im August 2016

Der Wissenschaftliche Beirat für Verkehr



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	7
2	Von der globalen zur deutschen Klimapolitik	10
2.1	Die globale Klimapolitik und die Ergebnisse der UN-Klimakonferenz	10
2.2	Die Bedeutung privater Initiativen zur CO ₂ -Reduktion	12
2.3	Die europäische Klimapolitik neu justieren	14
2.3.1	Vorsichtige ordnungspolitische Unterstützung	15
2.3.2	Die Bedeutung nationaler Initiativen zur CO ₂ -Reduktion	16
2.3.3	Die deutsche Energiewende im Stromsektor zum Erfolg führen	17
2.3.4	Das EU-ETS in Einklang mit nationalen Initiativen bringen	18
2.3.5	Das EU-ETS reaktivieren	19
2.4	Doppelstrategie	20
3	Der Beitrag des Verkehrs zu den CO ₂ -Emissionen	22
4	Klimapolitische Maßnahmen des Verkehrssektors in Deutschland	29
5	Handlungsempfehlungen für die deutsche Verkehrspolitik	43
	Mitglieder des Wissenschaftlichen Beirats	54



1 Einleitung

Die Welt ist durch den Klimawandel mit einer großen Herausforderung konfrontiert. Die Erdatmosphäre wird zusehends mit Treibhausgasen angereichert, was vor allem durch die Nutzung und das Verbrennen fossiler Brennstoffe geschieht.

Auf der UN-Klimakonferenz in Paris (2015) haben sich alle Beteiligten für ein gemeinsam angestrebtes Ziel für den globalen durchschnittlichen Temperaturanstieg (im Vergleich zur vorindustriellen Zeit) von unter zwei Grad ausgesprochen. Dabei fehlt allerdings bislang ein operativer Konsens über die konkreten Schritte hin zu diesem „Zwei-Grad-Ziel“ ebenso wie die Bereitschaft der Staaten, die dafür nötigen substantiellen Verpflichtungen zur Erreichung dieses Zieles einzugehen. Mit dem Klimavertrag von Paris sind somit die Zielvorstellungen zwar auf einen breiteren weltweiten Konsens gestellt worden, ihre operative Umsetzung ist jedoch noch weitgehend offen.

Eine der Ursachen für das Ausbleiben von international abgestimmtem Handeln liegt in den inhärenten Anreizen zum Trittbrettfahren. Weltweit ist man sich einig, dass die anthropogenen

Treibhausgasemissionen gesenkt werden müssen. Doch sind die wenigsten Staaten bereit dafür zu zahlen, besonders wenn sich die Effekte des eigenen Handelns nicht direkt oder nur wenig im eigenen Land auswirken. Dies wird durch die außergewöhnlich hohen Kosten einer Dekarbonisierung der Wirtschaft bzw. durch die hohen Unsicherheiten über deren Höhe und den richtigen Weg dahin verschärft.

In Anbetracht der Tatsache, dass bislang das Klimaproblem global nicht gelöst werden konnte, sollten auch neue gedankliche Zugänge erschlossen werden. Der bis dato primär auf quantifizierbare vertragliche Verpflichtungen von Staaten fokussierte Rahmen hat sich als zu eng erwiesen. Auf der UN-Klimakonferenz in Paris (2015) stand daher das Prinzip der freiwilligen Beiträge im Vordergrund, das nicht an die Bedingung einer baldigen überprüfbar multilateralen Einigung gebunden ist. Neben den freiwilligen Beiträgen von Staaten und Staatengemeinschaften (sogenannte INDCs / Intended Nationally Determined Contributions) können auch Nicht-Staaten freiwillig zum Klimaschutz beitragen. Das betrifft vor allem den privaten Sektor – Unter-



nehmen, Organisationen und Einzelpersonen – aber auch Bundesländer, Städte und Gemeinden. Diese müssen verstärkt dafür gewonnen werden, freiwillig – das heißt über gesetzliche Vorgaben hinaus – mehr für den Klimaschutz zu tun. Vermehrte private Initiativen können die Erderwärmung verzögern und liefern Anstöße für weitere politische Maßnahmen.

Der neue Impuls der UN-Klimakonferenz in Paris (2015) sollte auch als Anstoß für eine Revision der europäischen und deutschen Klimapolitik genutzt werden, mit einer stärkeren Rückbesinnung auf das ökonomische Prinzip. Es besagt, dass ein gegebenes Ziel mit minimalen Kosten erreicht werden soll bzw. dass bei gegebenen Kosten der maximale gewünschte Effekt erzielt werden soll. Angesichts der Bedeutung der klimaschützenden Maßnahmen verlangt das ökonomische Prinzip, dass bei gegebenen Gesamtkosten die einzelnen Maßnahmen so ausgewählt werden, dass der Effekt auf die weltweiten Klimagasemissionseinsparungen maximal ist. Die Anwendung dieses Prinzips wird auch von Umweltorganisationen, zum Beispiel dem Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), akzeptiert und gefordert.

Hinsichtlich der Klimapolitik der EU und Deutschlands ist zu konstatieren, dass die bisherige Fixierung auf quantifizierbare vertragliche Verpflichtungen zur Folge hatte, dass sich in der Vergangenheit eine Top-Down-Mentalität etabliert hat, wonach einzelnen Sekto-

ren starre Zielvorgaben der Klimagasemissions-Reduktion auferlegt worden sind. Dabei gerät das ökonomische Prinzip leicht aus dem Blick.

Deutschland hat sich mit dem Vorhaben, bis zum Jahr 2050 den Treibhausgasausstoß um 80% zu senken, ein hohes Ziel gesetzt. Jedoch ist es dem Verkehrsbereich bislang nicht gelungen, die durch ihn emittierten Klimagase zu senken. Bisher wurde durch das BMVI auch noch kein Plan vorgelegt, durch welche Beiträge des Verkehrsbereichs die generellen Ziele in Deutschland in welchem Ausmaß zu erreichen sind.

Die vorliegende Stellungnahme schreibt ein Gutachten des Wissenschaftlichen Beirats für Verkehr zur Klimapolitik aus dem Jahr 2008 fort und leitet für die nationale Verkehrspolitik aktuelle Handlungsfelder ab. Im Kapitel 4 dieser Expertise wird deshalb eine Vielzahl wirksamer Optionen, mit denen der Verkehrsbereich seiner Verantwortung zum Klimaschutz verstärkt gerecht werden kann, benannt.

Dazu gehört auch eine kurze Bestandsaufnahme der in den einzelnen Verkehrssektoren seit 2008 vorgenommenen Reduktionsstrategien. Es wird der Frage nachgegangen, ob und ggf. inwieweit aus dem allgemeinen Reduktionsziel heruntergebrochene Vorgaben quantitativer Natur (mit fixen Zeithorizonten) mit vertretbaren finanziellen Ressourcen erreicht werden können. Bei der Festlegung Sektor-spezifischer Reduktionsstrategien sind die vorhandenen Reduktionspfade und die Inno-



vationszyklen der jeweiligen Verkehrssektoren zu berücksichtigen. Denn forcierte Reduktionsvorgaben, die aus der Logik einer vermeintlich präzisen Kenntnis der Klimasensitivität abgeleitet werden, drohen zu überzogenem Einsatz finanzieller Ressourcen zu führen.

Der Anspruch der vorliegenden Stellungnahme des Wissenschaftlichen Beirats besteht darin, aus dem Kontext der globalen Klimapolitik zielführende Handlungsfelder für den Verkehrssektor in Deutschland abzuleiten, mit denen dieser seiner Verantwortung zum Klimaschutz verstärkt gerecht werden kann, um im Einklang mit dem ökonomischen Prinzip einen Beitrag zum Zwei-Grad-Ziel erreichen zu können. Diese Handlungsfelder sollten u.a. im Klimaschutzplan 2050, für den die Arbeiten im Jahr 2015 angelaufen sind, ebenso Berücksichtigung finden wie in zukünftigen Klimaschutzprogrammen des BMVI für den Verkehrssektor.

Deshalb widmet sich Kapitel 2 zunächst generell der globalen sowie der deutschen Sektor-übergreifenden Klimapolitik, bevor ab Kapitel 3 spezielle Aussagen für den Verkehrssektor in Deutschland abgeleitet werden.



2 Von der globalen zur deutschen Klimapolitik

2.1 Die globale Klimapolitik und die Ergebnisse der UN-Klimakonferenz

Die globale Klimapolitik verfolgt als eines ihrer wichtigsten Ziele die Reduzierung der anthropogenen Klimagas-Emissionen, da diese das Rückhaltevermögen für infrarote Wärmestrahlung in der Troposphäre nach bisherigen Erkenntnissen stark erhöhen. Daher sind die bereits in Europa und Deutschland erzielten Einsparungen im Bereich der Treibhausgas-Emissionen positiv zu würdigen. Allerdings konnte das Klimaproblem global bislang noch nicht gelöst werden. Ganz im Gegenteil – zwischen 1990 und 2012 stiegen die weltweiten CO₂-Emissionen von 22 auf 32 Milliarden Tonnen pro Jahr. Dies entspricht einem durchschnittlichen jährlichen Anstieg von fast 500 Millionen Tonnen.¹ Auch nach der UN-Klimakonferenz in Paris (2015) ist vorläufig mit einem weiteren Anstieg statt einem Abschmelzen der CO₂-

Emissionen zu rechnen. Dabei ist zu beachten, dass das Zwei-Grad-Ziel in Relation zum Zustand vor der Industrialisierung (ca. 1850) definiert ist und dass seit dem offiziellen Anerkennen dieses Ziels im Jahr 2010 die Temperatur bereits um 0,8 Grad anstieg – infolge dessen verbleibt nur noch eine „Temperaturreserve“ von unter einem Grad. Um das Zwei-Grad-Ziel zu erreichen, bedarf es bis zum Jahr 2050 CO₂-Emissionseinsparungen von etwa 500 Milliarden Tonnen über die Zusagen der UN-Klimakonferenz in Paris (2015) hinaus.²

Bei der Etablierung von internationalen Abkommen erweist sich der Anreiz zu sogenanntem Trittbrettfahrerverhalten als schwerwiegende Herausforderung. Als historisches – doch zugleich zeitnahes – Vorbild, dass trotz Trittbrettfahrer-Anreizen eine

¹ U.S. Energy Information Administration (eia): <https://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/iedindex3.cfm?tid=90&pid=44&aid=8&cid=region&syid=1990&eyid=2012&unit=MMTCD>.

² Eigene Berechnungen bis 2050, basierend auf Daten bis 2030 von UN - Framework Convention on Climate Change (2015): Synthesis report on the aggregate effect of the intended nationally determined contributions.



internationale Einigung und damit eine Trendwende möglich sein können, gilt die erfolgreiche, rasche, weltweite Reduktion der anthropogenen FCKW-Emissionen, die das Ozonloch in der Atmosphäre verursachen. Nicht zu verkennen ist jedoch die deutlich höhere Anforderung beim Klima- im Vergleich zum Ozonproblem: Beim FCKW waren die Zusatzkosten der umweltfreundlicheren Ersatzstoffe relativ gering, während der relative Kostennachteil der Nutzung regenerativer Energieträger heute noch groß ist. Ferner waren damals die Industrieländer bereit, die bei einer Umstellung entstehenden, zusätzlichen Kosten auf Seiten der Entwicklungsländer zu übernehmen, während sie heute weder bereit noch politisch dazu in der Lage sind, die entsprechende Differenz zu tragen. Hinzu kommen die hohen Unsicherheiten über deren Höhe sowie über geeignete Wege zum Ziel. Zudem geht es nicht nur um Kühlschränke und Sprühdosen, sondern um fossile Energieträger, welche die Grundlage des Energiesystems der Welt (mit wenigen Ausnahmen) und damit der Weltwirtschaft darstellen.

Daraus resultieren politische Barrieren vielfältiger Natur zur Erreichung des Zwei-Grad-Ziels: Es gibt unterschiedliche nationale und sektorale Interessen sowie differenzierte Vorstellungen über Verantwortlichkeiten und Gerechtigkeit im Klimabereich. So dominiert im Nord-Süd-Diskurs die Vorstellung, dass die reichen Länder

die Verantwortung am Klimawandel trügen und somit diese Staaten auch primär das Problem zu lösen hätten. Dies unter anderem auch deshalb, weil sie dafür über geeignete Technologien und ausreichende Ressourcen verfügten. Aus Sicht der reichen Länder sind es insbesondere auch die Wohlstandsambitionen der ärmeren Länder – so legitim diese auch immer sein mögen – die das Klimaproblem in seiner jetzigen Schärfe hervorgebracht hätten. Da es bisher keine kostengünstige, breitflächig nutzbare Alternative zu fossilen Energieträgern gibt, gilt die Dekarbonisierung als schwierig durchzusetzen. Sie trifft zudem auf erheblichen Widerstand der Eigentümer fossiler Depots. Staatseinnahmen ganzer Regionen hängen vom Verkauf und der Nutzung Karbon-basierter Energieträger ab. Zusätzlich setzen die Entwicklungsprogramme vieler Schwellenländer die zunehmende Nutzung derartiger Energieformen voraus. Neben den Differenzen zwischen den Staaten sind auch die unterschiedlichen individuellen Verhältnisse innerhalb eines Landes nicht zu vernachlässigen, da Personen mit höherem Einkommen in der Regel auch höhere Treibhausgasemissionen verursachen.

Nichts destotrotz bedeutet die Vereinbarung der UN-Weltklimakonferenz in Paris (2015) einen wichtigen Durchbruch in der internationalen Klimapolitik. Ein großer Fortschritt in Richtung Zwei-Grad-Ziel liegt darin begründet, dass dem



Verhandlungsergebnis fast alle Staaten der Welt zugestimmt haben und zusätzlich 100 Milliarden Dollar per anno Transferleistungen unterschiedlicher Art von reicheren zu ärmeren Ländern ab dem Jahr 2020 zugesagt wurden.

Neben den Transferzahlungen haben auch nahezu alle Staaten Zusagen (sogenannte INDCs / Intended Nationally Determined Contributions) zur Emissionsverminderung avisiert. Diese beinhalten bei den Industrieländern absolute Absenkungen, bei den Nicht-Industrieländern geplante relative Absenkungen im Verhältnis zum Wirtschaftswachstum. Die Qualität der Zusagen ist allerdings generell nur schwer zu überprüfen, da sich die meisten Zusagen von Schwellen- und Entwicklungsländern auf Verbesserungen gegenüber spezifischen Business-as-usual-Szenarien beziehen, die in Bezug auf die zugrunde gelegten Formen von betrachteten Klimagasemissionen sehr inhomogen sind. Hinzu kommen noch vielfältige Bedingungen, unter die einzelne Länder ihre Zusagen gestellt haben. Insgesamt gelten die Aussagen im Einzelnen als wenig greifbar und untereinander oft kaum vergleichbar.

In Summe reichen die Zusagen in Form der INDCs vermutlich nicht aus, um den Temperaturanstieg auf deutlich unter zwei Grad zu begrenzen.

Der Weltklimavertrag tritt, falls alles nach Plan verläuft und die Zusagen der Staaten, wie in Paris angekündigt,

bis zu den Jahren 2018 / 2019 tatsächlich in rechtsverbindlicher Form erfolgen, im Jahr 2020 in Kraft. Bevor die Staaten ihre jeweiligen Emissionsminderungen verbindlich abgeben müssen, ist für die Jahre 2018 bis 2020 ein zusätzlicher interner Revisionsprozess vorgesehen. Danach ist der nächste für die politischen Prozesse relevante Termin das Jahr 2023, denn die selbstgesteckten Ziele sollen nach dem Abkommen der UN-Klimakonferenz in Paris, beginnend im Jahr 2023 alle fünf Jahre überprüft und verschärft werden.

Zwischenfazit: In Paris wurde ein wichtiger Schritt erreicht. Jetzt sind weitere Maßnahmen gefordert. Auf zusätzliche staatliche Initiativen zu warten wird nicht ausreichen, um die gesetzten Ziele zu erreichen. Es sind neue Ansätze erforderlich, insbesondere auch unter Einbeziehung des Privatsektors.

2.2 Die Bedeutung privater Initiativen zur CO₂-Reduktion

Nach Paris sind auch andere, nicht-staatliche Akteure zu motivieren, stärker als bisher aktiv zu werden, um eine Klimakatastrophe zu vermeiden. Das betrifft den privaten Sektor – Unternehmen, Organisationen und Einzelpersonen – aber auch Bundesländer, Städte und Gemeinden. Diese müssen in signifikantem Umfang dafür gewonnen werden, freiwillig – das heißt über gesetzliche Vorgaben hin-



aus – mehr für den Klimaschutz zu tun. Gerade im Unternehmenssektor sind diese freiwilligen Maßnahmen weiter voranzutreiben, wobei von unterschiedlichen Intentionen und Handlungsspielräumen der Unternehmen auszugehen ist. In dieser Unterschiedlichkeit liegt auch ein Potenzial. Die technologischen „First Mover“ können über freiwillige Klimamaßnahmen einen wichtigen Beitrag zur Emissionsminderung leisten und damit Reputation aufbauen. Der freiwillige Anspruch, klimaneutral zu agieren, ist in Corporate Social Responsibility (CSR)-Konzepten zu verankern. Hier kann die Politik helfen, diese Potenziale an die Entscheidungsträger in privaten Unternehmen zu kommunizieren.

Zu den freiwilligen Maßnahmen gehören – neben anderen – Minus-Emissionen (z.B. Stilllegung legaler Zertifikate im Emissionshandel) oder die biologische CO₂-Abspaltung (Sequestrierung), insbesondere durch Aufforstungsprogramme.

Beispielsweise können mit weltweiten Aufforstungsprojekten alle Nachhaltigkeitsdimensionen positiv beeinflusst werden: Der Atmosphäre wird CO₂ entzogen und aufgeforstete Wälder dienen als Basis für die Nutzung erneuerbarer Rohstoffe, die etwa alle 40 Jahre „geerntet“ werden. Zugleich entstehen Arbeitsplätze und Wohlstand vor Ort. Private Unternehmen können solche Maßnahmen kofinanzieren, um gleichzeitig für sich

Klimaneutralität zu beanspruchen. Darüber hinaus vermögen private Unternehmen zukünftig unter Umständen Staaten dafür gewinnen, ihre Gesamtemissionen auf ihrem Territorium freiwillig weitergehend zu reduzieren, indem die Unternehmen den Staaten mit Emissionshandel entsprechende CO₂-Emissionen „abkaufen“ und daraus für sich Klimaneutralität ableiten. Über einen solchen Mechanismus ließen sich auch die Preise für Emissionsrechte anheben.

Zudem ist auch die Herausforderung des „Carbon Leakage“ zu adressieren: Es kommt vor, dass Emissionsreduzierungen in einer Nation (z.B. durch geringere Produktion emissionsintensiver Güter) zu Emissionserhöhungen in einer anderen Nation führen (wenn diese die Güter vermehrt produziert und in die erstgenannte Nation exportiert). Auch wenn Carbon Leakage kein Problem der Freiwilligkeit ist, so ist sie eine besondere Form des Externalitätenproblems auf zwischenstaatlicher Ebene und kann durch internationale Transferzahlung (z.B. Green Climate Fund) ausgeglichen werden, um in ärmeren Ländern eine wirtschaftliche Entwicklung im Einklang mit Klimaschutzzielen zu erreichen. Neben den Transferzahlungen existieren auch Vorschläge, mit Treibhausgas-Import-Zöllen zu arbeiten.

Die kritische Flanke privater Initiativen soll dabei nicht verschwiegen werden: Es besteht die Gefahr, dass privat finanzierte Maßnahmen konterkariert



werden. So könnte eine privat finanzierte Aufforstung an einer Stelle zu einer erleichterten Aufgabe des Schutzes von Waldflächen an anderer Stelle führen. Auch könnte eine aufgeforstete Fläche nach wenigen Jahren wieder abgeholzt werden. Zweifel dieser Art stellen sich auch bei freiwilligen staatlichen Maßnahmen ein, ebenso wie bei vertraglich vereinbarten staatlichen Maßnahmen, die mit unzureichenden Sanktionen gekoppelt sind. Spürbare und strikte Sanktionen sind aber bisher selten in der internationalen Klimapolitik.

Die freiwilligen Initiativen von Privaten und von Ländern, Städten und Gemeinden können insbesondere dazu beitragen, die Zeitspanne bis zum Wirksamwerden verbindlicher und überprüfbarer politischer Maßnahmen zu überbrücken. Die übergeordneten staatlichen Ebenen sollten die untergeordneten Ebenen dabei unterstützen.

2.3 Die europäische Klimapolitik neu justieren

Ein Kernelement der europäischen Klimapolitik stellt seit 2005 das CO₂-Zertifikatehandelssystem „European Union Emission Trading System“ (EU-ETS) dar. Die Etablierung des EU-ETS ist ein Meilenstein in der ökonomisch fundierten Umweltpolitik, da es das erste internationale Cap-and-Trade System für Emissionen ist. Unternehmen aus den erfassten Sektoren sind

verpflichtet, für jede emittierte Tonne Treibhausgas ein Zertifikat zu erwerben. Die Europäische Union bringt eine fixe Anzahl an Zertifikaten (Cap) in Umlauf, die den Mitgliedstaaten nach einem Schlüssel zugeteilt wird. Von den Staaten werden die Zertifikate zum Teil an interessierte Unternehmen versteigert oder ohne Gegenleistung an Unternehmen verteilt. Zertifikate werden auf einem EU-weiten Markt an Börsen oder „over the counter“ gehandelt (Trade). Dieser Marktpreis ist somit für die Zertifikatepflichtigen Unternehmen der relevante Preis für eine Tonne Emission und stellt die Opportunitätskosten einer Emission dar. Denn anstatt Treibhausgase zu emittieren, könnte ein solches Unternehmen seine Zertifikate am Markt verkaufen.

Das EU-ETS ist als Ausgangspunkt für ein weltweites und alle relevanten Sektoren umfassendes System geplant.³ Immer mehr Länder der Welt planen (China) oder etablieren (Kalifornien, Neuseeland) Emissionshandelssysteme. Gekoppelte Systeme sind aber selten. Es gibt lediglich eine Form von Handel auf staatlicher Ebene zwischen den Annex-I-Staaten des

³ Zudem sollten neben CO₂ auch die anderen Treibhausgase, die bei Wirtschaftsaktivitäten erzeugt werden, mit entsprechenden Koeffizienten Zertifikatepflichtig sein, was sie teilweise auch sind. Es gibt Treibhausgase wie Wasserdampf, deren Entstehung / Erzeugung kaum der Zertifikatepflicht unterworfen werden kann. Im Folgenden wird von CO₂ gesprochen.



Kyoto-Protokolls. Innerhalb der EU blieb das ETS zudem in seiner sektoralen Gültigkeit beschränkt, nämlich insbesondere auf die Stromerzeugung und eine Reihe von Industriesektoren, während zum Beispiel die Landwirtschaft und die Wohnungswirtschaft (Gebäudeheizung und Warmwasser) nicht teilnehmen. Aus dem Verkehrssektor ist lediglich der Luftverkehr beteiligt, aktuell jedoch nur für inhereuropäische Flüge.

Aus ökonomischer Sicht sind diese Beschränkungen des EU-ETS zu kritisieren, denn die Stärke eines funktionsfähigen Emissionshandelssystems besteht gerade darin, überregional und übersektoral einen einheitlichen Emissionspreis zu etablieren. Dieser Preis würde für alle privaten (und öffentlichen) Akteure den Anreiz setzen, die kostengünstigsten Emissionsreduktionen ausfindig zu machen und zu realisieren. Die Zertifikate würden dann nur für solche Emissionen eingesetzt werden, deren Reduktion teurer als der Zertifikatspreis wäre. Je weitreichender ein Cap-and-Trade System ist, desto breiter ist der Horizont zur Aufdeckung von kostengünstigen Reduktionsmöglichkeiten – und dies auf Basis dezentraler Entscheidungen der einzelnen Akteure, die über ihre Reduktionsmöglichkeiten und deren Kosten am besten Bescheid wissen. Dies fördert die Umsetzung des ökonomischen Prinzips und wirkt damit auf eine Senkung der Gesamtkosten hin.

Allerdings dürfen die ökonomischen und politischen Grenzen dieses Systems nicht übersehen werden. Auch ein generalisiertes EU-ETS wird Teil eines Portfolios verschiedener politischer Instrumente sein, ist entsprechend einzubetten und ggf. auch anzupassen, wie in den folgenden Abschnitten illustriert wird.

2.3.1 Vorsichtige ordnungspolitische Unterstützung

Um die erwünschten Lenkungsanreize zu setzen, müsste der Zertifikatspreis höher sein als bislang. Ein drastisch hoher Preis ist jedoch auch nicht erwünscht: er würde insbesondere in den Bereichen, die hohe Anpassungskosten haben, zu wirtschaftlichen Verwerfungen führen. Gedacht ist das ETS als ein Anreizsystem moderater Stärke, das langfristig in allen Wirtschaftsbereichen seine Wirkung entfalten soll. Damit ist das ETS aber auch darauf angewiesen, dass viele einzelwirtschaftliche Akteure ausreichend stark auf einen moderaten Emissionspreis reagieren.

Manchmal reagieren die Akteure unerwartet rasch und stark auf finanzielle Anreize, während sie in anderen Fällen einen rational schwer erklärbaren Attentismus an den Tag legen. Ein Beispiel für eine unerwartet rasche und starke Anpassung war der Erfolg der Flottengrenzwerte für Pkw, welche 2009 von der EU eingeführt und mit finanziellen Pönalen von umgerechnet 475 Euro pro Tonne CO₂ versehen wurde. Das Ziel, den durch-



schnittlichen CO₂-Verbrauch von Automobilneuzulassungen bis 2012 auf unter 130 g/km zu senken, hielt der Wissenschaftliche Beirat noch in seinem Gutachten von 2008 für unrealistisch sowie unnötig kostentreibend – und wurde von der Realität rasch überholt.⁴

Auf das Käuferverhalten kann die Verbesserung jedoch nicht zurückgeführt werden, denn eine signifikante Anteilsverschiebung zu Fahrzeugen mit geringeren Fahrwiderständen (Kleinwagen, Kompaktklasse), die den CO₂-Ausstoß des Straßenverkehrs deutlich verringern könnte, ist seit langem nicht zu beobachten. In Hinblick auf die bis vor kurzem hohen Treibstoffpreise und das dauerhaft hohe Niveau der Mineralölsteuer ist zu konstatieren, dass die preisliche Steuerung der Fahrzeugwahl bisher allenfalls eingeschränkt funktionierte – ein Beispiel für geringe Reagibilität der Akteure. Ebenso wenig würde sich daher wohl auch eine Einbeziehung des Straßenverkehrs in das EU-ETS auf die Fahrzeugwahl auswirken. Auf eine ordnungspolitische Unterstützung des Technikwandels durch Standardsetzung, insbesondere zur Absicherung des technischen Fortschritts zur Um-

weltverträglichkeit, wird man deshalb weiterhin nicht verzichten können.

2.3.2 Die Bedeutung nationaler Initiativen zur CO₂-Reduktion

Die Größe der Gesamtaufgabe („De-karbonisierung der Wirtschaft“) verlangt von einigen Wirtschaftssektoren grundlegende Umstellungen, die alle beteiligten Akteure umfassen müssen. In einer solchen Situation können reine Preisanreize, wie sie durch das ETS gesetzt werden, ihre Wirkung verfehlen. Selbst bei ausreichenden Preisanreizen könnten die verschiedenen privaten Akteure mögliche Koordinationsprobleme nicht lösen und abgestimmte Schritte hin zu einer Erneuerung nicht bewältigen. Vor diesem Hintergrund mag eine Politik weitreichender staatlicher Eingriffe sinnvoll sein, die über eine Zertifikatspflicht oder das Setzen von Emissionsnormen weit hinausgeht, um solche konzentrierten Entwicklungsschritte für die Gesamtwirtschaft bewirken zu können. Deshalb begrüßt der Wissenschaftliche Beirat grundsätzlich die Richtlinie EU 2014/94 über den Aufbau von Infrastrukturen für alternative Kraftstoffe.

Es ist offensichtlich, dass eine solche Politik der „großen Schritte“, die a priori viel kostet, bei beschränkten Budgets gut überlegt sein muss. Man kann daher auch nicht alle denkbaren „großen Schritte“ gleichzeitig gehen, sondern muss strategische Sektoren auswählen, auf die man sich konzent-

⁴ Das Kraftfahrbundesamt berichtet in seiner Jahresbilanz 2015 von einem CO₂-Durchschnittswert von 128,8 g/km. Allerdings sei einschränkend ergänzt, dass sich diese Werte in der absoluten Höhe auf den europäischen Normzyklus beziehen, wobei die Schere zwischen Real- und Normwerten immer weiter auseinander geht.



rieren will. Dies steht nicht im Widerspruch zum ökonomischen Prinzip. Es bedeutet jedoch, dass in den anderen Sektoren, die nicht Ziel einer strategischen Initiative sind, umso mehr auf die Kosten geachtet werden muss, um eine Überlastung von Wirtschaft und Gesellschaft zu vermeiden.

2.3.3 Die deutsche Energiewende im Stromsektor zum Erfolg führen

Deutschland hat sich entschieden, den Stromsektor fast vollständig und in relativ kurzer Zeit umzubauen und auf erneuerbare Energien umzustellen. Damit liegt der strategische Fokus Deutschlands klar auf diesem Sektor. Es erscheint wenig sinnvoll, alle anderen Energie-intensiven Wirtschaftssektoren gleichzeitig mit ähnlicher Intensität umzubauen.

Die Fokussierung auf den Stromsektor wird besonders deutlich, wenn man Ziele und bisherigen Teilerfolge mit denen des Verkehrssektors vergleicht. Der Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch beträgt derzeit bereits ca. 25% und soll bis 2020 auf 35% und bis 2030 auf 50% steigen; die für den Endzustand 2050 angestrebten 80% werden dann schon in greifbarer Nähe sein. Hingegen ist der Verkehrssektor mit heute ca. 19.000 Elektrofahrzeugen weit entfernt von den für 2020 angestrebten 1 Million Elektrofahrzeugen, und auch diese würden nur ca. 2,5% der Pkw-

Flotte repräsentieren.⁵ Parallel wird das Ziel verfolgt, den Endenergieverbrauch des Verkehrssektors bis 2020 um lediglich 10% zu reduzieren. Diese Zahlen sind im Vergleich zum Energiesektor wenig ambitioniert.

Strom als Querschnittstechnologie der Klimapolitik kann jedoch Implikationen für viele andere Sektoren haben, so auch für den Verkehrssektor. In einem späteren Stadium auf Basis einer erfolgten Wende im Stromsektor mag eine drastische Energiewende im Verkehrssektor zur Elektro- oder Wasserstoffmobilität möglich und sinnvoll sein, die dann zu einer starken Emissionsreduktion führen könnte – wenn die dafür zusätzlich benötigten Strommengen ebenfalls auf erneuerbaren Energiequellen basieren.

Bis dahin kann man jedoch in Frage stellen, ob eine Zunahme der Elektromobilität bei dem gegenwärtigen Strom-Mix zu einer Verringerung der CO₂-Emissionen des Verkehrs führen würde. Eine Substitution des konventionellen Antriebs von Pkw durch Elektroantrieb (das schließt auch die partielle Substitution mit Plug-in Hybriden ein) wird erst dann wirksam zur CO₂-Emissionssenkung beitragen, wenn die dafür benötigte elektrische Energie nicht zu einer Senkung des Anteils an regenerativ erzeugtem

⁵ Kraftfahrt-Bundesamt (2015): http://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bes-tand/Umwelt/2014_b_umwelt_dusl_absolut.html



Strom bei anderen Nutzergruppen (z.B. Industrie oder Privathaushalte) führt. Die Verbesserung in der Bilanz des Straßenverkehrs wäre sonst nur an eine gleich große Verschlechterung in anderen Bereichen gekoppelt, also nur ein Scheingewinn für die Umwelt.

Die deutsche Entscheidung für die Energiewende insbesondere im Stromsektor ist weltweit klar kommuniziert worden. Für den Klimawandel ist aus globaler Sicht Deutschland ein kleines, quantitativ eher unbedeutendes Land, gilt nun aber als „Laboratorium“ für die Energiewende. Denn weltweit steht die Frage im Raum, ob und wie die ökologische Modernisierung des Industriesystems gemeistert werden kann. Ein Erfolg der deutschen Energiewende würde auch die technisch-wirtschaftliche Ausgangssituation für andere Länder signifikant verbessern.

Der Vollendung der Energiewende im Stromsektor kommt daher hohe Bedeutung zu, selbst wenn dieser Prozess im Augenblick noch wenig zur CO₂-Reduzierung beiträgt. Tatsächlich stiegen in der letzten Zeit sogar die Emissionen aus der deutschen Stromerzeugung, was seine Ursache zum einen in der Priorität des Ausstiegs aus der Kernenergie und zum anderen im niedrigen Preis der CO₂-Zertifikate hat. Letzteres zeigt, dass Initiativ-Politiken wie die deutsche Energiewende mit der Funktionsweise des EU-ETS kollidieren können.

2.3.4 Das EU-ETS in Einklang mit nationalen Initiativen bringen

Fokussierte Initiativ-Politiken und „große Schritte“ einzelner Staaten können sinnvolle und notwendige Bestandteile der Klimapolitik sein. Derzeit werden jedoch Initiativ-Politiken einzelner Mitgliedländer – wie etwa die geplante Abschaltung älterer Kohlekraftwerke in Deutschland, um dadurch 30 Millionen Tonnen CO₂-Emissionen pro Jahr im Kraftwerkssektor einzusparen – vom EU-ETS gewissermaßen neutralisiert, da die vermeintlichen Einsparungen an anderer Stelle doch emittiert werden. Die ökologische Wirkung der Initiative wird damit konterkariert. Das initiierende Land könnte diesen Gegeneffekt nur dadurch aufheben, dass es zusätzlich zu den Kosten der Politik (z.B. Abschaltung älterer Kohlekraftwerke) auch noch die Kosten der von dieser Politik freigesetzten Zertifikate (z.B. der von diesen Kraftwerken bisher nachgefragten Zertifikate) aufbringt, indem es diese Zertifikate kauft und stilllegt. Ein solches Land müsste daher doppelt bezahlen. Das macht jedoch wenig Sinn.

Natürlich ist es wünschenswert, dass Regierungen, die Initiativ-Politiken durchführen wollen, eine Koordination mit dem EU-ETS anstreben. Umgekehrt muss aber auch vom EU-ETS gefordert werden, dass Zertifikate, die durch eine sinnvolle Initiativ-Politik eines Mitgliedslandes freigesetzt werden, dem Markt von der An-



gebotsseite wieder entzogen werden. Andernfalls liefen die Bemühungen der Initiativ-Politiken ins Leere und es entstünden hohe Kosten, ohne dass Emissionen eingespart würden.

Dies erfordert jedoch, dass sich die Mitgliedstaaten auf eine wirksame Klimapolitik und die dafür notwendigen Reformen des ETS einigen. Darauf sollte die Bundesregierung unbedingt hinwirken. Die in der Diskussion stehende und von der Bundesregierung geforderte Marktstabilitätsreserve für das EU-ETS kann ein Schritt in die richtige Richtung sein. Sollten jedoch die anderen Mitgliedsländer und die EU als Ganzes nicht mitziehen, dann bliebe das Steuerungsinstrument EU-ETS entwertet und die nationale Klimapolitik könnte sich immer weniger am EU-ETS und der europäischen Politik ausrichten.

2.3.5 Das EU-ETS reaktivieren

Das EU-ETS war von Anfang an, in Bezug auf die eingebundenen Sektoren, zu klein dimensioniert und erfüllt bisher auch in seinen jetzigen Wirkungsbereichen die Erwartungen nicht. Ein Problem des Emissionshandels besteht darin, dass viele mittlerweile umgesetzte Maßnahmen im Bereich erneuerbarer Energien und der Steigerung der Energieeffizienz die Nachfrage nach CO₂-Zertifikaten reduzieren, was konsequenterweise im Cap-and-Trade Verfahren zu fallenden Markt-

preisen dieser Zertifikate führt. Hinzu kommt die stagnierende Konjunktur in der EU (außer in Deutschland), die zu einem weiteren Rückgang der Zertifikate-Nachfrage führte. Infolge dessen ist die Lenkungswirkung des EU-ETS bisher gering.

Auf EU-Ebene gibt es einen einfachen Weg, das ETS wieder zu einem Motor der CO₂-Reduktion zu machen: Die durch eine Initiativ-Politik eines Mitgliedslandes freigesetzten Zertifikate müssen durch eine Angebotsverknappung wenigstens teilweise dem Markt entzogen werden, oder alternativ muss bei gegebener Zertifikatmenge die Zertifikatepflicht (Nachfrage) ausgeweitet werden.

In diesem Kontext empfiehlt der Wissenschaftliche Beirat, das EU-ETS um den Verkehrssektor und speziell die Kraftstoffe des Straßenverkehrs zu erweitern, ohne dabei die gesamte Zertifikatmenge entsprechend zu erhöhen. Diese Option könnte das EU-ETS in seiner Funktionsweise gleich doppelt verbessern, indem sie sowohl den Zertifikatspreis stabilisieren als auch den Wirkungsbereich des



Systems verbreitern würde.⁶ Setzt man bei den Inverkehr-Bringern der Treibstoffe auf der ersten Handelsstufe an, so erhält man eine organisatorisch einfache Lösung. Da die Politik bestimmen kann, wie viele EU-Emissionsrechte (EUAs) zusätzlich geschaffen werden, würde die Maßnahme eine große Klimaschutzwirkung entfalten und aus volkswirtschaftlicher Sicht Mittel freisetzen, um das Klima wirksamer zu schützen, als es mit den bisherigen Maßnahmen möglich war. Die Belastung der Pkw-Fahrer mit Zusatzkosten beim Preis für Otto-Kraftstoffe von unter 4 Cent pro Liter wäre aus sozialen Gesichtspunkten zu vertreten, würde aber auch nicht zu größeren Verhaltensänderungen führen. Die tatsächliche Emissionsreduktion dürfte daher im Wesentlichen bei anderen EU-ETS-Anlagen in Europa erfolgen. Dieses ist ein wichtiger Beitrag zu ökonomischer Effizienz, da so mit gegebenen Mitteln möglichst viele Treibhausgase eingespart werden können.

Ein besonderes Augenmerk gilt dem Schienenverkehr: obwohl dieser aus ökologischer Sicht vielerlei Vorteile aufweist, ist der Sektor durch EEG-Umlage, Stromsteuer und die Zertifi-

⁶ Zudem wäre auch die intersektorale Gerechtigkeit mit einem Zertifikatesystem am besten zu realisieren. Dazu müssten aber die Zertifikate vom Staat nicht ohne Gegenleistung verteilt, sondern versteigert oder am Markt verkauft werden. Unternehmen oder Sektoren, die zu Einsparungen nicht bereit sind, müssten dann für ihre Emissionen zahlen, während die anderen die Anpassungslasten tragen.

katepflicht bei der Stromerzeugung stark belastet. Der elektrisch betriebene Schienenverkehr kommt schon jetzt für die benötigten EUAs vollständig auf. Würde man die Treibstoffe für den dieselbetriebenen Verkehr auch in das EU-ETS einbringen, so wären die budgetären Voraussetzungen geschaffen, die Eisenbahnverkehrsunternehmen in Deutschland von Stromsteuer und EEG-Umlage zu befreien bzw. die Zuwendungen an die Eisenbahninfrastruktur zu erhöhen.

Der Wissenschaftliche Beirat plädiert daher – wie schon in seiner Stellungnahme von 2008 – für eine Ausweitung sowie eine Reform des EU-ETS und rät, in dieser Richtung europäisch zu wirken.

2.4 Doppelstrategie

Der Wissenschaftliche Beirat schlug der Bundesregierung schon 2008 eine Doppelstrategie vor. Diese beinhaltet erstens, international abgestimmte Anstrengungen und möglichst auch Schritte in Richtung eines globalen Handels mit Emissionsrechten zu fördern. Zweitens sollten auf nationaler und europäischer Ebene verkehrsspezifische Instrumente wie regulative Eingriffe und Standards genutzt werden, um auch hier voranzukommen. Dabei ist auf ökonomische Effizienz und ökologische Effektivität, Zukunftstauglichkeit sowie politische Umsetzbarkeit zu achten.

Heute gilt die Doppelstrategie grundsätzlich weiterhin, ist aber neu zu



schärfen und um den Aspekt der freiwilligen privaten und kommunalen Initiativen (als dritten Teil) zu ergänzen. Die Lösung kann aber nicht darin bestehen, dass Europa als einer der umwelt- und klimasensiblen Akteure der Weltgemeinschaft im eigenen Bereich die Zielsetzungen politisch weiter verschärft, um die international bestehende Lücke zu schließen. Dafür ist der Einfluss Europas auf die Größe der Lücke viel zu gering.

Hinsichtlich des Emissionshandels bedarf es zunächst einer Reform des EU-ETS. Diese Reform muss eine Stabilisierung des Zertifikatspreises auf einem deutlich höheren Niveau als heute erreichen, und die Einbeziehung der Kraftstoffe des Straßenverkehrs und des internationalen Flugverkehrs sollte dabei Hauptziel sein. Auch sollte eine konstruktive Abstimmung von Initiativ-Politiken einzelner Länder mit dem Zertifikatsangebot des EU-ETS erreicht werden.

Mit Blick auf die Sektor-spezifischen regulativen Eingriffe und Standards ist vor einem Aktionismus zu warnen, der am ökonomischen Prinzip vorbeigeht. Administrative, an quantitativen Gesamtzielen orientierte Top-down-Politiken sind hier besonders anfällig. Allerdings kann auf Sektor-spezifische regulative Eingriffe und Standards auch nicht völlig verzichtet werden. Das Potenzial solcher Einzelmaßnahmen im Verkehrssektor steht im Mittelpunkt der folgenden Ausführungen.



3 Der Beitrag des Verkehrs zu den CO₂-Emissionen

Der motorisierte Verkehr (Bahn, Bus, Pkw, Lkw, Schiff, Flugzeuge) trug im Jahr 2014 mit rund 21% zum deutschlandweiten CO₂-Ausstoß im Energiesektor bei, welcher für 96% der Gesamtemissionen in Deutschland verantwortlich ist (siehe Abbildung 1). Dieser Sektor beinhaltet neben dem Transport auch die Energieindustrie, die Fertigungsindustrie und den Bau. In der Rubrik „Sonstige“ werden unter anderem die Haushalte und auch diejenigen Emissionen, die bei der Energieerzeugung für den elektrisch betriebenen Verkehr anfallen, aufgelistet.

Im Gegensatz zu anderen Bereichen im Energiesektor ist der Anteil des Verkehrs am CO₂-Ausstoß in Deutschland zwischen 1990 und 2014 von 16% auf 21% angestiegen, während die anderen Quell-Bereiche in diesem Zeitraum ihre CO₂-Emissionen stärker

reduzieren konnten. Vor allem die Energieindustrie senkte ihre Emissionen von 423905 kt (1990) auf 341181 kt (2014), was einer Reduktion von 82724 kt CO₂ entspricht. Im Vergleich dazu beschränkte sich die Reduktion im Verkehrsbereich auf bescheidene 2413 kt CO₂, was zu einem CO₂-Ausstoß von 159469 kt im Jahr 2014 führte.

Bei der Aufteilung nach Verkehrsträgern zeigt sich, dass in Deutschland im Jahr 2014 die Straße mit 96% am Transport überwiegt und somit mit knapp 21% an den Gesamtemissionen des Energiesektors in Deutschland beteiligt ist. Luft- und Schiffsverkehr erreichen jeweils einen Anteil von etwa 0,3% und der Bahnverkehr trägt mit ca. 0,1% an den Gesamtemissionen des deutschen Energiesektors bei (siehe Abbildung 2).

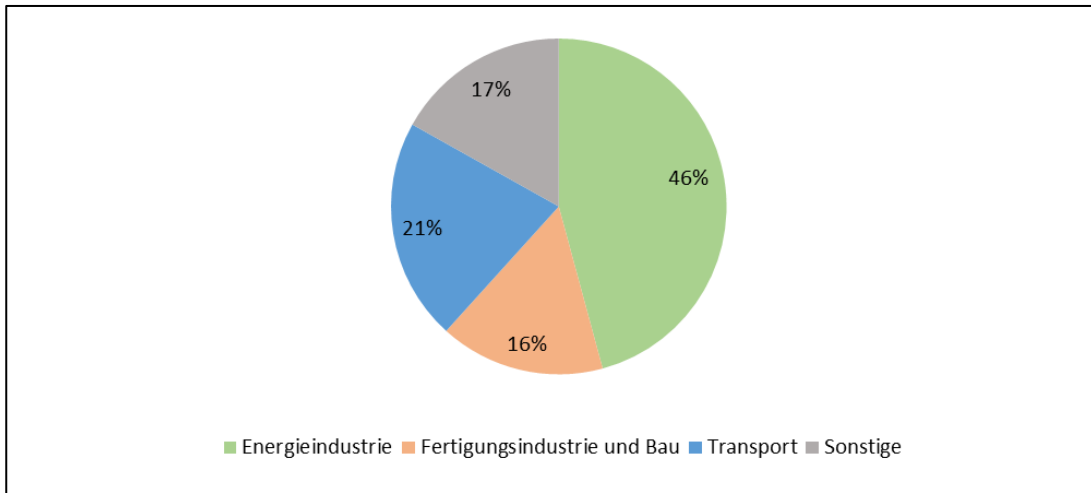


Abbildung 1: CO₂-Emissionen in Deutschland 2014 nach Branchen im Energiesektor

Quelle: EIONET (2016):

http://cdr.eionet.europa.eu/Converters/run_conversion?file=de/eu/mmr/art07_inventory/ghg_inventory/enwpj0sg/DEU_2016_2014_14012016_125421_started.xlsx&conv=tohtml&source=local

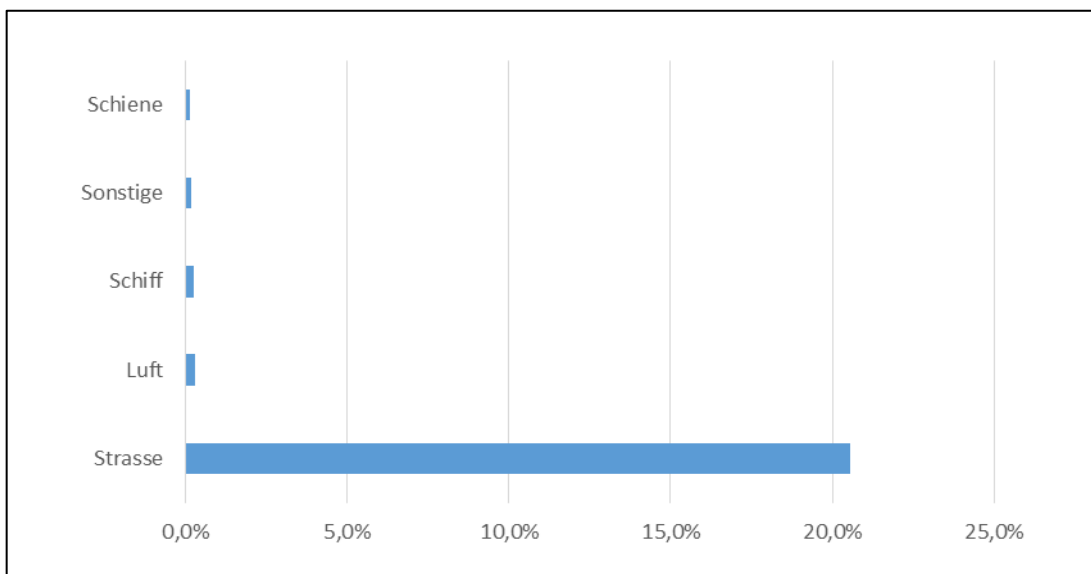


Abbildung 2: CO₂-Emissionen im Transport in Deutschland 2014 nach Verkehrsträgern in Prozent der Gesamtemissionen des Energiesektors

Quelle:

EIONET

(2016):

http://cdr.eionet.europa.eu/Converters/run_conversion?file=de/eu/mmr/art07_inventory/ghg_inventory/enwpj0sg/DEU_2016_2014_14012016_125421_started.xlsx&conv=tohtml&source=local

zu

im-

Die absoluten CO₂-Emissionen des Straßenverkehrs sind in Deutschland zwischen 1990 und 2014 um 1% gestiegen (siehe Abbildung 3). Zunehmende Fahrleistungen und der Trend

mer leistungsstärkeren und schwereren Fahrzeugen hatten zwischen 1990 und 1999 zunächst zu einem kräftigen



Emissionsanstieg geführt. Von 2000 bis 2009 gingen die CO₂-Emissionen des Straßenverkehrs zurück. Dazu trugen vor allem sparsamere Motoren, weiterentwickelte Fahrzeugkon-

struktionen und eine starke Zunahme des Anteils von Pkw mit Dieselmotor (geringerer Verbrauch bei vergleichbaren Fahrzeugparametern) bei.

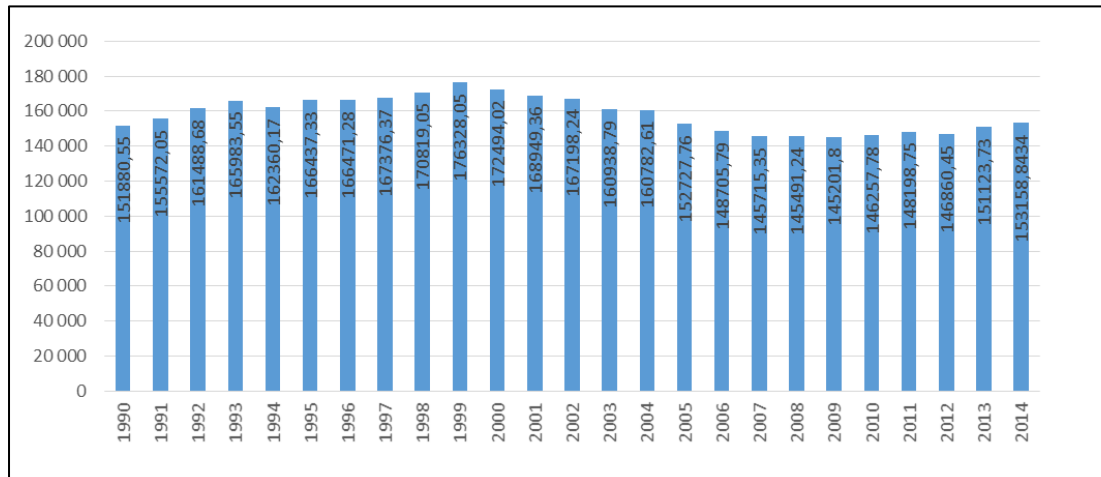


Abbildung 3: CO₂-Emissionen des deutschen Straßenverkehrs (in 1000t)

Quelle:

EIONET

(2016):

http://cdr.eionet.europa.eu/de/eu/mmr/art07_inventory/ghg_inventory/envvpj0sg/index_html?&page=2

Der seit den 90er Jahren andauernde Absatzboom für schwere und vergleichsweise verbrauchsstarke SUVs läuft den Anstrengungen zur CO₂-Reduktion zuwider und kompensiert die Effizienzgewinne in der Fahrzeugtechnik zu einem großen Teil über. Die Fahrzeuge verbrauchen durch ihre Größe, ihr Gewicht und den meistens eingebauten Allradantrieb auf 100 km fast bis zu 20% mehr Kraftstoff als vergleichbare Limousinen oder Kombinationskraftwagen. Hersteller rechnen auch in Zukunft mit einem weiteren Anstieg des Absatzes von SUVs. Der aktuelle Anteil (10,6%) wird – selbst bei konservativer Fortschreibung des Trends – bald zu den Anteilen der Kleinwagen (14,6%) und der Mittelklasse (13,2%) aufschließen. Die

Zunahme hängt sicherlich auch mit dem wachsenden Angebot "kleinerer" SUVs zusammen, aber bezogen auf das Transportangebot sind auch diese Fahrzeuge prinzipiell schwerer, besitzen eine größere Stirnfläche, haben somit konzeptbedingt einen höheren Streckenkraftstoffverbrauch und verursachen somit höhere CO₂-Emissionen.

Prognosen zufolge werden die CO₂-Emissionen des Verkehrs in Deutschland im Vergleich zum Basisjahr 2005, bis zum Jahr 2020 um 7,8% und zum Jahr 2030 um 9,5% ansteigen. Besonders hohe Zunahmen werden **beim Güterverkehr sämtlicher Verkehrsträger** erwartet, wobei hier insbesondere die zunehmende Transportleis-



tung einen erheblichen Einfluss hat. Da nur noch geringe Steigerungen der Pkw-Fahrleistungen prognostiziert werden, wird der Anteil des motorisierten Individualverkehrs an den CO₂-Emissionen demgegenüber sinken.⁷

Im Gegensatz zum Straßenverkehr ist der CO₂-Ausstoß im **Schieneverkehr** trotz steigender Transportleistung fast stetig gesunken. Die Emissionen im Jahr 2014 entsprechen nur noch einem Drittel der Emissionen aus 1990 (siehe Abbildung 4). Anzumerken bleibt, dass die Emissionen aus der Produktion von Bahnstrom in dieser Statistik nicht enthalten sind. Diese starke Reduktion unterstreicht den Erfolg, der durch Modernisierung der Triebfahrzeugflotte, sowie durch die Elektrifizierung weiterer Strecken und den damit verringerten Einsatz der Diesel-Traktion erreicht wurde.

Mit der Energiewende ist auch ein Wandel der Stromerzeugung für den Bahnverkehr verbunden. Durch die Netzbetreiber geht es hin zu mehr regenerativen Quellen und weg von Atom- und Kohlestrombezug. Allerdings ist zur Sicherstellung des Strombedarfes auch für den Bahnbetrieb eine Kraftwerksreserve notwendig, die bisher noch weitgehend mit fossilen Energieträgern betrieben wird.

⁷ Wittenbrink, P. (2014). Transportmanagement: Kostenoptimierung, Green Logistics und Herausforderungen an der Schnittstelle Rampe. Springer: Wiesbaden.

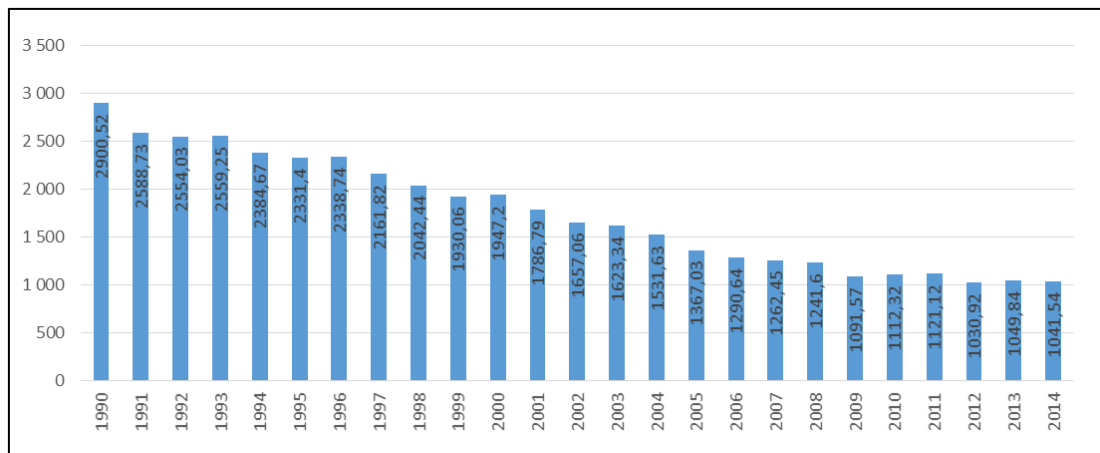


Abbildung 4: CO₂-Emissionen des deutschen Bahnverkehrs (in 1000t)

Quelle:

EIONET

(2016):

http://cdr.eionet.europa.eu/de/eu/mmr/art07_inventory/ghg_inventory/envvpj0sg/index_html?&page=2

Der **Luftverkehr** ist mit ca. 0,3% an den gesamten deutschen anthropogenen Emissionen im Energiesektor beteiligt (EIONET, 2016). Die CO₂-Emissionen des abgehenden Luftverkehrs sind zwischen 1990 und 2000 um 16% gestiegen (siehe Abbildung 5). Dies konnte insbesondere durch technologische Innovationen an den Flugzeugen erreicht werden. Diese Minderungswirkungen durch technologischen Fortschritt werden aber in den kommenden Jahren geringer ausfallen, da weitere Verbesserungen nur noch mit erheblichem Innovationspotenzial gehoben werden können. Jedoch wirkt sich der Einsatz größerer, besser ausgelasteter Fluggeräte positiv aus. So nahm 2015 die Zahl der Flugbewegungen in Deutschland (exklusive Überflugverkehr) nur noch um 0,9% zu.

Weltweit wird hingegen mit einem jährlichen Wachstum der Luftverkehrsleistung von mehr als 5% gerechnet. Dennoch strebt die ICAO bezogen auf die CO₂-Emission ein emissionsfreies Wachstum ab 2020 an: Nach aktuellen Prognosen wird dies jedoch ohne weitere politische Eingriffe bis zum Jahr 2040 nicht erreichbar sein. Selbst bei einer Kraftstoffverbesserung um jährlich 2% würden sich die CO₂-Emissionen weltweit bis zum Jahr 2050 gegenüber 2020 verdoppeln. Der durch diese in großer Höhe emittierten Klimagase verursachte stärkere Treibhauseffekt wird zudem durch Stickoxide befeuert, so dass auch Grenzwerte für die Emissionen von Stickoxiden notwendig werden.

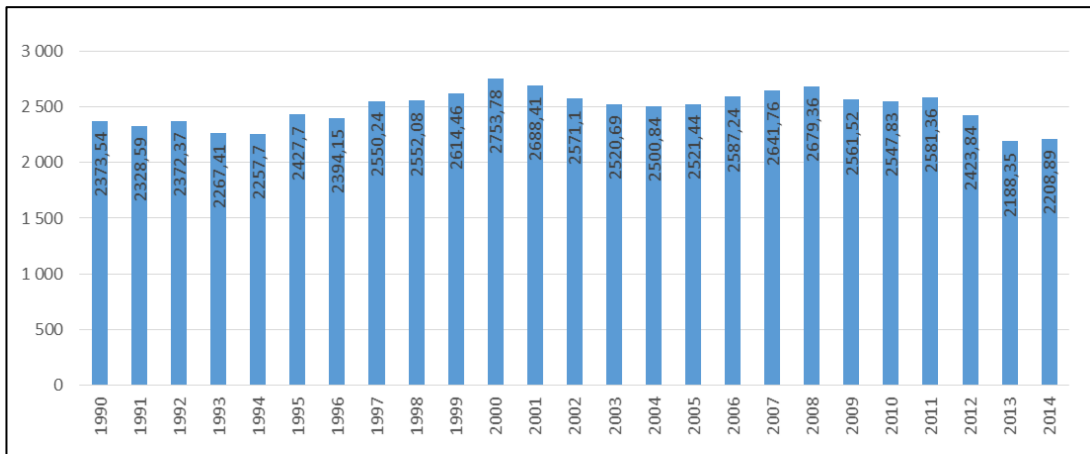


Abbildung 5: CO₂-Emissionen des deutschen Luftverkehrs (in 1000t)

Quelle: : EIONET (2016)
http://cdr.eionet.europa.eu/de/eu/mmr/art07_inventory/ghg_inventory/envvpj0sg/index_html?&page=2

Die **Seeverkehrswirtschaft** spielt gerade für Deutschland als Industrie- und Exportland eine wesentliche Rolle.

Weltweit wird über 95% des gesamten interkontinentalen Warenaustauschs über die Seeschifffahrt realisiert.

Etwas 90% des außereuropäischen Handels

(nach Gewicht) und etwa 40% des innereuropäischen Handels (nach Tonnen-Kilometer) ist See- und Küstenhandel. Die Seeschifffahrt verursachte 2012 weltweit etwa 2,2% der CO₂-Emissionen (796 Mio. t, IMO 2014). In Deutschland ist die Schifffahrt in 2014 mit 0,3% an den CO₂-Emissionen des Energiesektors beteiligt (EIONET, 2016).⁸ Aufgrund eines weiter wachsenden Welthandels sowie einem sichtbaren Wirtschafts-

wachstum und einem Anstieg der Kaufkraft in dynamischen Wirtschaftsregionen werden weltweit das Transportvolumen und die Transportleistung auch künftig weiter ansteigen. Insofern ist, auch entsprechend den IMO-Zukunftsszenarien (IMO 2014), langfristig mit einem CO₂-Emissionsanstieg zu rechnen.

Die IMO-Greenhouse Gas Studie 2014 stellt jedoch auch fest, dass, obwohl immer mehr Güter auf dem Seeweg transportiert werden und so der Weltseehandel von 2007 bis 2012 um 19% zugenommen hat, die CO₂-Emissionen, zumindest von 2007 auf 2012 um 10% sanken. Diesen abnehmenden Verlauf der CO₂-Emissionen der deutschen Schifffahrt von 1990 bis 2014 zeigt Abbildung 6.

⁸ Die dargestellten Emissionen der Schifffahrt beziehen sich auf die zwischen zwei deutschen Häfen an- und ablegenden Schiffe gemäß EIONET-Berechnungen.

⁹ Weißbuch zur Klimapolitik der EU, 2011, S. 5

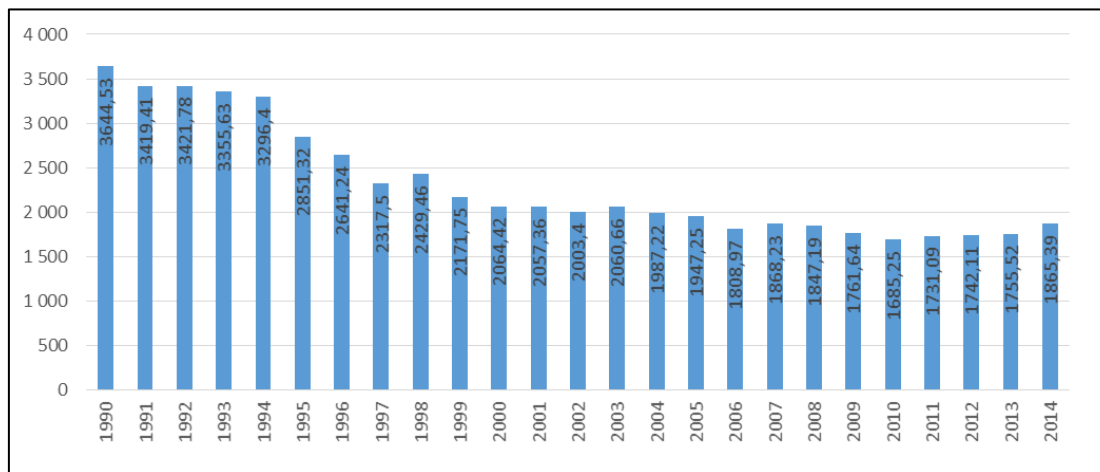


Abbildung 6: CO₂-Emissionen der deutschen Schifffahrt (in 1000t)

Quelle:

EIONET

(2016):

http://cdr.eionet.europa.eu/de/eu/mmr/art07_inventory/ghg_inventory/envvpj0sg/index_html?&page=2

Zusammenfassend lässt sich feststellen: Nimmt man die von der EU formulierten, quantitativen Klimaziele ernst, müssten auch im Verkehrssektor sehr schnell wirksame Maßnahmen zur CO₂-Reduzierung ergriffen werden. Die EU scheut sich allerdings, hierfür geeignete, konkrete und kurzfristig

ausreichend wirksame Maßnahmen zu benennen. Der Zielkonflikt zwischen Verkehrsleistung und dem Erreichen der ehrgeizigen Klimaziele scheint nicht im Konsens lösbar. Es wird sogar davon ausgegangen, dass der Verkehrssektor in den nächsten 15-20 Jahren keinen Beitrag zum Klimaschutz leisten wird.⁹

Somit stellt sich die drängende Frage, ob und wie der Verkehrssektor dennoch durch ein Set von innovativen Einzelmaßnahmen signifikant eine Reduzierung von CO₂-Emissionen bewirken kann und soll.



4 Klimapolitische Maßnahmen des Verkehrssektors in Deutschland

Die Bundesregierung und das BMVI haben sich in den letzten Jahren mit zwei wesentlichen, öffentlich zugänglichen Stellungnahmen zu Klimafragen im Verkehrsbereich in Deutschland geäußert: dem 2014 erschienenen Aktionsprogramm Klimaschutz 2020 (AP) sowie der Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie (MKS) aus dem Jahr 2013. Der Wissenschaftliche Beirat hat bereits 2008 in einer Stellungnahme eine Vielzahl von Maßnahmen genannt, mit denen der Verkehrssektor eine aktive Rolle bei der CO₂-Minderung spielen kann. Es gilt vor dem oben beschriebenen, klimapolitischen Hintergrund zu prüfen, welche Maßnahmen heute zu empfehlen sind, um weitere Emissionsminderungen im Verkehrssektor in Deutschland auszulösen.

Der Wissenschaftliche Beirat identifiziert in einem gestuften Prozess unabhängig von einer Einbeziehung des Verkehrssektors in das ETS ein Set von prioritären Maßnahmen, mit denen der Verkehrsbereich seiner Verantwortung zum Klimaschutz verstärkt gerecht werden kann. Dazu bedarf es in einem ersten Schritt eines Kriterien-gestützten Bewertungskatalogs

für mögliche Maßnahmen. Bei der Auswahl der Evaluierungskriterien steht die systematische Beurteilung der Maßnahmen aus verkehrspolitischer Perspektive im Vordergrund. Dies bedeutet, dass die ökologische Dimension in Gestalt der Wirkung einer Maßnahme auf CO₂-Emissionen (Effektivität) im Zeitverlauf (Umsetzungshorizont) ebenso zu untersuchen ist wie die ökonomische Dimension (Effizienz). Die politische Dimension muss nicht nur den rechtlichen Rahmen (nationale Machbarkeit), sondern auch die Wirkung auf Beteiligte und Betroffene (Akzeptanz) im Blick haben. Dies ergibt folgendes Kriterien-Set:

- **Effektivität**
Beschreibt das mögliche CO₂-Minderungspotenzial durch die jeweilige Maßnahme.
- **Umsetzungshorizont**
Kennzeichnet jene Zeitspanne, die benötigt wird, bis eine Maßnahme realisiert werden kann und ihre beabsichtigte Wirkung entfaltet.
- **Effizienz**
Sind die Kosten für die Umsetzung einer Maßnahme niedrig, entspricht dies bei gegebenem Effektivitätsni-



veau einer hohen Effizienz. Umgekehrt gilt, dass hohe Kosten bei gegebenem Effektivitätsniveau die Effizienz einer Maßnahme verringern.

- Akzeptanz

Aus verhaltensbezogener Sicht ist eine Einschätzung zur vermuteten Akzeptanz von Maßnahmen in der Bevölkerung abzugeben.

- Nationale Machbarkeit

Sie stellt darauf ab, inwieweit eine Maßnahme durch etwaige EU-Gesetzesvorgaben allenfalls eingeschränkt oder selbständig durch nationale Institutionen realisierbar ist.

Vorgeschaltet wird die Auswahl der Maßnahmen durch den Befund gelenkt, ob eine Maßnahme bereits in einem der beiden Strategiepapiere der Bundesregierung bzw. des BMVI, also im Aktionsprogramm Klimaschutz 2020 (AP) oder in der Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie (MKS), erwähnt worden ist. Falls dies nicht der Fall ist, gilt eine Maßnahme als besonders innovativ. Da viele der Maßnahmen noch nicht in größerem Umfang umgesetzt worden sind, muss sich die Bewertung auf eine qualitative Einschätzung aus Expertensicht begrenzen.

Die folgende Tabelle enthält einen Überblick über diejenigen Maßnahmen zur Senkung der CO₂-Emissionen im Verkehrsbereich, die in der Gesamtschau aller Kriterien als besonders geeignet („hohes Potenzial“) einzuschätzen sind. Diese Maßnahmen sind nach Verkehrsträgern sowie nach Verkehrsträgerübergreifenden Kate-

gorien geordnet. Zu den übergreifenden Kategorien gehören das Verkehrsverhalten und die Stadt- bzw. Raumentwicklung (daneben wird das Verkehrsverhalten nochmal speziell für den Straßengüterverkehr (SGV) und den motorisierten Individualverkehr (MIV) thematisiert).



Verkehrsträger/ Sektor		Luftverkehr		
Maßnahmen		Werben für die weltweit einheitliche Einführung eines ETS im Luftverkehr unter der Ägide der ICAO (d.h. nicht nur für Intra-EU Flüge).	Neue Bemessung von Cap und Trade Faktoren, um angemessene Preise pro Zertifikate zu erzielen.	Entwicklung effizienterer Triebwerke (TW) und aerodynamisch optimierter Flugzeuge. Beispiel: Mehrstufige Brennkammern
„AP“ der BReg oder „MKS“ des BMVI				
Evaluierungskriterien	Effektivität (Gering, Mittel, Hoch, Sehr hoch)	Hoch	Hoch Umsetzung der Single European Sky 2+ (SES 2+). Potenzial: Umwege senken, strahlungswirkungs- (RF) optimierte Flughöhen, Einsparungspotenzial (Referenz 2006). 4,7 Mio. t CO ₂ .	Mittel Vermutlich nun vermehrt NOx und nachrangig weitere Kraftstoffverbrauchs-Reduzierung. Mehrstufige Brennkammern produzieren bis zu 40% weniger Stickoxide. Wirkung auf den Strahlungshaushalt noch nicht hinreichend präzise bestimmt
	Umsetzungshorizont (Kurz-, Mittel- oder Langfristig)	Kurzfristig Bis 2018. Entwurf in 2016 erstellt.	Kurzfristig Nach ICAO ist die ETS Einführung vermutlich sinnvoll (Entwicklung des europ. Luftraums auf Basis des SES seit 2008 auf einem hohen Niveau).	Mittelfristig Nicht vor 2025.
	Effizienz/Kosten (Niedrig, Mittel, Hoch, Sehr hoch)	Mittel Erhebungsverfahren über Emissionshandelsstellen in Europa bereits etabliert, SES Performance Scheme liefert zahlreiche zusätzliche Metriken	Hoch Der mathematische Mechanismus ist etabliert.	Mittel Kosten enorm für neue TW, Beitrag begrenzt, dennoch ein MUST als Technologieführer.
	Akzeptanz (Gering, Mittel, Hoch)	Mittel In Europa eher Hoch , da man bereits an das EU ETS „gewöhnt“ ist – Rest der Welt Mittel – Paris hat Verständnis gemehrt.	Gering Die Nutzer des Luftraums / Kunden werden steigende Preise insbesondere auf der Kurzstrecke erfahren. Es ist Widerstand zu erwarten.	Hoch Airlines (bisher) investieren viel in neue Technologie. Anreizsysteme schaffen über Gebühren vorausgesetzt.
	Nationale Machbarkeit	✓	✗	✓

NACH DER KLIMAKONFERENZ IN PARIS: WIRD EINE NEUE KLIMASTRATEGIE FÜR DEN VERKEHR BENÖTIGT?



Verkehrsträger/ Sektor		Luftverkehr	Schiene	
Maßnahmen		Zuweisung emissionsminimaler Flugtrajektorien.	Modernisierung der Triebfahrzeugflotte hin zu modernen E-Loks oder Hybridloks (z.B. BR423). Neue Triebfahrzeuge nutzen - nicht nur Triebwagen.	Veränderung des Energiemix: Weg von Braun- und Steinkohle sowie Atomstrom.
„AP“ der BReg oder „MKS“ des BMVI				✓
Evaluierungskriterien	Effektivität (Gering, Mittel, Hoch, Sehr hoch)	Hoch Vorbereitungen laufen, Zentrales Erfassungssystem ETAS bei der Deutschen Flugsicherung DFS für die sechs wichtigsten deutschen Airlines	Hoch Intensivierung der Flottenmodernisierung Tfz. und Triebwagen (wie ICE4 und im SPNV). 56% weniger Strombedarf, -31% durch Rückspeisung und -25% durch Leichtbau gegenüber Vorgängerbaureihe BR420.	Hoch Große Wirkung auf CO ₂ -Ausstoß.
	Umsetzungshorizont (Kurz-, Mittel- oder Langfristig)	Kurzfristig Einführung bis 2020. ETAS ab 2017 einsatzbereit	Mittelfristig Versuche laufen und Prototypen sind schon im Einsatz.	Langfristig Nur in etwa 20 Jahren anpassbar aber wird schon durch die neuen Verhandlungen über die langfristigen Lieferverträge angegangen.
	Effizienz/Kosten (Niedrig, Mittel, Hoch, Sehr hoch)	Hoch Beitrag relevant, bereits viel investiert.	Mittel	Mittel
	Akzeptanz (Gering, Mittel, Hoch)	Hoch In Kombination mit angepasstem Cap & Trade sowie ICAO Emissions Trading starker ökonomischer Anreiz	Hoch	Mittel Langfristige Lieferverträge bieten nur wenige Wahlfreiheiten, mehr Wind- und Solarenergie.
	Nationale Machbarkeit	✓	✓	✓



Verkehrsträger/ Sektor		Binnen- und Küstenschifffahrt		Seeschifffahrt
Maßnahmen		Kompensationslösungen, Green Shipping, Greenports-Initiativen, Carbon Footprinting, Implementierung von Umweltmanagementsystemen.	Forschungsförderung innovativer Technologien, etwa Brennstoffzellenantrieb, Elektroantrieb, Solarenergie.	Kompensationslösungen, Green Shipping, Greenports-Initiativen, Carbon Footprinting, Implementierung von Umweltmanagementsystemen sowie Ship Energy Efficiency Management Plans SEEMP.
„AP“ der BReg oder „MKS“ des BMVI		✓	✓	✓
Evaluierungskriterien	Effektivität (Gering, Mittel, Hoch, Sehr hoch)	Hoch Beruht auf Freiwilligkeit, Auswirkungen sowohl auf CO ₂ -Effekt als auf Sichtbarmachung des Klimaproblems, Fondslösungen.	Hoch Neben Klimaeffekt auch Innovations- und Technologieeffekt.	Hoch Beruht auf Freiwilligkeit, Auswirkungen sowohl auf CO ₂ -Effekt als auch Sichtbarmachung des Klimaproblems.
	Umsetzungshorizont (Kurz-, Mittel- oder langfristig)	Kurzfristig	Mittel- bis langfristig	Kurzfristig
	Effizienz/Kosten (Niedrig, Mittel, Hoch, Sehr hoch)	Mittel	Mittel Im Rahmen von unternehmerischen Forschungs- und Investitionsstrategien plan- und realisierbar.	Mittel
	Akzeptanz (Gering, Mittel, Hoch)	Mittel Nimmt zu.	Hoch Förderprogramme.	Mittel Nimmt zu.
	Nationale Machbarkeit	✓	✓	✓



Verkehrsträger/ Sektor		Seeschifffahrt	Straßengüterverkehr	
Maßnahmen		Forschungsförderung innovativer Technologien, etwa Brennstoffzellenantrieb, Elektroantrieb, Solarenergie, Windenergie (Zugdrachen, Flettnerrotoren).	Einsatz von Telematiklösungen zur Optimierung von Fahrzeugen und Infrastruktur.	Assistenzsysteme: Topologische Antriebsoptimierung über digitale Karte oder Cloud-Dienste.
„AP“ der BReg oder „MKS“ des BMVI		✓	✓	
Evaluierungskriterien	Effektivität (Gering, Mittel, Hoch, Sehr hoch)	Mittel Neben Klimaeffekt auch Innovations- und Technologieeffekt durch; Ziel IMO, Minderung der CO ₂ -Emissions-rate um bis zu 75% durch technisch-organisatorische Maßnahmen.	Mittel Verringerung der Umweltbelastung durch Steuerung des Verkehrs u. Fahrverhaltens. Vermeidung von Staus sowie Leer- und Suchfahrten. Steigerung der Effizienz der vorhandenen Verkehrsinfrastruktur. Mit Telematik lassen sich Daten für einen besseren Verkehrsfluss erheben (Verkehrsströme beeinflussen) – mit Wechselverkehrszeichen, Warnhinweisen, Geschwindigkeitsbeschränkungen oder Umleitungen. (Spriteinsparung von 7%)	Mittel LKW bleibt nicht stur auf einer geregelten Geschwindigkeit – es wird optimal geregelt, je nachdem ob es bergauf oder bergab geht; Das System legt automatisch den effizientesten Gang ein und senkt dadurch den Verbrauch. (Spriteinsparung von 4%).
	Umsetzungshorizont	Mittel- bis langfristig	Mittel- bis langfristig	Mittel- bis langfristig
	Effizienz/Kosten (Niedrig - Sehr hoch)	Mittel Im Rahmen von unternehmerischen Forschungs- und Investitionsstrategien plan- und realisierbar.	Mittel Einmalig 2 000€ dann 50-65€ im Monat – somit etwa 720€ im Jahr.	Mittel Einmalig 1 500€.
	Akzeptanz (Gering, Mittel, Hoch)	Hoch Förderprogramme.	Hoch	Mittel - Hoch Aktive Fahrsteuerungen (z. B. EcoRoll) sind verfügbar, werden aber nur von einzelnen Anbietern verbaut. (bis zu 5% Einsparung).
	Nationale Machbarkeit	✓	✓	✓



Verkehrsträger/ Sektor		Straßengüterverkehr		
Maßnahmen		Optimierungen an Fahrzeughüllen.	Verbesserungen bei Reifen.	Geschwindigkeitsbegrenzung von LKW unter 7t auf 80 km/h.
„AP“ der BReg oder „MKS“ des BMVI		✓	✓	✓
Evaluierungskriterien	Effektivität (Gering, Mittel, Hoch, Sehr hoch)	<p>Mittel</p> <p>Dachspoiler und Spaltverkleidungen sind bei Sattelzügen für den Fernverkehr Standard, nicht jedoch bei kleineren Lkw im Verteilerverkehr.</p> <p>Modifikationen der Längenbeschränkungen für Zulassung von aerodynamischem Vorbau werden nötig sein.</p> <p>Geschätzt bis zu 5% geringeren Kraftstoffverbrauch (durch Dachspoiler, Spiegel durch Kamera ersetzen, Seitenverkleidung, Stosstange, Unterfahrschutz) und bis zu 20% bei Teardropform. (Teardropform: Strömungsgünstig abgerundetes Heck; nach hinten abgerundete Dachkante).</p> <p>Bei Fahrzeug und Auflieger jeweils 5 940kg CO₂ pro Jahr* (Spriteinsparung von 5%) und die Teardropform</p> <p>17 820kg CO₂*(Spriteinsparung von 15%).</p>	<p>Mittel</p> <p>Leichtlaufbereifung – Energie-sparreifen reduzieren den Rollwiderstand.</p> <p>Rollwiderstand benötigt 45% vom Energiebedarf.</p> <p>5 940kg CO₂ pro Jahr* (Spriteinsparung von 5%).</p>	<p>Mittel</p> <p>Einsparung min 6%.</p> <p>7 128kg CO₂ pro Jahr* (Spriteinsparung von 6%).</p>
	Umsetzungshorizont	Kurz- bis Mittelfristig	Mittelfristig	Kurz- bis Mittelfristig
	Effizienz/ Kosten	<p>Mittel</p> <p>3 500€ für Fahrzeug 5 000€ für Auflieger 4 000€ Teardropform</p>	<p>Sehr hoch</p> <p>200-500€ Mehrkosten.</p>	Hoch
	Akzeptanz (Gering, Mittel, Hoch)	<p>Hoch</p> <p>(bei Teardropform geringer, da es aufgrund des abgerundeten Hecks zu einem Verlust des Ladevolumens kommt – der LKW müsste länger oder höher werden, was laut der jetzigen EU-Gesetzgebung nicht gestattet ist).</p>	<p>Mittel</p> <p>Leichtlaufreifen sind verfügbar, werden aber nur von einzelnen Anbietern verbaut. Mögliche Gründe dafür: Fahrsicherheit, Kosten.</p>	Mittel
	Nationale Machbarkeit	✗	✓	✓

NACH DER KLIMAKONFERENZ IN PARIS: WIRD EINE NEUE KLIMASTRATEGIE FÜR DEN VERKEHR
BENÖTIGT?



* Annahmen zur Berechnung: durchschnittlich 150.000 km pro Jahr/LKW mit durchschnittlichen Verbrauch von 30l. Annahme 2.64 kg CO₂-Ausstoß/Liter.

Verkehrsträger/ Sektor		Motorisierter Individu- alverkehr	Verkehrsverhalten im Strassen- güterverkehr	
Maßnahmen		Verschärfung der Emissionsvorschriften in Verbindung mit Real-Drive-Emission.	Anreize zum wirtschaftlichen Fahrverhalten. Speziell: Schulungen der Fahrer für wirtschaftliches Fahrverhalten mit regelmäßigen Auffrischkursen.	Eco-Drive-System Fahrverhalten wird unterstützt - kontinuierliche Rückmeldung bei „Fehlverhalten“ - der Fahrer wird stetig an ökonom. und ökolog. Fahrweise erinnert.
„AP“ der BReg oder „MKS“ des BMVI		✓	✓	
Evaluierungskriterien	Effektivität (Gering, Mittel, Hoch, Sehr hoch)	Mittel bis Hoch Das Mittel der Emissionsvorschriften über die Flotte der Neufahrzeuge eines Herstellers führt zu einer hohen Wirkung, wobei die Optimierung aus betriebswirtschaftlicher Sicht getrieben dazu führt, dass auf die Regelungen hin optimiert wird, weshalb in der Praxis deutlich weniger erreicht wird, als nominal angedeutet wird. Ferner ist eine solche Steuerung kontraproduktiv für Integration in den Emissionshandel anzusehen.	Hoch „Erheblicher“ Einspareffekt bei den Treibstoffkosten. Verankerung des umweltfreundlichen Fahrens bei den Fahrern + Bewusstseinsstärkung. Bei weniger Spritverbrauch im Monat bekommt der Fahrer eine Bonuszahlung (bis zu 120€). 14 256kg CO ₂ pro Jahr* (Spriteinsparung von 12%).	Hoch Fahrverhaltensunterstützung und dadurch Kraftstoffersparung von 10-15%. 14 256kg CO ₂ pro Jahr* (Spriteinsparung von 12%).
	Umsetzungshorizont	Mittelfristig Über sich stetig verschärfende Emissionsgrenzwerte für Neuzulassungen von Pkws realisierbar.	Kurz- bis mittelfristig	Mittelfristig
	Effizienz/Kosten (Niedrig, Mittel, Hoch, Sehr hoch)	Gering Der für die Erreichung der Werte notwendige techn. Aufwand übersteigt in vielen Fällen jede Rentabilität durch den Nutzergewinn geringeren Kraftstoffpreise. Bei Werten unter 95g CO ₂ /km ist diese Maßnahme sehr unwirtschaftlich. Die aktuelle Gewichtung von Plug-in-Hybrid-Fahrzeugen. führt zu deren Zunahme ohne Gewinn für das CO ₂ -Ziel.	Sehr hoch 1 440€ im Jahr (Bonuszahlungen). Pro Schulung um die 500€	Hoch Einmalig 350€ und dann zwischen 2,5-10€ monatlich.
	Akzeptanz	Hoch Solange die Käufer und Nutzer keine Transparenz über Kosten hergestellt haben.	Hoch Bei Fahrern unter Umständen eher gering.	Mittel
	Nationale Machbar-	✗	✓	✓

NACH DER KLIMAKONFERENZ IN PARIS: WIRD EINE NEUE KLIMASTRATEGIE FÜR DEN VERKEHR
BENÖTIGT?



keit			
------	--	--	--

* Annahmen zur Berechnung: durchschnittlich 150.000 km pro Jahr/LKW mit durchschnittlichen Verbrauch von 30l. Annahme 2.64 kg CO₂-Ausstoß/Liter.

Verkehrsträger/ Sektor		Verkehrsverhalten im MIV	Verkehrsverhalten generell	
Maßnahmen		Öko-Fahrtrainings, verstärkte Integration in die Fahrausbildung.	Geschwindigkeiten redu- zieren – auf BAB, Land- straßen und innerorts: Konkrete Vorschläge des Wiss. Beirats des BMVI aus 2010 („Sicherheit zuerst“) realisieren.	Diagnostik- und Rückmeldesyste- me im Auto, die unmittelbar Ver- brauchs- und Emissionsinformati- onen geben (kontingentes Verhal- tensmanagement). Daran Ergeb- nisse (Anreize) knüpfen.
„AP“ der BReg oder „MKS“ des BMVI				
Evaluierungskriterien	Effektivität (Gering, Mittel, Hoch, Sehr hoch)	Sehr hoch Verbrauchsminderung um bis zu 35% durch geändertes Fahrverhal- ten; Im betrieblichen Be- reich vielfach bewährt.	Sehr hoch Positive ökologische Wir- kung ebenso hoch wie positive Wirkung auf Straßenverkehrssicher- heit.	Hoch
	Umsetzungshori- zont (Kurz-, Mittel- oder langfristig)	Kurzfristig	Kurz- bis mittelfristig	Kurz- bis mittelfristig Teilweise bereits verbaut.
	Effizienz/Kosten (Niedrig, Mittel, Hoch, Sehr hoch)	Sehr hoch „Niedrig hängende Frucht“.	Sehr hoch	Hoch Kosten niedrig: „Niedrig hängende Frucht“
	Akzeptanz (Gering, Mittel, Hoch)	Hoch Anreize für Teilnahme fehlen im privaten Bereich.	Mittel Strittig: ebenso stark gefordert wie abgelehnt. Konkretisiert in: Wiss. Beirat des BMVI: Sicher- heit zuerst, ZVS (2010).	Hoch auch durch spielerisches Element („gamification“)
	Nationale Machbar-	✓	✓	✓



keit			
------	--	--	--

Verkehrsträger/ Sektor		Verkehrsverhalten generell		
Maßnahmen		Flächendeckender Einsatz von Multi Modal Information and Ticketing Systems (MMITS) im Personenverkehr durch Verlagerung auf CO ₂ -ärmere Verkehrsträger.	Mobilitätsmanagement (MM) Betriebliches, standortbezogenes und zielgruppen-spezifisches Mobilitätsmanagement als Oberbegriff zu Behavioural insights teams.	Behavioural insights teams Es werden verhaltensbezogene Maßnahmen aufeinander abgestimmt, entwickelt und koordiniert (auch zwischen Bund, Ländern und Kommunen). Dazu zählen auch Anreize und nudging („schubsen“). Beispiele: In USA, UK, CH, NL
„AP“ der BReg oder „MKS“ des BMVI				
Evaluierungskriterien	Effektivität (Gering, Mittel, Hoch, Sehr hoch)	Sehr hoch 13 Mio. t CO ₂ Information hilft das Verhalten zu beeinflussen	Sehr hoch Übergreifender Einsatz im Verhaltensbereich. Beispiele in BaWü, NRW sowie Kampagnen effizient mobil und mobil profit. Verminderte Pkw-Nutzung in der jungen Generation (SrV, 2013), zumindest in Agglomerationen. Grundsätzlich löst eine kontinuierliche Bewusstseinsbildung in Koppelung mit preispolitischen Instrumenten spürbare Effekte in Richtung einer CO ₂ -Reduktion aus.	Sehr hoch
	Umsetzungshorizont	Mittelfristig	Kurz- bis mittelfristig	Kurz- bis mittelfristig
	Effizienz/ Kosten	Mittel	Hoch	Sehr hoch Kosten niedrig.



	Akzeptanz (Gering, Mittel, Hoch)	Hoch	Hoch Maßnahmen im Bereich Mobilitätsmanagement und Bewusstseinsbildung sind heute weit verbreitet (z.B. landesweite Förderprogramme)	Hoch
	Nationale Machbarkeit	✓	✓	✓

Verkehrsträger/ Sektor		Verkehrsverhalten generell		
	Maßnahmen	Abschaffung steuerlicher Fehlreize, bspw. die Entfernungspauschale bei der Steuerberechnung.	Reale Preise wahrnehmbar machen, um die Rationalität des Entscheidungsverhaltens zu erhöhen (z.B. durch kontingente Rückmeldesysteme für schädigungsarmes Fahrverhalten). Beispiel: Pay as you drive – Versicherungspolicen, besser noch: Pay how you drive..	Marketing, Werbung Öko-Label, Kampagnen, Vergleichsportale.
	„AP“ der BReg oder „MKS“ des BMVI			
Evaluierungskriterien	Effektivität (Gering, Mittel, Hoch, Sehr hoch)	Mittel Das Umweltbundesamt ließ die potenzielle Reduzierung der Fahrtweiten durch die Abschaffung der Entfernungspauschale vom Fraunhofer ISI im Verkehrsmodell ASTRA19 simulieren. Die CO ₂ -Sparpotenziale aus der Abschaffung der Entfernungspauschale betragen gegenüber TREMOD-Trend im MIV für 2020 4.3 und für 2030 4.9 Mio. Tonnen CO ₂ .	Mittel	Hoch Beispiel: Öko-Stromwerbung bei DB oder Auto-Umweltliste des VCD
	Umsetzungshorizont	Kurzfristig	Mittelfristig	Kurz- bis mittelfristig
	Effizienz/Kosten (Niedrig, Mittel, Hoch, Sehr hoch)	Sehr hoch Es fallen keine Kosten an.	Hoch	Mittel Kann ein Wettbewerbsvorteil sein.

NACH DER KLIMAKONFERENZ IN PARIS: WIRD EINE NEUE KLIMASTRATEGIE FÜR DEN VERKEHR BENÖTIGT?



	Akzeptanz (Gering, Mittel, Hoch)	Gering Da die Maßnahme einer Steuererhöhung gleich kommt, dürfte die Akzeptanz gering sein.	Mittel Je nach erwarteten Vorteilen.	Hoch Bei Interessierten. Wahrnehmbarkeit von Vorteilen erhöhen.
	Nationale Machbarkeit	✓	✓	✓
Verkehrsträger/ Sektor		Verkehr Allgemein	Stadtentwicklung	
Maßnahmen		Forschungsförderung	Oberbegriff: stadtverträgliche Mobilität fördern! Stärkung Rad- und Pedelec-Verkehrs u.a. durch Rad-schnellwege flächendeckend in urbanen und suburbanen Siedlungen. ÖPNV-Konzept, Fußgänger- und Fahrrad-freundliche Stadt; Parkraumbewirtschaftung, Verkehrsberuhigung und betriebliches Mobilitätsmanagement.	Zielformulierung in Richtung einer kompakten und auf Verkehrsvermeidung zielenden Siedlungsentwicklung (u.a. konsequente Nutzung von Brachflächen, Brachflächenkataster, schienenorientierte Siedlungsentwicklung).
„AP“ der BReg oder „MKS“ des BMVI				
Evaluierungskriterien	Effektivität (Gering, Mittel, Hoch, Sehr hoch)	Mittel Problem: Es wird zu sehr auf einzelne große Maßnahmen gesetzt (aktuelle Beispiele: E-Mobility Automatisierung).	Hoch Z.T. Stärkung des Radverkehrs u.a. in Verknüpfung mit ÖPNV (z.B. Rad-schnellwege, Fahrradverleih). Jeder mit dem Auto zurückgelegte Kilometer, der auf den Fuß- oder Radverkehr verlagert wird, spart etwa 200 Gramm CO ₂ ein. Die Verlagerung von Pkw-Verkehr auf den Radverkehr kann laut UBA (2010) durch Förderung des Radverkehrs bis 2030 4.5 Mio. Tonnen gegenüber 2005 einsparen.	Mittel Rückgang der Neufächeninanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrsflächen von ca. 100 ha/Tag auf derzeit ca. 70 ha/Tag. CO ₂ -Minderungspotenzials mit integrierten Verkehrs- und Siedlungsplanung nur unter sehr spezifischen Annahmen u. im Zusammenwirken mit anderen verkehrsvermeidenden Maßnahmen möglich. Umweltbundesamt schätzt in Studie CO ₂ -Emissionsminderung im Verkehr in D (2010), dass die Förderung verkehrssparender Siedlungsstrukturen bis 2020 bundesweit 10,2 Mio. t Verkehrsbed. CO ₂ /Jahr - bis 2030 13,8 Mio. t.
	Umsetzungshorizont	Langfristig Zielorientierte Verstetigung, nicht nur periodische Förderkampagnen.	Mittelfristig	Langfristig

NACH DER KLIMAKONFERENZ IN PARIS: WIRD EINE NEUE KLIMASTRATEGIE FÜR DEN VERKEHR
BENÖTIGT?



	Effizienz/ Kosten	Hoch Forschung ist ergebnisoffen.	Mittel Es sind hohe Kosten für Investitionen nötig.	Hoch Niedrige Kosten.
	Akzeptanz (Gering, Mittel, Hoch)	Hoch	Hoch Bund kann nur Rahmen setzen und Förderprogramme auflegen; Länder und Kommunen müssen Maßnahmen selbst umsetzen.	Hoch Sehr gut geeignet / Hebel sind ROG (Raumordnungsgesetz) und BauGB (Baugesetzbuch).
	Nationale Machbarkeit	✓	✓	✓



Die Tabelle lässt eine Vielzahl von Maßnahmen erkennen, die in den bisherigen politischen Aktionsplänen offensichtlich nicht ausreichend abgedeckt werden und hohes Potenzial für CO₂-Emissionsminderungen versprechen. Naturgemäß kann die Verkehrspolitik nicht alle Maßnahmen selbst direkt umsetzen. Sie ist jedoch aufgerufen, ein politisches Programm zu entwickeln, das für die Akteure des Verkehrs in Deutschland entsprechende Anreize setzt.



5 Handlungsempfehlungen für die deutsche Verkehrspolitik

Die folgenden Hauptempfehlungen richten sich nach übergeordneten Handlungsfeldern und basieren auf einer grundsätzlichen Sichtweise (siehe Kapitel 5.1). Die o.g. Einzelmaßnahmen werden nach inhaltlichen Kriterien den Handlungsfeldern zugeordnet.

5.1 Die international abgestimmte, im Hinblick auf eine kurzfristige und deutliche Reduzierung der CO₂-Emissionen wirksame Klimapolitik stellt eine große Herausforderung für das 21. Jahrhundert dar. Die Verkehrspolitik in Europa und Deutschland muss hierzu einen Beitrag leisten, der sowohl die noch nicht geernteten „low hanging fruits“ berücksichtigt, als auch das

ökonomische Prinzip für die Auswahl von Einzelmaßnahmen mit einbezieht. Anknüpfend an eine Stellungnahme von 2008 formuliert der Wissenschaftliche Beirat eine „erweiterte Doppelstrategie“.

Als einziger Energie-intensiver Wirtschaftssektor erreichte der Verkehr bislang noch keine Reduktion der CO₂-Emissionen. Unbestreitbar ist, dass der Verkehrssektor früher oder später mehr leisten muss. Jedoch liegen auch nach der UN-Klimakonferenz in Paris (2015) keine konkreten Ziele für diesen Sektor vor. Es ist daher eine konkrete Klimastrategie im Verkehrsbe-
reich zu schaffen. Zugleich ist aber unverkennbar, dass aus einer rein klimapolitischen Binnenlogik heraus definierte Reduktionsziele nicht immer dem ökonomischen Optimum, d.h. den mit vertretbaren Kosten im jeweiligen Verkehrssektor zu erbrin-



genden Minderungspfaden, entsprechen werden. Nach dem ökonomischen Prinzip sollten Emissionsreduktionen so auf die Sektoren aufgeteilt werden, dass die gesamten Kosten minimiert werden. Daher gilt es, geeignete Maßnahmen für zieladäquate CO₂-Minderungen im Verkehrssektor mit besonderem Blick auf den damit erforderlichen Ressourceneinsatz zu bestimmen.

Als Orientierung dient die erweiterte Doppelstrategie: Zum einen sind international abgestimmte Anstrengungen und möglichst auch Schritte in Richtung eines globalen Handels mit Emissionsrechten zu fördern. Zum anderen sollten auf nationaler und europäischer Ebene verkehrsspezifische Instrumente wie regulative Eingriffe und Standards genutzt werden. Dabei ist auf ökonomische Effizienz und ökologische Effektivität, Zukunftstauglichkeit sowie politische Umsetzbarkeit zu achten.

Diese beiden Grundpfeiler der Doppelstrategie sind um den Aspekt der freiwilligen privaten und kommunalen Initiativen (als dritten Teil) zu ergänzen. Sie müssen die zur Erreichung des Zwei-Grad-Ziels erkennbar gewordene Aktivitätslücke der Staaten(-gemeinschaft) wenigstens teilweise und zeitweise füllen.

5.2 Es ist eine marktkonforme Lösung für das Externalitätenproblem bereitzustellen: Das EU-ETS ist zu re-

formieren und sollte grundsätzlich den gesamten Verkehrssektor mit einbeziehen. Dabei sollten die einzelnen Verkehrsträger differenziert behandelt werden.

Für den Wissenschaftlichen Beirat erscheint es zielführend und konsequent, den gesamten Verkehrssektor, insbesondere die Kraftstoffverbräuche des Straßenverkehrs und des internationalen Flugverkehrs, in das „European Union Emission Trading System“ (EU-ETS) einzubinden. Dies wird den Preis für Kraftstoffe um einige Cent erhöhen, was aber nicht als „Freifahrtschein“ hinsichtlich technischer Standardvorgaben fehlzuinterpretieren ist.

Ohne Zertifikatepflicht verbleiben nur andere politische Instrumente zur Emissionsreduktion. Dies hat bislang zu einer administrativen Top-down-Politik geführt, bei der jeder Sektor eine strikte Reduktionsvorgabe bekommt, die er zunächst weiter herunter zu brechen und für die er später Vollzug zu melden hat. Dabei können sich dann auch schnell die Zuteilungskriterien verschieben: Die administrative Zuteilung neigt dazu, Reduktionen proportional zur Verursachungsmenge zu verlangen. Dies mag einem Gerechtigkeitssinn folgen, doch steigen damit in aller Regel die Gesamtkosten. Nach dem ökonomischen Prinzip hingegen werden Emissionsreduktionen



so auf die Sektoren aufgeteilt, dass die gesamten Kosten minimiert werden. Insoweit jeder Wirtschaftssektor eine aktive Klimapolitik und damit eine einhergehende CO₂-Reduktionspolitik verfolgt, ist zu erwarten, dass sich die marginalen zusätzlichen Vermeidungskosten angleichen werden.

Eine flexible Handhabung des EU-ETS sollte zudem sicherstellen, dass Initiativ-Politiken kompensiert und die Anreizfunktion bewahrt wird. Dabei wird eine dringende Reform des ETS erforderlich sein. Die EU und ihre Mitgliedsstaaten müssen Mittel und Wege finden, Initiativ-Politiken einzelner Mitgliedstaaten zu unterstützen, zu fördern und mit dem EU-ETS in Einklang zu bringen. Dies bedeutet etwa, die gesamte Zertifikatsmenge entsprechend zu reduzieren, was einer Absenkung des „Cap“, also der allgemein zulässigen Gesamtemission, entspricht.

Zumindest kann aus den Erfahrungen der Energiewende abgeleitet und daher empfohlen werden, dass die Reduktionspfade des EU-ETS strenger angesetzt werden sollten. Seit einiger Zeit ist der Zertifikatspreis so niedrig, dass dieses an sich gut geeignete umweltpolitische Instrument praktisch außer Kraft gesetzt ist. Das EU-ETS kann langfristig als Richtschnur und integraler Bestandteil der Klimapolitik nur ernst genommen werden, wenn ein adäquater Zertifikatspreis gehalten wird.

Sobald dies erreicht ist, muss das ETS praktiziert werden. Neben den wenigen gezielten und essenziellen Initiativ-Politiken einzelner Staaten (z. B. die deutsche Energiewende im Stromsektor), für die eine Anpassung des EU-ETS eingefordert werden kann, sollten umgekehrt zusätzliche Fachpolitiken (die z.B. aus fixen Emissionsvorgaben und einer Top-Down-Politik resultieren können) die erzielbaren oder gewünschten Effekte des ETS nicht konterkarieren. Insofern ist immer darauf zu achten, wie die Wechselwirkungen sind, sodass die Fachpolitiken sinnvoll mit dem EU-ETS zu verzahnen sind.

Sollte für den Flugverkehr ein weltweites internationales Emissionshandels-system bis 2020 nicht etabliert werden können und sollten einige Länder eine Beteiligung ihrer Flugverkehrsgesellschaften am EU-ETS untersagen, käme eine Luftverkehrsgebühr in Frage, die an den Passagieren ansetzt. Eine solche Luftverkehrsgebühr sollte bei allen Starts in der EU erhoben werden, an den für die Flugreise abhängig von Entfernung und Flugzeugtyp zu erwarteten Treibhausgasemissionen pro Passagier ansetzen und diese mit dem CO₂ Zertifikatspreis des EU-ETS bewerten. Die Gebühreneinnahmen (abzüglich der Systemkosten) könnten von einer dann zu gründenden EU Flugverkehrsgebührenbehörde genutzt werden, um CO₂ Zertifikate zu erwerben und zu vernichten. Eine solche Luftverkehrsgebühr ist zwar wegen der Systemkos-



ten nicht in dem Ausmaß geeignet wie die Beteiligung der Luftverkehrsgesellschaften am EU-ETS. Sie wäre jedoch insoweit von Vorteil, als dass sie erstens von der EU eingeführt werden könnte und sich zweitens in den Rahmen des EU-ETS einbetten würde. Sollte in der EU eine Reform des EU-ETS mit entsprechender Erhöhung der Zertifikatspreise nicht zustande kommen, dann könnte die Luftverkehrsgebühr auch über dem Zertifikatspreis angesetzt werden.

5.3 Absicherung des technischen Fortschritts durch Standardsetzung und Innovationsförderung.

Durch das Setzen zunehmend anspruchsvoller technischer Normen für technische Anlagen oder Produkte, d.h. von Höchstwerten für deren CO₂-Emissionen, wird eine Emissionsreduktion erzwungen. Solche Normen können sehr erfolgreich und zugleich mit moderaten Zusatzkosten der Produzenten verbunden sein. Die Gefahr ist jedoch, dass solche Normsetzungen leicht zu punktuellen Überforderungen und exorbitanten Kostensteigerungen führen können, was das ökonomische Prinzip verletzt und die Gesamtkosten in die Höhe treibt. Technische Normen sind daher mit Vorsicht und besonderer Berücksichtigung der durch sie induzierten Kosten zu gestalten. Sie sind aber notwendig, um den Innovationspfad in den einzelnen Sektoren abzusichern.

Technologischer Fortschritt muss intensiv vom Staat gefördert und unterstützt werden, da nur durch Weiterentwicklungen und neue Ideen die heutigen CO₂-Emissionen weiter gesenkt werden können. Hier sind Fortschritte in der Entwicklung effizienter Antriebe in allen Verkehrssektoren zu fokussieren. Zudem zeigen beispielsweise Verbesserungen in der Aerodynamik und bei den Fahrzeughüllen, dass auch in diesen Bereichen hohes Potenzial vorhanden ist. Das Problem in der Vergangenheit war, dass zu sehr auf einzelne große Maßnahmen, wie die Elektromobilität gesetzt wurde. Um diese Problematik zu umgehen, muss vermehrt auf eine zielorientierte Verstetigung geachtet werden. Periodische Förderkampagnen und Einzelmaßnahmen, wie z.B. die Kaufprämie für Elektrofahrzeuge, sollen dabei vermieden werden.

5.4 Die Transformation des Verkehrssektors hin zur CO₂-Neutralität ist in Einklang mit der Energiewende im Stromsektor, speziell der Elektromobilität, zu gestalten.

Aus deutscher Sicht gibt es einige Gründe, die Klimapolitik im Verkehr auch im Zusammenhang mit der Energiewende im Stromsektor zu beleuchten. Positive Effekte für das Klima gehen mit der Verbreitung der Elektromobilität und ggf. auch der



Brennstoffzellenantriebe einher. Die meisten Emissionskategorien neben CO₂ (Schadstoffe, Partikel, Lärm) würden dann – zum Teil sogar drastisch – abnehmen.

Jedoch wird sich eine Substitution durch Elektrofahrzeuge bis zum Ende der Energiewende weitgehend neutral hinsichtlich CO₂ auswirken, da die Elektromobilität nur durch Nutzung von regenerativer Energie zu einer absoluten CO₂-Reduktion führen kann. Jeder andere genutzte Energiemix wäre nur ein Scheingewinn für die Umwelt. Nach Abschluss der Energiewende im Stromsektor könnte allerdings mit jedem im Feld betriebenen Elektrofahrzeug, das ein konventionell angetriebenes Fahrzeug ersetzt, die Pkw-bedingte CO₂-Emission gleich um 80% (gemäß dem dann vorliegenden Primärenergiemix) gesenkt werden. Die Förderung der Elektrifizierung in den noch verbleibenden drei bis vier Dekaden vor dem Abschluss der Energiewende muss daher auf das Ziel ausgerichtet sein, für den Zeitpunkt der Vollendung der Energiewende die Felddurchdringung mit Elektrofahrzeugen rasant hoch zu treiben – dann im Sinne einer weiteren Initiativpolitik. Vorher ist zuzugestehen, dass über den Pkw-Sektor insgesamt zwar überschaubare Effekte durch Antriebseffizienz-Verbesserung erreicht werden können, aber Elektrofahrzeuge über die nächsten Dekaden keinen relevanten Beitrag zur Emissionssenkung von CO₂ leisten können.

Wenn der Verkehrssektor schon vor Abschluss der Energiewende beim Strom einen quantitativ signifikanten Beitrag zur gesamten CO₂-Reduktion liefern sollte, so gäbe es nur zwei gangbare Möglichkeiten: Entweder der massive Einsatz von Biokraftstoffen, doch die werden zunehmend kritisch beurteilt. Oder eine deutliche Verschiebung bei der Wahl von Neufahrzeugen zu leichteren und verbrauchsärmeren Fahrzeugen. Diese ist aber im Moment nicht absehbar. Vielmehr scheinen viele Käufer bereit zu sein, für Fahrzeugeigenschaften (z.B. von SUVs), die sie selten abrufen, hohe Aufpreise zu zahlen. Hier könnte man durch ordnungsrechtliche Maßnahmen oder weitere steuerliche Aufschläge stärker gegensteuern. Oder man akzeptiert diese Entwicklung bis zum Abschluss der Energiewende beim Strom und wird erst danach tätig, indem man dann auch die schweren Fahrzeuge (wie z.B. SUVs) auf Elektro- oder Wasserstoffantrieb umstellt – denn dann ist gegen diese Fahrzeuge per se nichts mehr einzuwenden.

Was für den Automobilbereich gilt, gilt auch für die anderen Verkehrsträger. Die Eisenbahn rühmt sich damit, „jetzt schon“ weitgehend elektrifiziert zu sein. Aber bei dem gegenwärtigen Strom-Mix stellt dies hinsichtlich des CO₂-Ausstoßes keinen besonderen Vorteil dar. Ökologische Vorteile der Eisenbahn resultieren derzeit nur aus ihrer Massenleistungsfähigkeit, sofern diese ökonomisch sinnvoll eingesetzt



werden kann. In Hinblick auf den zukünftigen Zeitpunkt des Abschlusses der Energiewende beim Strom steht ein weiterer Ausbau des strombetriebenen Bahnnetzes außer Frage. Auch im Schiffsverkehr muss noch weitere Forschung betrieben werden. Somit müssen von der Bundesregierung in den kommenden Dekaden für die erfolgreiche Einführung der Elektro- oder Wasserstoffmobilität sowohl der Verkehrssektor und die Fahrzeugindustrie, als auch die Gesellschaft geeignet vorbereitet werden.

Wie oben ausgeführt, wird nach Abschluss der Energiewende im Stromsektor ein Übergang zu Elektro- oder Wasserstoff-getriebenen Fahrzeugen dazu führen, dass der Straßenverkehr praktisch klimaneutral wird und auch andere Emissionen wie Schadstoffe, Partikel und Lärm deutlich reduziert werden. Was jedoch nicht reduziert wird, sind die Probleme überfüllter Städte und Strecken durch fahrende und parkende Autos. Viele Maßnahmen, die diese langfristig verbleibende Problematik adressieren, können auch kurz- und mittelfristig schon zur Reduktion der CO₂-Emissionen (mit noch konventioneller Fahrzeugflotte) beitragen. Solche Maßnahmen werden in den folgenden Handlungsempfehlungen unter den Überschriften Verhaltensänderungen, Ordnungspolitik sowie Gestaltung von Stadt- und Raumstrukturen adressiert.

5.5 Verhaltensänderungen hin zu einer Re-

duktion der städtischen Verkehrsbelastungen sollten effektiv eingeleitet und unterstützt werden.

Verhaltensbezogene Maßnahmen zur Beeinflussung der Mobilität basieren bisher zu einseitig auf „enforcement“ (Gesetzgebung, Überwachung, Strafe). Anreize, Rückmeldungen, „nudging“ (es wird versucht das Verhalten von Menschen ohne Gesetze unterbewusst zu beeinflussen und zu lenken) und andere psychologische Maßnahmen sollten eingesetzt werden, weil sie oft effektiver sind. Zudem ist Rebound-Effekten und unerwünschten Verhaltensanpassungen vor allem nach technischen Maßnahmen durch Information und Bewusstseinsbildung vorzubeugen.

Als wirksame, übergreifende Strategien zur Änderung des Mobilitätsverhaltens haben sich in vielen vergleichbaren Ländern „behavioural insight teams“ sowie Maßnahmen des Mobilitätsmanagements erwiesen. Damit lassen sich durch eine breite Palette aufeinander abgestimmter kommunikativer und psychologischer Maßnahmen Verhaltensänderungen ohne großen finanziellen Aufwand erreichen. Es wird die Einrichtung eines „behavioural insight teams“, sowie eine verstärkte Förderung des Mobilitätsmanagements durch das BMVI empfohlen.

Weiter sind Verhaltensänderungen oft sehr effektiv zu erreichen, u.a. durch



den flächendeckenden Einsatz intermodaler Echtzeitinformationen, durch Diagnostik- und Rückmeldesysteme in Fahrzeugen zur Förderung verkehrskonformer und damit gleichzeitig emissionsarmer Fahrweisen und durch Fahrtrainings, für die es vor allem im betrieblichen Bereich eine Vielzahl gelungener Beispiele gibt. Ansätze des Mobilitätsmanagements wurden in Deutschland im Rahmen der Programme „effizient mobil“ oder „mobil profit“ getestet und zeigen, dass Reduzierungen der Pkw-Fahrleistungen um bis zu 30% ohne Einschränkungen der Erreichbarkeit und Mobilität möglich sind.

Zentrale weitere Elemente neben Informationskampagnen und Kommunikationsstrategien sind eine attraktive Infrastruktur für den Radverkehr, Fahrradverleihsysteme, Jobtickets, Fahrgemeinschaftsförderung, Förderung des Car Sharing, insgesamt eine breite Palette attraktiver Pull-Maßnahmen, sowie begleitende Push-Maßnahmen wie Stellplatzbewirtschaftungen. Car Sharing-Angebote („station-based“ und „free-floating“) sollten integriert und mit dem öffentlichen Verkehr vernetzt werden, auch durch die Entwicklung einer Meta-App mit vollständigen intermodalen Echtzeitinformationen und Buchungsmöglichkeiten.

Unterstützend für umweltfreundliches Fahrverhalten wirken Diagnostiksysteme in Pkw und Lkw, welche die Fahrer unmittelbar (kontinuierlich) mit Verbrauchs- und Emissionsinformati-

onen versorgen. Rückmeldesysteme koppeln kontinuierlich ungünstiges Verhalten an den Fahrer zurück, der damit durchgängig an eine ökonomische und ökologische Fahrweise erinnert und für ein verbessertes Verhalten verstärkt wird. Werden die Daten aus diesen Systemen geeignet ausgewertet, können darauf aufbauend weitere Maßnahmen angestoßen werden (z.B. Bonuszahlungen, spielerische Rückmeldungen, „gamification“). Durch die Auswertung der Daten lassen sich zudem die realen Preise wahrnehmbarer machen.

Daneben bietet der Einsatz von Verkehrsinformationssystemen neben Vorteilen für den Verkehrsfluss und die Verkehrssicherheit auch deutliche Potenziale für eine CO₂-Reduktion durch eine Homogenisierung der Geschwindigkeiten. Sie stellen, gestützt auf Echtzeitdaten, kollektive Verkehrsinformationen zur Verfügung und erlauben so die Beeinflussung von Verkehrsströmen. Dadurch können abschnittsbezogen Warnhinweise, Geschwindigkeitsbeschränkungen oder Umleitungsempfehlungen angezeigt werden, die durch den verbesserten Verkehrsfluss und die Vermeidung von Staus zu einer Reduktion der CO₂-Emissionen beitragen.

5.6 Einen gezielten ordnungspolitischen Rahmen setzen.

Verhaltensbezogene und bewusstmachende Maßnahmen sind oft eng verbunden mit einem angemess-



senen ordnungspolitischen Rahmen. Hierzu zählen Maßnahmen wie die Einbeziehung von externen Kosten in die Nutzerkosten, die Abschaffung steuerlicher Fehlanreize, Veränderungen der Stellplatzbemessungen sowie Geschwindigkeitsbeschränkungen inner- und außer Orts.

Die Entfernungspauschale wird vom Bund als Minderung des zu versteuerten Einkommens gewährt, insbesondere um soziale Härten bei langen Wegen zwischen Wohnort und Arbeitsstätte abzufedern. Allerdings ist festzustellen, dass dadurch in der Vergangenheit die Suburbanisierung gefördert wurde. Der Wissenschaftliche Beirat empfiehlt, sämtliche Anreize für längere Wege abzuschaffen.

Ein maßgebliches ordnungspolitisches Instrument zur Steuerung des Straßenverkehrs ist die Bereitstellung und Bewirtschaftung von Stellplätzen. Eine konsequente Bepreisung des Parkens würde die beschriebenen Maßnahmen zu freiwilligen Verhaltensänderungen unterstützen. Sie kann für den öffentlichen Raum über die Straßenverkehrsordnung gesteuert werden. Darüber hinaus sehen viele Bundesländer in ihren Landesbauordnungen Verfahren zur Bestimmung der Anzahl erforderlicher Stellplätze je nach Nutzung des Gebäudes vor, in die Reduzierungen aufgrund von Lage- und Erschließungsparametern (z.B. Qualität der Erreichbarkeit mit dem ÖPNV) sowie für die Umsetzung von Maßnahmen des Mobilitätsmanagements

z.B. über die Musterbauordnung umgesetzt werden sollten.

Im Jahr 2010 hat der Wissenschaftliche Beirat in seinem Gutachten „Sicherheit zuerst“ die hohe Bedeutung von Geschwindigkeitsbeschränkungen für die Erhöhung der Straßenverkehrssicherheit betont.¹⁰ Da die verkehrsbedingten CO₂-Emissionen in starkem Maße von den gefahrenen Geschwindigkeiten abhängen, empfiehlt der Wissenschaftliche Beirat die Einführung einer generellen Geschwindigkeitsbeschränkung für Pkw auf BAB auf z.B. 120 km/h in Deutschland. Dieses liegt in der Kompetenz des Bundes und kann durch eine Gesetzesänderung erreicht werden, die keine Investitionen erfordert sowie hoch effektiv ist. Darüber hinaus wird empfohlen, auch über eine Ausweitung der Geschwindigkeitsbegrenzung für Lkw unter 7 Tonnen auf 80 km/h auf BAB nachzudenken, da auch hier viel Einsparungspotenzial bei CO₂-Emissionen besteht.

5.7 Verkehrspolitische Maßnahmen müssen durch eine nachhaltige Gestaltung von Stadt- und Raumstrukturen flankiert werden.

Selbst in einer auf lange Sicht Elektromobilen Welt werden die Städte mit

¹⁰ Wissenschaftlicher Beirat des BMVI: Sicherheit zuerst – Möglichkeiten zur Erhöhung der Straßenverkehrssicherheit in Deutschland. Z f Verkehrssicherheit 56, 4, 2010, 171-194.



Verkehrsproblemen konfrontiert sein. Maßnahmen zur Meisterung dieser aktuellen und zukünftigen Probleme können zudem heute schon zu einer Reduktion der CO₂-Emissionen beitragen. Da der Verkehr eine Folge der Verteilung unterschiedlicher Aktivitäten-Standorte für Wohnen, Arbeiten, Einkaufen, Besorgungen und Freizeit im Raum ist, kommt dieser Standortverteilung eine wichtige Rolle zu. Die Verteilung lässt sich zwar kurzfristig kaum ändern oder beeinflussen, aber es kommt ihr wegen ihrer langfristigen Wirkung und Rahmensetzung eine wichtige und besondere Bedeutung zu. Im Rahmen der Landes-, Regional- und Bauleitplanung lassen sich die Raumstrukturen im Hinblick auf eine „zukunftsfähige Stadt“ sehr effektiv und kostensparend sowie mit einer hohen Akzeptanz in eine verkehrsentlastende Richtung beeinflussen. Die Verbreitung von Informations- und Kommunikationstechnologien wie z.B. Smart Grids stützt solche Ansätze und bedarf einer Flankierung im Planungs- und Baurecht. Dazu kommen insbesondere drei Maßnahmenbündel in Betracht:

- Eine kompakte und auf Verkehrsvermeidung zielende Siedlungsentwicklung trägt durch eine konsequente Nachverdichtung mit gemischten Nutzungen (Wohnen, Arbeiten, Einkauf und Versorgung) sowie eine Orientierung am öffentlichen Personenverkehr maßgeblich zu einer Verkürzung von Wegelängen bei gleichzeitiger Sicherung von Erreichbarkeit

und Mobilität bei. Das Baugesetzbuch und die Baunutzungsverordnung weisen heute in erster Linie eine Trennung von Wohn- und Gewerbegebieten auf, was aufgrund der heutigen emissionsärmeren Wirtschaftsstrukturen und des starken Dienstleistungssektors nicht mehr zeitgemäß ist und stärker Richtung gemischter Nutzungen aus Wohnen, Arbeiten und Versorgung ausgelegt bzw. weiterentwickelt werden sollte. Dieses muss um eine überörtliche Betrachtung, und damit eine Stärkung der Raumordnung und Regionalplanung, erweitert werden, da sich die Aktionsräume der Menschen heute nicht mehr an den Grenzen einer Stadt orientieren.

- Eine stadtverträgliche Mobilität fördern bedeutet, im Sinne der Qualitätsentwicklung in den Städten zentrale Bereiche möglichst frei von motorisierten Fahrzeugen zu halten und den „nicht motorisierten Verkehr“ zu Fuß und vor allem mit dem Fahrrad (oder Elektrofahrrad) zu unterstützen. Dazu zählen die konsequente Förderung der Fahrradinfrastruktur und des Fahrradfahrklimas in einer Stadt z.B. durch Radschnellwege, sichere Radabstellmöglichkeiten an den Haltepunkten des ÖPNV und Kampagnen für Fußgänger- oder Fahrradfreundliche Städte. Zudem sollten Verkehrsverbünde und kommunale Verkehrsunternehmen die Chancen einer Verknüpfung mit dem Radverkehr erkennen und beispielweise Radverleihsysteme in ihr Angebot bzw. Ticketing nutzerfreundlich integrieren.



- Des Weiteren kommt verkehrssparsamen und umweltfreundlichen Logistik-Konzepten auch angesichts des wachsenden Internethandels eine zunehmende Bedeutung zu. Im Hinblick auf eine klimaschonende Mobilität sind Konzepte zur Optimierung des städtischen Wirtschaftsverkehrs sowie eine Reduzierung desselben zu entwickeln. Ansätze dazu bestehen bereits seit den 1990er Jahren mit Güterverteil- und -verkehrscentren sowie City-Logistik-Konzepten. Elektrofahrzeuge bieten hier große Potenziale und deren Einsatz ist bereits heute weitgehend möglich. Dieses sollte durch eine konsequente Beschränkung von Fahrzeugen mit Verbrennungskraftantrieben in den Innenstädten flankiert werden, was auch Beiträge zur Lärm- und Abgasreduzierung in den Innenstädten bringt. Eine gezielte Fahrzeugförderung der Flotten von KEP-Diensten, Liefer- und Pflegediensten zum Test und Beweis der Machbarkeit (nicht für den Regelbetrieb), verbunden mit einem schnellen Ausbau der Ladeinfrastruktur für Elektromobilität, sollte dieses flankieren.

Mit Hilfe dieser Handlungsempfehlungen kann der Verkehrsbereich seiner Verantwortung zum Klimaschutz verstärkt gerecht werden, um im Einklang mit dem ökonomischen Prinzip aus eigener Kraft einen Beitrag zum Zwei-Grad-Ziel erreichen zu können.

Mitglieder des Wissenschaftlichen Beirats beim Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur

Prof. Dr. Alexander Eisenkopf	Friedrichshafen
Prof. Dr.-Ing. Hartmut Fricke	Dresden
Prof. Dr.-Ing. Markus Friedrich	Stuttgart
Prof. Dr. Hans-Dietrich Haasis	Bremen
Prof. Dr. Günter Knieps (Vorsitzender)	Freiburg
Prof. Dr. Dr. h.c. Andreas Knorr	Speyer
Prof. Dr. Kay Mitusch	Karlsruhe
Prof. Dr. Stefan Oeter	Hamburg
Prof. Dr. Dr. h.c. Franz Josef Radermacher	Ulm
Prof. Dr. Gernot Sieg	Münster
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Siegmann	Berlin
Prof. Dr. Bernhard Schlag	Dresden
Prof. Dr. Wolfgang Stölzle	St. Gallen
Prof. Dr.-Ing. Dirk Vallée	Aachen
Prof. Dr. rer. nat. Hermann Winner	Darmstadt