

acatech BERICHTET UND EMPFIEHLT – Nr. 1

# > MOBILITÄT 2020. PERSPEKTIVEN FÜR DEN VERKEHR VON MORGEN

SCHWERPUNKT: STRASSEN- UND SCHIENENVERKEHR



acatech BERICHTET UND EMPFIEHLT - Nr. 1

**> MOBILITÄT 2020.  
PERSPEKTIVEN FÜR DEN VERKEHR VON MORGEN**

SCHWERPUNKT: STRASSEN- UND SCHIENENVERKEHR

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

ISSN 1862-4200 / ISBN 3-8167-7023-1

Alle Rechte vorbehalten

Dieses Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die über die engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes hinausgeht, ist ohne schriftliche Zustimmung von acatech unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Speicherung in elektronischen Systemen.

© acatech – Konvent für Technikwissenschaften  
der Union der deutschen Akademien der Wissenschaften e.V., 2006

Geschäftsstelle München  
Residenz München, Hofgartenstraße 2,  
80539 München

Geschäftsstelle Berlin  
Jägerstraße 22/23,  
10117 Berlin

Telefon +49(0)89/ 520 30 90  
Telefax +49(0)89/ 520 30 99

Telefon +49(0)30/ 39 88 50 71  
Telefax +49(0)30/ 39 88 50 72

E-mail: [info@acatech.de](mailto:info@acatech.de)  
Internet: [www.acatech.de](http://www.acatech.de)

Koordination: Jens Pape, acatech  
Umschlaggestaltung und Layout-Konzeption: klink, liedig werbeagentur gmbh, München  
Satz/ Layout: Fraunhofer-Institut für Medienkommunikation IMK, Sankt Augustin  
Herstellung und Produktion: Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart

Printed in Germany

Verlag und Vertrieb:  
Fraunhofer IRB Verlag  
Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB  
Nobelstraße 12  
70569 Stuttgart

Postfach 80 04 69  
70504 Stuttgart

Telefon +49(0)711 / 970 25 00  
Fax +49(0)711 / 970 25 08  
E-mail: [irb@irb.fraunhofer.de](mailto:irb@irb.fraunhofer.de)  
Internet: [www.IRBbuch.de](http://www.IRBbuch.de)



## > INHALT

<b>MITWIRKENDE DES BERICHTS</b>	<b>5</b>
<b>GÄSTE UND KORRESPONDIERENDE MITGLIEDER DER PROJEKTGRUPPE</b>	<b>5</b>
<b>KURZFASSUNG</b>	<b>7</b>
<b>1 EINLEITUNG</b>	<b>13</b>
<b>2 WARUM EIN acatech VERKEHRSSZENARIO 2020?</b>	<b>15</b>
<b>3 DESKRIPTOREN DES VERKEHRSSZENARIOS</b>	<b>17</b>
3.1 Bevölkerungsentwicklung	17
3.2 Differenzierung der Bevölkerungsgruppen	19
3.3 Wirtschaftswachstum	19
3.4 Nutzerkosten	20
3.5 Grenzüberschreitende Verkehre	21
<b>4 VERKEHRENTWICKLUNG 2020</b>	<b>23</b>
4.1 Entwicklung des Straßenverkehrs	23
4.1.1 Überblick	23
4.1.2 Infrastrukturvorhaben bis 2020	24
4.1.3 Prognose Verkehrsaufkommen	25
4.1.4 Prognose Verkehrsleistung und Netzauslastung	26
4.1.5 Regionale Auswertungen	29
4.1.6 Kapazitätssteigernde Wirkungen nicht-baulicher Maßnahmen	31
4.2 Entwicklung des Schienenverkehrs	33
4.2.1 Infrastrukturmaßnahmen bis 2020	34
4.2.2 Angebotskonzept Personenverkehr 2020	36
4.2.3 Produktionsstruktur Güterverkehr	37
4.2.4 Prognose Personenverkehr	37
4.2.5 Prognose Güterverkehr	39
4.2.6 Schienenverkehrsleistung und Auslastung der Schieneninfrastruktur	39
4.2.7 Prognosefall 2010	42
<b>5 FAZIT DER SZENARIOBETRACHTUNG</b>	<b>43</b>
<b>6 acatech EMPFEHLUNGEN ZUR VERBESSERUNG DER VERKEHRSSITUATION</b>	<b>45</b>
6.1 Erhaltungsmaßnahmen und Engpassbeseitigung bei der Straße	45
6.1.1 Kontext	45
6.1.2 Ziele und Maßnahmen	45
A Engpassbeseitigung durch Neu- und Ausbau	45
B Engpassbeseitigung durch Maßnahmen der Erhaltungsplanung	46
6.2 Steigerung von Effizienz und Sicherheit im Straßenverkehr durch Verkehrsmanagement und Fahrzeugtechnik	48
6.2.1 Kontext	48
6.2.2 Ziele und Maßnahmen	50

## > INHALT

A	Institutionelle Etablierung des Verkehrsmanagements	51
B	Ausbau und Vernetzung von Verkehrsmanagementzentralen	51
C	Verkehrsinformationssysteme vor und während der Reise	53
D	Optimiertes Störungs- und Entlastungsmanagement auf Fernstraßen	55
E	Verkehradaptive, kooperative Fahrzeugassistenzsysteme	57
F	Optimierte Verkehrstechnik in Ballungsräumen	59
G	Überblick über die Maßnahmen	60
6.3	Vorschläge für die Finanzierung der Fernstraßeninfrastruktur	<b>61</b>
6.3.1	Kontext	61
6.3.2	Modell A: Umstieg auf das Prinzip einer Nutzerfinanzierung im Auftrag des Bundes	62
6.3.3	Modell B: Beibehaltung der öffentlichen Finanzierungsverantwortung der Straßeninfrastrukturprojekte	67
6.3.4	Zusammenfassung	71
6.4	Erhaltungsmaßnahmen und Engpassbeseitigung bei der Schiene. Vorschläge für eine langfristige Leistungs- und Finanzierungsvereinbarung	72
6.4.1	Kontext	72
6.4.2	Ziele und Maßnahmen	72
6.5	Harmonisierung der Rahmenbedingungen im Schienenverkehr in Europa und ihre Finanzierung	74
6.5.1	Kontext	74
6.5.2	Ziele und Maßnahmen	74
6.5.3	Offener Marktzugang und fairer Wettbewerb der Betreiber	76
<b>7</b>	<b>ANHANG</b>	<b>77</b>
7.1	Abkürzungsverzeichnis	77
7.2	Verwendete Simulationsmodelle des acatech Verkehrsszenarios 2020	78
7.2.1	Simulationsmodelle des Straßenverkehrs	78
A	Personenverkehr	78
B	Güterverkehr	80
7.2.2	Simulationsmodelle des Schienenverkehrs	81
A	Marktmodell Personenverkehr	82
B	Angebotsmodell Schienenpersonenverkehr	82
C	Marktmodell Güterverkehr	82
D	Produktionsmodell Schienengüterverkehr	83
E	Infrastrukturmodell Schienenverkehr	83



## MITWIRKENDE DES BERICHTS

### MITGLIEDER DER acatech PROJEKTGRUPPE:

Prof. Dr.-Ing. Klaus Beckmann (RWTH Aachen)  
Dr.-Ing. Hans-Jürgen Boßmeyer (BMW AG)  
Dr.-Ing. Hans Hubschneider (PTV AG)  
Dipl.-Ing. Christoph Huß (BMW AG)  
Prof. Dr. UCB Hartmut Keller (TU München)  
Dr.-Ing. Claudia Langowsky (Siemens AG)  
Prof. Dr.-Ing. Klaus Lemmer (DLR)  
Prof. Dr.-Ing. Wolfgang H. Merker (DaimlerChrysler AG)  
Prof. Dr.-Ing. Adolf Müller-Hellmann (VDV)  
Dr. Markus Pennekamp (DB AG)  
Prof. Dr. Franz Pischinger (RWTH Aachen), Leiter der Projektgruppe  
Dipl.-Ing. Matthias Rabe (VW AG)  
Prof. Dr. Werner Rothengatter (TU Karlsruhe)  
Prof. Dr.-Ing. Gunter Schänzer (TU Braunschweig)  
Prof. Dr.-Ing. Ulrich Seiffert (TU Braunschweig)  
Prof. Dr. Gunter Zimmermeyer (Robert Bosch GmbH)  
Peter Zoche, M.A. (FHG ISI)

### AM BERICHT ARBEITETEN WEITERHIN MIT:

Dr. Boris Krostitz (DB AG)  
Dr. Hans-Jürgen Stauss (VW AG)  
Dr. Christoph Walther (PTV AG)  
Hans-Christian Winter (DaimlerChrysler AG)

### REDAKTION:

Dr. Andreas Möller (acatech)

## GÄSTE UND KORRESPONDIERENDE MITGLIEDER DER PROJEKTGRUPPE

Prof. Dr. Kay Axhausen (ETH Höggerberg)  
Prof. Dr.-Ing. Manfred Boltze (TU Darmstadt)  
Dr. Johannes Ludewig (CER)  
Dr. Andreas Küchel (BMVBS)  
Ministerialdirigent Matthias von Randow (BMVBS)



# KURZFASSUNG

## > MOTIVATION

Mobil zu sein ist ein menschliches Grundbedürfnis, in dem sich weitaus mehr als der Wunsch nach Bewegung widerspiegelt. Mobilität bedeutet Unabhängigkeit und Individualität, aber auch die Teilhabe an der Gemeinschaft und die Erfahrung von gesellschaftlichem Miteinander. Wer nicht mobil ist, bleibt in seinen Handlungsmöglichkeiten letztlich beschränkt.

In einer immer stärker vernetzten Welt ist die Mobilität von Menschen und Gütern auch für den Wohlstand der Gesellschaft von zentraler Bedeutung. Für Deutschland gilt dies angesichts seiner vielfältigen wirtschaftlichen Verflechtungen, seiner automobilen und verkehrstechnischen Industrie sowie der Rolle als Drehscheibe des europäischen Verkehrs in einem besonderen Maße. Daraus ergeben sich große Chancen, aber auch große Anforderungen an die Verkehrssysteme und die Verkehrstechnik, die in der Verantwortung von Politik und Wirtschaft liegen.

Vor allem der Straßenverkehr als der bedeutendste Verkehrsträger lebt jedoch bereits heute von der Substanz. Lediglich acht von zehn Autobahnkilometern sind noch uneingeschränkt befahrbar. Bundesweit müssen mehrere hundert Brücken erneuert werden. Viele Straßen weisen erheblichen Reparaturbedarf auf. Überdies müssen zahlreiche Autobahnen ausgebaut und Lückenschlüsse und Netzerweiterungen vorgenommen werden, um dem steigenden Verkehrsaufkommen zu begegnen. Auch bei der Schiene gibt es einen erheblichen Bedarf zur Qualitätssicherung des Bestandnetzes und für Neu- und Ausbaumaßnahmen.

Vor diesem Hintergrund hat acatech – die Stimme der Technikwissenschaften auf der Ebene der Akademien der Wissenschaften in Deutschland – eine Projektgruppe von Experten ins Leben gerufen, die sich mit der Zukunft des Verkehrs auseinandersetzt. Gegenstand des ersten Projektabschnitts, der im März 2006 seinen Abschluss fand, waren dabei vor allem die infrastrukturellen Aspekte der Mobilität, die für den Bereich der Straße und Schiene gemeinsam untersucht wurden.

Mit dieser Schwerpunktsetzung war von Anfang an die Gewissheit verbunden, dass sich das Thema Mobilität nicht auf die Verbesserung der Infrastruktur begrenzen lässt. Die mobile Gesellschaft steht angesichts des steigenden Energieverbrauchs bei zunehmender Ressourcenknappheit, des Schadstoffausstoßes und einer zu erhöhenden Verkehrssicherheit vor weiteren, nicht minder großen Herausforderungen. Niemand kann deshalb über die Mobilität von morgen sprechen, ohne eine Vielzahl zusätzlicher Aspekte in ihrer Wirkung auf den Verkehr einzubeziehen oder sich anderen Verkehrsträgern zuzuwenden.

Entsprechende Problemfelder finden abgesehen vom öffentlichen Interesse in den laufenden Gesetzgebungsaktivitäten im Kontext der Weiterentwicklung der Verkehrstechnik jedoch bereits Beachtung. Die Entwicklung, Erhaltung und Nutzung von Straßen und Schienenwegen, die als Thema weitaus weniger emotionalisieren als die Verteuerung der Kraftstoffe oder die Belastung der Menschen durch Verkehrslärm und Abgase, ist nach Ansicht von acatech in den letzten Jahren hingegen in den Hintergrund getreten.

Das Anliegen der acatech Projektgruppe war deshalb, auf Engpässe bei der Infrastruktur als der Grundvoraussetzung des Verkehrs hinzuweisen und Empfehlungen zur Nutzung und Finanzierung der Straßen- und Schienenwege zu erarbeiten. Dabei konnte die Projektgruppe auf verschiedene verkehrswissenschaftliche Forschungsarbeiten und Szenarien zur Zukunft des Verkehrs zurückgreifen, die in den letzten Jahren veröffentlicht wurden. Sie entschied sich dennoch, ein neues Verkehrsszenario aufzustellen, das den Wissensstand des Jahres 2006 wiedergibt.



## DAS acatech VERKEHRSSZENARIO 2020

Die Basis des acatech Verkehrsszenarios 2020 ist der Bundesverkehrswegeplan (BVWP) des Jahres 2003, der sämtliche Ausbaumaßnahmen der Infrastruktur bis 2015 beinhaltet. Entsprechend wurden die bereits beschlossenen Maßnahmen des so genannten vordringlichen Bedarfs bis 2015 von acatech als realisiert unterstellt. Dieser Bericht geht mit anderen Worten davon aus, dass die von der Bundesregierung als vordringlich eingestuften Infrastrukturmaßnahmen bis 2020 vollständig umgesetzt sein werden. Das Straßen- und Schienennetz im acatech Verkehrsszenario 2020 ist somit identisch mit dem im Bundesverkehrswegeplan vorgesehenen Netz des Jahres 2015.

Hinsichtlich des prognostizierbaren Verkehrsaufkommens kommt acatech jedoch zu veränderten Ausgangsbedingungen. Der Grund dafür liegt in erster Linie in der Zeitspanne, die seit der Aufstellung des Bundesverkehrswegeplans vergangen ist. So basiert der BVWP 2003 auf Prämissen, die den Kenntnisstand des Jahres 1997 widerspiegeln. Tatsächlich ist die Wirtschaft jedoch langsamer gewachsen und der Zuwanderungssaldo geringer ausgefallen, als es damals voraussehbar war. Im acatech Verkehrsszenario 2020 wurden die Einflussfaktoren deshalb aktualisiert und dem Stand des Jahres 2002 angepasst.

Der Bericht hat dennoch über das Jahr 2020 hinaus Bedeutung. Umso mehr verpflichten die Resultate und Schlussfolgerungen, dort weiterzumachen, wo jetzt eine Zäsur gesetzt wurde. Dies gilt gerade im Hinblick auf die Empfehlungen für den Ausbau und die Finanzierung von Straßen und Schienenwegen, aber auch für die Kapazitätssteigerungen der Verkehrsnetze. acatech hat deshalb mit Unterstützung des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) verschiedene Einzeluntersuchungen zur Optimierung des Netzbetriebs durchgeführt, deren Ergebnisse im Bericht enthalten sind.

## ERGEBNISSE DES ACATECH VERKEHRSSZENARIOS 2020

Das acatech Verkehrsszenario 2020 basiert auf der Annahme, dass die Bevölkerungszahl infolge der geringeren Zuwanderung stagniert und im Jahr 2020 lediglich 82,1 Mio. betragen wird. Weiterhin wird im Szenario von einem Zuwachs des Bruttoinlandsprodukts (BIP) von 1,8 Prozent pro Jahr ausgegangen, was Auswirkungen auf die Beschäftigungsverhältnisse und die Situation der privaten Haushalte hat. Dieses Wachstum stellt nach Ansicht von acatech allerdings eine Untergrenze für eine positive zukünftige Entwicklung in Deutschland dar.

Für den Pkw-Verkehr ergibt sich als Folge dieser Faktoren und auf Basis der unterstellten Infrastruktur bis 2020 eine Zunahme der Fahrleistung um 20 Prozent gegenüber 2002, wobei ein überproportionaler Anstieg auf den Bundesautobahnen zu verzeichnen ist. Für den Lkw-Verkehr beträgt die entsprechende Zunahme sogar 34 Prozent. Auch hier sind die Autobahnen besonders stark betroffen.

Aussagekräftiger als diese Durchschnittszahlen ist nach Ansicht von acatech jedoch, dass der Verkehr in den Wachstumsregionen entlang des so genannten C-Bereichs (Hamburg, Ruhrgebiet, Frankfurt Rhein/Main, Mannheim, Stuttgart/Karlsruhe, München) sowie in Berlin mit dem umliegenden Speckgürtel besonders stark zunehmen wird, während andere Regionen eine stagnierende oder abnehmende Verkehrsbelastung aufweisen. Selbst die beschlossenen Baumaßnahmen des Bundesverkehrswegeplans werden nach den Berechnungen des acatech Verkehrsszenarios 2020 in den genannten Regionen daher gerade die Aufrechterhaltung des schon heute teilweise unbefriedigenden Zustands bewirken.

Die Hauptlast des Verkehrs und der Verkehrszuwächse trägt die Straße. Dennoch ergibt die Szenariorechnung auch für den Bahnverkehr deutliche Zuwachsraten. Für den Personenverkehr prognostiziert der Bericht bis 2020 einen Anstieg der Verkehrsleistung um 22,5 Prozent und für den Güterverkehr um 55 Prozent. Das räumliche Belastungsbild der Schiene ist dabei ebenso wie das des Straßenverkehrs uneinheitlich. Auch hier entstehen trotz des Ausbaus in einigen Bundesländern Überlastungen, vor allem auf der Nord-Süd-Achse zwischen dem Raum Hamburg und Hannover bzw. der Strecke Karlsruhe und Basel.

Die Hauptaussage des acatech Verkehrsszenarios 2020 ist deshalb, dass selbst bei der Umsetzung der beschlossenen Maßnahmen des Bundesverkehrswegeplans deutliche Engpässe bei der Infrastruktur bestehen bleiben werden. Der BVWP greift mit anderen Worten zu kurz – und setzt aus heutiger Sicht nicht immer die entscheidenden Akzente. Denn das eigentliche Problem des Verkehrswachstums besteht nach Auswertung der Projektergebnisse nicht in der Gesamtzunahme des Verkehrs über einen Zeitraum von fast 15 Jahren, sondern in den zum Teil gravierenden Unterschieden zwischen den Regionen. Sie sind Ausdruck einer heterogenen Wirtschafts- und Bevölkerungsentwicklung. Die vorhandenen Abweichungen erfordern daher zumindest langfristig auch eine bedarfsorientierte Akzentuierung des Ausbaus.

## acatech EMPFEHLUNGEN

### 1. Erhaltungsmaßnahmen und Engpassbeseitigung bei der Straße

Im Ergebnis sieht acatech durch die Szenarioanalyse dringenden Handlungsbedarf hinsichtlich des Erhalts und Ausbaus der Straßeninfrastruktur und empfiehlt

- die zügige Abarbeitung der Maßnahmen der Erhaltungsplanung, um dem Substanzverlust insbesondere bei den Bundesfernstraßen inklusive der Ingenieurbauwerke entgegen zu wirken,
- die zügige Umsetzung des vordringlichen Bedarfs des Bundesverkehrswegeplans 2003 mit weiterer aktualisierter Überprüfung der Einzelmaßnahmen,
- die Beseitigung von Engpässen durch die gezielte Umsetzung von Maßnahmen des ‚weiteren‘ Bedarfs im BVWP,
- den Ausbau der Systeme des öffentlichen Verkehrs nach ökonomischer Wirkungsprüfung, vor allem in den überlasteten Ballungsgebieten.

### 2. Steigerung von Effizienz und Sicherheit im Straßenverkehr durch Verkehrsmanagement und Fahrzeugtechnik

Neben den Erhaltungs-, Ausbau- und Neubaumaßnahmen empfiehlt acatech, die vorhandene Infrastruktur mit Hilfe moderner Verkehrs- und Fahrzeugtechnik effizienter auszunutzen. Die Voraussetzung für ein effektives Verkehrsmanagement sind hierbei die Erfassung des Verkehrsgeschehens im gesamten Straßennetz, die Vernetzung zwischen den Verkehrsmanagementzentralen und eine standardisierte offene Systemarchitektur.

acatech spricht sich deshalb für die Institutionalisierung des Verkehrsmanagements auf allen Ebenen im gesamten Bundesgebiet und die Einrichtung einer staatlich autorisierten Verkehrsmanagementorganisation (VMO) aus. Deren Aufgabe sollte es sein, gemeinsam mit den öffentlichen und privatwirtschaftlichen Stellen eine einheitliche Netzarchitektur für das Verkehrsmanagement unter Einbeziehung des nachgeordneten Straßennetzes zu schaffen und zu kontrollieren.

acatech empfiehlt weiterhin:

- die Bereitstellung einer Funkfrequenz für die drahtlose Kommunikation zwischen den Fahrzeugen bzw. zwischen Fahrzeug und Infrastruktur unter Berücksichtigung einer europaweiten Nutzbarkeit,
- die Einrichtung eines intermodalen Verkehrsmanagements mit der Definition entsprechender Rahmenbedingungen und Systemarchitekturen,
- die Nutzung anonymisierter Fahrzeugpositionsdaten für die Verkehrserfassung,
- die Einführung des Qualitätsmanagements einschließlich bestimmter Qualitätsstandards für das Verkehrsmanagement,
- ein verkehrsflussorientiertes Störfallmanagement,
- den großräumigen Einsatz einer verkehrsadaptiven und kooperativen Netzsteuerung, vor allem in den Ballungsräumen,
- die Förderung Unfall vermeidender und Verkehrsfluss steigernder Fahrerassistenzsysteme,
- die Weiterentwicklung des Baustellenmanagements.

### 3. Vorschläge für die Finanzierung der Fernstraßeninfrastruktur

Erhaltung, Ausbau und Betrieb der gesamten Straßeninfrastruktur erfordern erhebliche finanzielle Mittel. Grundsätzlich könnten die Investitionsmittel zum Ausbau und Erhalt der Bundesfernstraßen aus dem Aufkommen der Kraftstoff- und Fahrzeugsteuereinnahmen aufgebracht werden, die 2004 rund 50 Mrd. Euro betragen. Dennoch wurde vom Bund in der Vergangenheit im Schnitt jährlich weniger als ein Drittel dieser Summe zum Erhalt und Ausbau der Straßeninfrastruktur zur Verfügung gestellt. Davon entfielen auf die Fernstraßen lediglich etwa 10 Prozent der Einnahmen.

Die Bundesregierung hat bis zum Jahr 2009 die Bereitstellung von insgesamt 4,3 Mrd. Euro an zusätzlichen Verkehrsinvestitionen zugesichert. Für die Umsetzung der nötigen Vorhaben zum Bau und der Erhaltung der Fernstraßen sind nach der Auswertung der Verkehrsanalyse allerdings weitere Mittel erforderlich. acatech hat deshalb im Rahmen des Projekts unterschiedliche Wege zur Verbesserung der Finanzierung und Mittelverwendung für die Bundesfernstraßen erörtert, mit denen die Diskussion in Politik und Gesellschaft angeregt werden soll.

Zwei Modelle wurden hierbei näher betrachtet: Zum einen handelt es sich um ein Modell zur Nutzerfinanzierung (Modell A), zum anderen um das Modell einer öffentlichen Finanzierung (Modell B), die als Grundlage einer politischen Entscheidung dienen können.

acatech empfiehlt, die Chancen und Risiken beider Modelle sorgfältig zu prüfen und gegeneinander abzuwägen. Dabei sind folgende Punkte zu beachten:

- Neue Formen der Finanzierung der Infrastruktur dürfen nicht zu einer finanziellen Mehrbelastung der ohnehin stark belasteten Autofahrer führen.
- Die gesetzlich verankerte Eigentümerschaft und Zuständigkeit des Bundes für die Bundesfernstraßen darf nicht eingeschränkt werden.
- Strukturpolitisch begründete Investitionen dürfen im Rahmen von Privatisierungsmaßnahmen nicht an Renditerechnungen scheitern.
- Planung, Bau und Betrieb der Infrastruktur sollten gegenüber dem heutigen Zustand beschleunigt, keinesfalls jedoch verzögert werden.

Einige zentrale Aspekte beider Modelle werden im Folgenden wiedergegeben.

### Modell A

Ein Kernpunkt dieses Modells ist der teilweise Ersatz der Kraftstoff- und Fahrzeugsteuern durch Nutzungsgebühren, die auch für leichte Nutzfahrzeuge und Pkw gelten sollen. Entsprechende Gebühren würden demnach analog zur heutigen Lkw-Maut nicht pauschal, sondern auf die gefahrenen Fahrzeug-Kilometer erhoben. Bei den Pkw wäre die Erhebung der Gebühren bis zur Schaffung einer kostengünstigen Technik über eine Vignette zu realisieren. Im Gegenzug könnten durch Senkung der Kraftstoffsteuer dem Tanktourismus Einhalt geboten und auch die ausländischen Nutzer in einem weiteren Umfang zur Finanzierung der Fernstraßeninfrastruktur herangezogen werden.

Ein zweiter wesentlicher Punkt dieses Modells ist die Schaffung einer geschäfts- und kreditfähigen Fernstraßeninfrastrukturge-

sellschaft, welche die Bewirtschaftung von Netzteilen an private Betreiber ausschreiben kann, etwa als Public Private Partnerships (PPP). Alternativ dazu könnte die Gesellschaft zu einer Agentur für Koordinierung, Kontrakt- und Ausschreibungsregelung sowie Finanztransfers für einige Konzessionsgesellschaften entwickelt werden. Bau, Management und Betrieb oblägen dann den Konzessionsgesellschaften. Die heutige Aufgabenträgerschaft der Länder ginge in beiden Fällen an die Fernstraßengesellschaften über.

Der Staat bleibt jedoch in jedem Fall Eigner der Infrastrukturgesellschaft. Er setzt damit die Rahmenbedingungen, stellt wie bisher den Bundesverkehrswegeplan auf, definiert die öffentlichen Projekte, kontrolliert die externen Effekte und überwacht die öffentliche Koordinierung der Nutzungsbedingungen.

### Modell B

Dieses Modell basiert im Wesentlichen auf der Beibehaltung der staatlichen Finanzierung der Straßenverkehrsinfrastrukturprojekte aus der Kraftstoffsteuer und fordert die Festwidmung eines ausreichenden Teils dieser Steuereinnahmen für die Infrastrukturvorhaben. Damit stünde eine bereits bestehende Abgabe mit einer engen Verbindung zur Straßennutzung ohne zusätzlichen Verwaltungsaufwand zur Verfügung, die überdies zum Kraftstoffsparen anregt und keine unerwünschten Lenkungswirkungen aufweist.

Ein weiteres Anliegen von Modell B ist die Neuordnung der Verantwortlichkeiten in einer Bundesfernstraßengesellschaft, und damit eine stärker zentralisierte Organisation des Managements von Planung, Bau, Erhaltung und Betrieb der Infrastruktur. Eine solche Gesellschaft soll mit dem Recht ausgestattet werden, die ihr zufließenden Finanzmittel nach Vorgabe des Bundesverkehrswegeplans verwenden zu können. Dieser Vorschlag kommt der entsprechenden Absicht in Modell A nahe.

Im Hinblick auf die Teilprivatisierung der Bundesfernstraßen wird die wirtschaftliche Effizienz von Public Private Partnership Projekten mit Skepsis betrachtet. Dennoch befürwortet Modell B die Erprobung der bereits genehmigten fünf Projekte und deren kritische Auswertung.

#### 4. Erhaltungsmaßnahmen und Engpassbeseitigung bei der Schiene. Vorschläge für eine langfristige Leistungs- und Finanzierungsvereinbarung

Auch beim Schienenverkehr besteht aus der Sicht von acatech Handlungsbedarf. Dazu gehört nicht nur die Umsetzung der betrieblichen und rechtlichen Harmonisierung in Europa, sondern auch die langfristige finanzielle Planungssicherheit.

Die Erhaltung und Engpassbeseitigung der Schieneninfrastruktur ist mit einem beträchtlichen Finanzaufwand verbunden, zu dem der Staat verfassungsgemäß Finanzierungsbeiträge leistet. Die derzeitige Finanzierungssystematik mit einer Vielzahl von Einzelvereinbarungen bedingt allerdings einen hohen bürokratischen Aufwand beim Bund und den Infrastrukturunternehmen der Deutschen Bahn AG (DB AG). Die Mittelzuweisungen stehen überdies unter einem jährlichen Haushaltsvorbehalt, was zu einer unbefriedigenden Planbarkeit, Verzögerungen und Mehrkosten führt.

Um diesen Zustand zumindest für die Maßnahmen im Bestandnetz zu verbessern, arbeiten der Bund und die DB AG an einer Leistungs- und Finanzierungsvereinbarung (LuFV), in welcher der Staat einen festen Infrastrukturbeitrag für mehrere Jahre zusagt, während sich die Bahn im Gegenzug zu Ausstattungs- und Qualitätsmerkmalen und deren Nachweis verpflichtet. Die DB AG erhält auf diese Weise eine langfristige Planungs- und Finanzierungssicherheit und der Bund bekommt eine über Sanktionen durchsetzbare Absicherung der Qualitätsgewährleistung garantiert.

acatech unterstützt daher die

- Vereinfachung des Planungs- und Finanzierungsverfahrens über eine langfristige Leistungs- und Finanzierungsvereinbarung (LuFV) für das Bestandnetz sowie die
- zügige Umsetzung der Maßnahmen, die zur Beseitigung der Engpässe im Schienennetz dienen.

#### 5. Harmonisierung der Rahmenbedingungen im Schienenverkehr in Europa und ihre Finanzierung

Der Schienentransport von Gütern über große Distanzen ist für die erweiterte Europäische Union von bedeutendem wirtschaftlichen Interesse. Hinderlich ist jedoch die bislang mangelnde Interoperabilität hinsichtlich der Technik und des Betriebs der Systeme. So scheitert die Ergänzung der unterschiedlichen nationalen Zugsicherungssysteme durch das europaeinheitliche ETCS (European Train Control System) vielfach nicht allein an finanziellen Engpässen, sondern an der gegenseitigen Anerkennung der Fahrzeugzulassung. Dadurch entstehen hohe Kosten und Zeitverluste infolge technischer Mehrfachprüfungen.

Ein erster Schritt zur Harmonisierung der europäischen Rahmenbedingungen wäre die durchgehende Ausrüstung von Korridoren entlang der europäischen Haupttransportachsen mit dem Zugleit- und -sicherungssystem ERTMS (European Rail Traffic Management System). Für den Ausbau dieser Achsen der Trans-europäischen Netze (TEN) sind ursprünglich 20 Mrd. Euro an EU-Mitteln eingeplant worden. Der tatsächliche Betrag wird aller Voraussicht nach allerdings nur bei 5 bis 8 Mrd. Euro liegen.

Zur Harmonisierung der Rahmenbedingungen im Schienenverkehr empfiehlt acatech deshalb

- die schnelle Umsetzung der betrieblichen, rechtlichen und technischen Interoperabilität,
- die Vereinfachung der europaweiten Fahrzeugzulassung,
- die Sicherung der nationalen Co-Finanzierung zu den EU-Mitteln für den Ausbau der TEN-Korridore und die ETCS-Ausrüstung,
- die Konzentration der Mittelzuwendungen auf die Hauptverkehrskorridore und
- die Öffnung des Marktzugangs in Europa, wie bereits in Deutschland.

## Ausblick

acatech hat sich zum Ziel gesetzt, die im Rahmen des Projekts „Mobilität 2020“ behandelten Verkehrsprobleme weiter zu verfolgen. In verschiedenen Einzelprojekten sollen auch die hier lediglich angesprochenen, aber nicht vertieften Aspekte des Verkehrs aufgegriffen und in ähnlicher Weise untersucht werden. Dazu zählen die Optimierung des Umweltschutzes und die Auseinandersetzung mit alternativen Antriebsformen und Kraftstoffen, die im Hinblick auf den schonungsvollen Umgang mit den fossilen Energieträgern in Zukunft an übergeordneter gesellschaftlicher Bedeutung gewinnen wird.

Weitere Schwerpunkte in diesem Themenbereich werden die kontinuierliche Verbesserung der Verkehrssicherheit, die Herausforderungen des demografischen Wandels für die Verkehrssysteme sowie Überlegungen zur verkehrsvermindernden Flächennutzung sein. Besonderes Augenmerk wird schließlich auf die Entwicklung des Verkehrs in den Metropolregionen und den sich daraus ergebenden Anforderungen an den Öffentlichen Personennahverkehr gerichtet. Denn es sind, wie auch dieser Bericht dokumentiert, vor allem die Ballungsräume, die sich auf ein Anwachsen des Individual- und Güterverkehrs einzustellen haben. Gerade sie sind daher auf überzeugende Mobilitätskonzepte angewiesen.

# 1 EINLEITUNG

Der Verkehr auf Deutschlands Straßen wächst, obwohl Staus oder zäh fließender Verkehr bereits heute vielerorts das Bild prägen. Vor allem in den Ballungsregionen und großen Städten, in denen der Raum für neue Infrastrukturen begrenzt ist, sind längere Fahrtzeiten und erhöhte Abgas- und Lärmwerte zu einer alltäglichen Normalität geworden. Sie belasten dabei nicht nur Menschen und Umwelt, sondern verursachen einen erheblichen volkswirtschaftlichen Schaden, der sich Tag für Tag auf viele Millionen Euro beläuft.

Das Fließen des Verkehrs bedeutet deshalb nicht nur für jeden Einzelnen ein Stück mobile Freiheit. Ein leistungsfähiges Verkehrsnetz ist auch die Voraussetzung für eine intakte Wirtschaft. Gute Infrastrukturbedingungen zählen im internationalen Wettbewerb mittlerweile zu den zentralen Standortfaktoren. Denn sie begünstigen den schnellen Austausch von Gütern und Dienstleistungen. Engpässe in den Verkehrsnetzen wirken hingegen Kosten treibend, weil sie Zeitressourcen binden.

Der Zustand der Straßen, Schienen und Wasserwege, aber auch die Anbindung an internationale Luftverkehrsrouten und Seehäfen sind auf diese Weise in der Lage, die Standortqualitäten von Regionen entscheidend zu beeinflussen. Dies gilt angesichts der zunehmenden Arbeitsteilung, aber auch der Fortschritte in den Informations- und Kommunikationstechnologien heute mehr denn je. Es ist daher nicht übertrieben, die Verkehrswege als Lebensadern der Gesellschaft zu bezeichnen, auf die Deutschland als stärkstes europäisches Transit- und Industrieland auch in Zukunft in besonderer Weise angewiesen ist.

Vor diesem Hintergrund hat eine Projektgruppe des acatech Themennetzwerks „Mobilität“ eine Forschungsinitiative auf den Weg gebracht, der Experten aus Verkehrswissenschaft und Unternehmen angehören. Ziel dieser Initiative ist es, die Bedeutung des Verkehrs und der Verkehrsinfrastruktur für Wirtschaft und Gesellschaft ins öffentliche Bewusstsein zurückzurufen; mit allen Konsequenzen, die eine Abnahme der Verkehrsqualität mit sich bringt. Der vorliegende Bericht bildet dabei den Auftakt einer Reihe von Einzelprojekten, mit denen sich acatech zu verschiedenen Aspekten der Verkehrsentwicklung äußern wird.

Den Ausgangspunkt der Überlegungen zur Zukunft der Mobilität bildete die Frage nach dem zu erwartenden Verkehrsaufkommen und den dafür notwendigen Kapazitäten bei der Infrastruktur. Um das Ausmaß der Engpässe im Straßen- und Schienenverkehr zu veranschaulichen, hat acatech deshalb nicht nur auf die einschlägigen Verkehrsprognosen und Forschungsarbeiten der vergangenen Jahre zurückgegriffen, sondern ein eigenes Verkehrsszenario entworfen, das den jüngsten Kenntnisstand widerspiegelt.<sup>1</sup>

Wichtige Untersuchungsergebnisse sind hierfür von den Kooperationspartnern des Projekts beigetragen worden. So hat die Volkswagen AG die Resultate einer aufwendigen Modellrechnung zur Entwicklung des Straßenverkehrs eingebracht, die mit Hilfe eines Verkehrsplanungsmodells der PTV AG (Planung Transport Verkehr AG) erarbeitet wurden. Die Deutsche Bahn AG stellte für den Bericht die Ergebnisse ihres Simulationsmodells ProSim zur Verfügung, mit denen es analog zu den Ergebnissen auf der Straße möglich war, Angaben zur Verkehrsauslastung im Schienenverkehr zu machen.

Mit dieser Analyse der Verkehrsnetze im Jahr 2020 und der Ausarbeitung entsprechender Maßnahmen sieht die Projektgruppe ihr Vorhaben jedoch nicht als beendet an. Eine Vielzahl anderer Faktoren bestimmt die Zukunft der Mobilität in ebenso nachhaltiger Weise wie der Zustand der Infrastruktur. Dazu zählen die Themen Umweltschutz und Energieverbrauch, aber auch die bessere Interaktion zwischen den Verkehrsträgern und der Einsatz einer intelligenten Verkehrstechnik. Mit ihrer Hilfe wird es möglich sein, eine bessere Harmonisierung des Verkehrsgeschehens zu erzielen.

Gerade die technische Komponente, die in gewisser Weise die Kernkompetenz des acatech Themennetzwerks bildet, hält eine Reihe von Gesichtspunkten bereit, die Ansporn zur Weiterführung der begonnenen Projektarbeit sind. So wurde erörtert, dass die Motorenentwicklung bis zum Jahr 2020 alternative Antriebssysteme hervorgebracht haben wird, die neue Antworten auf die heutigen Fragen des Kraftstoffverbrauchs, der Höhe der CO<sub>2</sub>-Emissionen, des Lärmschutzes und des Wirkungsradius' der Fahrzeuge geben werden. Die Zukunft des unterstützten Fahrens

<sup>1</sup> Das Verzeichnis der Literatur, die zum Entstehen dieser Studie beigetragen hat, kann auf der acatech Internetseite unter [www.acatech.de](http://www.acatech.de) eingesehen werden.

durch Assistenzsysteme könnte darüber hinaus gerade im Hinblick auf das Thema Verkehrssicherheit von zentraler Bedeutung werden.

Bei den meisten hier gegebenen Empfehlungen tragen die Maßnahmen zur Optimierung des Verkehrsflusses deshalb auch zur Erfüllung dieser Anforderungen bei. Denn wer mehr Effizienz in die Verkehrssysteme bringt, wird nicht nur einen höheren Auslastungsgrad der Netze erreichen, sondern auch weniger Staus, Unfälle und Umweltbelastung produzieren.

Darüber hinaus werden in diesem Bericht Handlungswege unterbreitet, wie Deutschland durch den Einsatz der Verkehrstechnik zu einem Zukunftsland für Mobilitätsdienste avancieren könnte, indem es ein international beachtetes technisches Leistungsmerkmal hinzugewinnt. acatech will damit an Fragestellungen des wirtschaftlichen Wachstums durch technologische Innovationen anschließen und diesbezüglich die gemeinsame Verantwortung von Wissenschaft und Wirtschaft aufzeigen.

## 2 WARUM EIN acatech VERKEHRSSZENARIO 2020?

Ausgangspunkt der Berechnungen zum acatech Verkehrsszenario 2020 war der Bundesverkehrswegeplan (BVWP) des Jahres 2003, der die zukünftig erforderlichen Kapazitäten der Verkehrsinfrastrukturen durch Neu- und Ausbaumaßnahmen darstellt.<sup>2</sup>

Das Analysejahr, das dem für den Bundesverkehrswegeplan relevanten Integrationsszenario zu Grunde liegt, ist das Jahr 1997. Es liegt deshalb in der Natur der Sache, dass sich die Rahmenbedingungen seither verändert haben und aufgrund aktuellerer Basisdaten neuere Prognosen möglich sind. Dies schlägt sich neben den optimistischen Werten beim Zuwanderungssaldo insbesondere bei den Kennzahlen zur wirtschaftlichen Entwicklung nieder: Die im Bundesverkehrswegeplan unterstellten 2,1 Prozent Wachstum beim Bruttoinlandsprodukt (BIP) konnten beispielsweise in keinem der letzten Jahre realisiert werden.

Aus diesem Grund hat acatech ein neues Verkehrsszenario entwickelt, das am BVWP orientiert ist, aber von modifizierten Annahmen hinsichtlich unterschiedlicher Einflussgrößen ausgeht. Der Wachstumswert beim BIP ist darin auf 1,8 Prozent nach

unten korrigiert worden, womit nach Ansicht der Projektgruppe jedoch eine untere Grenze für eine positive zukünftige Entwicklung in Deutschland ausgelotet ist. Auch die Annahmen zur Bevölkerungsentwicklung sind infolge des geringeren Zuwanderungssaldos verändert worden. Der Analysezeitpunkt und Prognosehorizont wurde gegenüber der Zeitspanne von 1997 bis 2015 um fünf Jahre in die Zukunft verschoben, auf 2002 bzw. 2020. Die Grundlage des Verkehrsnetzes 2020 blieb die im Bundesverkehrswegeplan beschlossene Umsetzung des vordringlichen Bedarfs bis 2015.

Umso eindringlicher ist die Kernaussage des Berichts, dass trotz der Umsetzung der Maßnahmen des vordringlichen Bedarfs lokale und regionale Engpässe bestehen bleiben werden, die vor allem die Wachstums- und Metropolregionen betreffen. Im Vergleich zum Integrationsszenario des Bundesverkehrswegeplans mit dem Analysejahr 1997 besteht ein Vorteil des acatech Verkehrsszenarios 2020 deshalb nicht allein darin, dass es fünf Jahre aktueller ist: Er ist auch hinsichtlich der Netzauflösung und der räumlichen Aufteilung wesentlich feiner. Die regionalen Unterschiede werden deshalb umso deutlicher.<sup>3</sup>

<sup>2</sup> Im Rahmen einer wirtschaftlichen Bewertung werden dabei sämtliche Infrastrukturmaßnahmen überwiegend mittels einer Kosten-Nutzen-Analyse (ergänzt durch eine Raumwirksamkeitsanalyse und eine Umweltrisikoeinschätzung) bewertet und hinsichtlich ihrer Wertigkeiten geordnet. Beim Verkehrsträger Straße erfolgt dieser Schritt auf Länderebene nach einem vorher festgelegten Finanzländerschlüssel. Alle Infrastrukturmaßnahmen werden dementsprechend in die Kategorien vordringlicher und weiterer Bedarf eingeteilt. Die Maßnahmen des vordringlichen Bedarfs werden dabei in fest disponierte (indisponible) bzw. im Bau befindliche Maßnahmen sowie in neue Maßnahmen gebündelt. Aus mehreren Einzelszenarien wird schließlich ein Szenario festgelegt, das alle exogenen Größen des entsprechenden Zeitraums einbezieht. Im Falle des Bundesverkehrswegeplans ist dies das so genannte Integrationsszenario.

<sup>3</sup> So wurden die Einzelszenarien im BVWP zwar bis auf Kreisebene differenziert, im Bericht allerdings nur bis auf Länderebene dargestellt. Das acatech Verkehrsszenario 2020 führt die Nachfrageberechnung hingegen direkt auf der Basis von 7.000 Verkehrszellen durch.





### 3 DESKRIPTOREN DES VERKEHRSSZENARIOS

Als Grundlage für die Auswertung der verschiedenen Szenarien und die Definition des acatech Verkehrsszenarios 2020 wurden zunächst 33 externe Einflussgrößen der Verkehrsentwicklung, so genannte Deskriptoren, festgelegt. Dabei kristallisierten sich neben dem unterstellten Netz des vordringlichen Bedarfs folgende Bereiche heraus, deren Wirkung auf den Verkehr näher untersucht wurde:

- die Bevölkerungsentwicklung,
- die Differenzierung der Bevölkerungsgruppen,
- das Wirtschaftswachstum,
- die Nutzerkosten,
- die grenzüberschreitenden Verkehre.

Diese räumlich differenzierten Deskriptoren, also die Einwohnerzahl unterteilt in Altersklassen, die Pkw-Verfügbarkeit, die Beschäftigtenzahl usw., wurden als Input für die Simulationsmodelle noch einmal kleinräumig aufbereitet und auf rund 7.000 Verkehrsbezirke angewendet. Grundlage dafür war die Infrastruktur des Jahres 2020 gemäß der ersten Priorität des Bundesverkehrswegeplans.<sup>4</sup>

Bei der Berechnung der Straßenbelastung wurden die alternativen Verkehrssysteme (Schiene, Wasserstraßen und Luftverkehr) entsprechend berücksichtigt.

#### 3.1 BEVÖLKERUNGSENTWICKLUNG

Die Bevölkerung – dies ist die erste Prämisse des acatech Verkehrsszenarios 2020 – wird in den nächsten Jahren in etwa konstant bleiben, während sich die Altersverteilung spürbar verändert. Diese Annahme basiert auf den Vorausberechnungen des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (BBR) von 2004 und weicht von den Daten des BVWP ab. Bereits in den letzten Jahren zeigte sich, dass die dort getroffenen Bevölkerungserwartungen nicht erreicht werden würden. Die Ursache der Abweichung liegt im Wesentlichen in den unterschiedlichen Annahmen zum Zuwanderungssaldo.

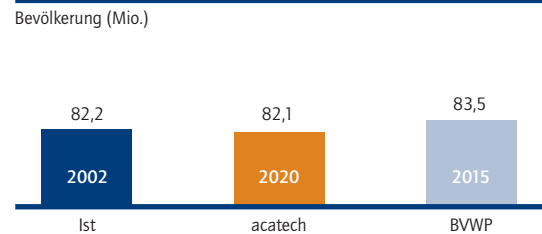


Abb. 1: Abweichende Bevölkerungsannahmen des acatech Verkehrsszenarios 2020 und im BVWP.

Die Prognose des BBR geht somit von einer insgesamt stagnierenden Bevölkerungsentwicklung bei einer Einwohnerzahl von 82,1 Mio. im Jahre 2020 aus. Dies sind knapp 1,5 Mio. Menschen weniger als die 83,5 Mio. Einwohner, die im BVWP für 2015 angenommen wurden.

Auffällig sind hierbei die regionalen Unterschiede. Während die alten Bundesländer ihre derzeitigen Bevölkerungszahlen im Wesentlichen stabilisieren, nehmen in den neuen Bundesländern die Rückgänge zum Teil dramatische Ausmaße an. Die Einwohnerzahl wird in den alten Bundesländern um knapp 2 Prozent zunehmen. In den neuen Ländern liegt der Rückgang bei fast 8 Prozent.

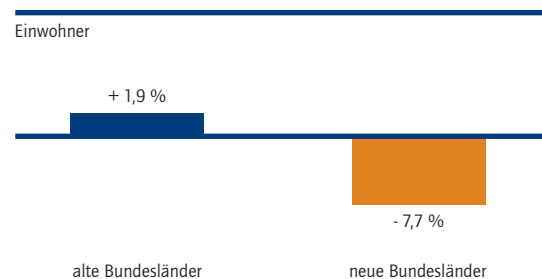


Abb. 2: Unterschiedliche Bevölkerungsentwicklungen in den alten (blau) und den neuen Bundesländern (orange).

4 Zum Ablauf der Rechnungen siehe den methodischen Teil im Anhang dieses Berichts.

Für die Modellrechnungen wurden diese Annahmen weiter regional differenziert. In der nebenstehenden Grafik ist die Bevölkerungsentwicklung deshalb auf Kreisebene abgebildet. Hierbei wird deutlich, dass die Einwohnerzahl in den neuen Bundesländern nicht überall um 8 Prozent sinkt, sondern teilweise sogar um bis zu 40 Prozent abnehmen wird. Ausgenommen von dieser Entwicklung ist im Wesentlichen nur der Speckgürtel um Berlin. Wachstumsgebiete in den alten Bundesländern sind vor allem der Großraum München, der Raum Hamburg, die Rhein-Main-Region mit Frankfurt sowie einzelne Regionen in Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen, die eine positive Wirtschaftsentwicklung erwarten lassen.

Auch in Abbildung 4 ist zu erkennen, dass die Bevölkerung in den alten Bundesländern im Durchschnitt zunimmt, vor allem in Bayern und Baden-Württemberg. In den neuen Bundesländern sinkt sie hingegen ausnahmslos oder bleibt wie im Falle Brandenburgs konstant.

Einwohnerentwicklung 2002 - 2020

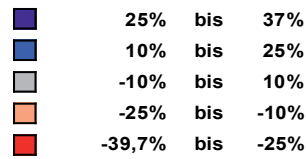
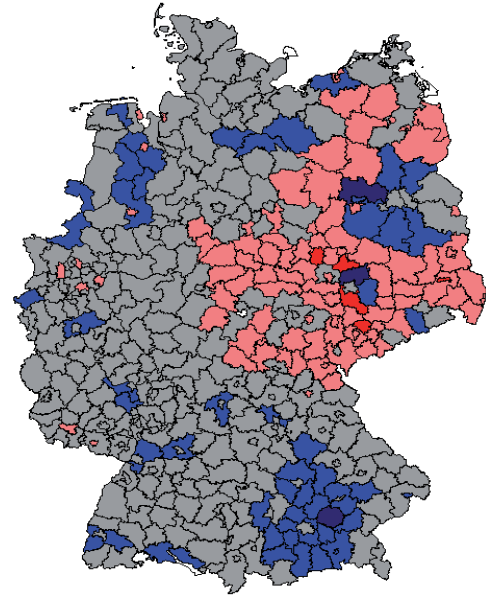


Abb. 3: Darstellung der Bevölkerungsentwicklung von 2002 bis 2020, differenziert nach Kreisen.

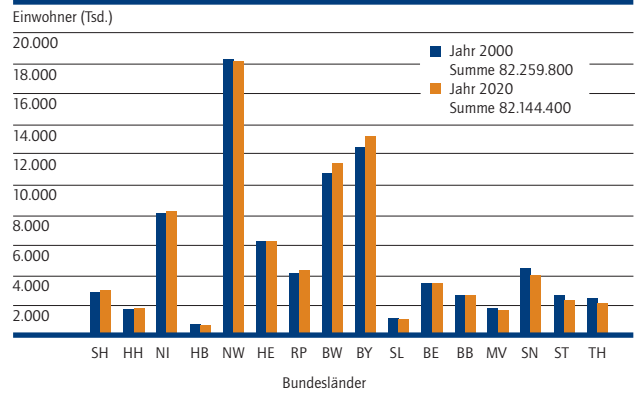


Abb. 4: Einwohner nach Bundesländern gemäß BBR Prognose von 2004.

Pkw-Verfügbarkeit 2002 – 2020

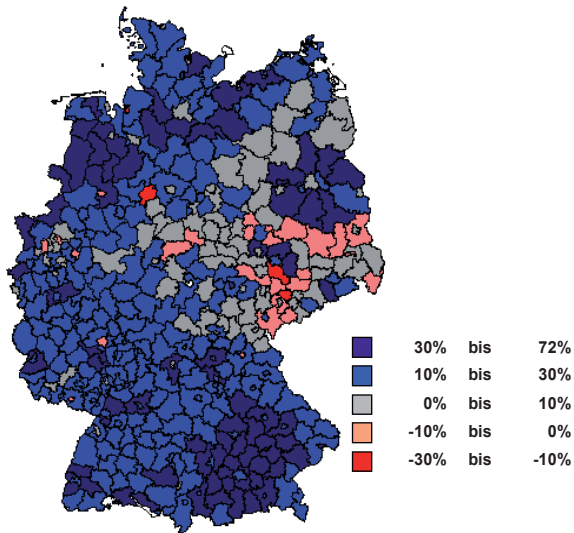


Abb. 5: Entwicklung der Pkw-Verfügbarkeit in Deutschland.

### 3.2 DIFFERENZIERUNG DER BEVÖLKERUNGSGRUPPEN

Auf Grundlage der Daten zur Gesamtbevölkerung wurden für den vorliegenden Bericht einzelne Bevölkerungscluster ermittelt, die sich hinsichtlich ihres Mobilitätsverhaltens klassifizieren lassen. Eine wichtige Einflussgröße ist dabei neben Alter und Berufstätigkeit die Ausstattung der Haushalte mit einem eigenen Pkw. Abbildung 5 zeigt, dass die Pkw-Verfügbarkeit insbesondere in den alten Ländern und im Berliner Raum wachsen wird, während sie in den neuen Bundesländern in etwa konstant bleibt.

### 3.3 WIRTSCHAFTSWACHSTUM

Mit Blick auf die aktuelle Konjunkturlage ist davon auszugehen, dass das Wirtschaftswachstum in Zukunft zwar nicht stagniert, jedoch nur verhalten zulegen wird. Gegenüber der Prognose im BVWP geht acatech von einem Anstieg des Bruttoinlandsprodukts von höchstens 1,8 Prozent pro Jahr aus und bleibt damit unterhalb der dort mit 2,1 Prozent optimistischer veranschlagten Erwartungen. Die Annahme eines Wachstums unter 1,8 Prozent würde eine auch nur geringfügige Milderung der heutigen Arbeitslosigkeit unwahrscheinlich machen.

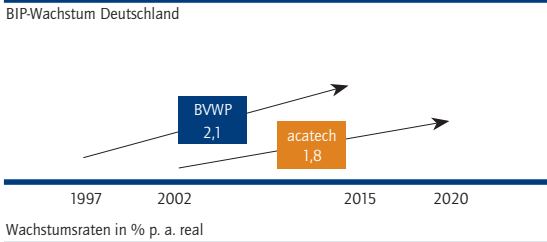


Abb. 6: Prognosen des BIP-Wachstums im BVWP 2003 und im acatech Verkehrsszenario 2020.

Obleich das verhaltene Wirtschaftswachstum nicht für eine signifikante Belegung des Arbeitsmarktes reicht, wird die Zahl der Erwerbsverhältnisse steigen. Die Ursache dafür ist zum Beispiel die Zunahme von Teilzeitarbeit. Die Gesamtzahl der Erwerbstätigen im Jahr 2020 dürfte daher trotz des höheren Anteils an Rentnern über den Werten von 2002 liegen. acatech geht hierbei von einer moderaten Steigerung um 1,7 Prozent im Prognosezeitraum bis 2020 aus.

Im Vergleich zwischen den Bundesländern ist wiederum eine disparate Entwicklung zu erwarten. Während in den alten Bundesländern die Beschäftigung um 2,5 Prozent zunimmt, geht sie in den neuen Ländern um 1,1 Prozent zurück. Die wirtschaftliche Situation wirkt sich auf die Investitionsbereitschaft zugunsten des Verkehrs aus. Dies betrifft sowohl die privaten Haushalte als auch den öffentlichen Sektor.

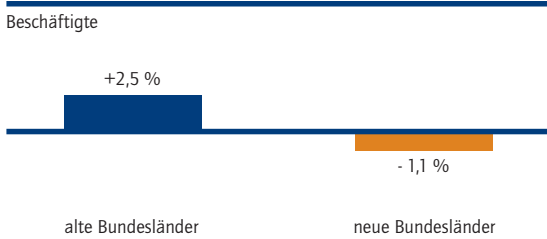


Abb. 7: Entwicklung der Beschäftigtenzahlen in den alten (blau) und neuen Bundesländern (orange).

Insgesamt ist zu erwarten, dass die Menschen in Zukunft vermehrt längere Fahrtzeiten zu ihren Arbeitsplätzen in Kauf nehmen und ihre Lebensmittelpunkte nicht zwangsläufig der Arbeitsplatzsituation anpassen. Aufgrund der Flexibilisierung des Arbeitsmarkts wird der Einzelne gezwungen sein, mobil zu bleiben. Bereits in den vergangenen Jahren hat sich gezeigt, dass die meisten Menschen bei steigenden Kraftstoffpreisen lieber an anderen Kosten sparen, als auf die Pkw-Nutzung zu verzichten. Der Anstieg der Kraftstoffkosten führt somit keineswegs zwangsläufig zu einem Absinken der Mobilitätsrate im motorisierten Individualverkehr.

### 3.4 NUTZERKOSTEN

Im Zusammenhang mit der Frage, wie viel die Menschen angesichts steigender Alters- und Gesundheitsvorsorgekosten für Mobilitätsleistungen zu zahlen bereit sind, steht das Thema Nutzerkosten im Verkehr. Während im BVWP ursprünglich von einer Straßenbenutzungsgebühr von 20,5 Cent pro Kilometer für Lkw ab einem zulässigen Gesamtgewicht von 12 t ausgegangen wurde, wird für das acatech Verkehrsszenario 2020 der derzeit gültige Mautsatz von 12,4 Cent pro Kilometer zu Grunde gelegt.

Für die Kraftstoffpreise wurde u. a. aufgrund der Entwicklungen auf dem Weltrohölmarkt bis 2020 eine Steigerung von 2,5 Prozent pro Jahr angenommen. Dabei wird erwartet, dass der Dieselmotorkraftstoffpreis für Lkw jährlich um real 2,3 Prozent steigt.

Deutliche Abweichungen gibt es bei der Nutzerkostenprognose für die Schiene. Die Zielgrößen im BVWP wurden im acatech Verkehrsszenario 2020 durch veränderte Annahmen zur Preisentwicklung im Personen- und Güterverkehr ersetzt. So wird der Preisrückgang im Schienengüterverkehr statt 1,1 Prozent pro Jahr laut BVWP (entspricht einem Minus von 18 Prozent im Zeitraum bis 2015) im acatech Verkehrsszenario 2020 nur noch mit einem Minus von 0,5 Prozent veranschlagt. Beim Schienenpersonenfernverkehr wird beim BVWP ein Minus von 2 Prozent pro Jahr erwartet, was einem Rückgang von 30 Prozent im Prognosezeitraum entspricht. Im acatech Verkehrsszenario 2020 bleibt das Niveau gegenüber 2002 unverändert.

### 3.5 GRENZÜBERSCHREITENDE VERKEHRE

Deutschland ist das Transitland Nummer Eins in Europa. Mit der Öffnung der Grenzen sind die Barrieren für den Verkehr durch und nach Deutschland weiter gesunken. Der grenzüberschreitende Verkehr ist dabei vor allem beim Straßen-Gütertransport eine wichtige Einflussgröße für das Anwachsen des Gesamtverkehrsaufkommens. So steigt die Exporttonnage in die EU-Beitrittsländer jährlich um 2 Prozent. Aber auch die Transitströme in Richtung der Benelux-Staaten und Frankreich nehmen zu.

In den nächsten Jahren wird allerdings nicht nur der Straßenverkehr mit unseren Nachbarn wachsen, obwohl insbesondere der Lkw-Verkehr beispielsweise nach Polen einmalig in die Höhe geschneilt ist. Auch der Schienenverkehr wird zunehmen, wobei der Verkehr nach West- und Südeuropa deutliche Transportzeitgewinne erzielt, was u. a. mit der weiteren Harmonisierung und dem Ausbau der Neuen Eisenbahn-Alpentransversalen (NEAT) zusammenhängt.

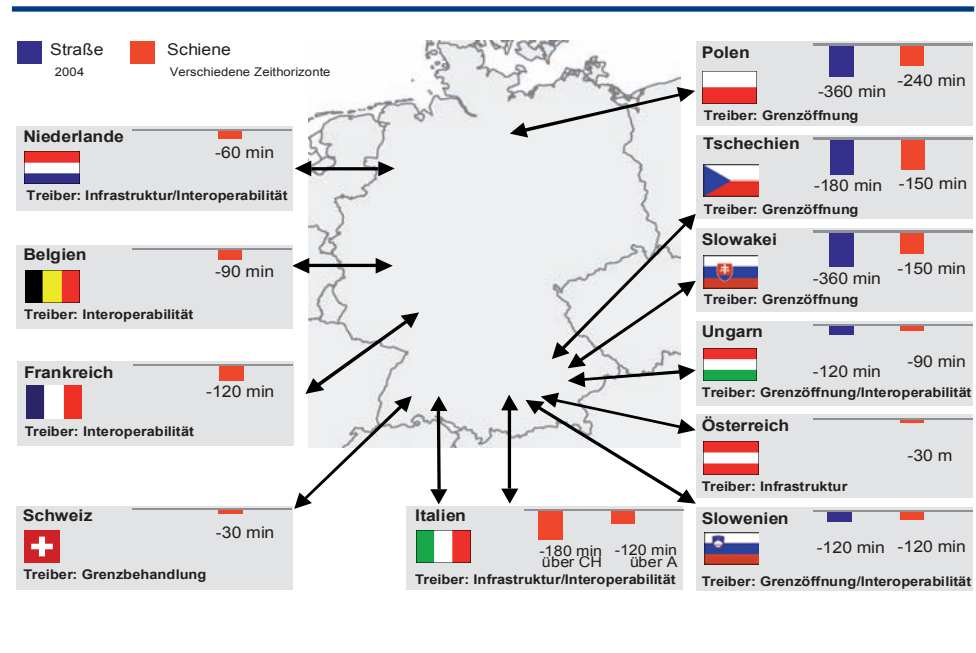


Abb. 8: Entwicklung des grenzüberschreitenden Verkehrs im Bereich von Straße und Schiene. Das acatech Verkehrsszenario 2020 hat für die internationalen Güterverkehre insbesondere die Annahmen zur Entwicklung der Transportzeiten zu Grunde gelegt.



# 4 VERKEHRSENTWICKLUNG 2020

## 4.1 ENTWICKLUNG DES STRASSENVERKEHRS

### 4.1.1 ÜBERBLICK

Nach diesem Überblick über die wichtigsten Deskriptoren sind wesentliche Resultate des acatech Verkehrsszenarios 2020 in Abbildung 9 zusammengefasst. Diese sind den Ergebnissen der Berechnungen zur Aktualisierung des Bundesverkehrswegeplans 2003 gegenübergestellt.

Bei dieser Gegenüberstellung ist zu beachten, dass die Untersuchungen zum BVWP den Vergleich zwischen dem Jahr 1997 als Analyse und dem Integrationsszenario zum Zeitpunkt 2015 ziehen, wohingegen die Berechnungen von acatech auf den späteren Analysezeitpunkt 2002 aufsetzen konnten und folgerichtig den späteren Prognosehorizont 2020 gewählt haben. Während die Berechnungen des BVWP im Integrationsszenario die Vorhaben des vordringlichen Bedarfs als noch nicht realisiert unterstellen, berechnet das acatech Verkehrsszenario 2020 den Maximalfall, also inklusive der Vorhaben des vordringlichen Bedarfs. Insgesamt verwenden die Simulationen unterschiedliche Datengrundlagen, Abgrenzungen oder Berechnungsweisen und sind daher in den absoluten Zahlen nicht direkt zu vergleichen.

Die prozentualen Veränderungen geben jedoch Hinweise auf verschiedene Einschätzungen zukünftiger Entwicklungen. Sie sind das zentrale Resultat der Arbeiten von acatech und machen eine entsprechende Gegenüberstellung trotz aller Einschränkungen notwendig.

Der deutlichste Unterschied zum BVWP ergibt sich bei der Fahrleistung im motorisierten Individualverkehr. acatech geht hier von einer Zunahme bis 2020 um 20 Prozent aus, während der BVWP für den Zeitraum von 1997 bis 2015 einen Fahrleistungszuwachs von 14 Prozent erwartet. Ein wesentlicher Grund hierfür ist das erweiterte Autobahnnetz, das längere Fahrten in kürzerer Zeit ermöglicht.

Im Güterverkehr ist keine Veränderung der Zuwachsraten festzustellen. Die gedämpfte jährliche Wachstumsrate des BIP von 1,8 Prozent (acatech) gegenüber den 2,1 Prozent bei den Simulationen zum BVWP kommt bei der Entwicklung der Lkw-Fahrleistung somit nicht zum Tragen. Hier spielen die stark steigenden Transitverkehre sowie der Import und Export mit der erweiterten EU eine Rolle.

Das augenscheinlichste Ergebnis der Modellrechnungen ist die regionale Heterogenität der Verkehrsentwicklung. Engpässe werden insbesondere in den urbanen Wachstumsregionen entstehen, während in den ländlichen Bereichen kein Erstarken der Personen- und Güterströme anzunehmen ist. Sektoral, besonders ausgeprägt jedoch in den neuen Bundesländern, wird es sogar Belastungsrückgänge geben.

Auf Ebene der Länder betrachtet haben die alten Bundesländer durchweg positive Zuwachsraten zu verzeichnen. Dies gilt gleichermaßen für den Pkw- und den Lkw-Verkehr. In den neuen Bundesländern stellt sich die Situation hingegen anders dar. Hier sinkt das Verkehrsaufkommen im Pkw-Nahverkehr, während der Fernverkehr wie in den alten Ländern zunimmt. Im Folgenden werden diese Entwicklungen ausführlich dargestellt.

		BVWP 2015			SZENARIO 2020		
		1997	2015	delta	2002	2020	delta
Netzlänge Autobahn	(1.000 km)	23,0	26,0	13%	23,7	28,0	18%
Fahrleistung MIV	(Mrd. Fzg-km/a)	539	615	14%	526	631	20%
Fahrleistung Güterverkehr	(Mrd. Lkw-km/a)	65	87	34%	59	80	34%
Fahrleistung gesamt	(Mrd. Kfz-km/a)	605	703	16%	585	711	21%

Abb. 9: Gegenüberstellung der Berechnungen von BVWP 2015 und acatech Verkehrsszenario 2020. Die unter ‚Fahrleistung MIV‘ zusammengefasste Fahrleistung umfasst diejenige aller motorisierten Fahrzeuge bis 3,5 t im Individualverkehr, also auch einschließlich von Motorrädern. Im Folgenden wird vereinfachend von Pkw-Fahrleistungen gesprochen.



#### 4.1.2 INFRASTRUKTURVORHABEN BIS 2020

Die angesprochenen Vorhaben der Bundesverkehrswegeplanung (indisponibel und vordringlicher Bedarf) mit überregionaler Bedeutung wurden in das Netzmodell der acatech Analyse eingepflegt. Insgesamt sind dabei rund 1.000 Vorhaben – das sind ca. 10.000 Strecken im Ausbau und Neubau – mit zusammen 13.000 km Netzlänge umgesetzt worden. Das entspricht in etwa 10 Prozent der aktuellen Netzlänge im Bundesstraßen- und Bundesautobahnbereich. Hierbei wurden auch solche Strecken berücksichtigt, die lediglich ausgebaut werden sollen. In Abbildung 10 sind die bis 2020 als umgesetzt angenommenen Vorhaben enthalten. Dadurch werden die Folgen, die der Netzausbau haben wird, besonders gut erkennbar.

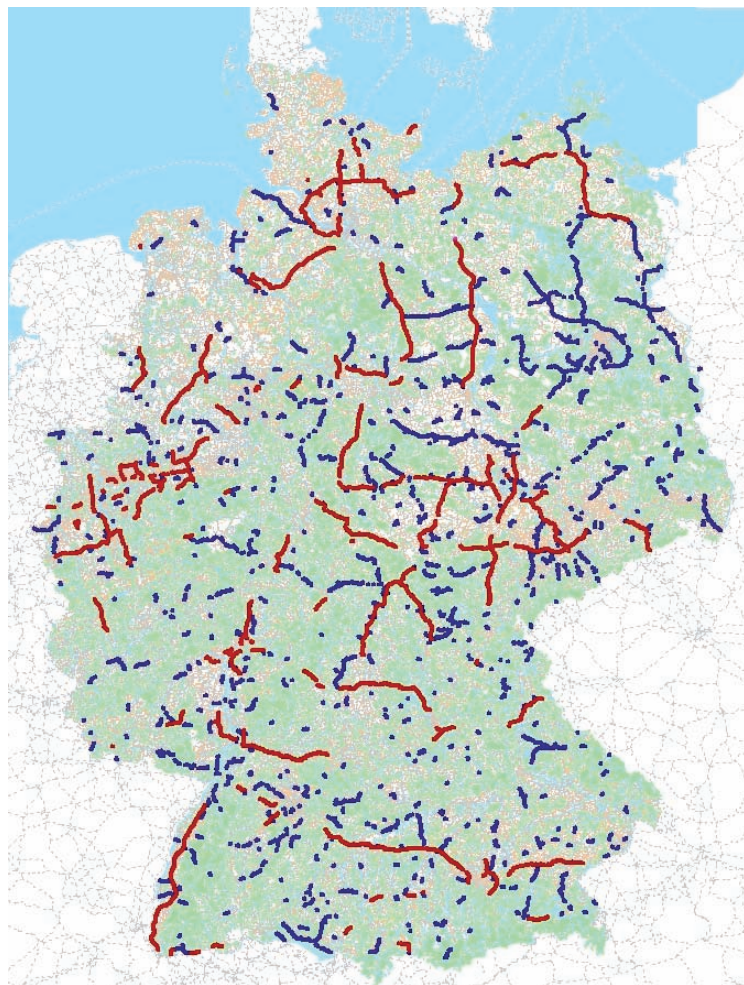


Abb. 10: Die indisponiblen Vorhaben und die Vorhaben des vordringlichen Bedarfs des Bundesverkehrswegeplans. Rot dargestellt sind die Bundesautobahnen, blau angedeutet sind die Bundesstraßen.

### 4.1.3 PROGNOSE VERKEHRSAUFKOMMEN

Basierend auf einem kalibrierten Analysemodell für das Jahr 2002 und unter Berücksichtigung der Veränderungen der Prognose (Deskriptorenausprägungen), wurden die Prognosenachfrage und die Prognoseumlegung berechnet. Die Veränderungen in der Zahl der Wege im Pkw-Nahverkehr in Abbildung 11 weisen dabei eine große Ähnlichkeit zur Bevölkerungsentwicklung auf.

In den Regionen mit Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum wächst die Zahl der Wege bis zum Jahr 2020 zum Teil deutlich an. Vor allem in den östlichen Bundesländern wird die Zahl der Pkw-Wege hingegen zum Teil deutlich zurückgehen. Hierfür sind Bevölkerungsrückgänge und schwierige Wirtschaftsentwicklungen anzuführen, die sich wiederum gegenseitig bedingen.

Aufschlussreich ist im Bereich des Personenverkehrs auch eine getrennte Betrachtung des Fernverkehrs von mehr als 100 km je Bundesland. Grundsätzlich sind diese Wege deutlich seltener, sie bilden aufgrund der Weglänge aber einen nicht zu unterschätzenden Anteil an der Verkehrsleistung. In Abbildung 12 ist diese Entwicklung im Pkw-Fernverkehr aufgezeigt. Die Wachstumsregionen im Süden sind hierbei deutlich zu erkennen, jedoch auch in den neuen Bundesländern ist mit einer Zunahme der Fernverkehrsmobilität zu rechnen. Dies liegt beispielsweise im starken Ausbau der Verkehrsnetze begründet. Durch die neuen Verbindungen, etwa die Bundesautobahn A 20, ist es möglich, in der gleichen Zeit weiter zu fahren. Dementsprechend steigt der Anteil der längeren Wege.

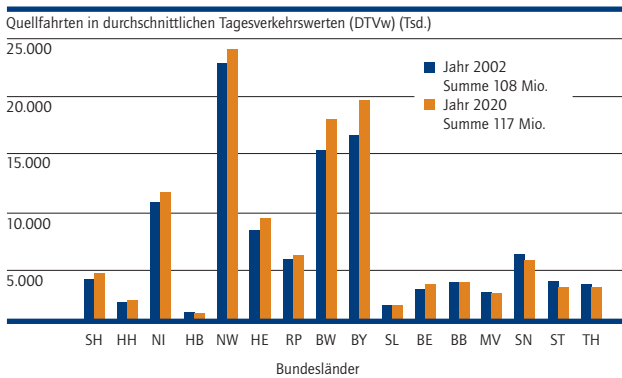


Abb. 11: Veränderung des Verkehrsaufkommens nach Bundesländern im Pkw-Nahverkehr (< 100 km).

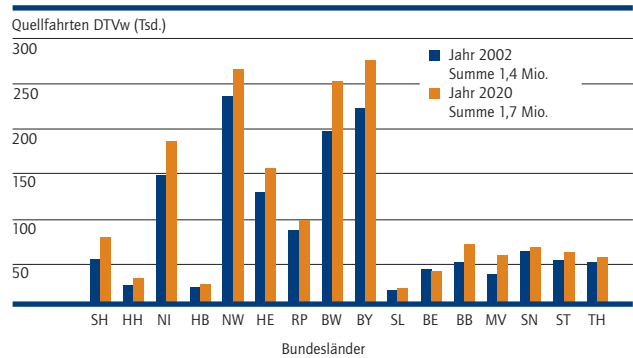


Abb. 12: Veränderung des Verkehrsaufkommens nach Bundesländern im Pkw-Fernverkehr (> 100 km).

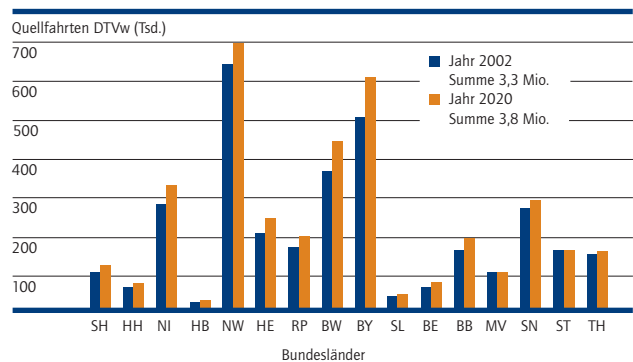


Abb. 13: Veränderung des Verkehrsaufkommens nach Bundesländern im Lkw-Verkehr (gesamt).

Im Lkw-Verkehr spielt die wirtschaftliche Entwicklung ebenfalls eine große Rolle, aber auch die Veränderungen in der sektoralen Verteilung der Produktion. In den Wachstumsregionen entstehen überdurchschnittlich viele neue Wege, doch auch in den wirtschaftlich schwächeren Regionen ist eine Zunahme der Wegeanzahl zu erkennen. Solche Effekte können auch auf Logistikkonzepte (z. B. „just in time“) zurückzuführen sein, was jedoch jeweils einer Detailauswertung zu den betroffenen Regionen bedarf.

Neben der Entwicklung der Anzahl der Wege ist die Veränderung der Weglängenverteilung von großer Bedeutung. Im Pkw-Verkehr nehmen die Weglängen bis 2020 grundsätzlich zu. Dies ist bedingt durch den Ausbau der Netze und den Bedarf an schneller Raumüberwindung, um zur Arbeit oder zu Freizeitzielen zu gelangen. Bis zum Prognosehorizont wird im Mittel ca. 1,5 km pro Weg weiter gefahren, was immerhin fast 10 Prozent sind.

Noch deutlicher sind die Zunahmen in der mittleren Weglänge des Lkw-Verkehrs, die bei über 10 Prozent liegen. Hier spielen jedoch im Gegensatz zum Pkw-Verkehr die Netzausbauten eine eher untergeordnete Rolle. Gravierender sind die umfassenden Änderungen in den globalen Verflechtungen und der generelle Strukturwandel im Güterverkehr.

#### 4.1.4 PROGNOSE VERKEHRSLEISTUNG UND NETZAUSLASTUNG

Die Umlegung der Verflechtungsmatrizen im Personen- und im Wirtschaftsverkehr ergeben für den Prognosezeitpunkt 2020 Belastungen für jeden einzelnen Streckenabschnitt und ermöglichen eine Differenzdarstellung zur Analysesituation 2002.

Die aus den Strukturdaten ableitbaren und im Zusammenhang mit den Aufkommenswerten bereits beobachteten Entwicklungen bestätigen sich auch im Differenzbild der Umlegungsergebnisse (Belastungen je Streckenabschnitt) zwischen 2020 und der Analyse 2002. Es gibt dabei ausgeprägte Wachstumsregionen wie Bayern oder Baden-Württemberg, aber auch Regionen mit deutlichen Rückgängen bzw. solche mit heterogenen Entwicklungen, z. B. Nordrhein-Westfalen.

Die Zuwächse sind somit regional unterschiedlich verteilt, wobei die Autobahnen besonders stark betroffen sein werden, wie Abbildung 14 verdeutlicht. Neben der rot dargestellten Zunahme des Verkehrs auf den Hauptverkehrsadern ist speziell ein Anstieg der Netzbelastung im Großen C, also den Verkehrsräumen Hamburg, Ruhrgebiet, Frankfurt Rhein/Main, Mannheim, Stuttgart/Karlsruhe und München, zu erkennen. In der Region um Berlin sind Zunahmen der Belastung aufgrund der Ausdehnung des Einzugsbereiches der Metropolregion zu beobachten. Die blau dargestellten Verkehrswege kennzeichnen eine Abnahme der Netzbelastungen, die insbesondere für die neuen Bundesländer prognostiziert wird.

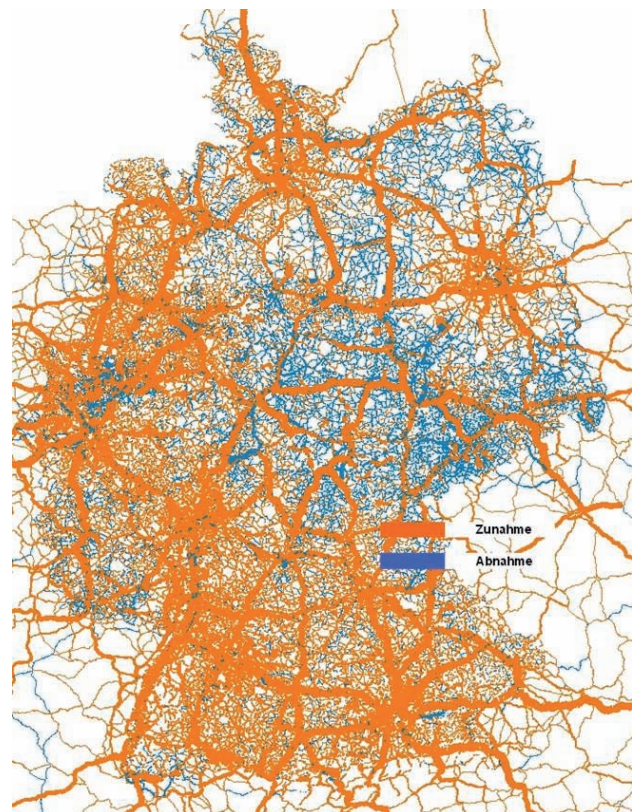
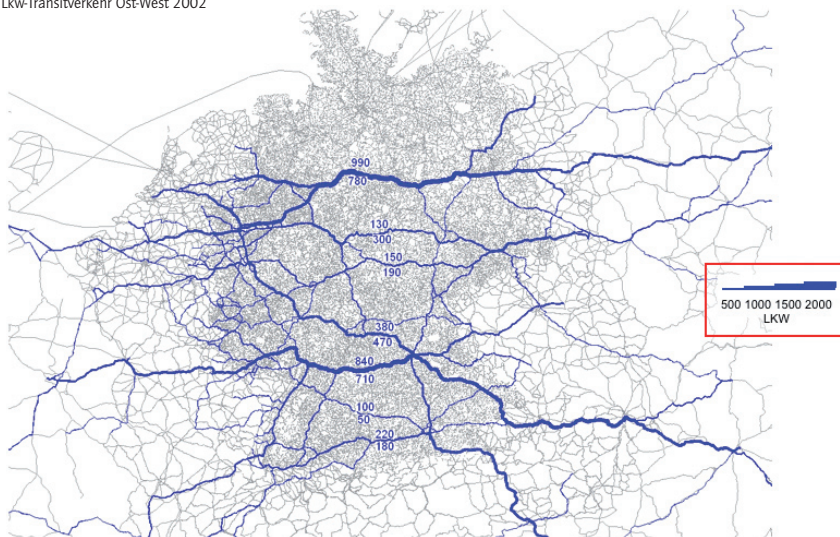


Abb. 14: Absolute Zu- und Abnahme des Inlandsverkehrs.

Diese regional differenzierten Entwicklungen führen in der Summe zu einer Zunahme der Fahrleistung im Pkw-Verkehr (gemessen in Pkw-km) gegenüber der Analyse 2002 um ca. 20 Prozent, auf Autobahnen sogar um 30 Prozent. Dieses Wachstum ist, wie erwähnt, auch auf den deutlichen Netzausbau zurückzuführen. Im Lkw-Verkehr wurden Wachstumsraten der Fahrleistung von 34 Prozent (gemessen in Lkw-km) berechnet. Auf den Bundesautobahnen liegen die Zuwächse bei 45 Prozent. Die Effekte der Globalisierung und des Strukturwandels spielen hierbei eine nicht unbedeutende Rolle.

Die Zunahme des Transit-Güterverkehrs lässt sich am Beispiel des Ost-West-Verkehrs mit Hilfe der Gegenüberstellung zweier Grafiken veranschaulichen. Die ausgewählten Streckenabschnitte auf den Autobahnen A 2 und A 6 zeigen einen erheblichen Anstieg der Lkw-Transitströme. Die vermehrten Transitarbeiten erreichen Zuwachsraten, die in den herausgehobenen Punkten hoher Belastung 125 bzw. 181 Prozent betragen.

Lkw-Transitverkehr Ost-West 2002



Lkw-Transitverkehr Ost-West 2020

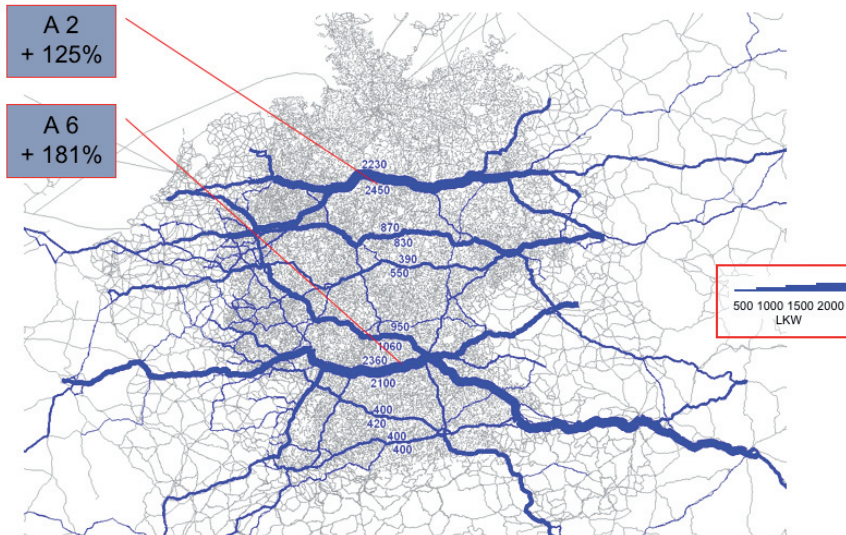


Abb. 15, 16: Zunahme des Lkw-Transitverkehrs (Fahrzeugzahlen pro Tag) zwischen 2002 und 2020.

Die unterschiedlichen Entwicklungen zwischen dem Pkw-Verkehr (lokal differenziertes Wachstum) und Lkw-Verkehr (nahezu flächendeckendes Wachstum) führen in manchen Regionen zu einer Verschiebung des Lkw-Anteils insbesondere auf den Autobahnen. Verstärkt wird dieser Effekt durch die Reaktion der Pkw-Nutzer, die vom Lkw-Verkehr beeinträchtigte Autobahnabschnitte bewusst meiden. In der Überlagerung von Pkw und Lkw ergibt sich eine Zunahme der Kfz-Fahrleistung (gemessen in Kfz-km) um 21 Prozent. Diese Zunahme wird jedoch, wie schon aus der Differenzbetrachtung zu erkennen ist, nicht zu flächendeckenden, wohl aber zu lokalen Überlastungen führen.

Die Anzahl der Fahrzeuge auf den Streckenabschnitten pro Werktag ist für sich genommen noch nicht aussagekräftig für die Be-

urteilung der Verkehrsqualität im Jahr 2020. Aus der Belastung der Spitzenstunde und der Streckenkapazität lässt sich für jeden einzelnen Streckenabschnitt der so genannte Level of Service (LoS) berechnen, der die Verkehrsqualität repräsentiert.

Abbildung 17 zeigt den Level of Service für die Spitzenstunde von 17 Uhr bis 18 Uhr für das acatech Verkehrsszenario 2020. Obwohl eine völlig intakte Infrastruktur unterstellt wurde, sind in einigen Bereichen, insbesondere in den Agglomerationsräumen des Großen C, trotz der Investitionen Engpässe zu erwarten. Der Netzausbau führt jedoch in vielen Bereichen auch zur Entspannung der Situation. Auffallend ist dabei, dass die LoS-Werte in den neuen Bundesländern im Verhältnis zu Gesamtdeutschland sehr positiv ausfallen.

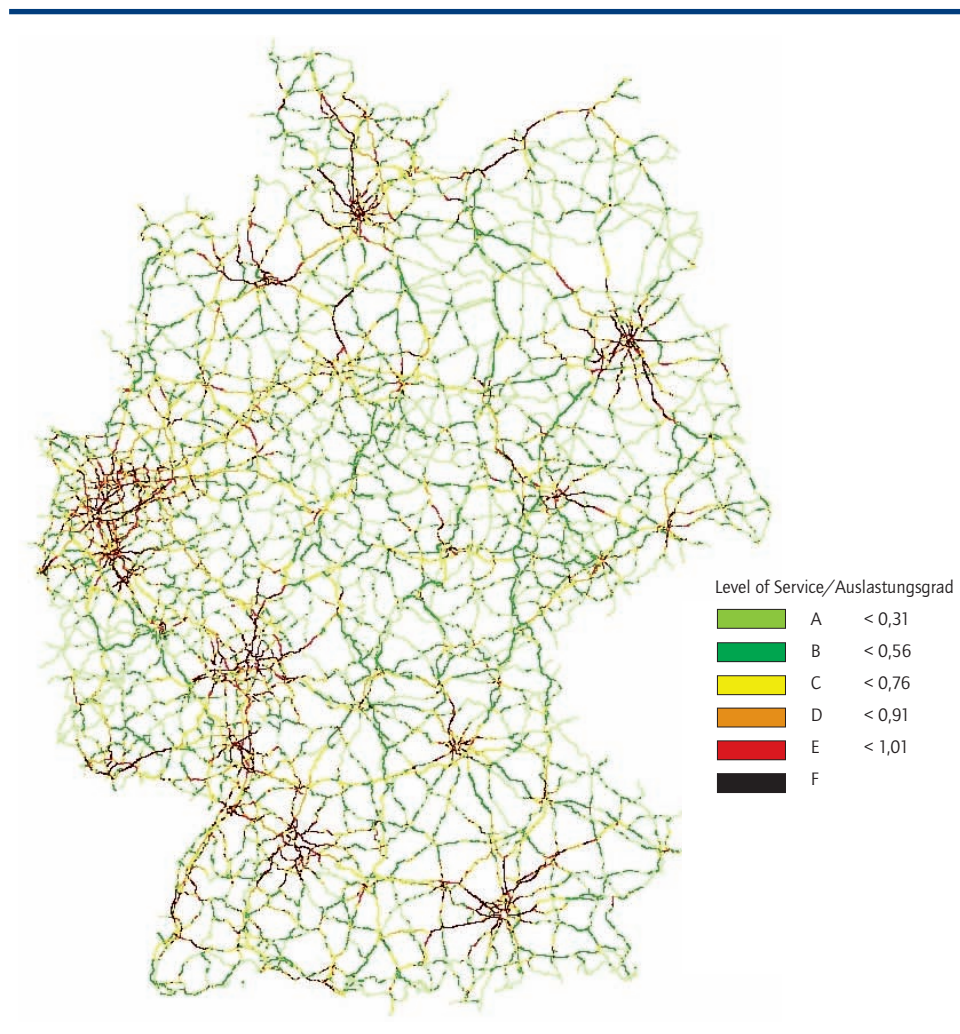


Abb. 17: LoS-Werte 2020 für die Spitzenstunde von 17 Uhr bis 18 Uhr. Ab dem orange angedeuteten Bereich D, der einer Auslastung zwischen 76 und 90 Prozent entspricht, sind Verkehrsstörungen zu erwarten.

Für das Jahr 2020 lässt sich daher insgesamt ablesen, dass in den Wachstumsregionen die Vorhaben des vordringlichen Bedarfs des BVWP die Aufrechterhaltung der notwendigen Verkehrsqualität nur bedingt sicherstellen können, während die bereits heute hohe Verkehrsqualität in den neuen Bundesländern weiter verbessert wird. Dies resultiert vor allem aus der dortigen Stagnation des Verkehrswachstums infolge des Bevölkerungsrückgangs und der gleichzeitigen Erweiterung des Infrastrukturangebotes.

#### 4.1.5 REGIONALE AUSWERTUNGEN

Die hier vorgestellten Szenario-Ergebnisse beruhen auf einem Verkehrssimulationsmodell, das bei der Berechnung der Verkehrsnachfrage und der Netzbelastungen feinräumig arbeitet. Aus diesem Grund lassen sich auch plausible regionale Auswertungen der Simulationsergebnisse durchführen. Für die Projektgruppe ist es somit von zentraler Bedeutung darauf hinzuweisen, dass hinter den globalen Aussagen eine Vielfalt von Einzelfällen steht, die erst in der Summe das Gesamtgeschehen ausmachen.

Im Folgenden werden daher zwei exemplarische regionale Auswertungen vorgestellt.

In Mecklenburg-Vorpommern nimmt die Zahl der Einwohner um 8 Prozent ab, die Zahl der Erwerbspersonen sogar um 18 Prozent. Gleichzeitig werden aber insbesondere mit der Bundesautobahn A 20 sehr deutliche Netzerweiterungen durchgeführt. Dies führt in der Überlagerung zu dem in der Abbildung 18 gezeigten Differenzbild.

Die Neubaumaßnahmen – die Bundesautobahn A 20, aber auch Strecken nördlich von Schwerin – führen zu einer Zunahme der Belastung trotz des Rückgangs in den Strukturdaten. Hier überlagern sich demnach zwei gegenläufige Effekte zu einem heterogenen Bild. In den Eckwerten wird dies deutlicher: Während das Verkehrsaufkommen, also die Zahl der Wege, um 5 Prozent zurückgeht, nimmt die Fahrleistung der Kraftfahrzeuge um 17 Prozent zu. Die Ursache dieser Diskrepanz ist die deutliche Erhöhung der mittleren Weglängen.



Abb. 18: Differenzbelastung im Bundesland Mecklenburg-Vorpommern.

Die Frage der gesamtwirtschaftlichen Bedeutung von Investitionen in die Verkehrsinfrastruktur in Regionen mit einem Rückgang der Bevölkerung und geringer wirtschaftlicher Entwicklung findet zumindest hier eine positive Antwort. Die bessere Erreichbarkeit von Mittel- und Oberzentren verhindert die weitere Entvölkerung des ländlichen Raumes ohne entsprechendes Arbeitsplatzangebot, da die Erwerbstätigen des ländlichen Raums Arbeiten in größerer Entfernung nachgehen können. Dies kann aus der Sicht der Projektgruppe allerdings nur eine mittelfristige Antwort bzw. Übergangslösung zur umfassenden wirtschaftlichen Ertüchtigung des Gesamttraumes sein.

Als Beispiel für einen Agglomerationsraum in einer Wachstumsregion lässt sich die Region München anführen. Bis zum Jahr 2020 nimmt die Bevölkerung im Vergleich zu 2002 um 10 Prozent zu, die Anzahl der Beschäftigten steigt um 8 Prozent. Das Verkehrsaufkommen (in Kfz-Fahrten) steigt in dieser dynamischen Region im selben Zeitraum um 33 Prozent an, die entsprechenden mittleren Fahrtweiten wachsen um 4 Prozent. Zusammen mit der Zunahme des Durchgangsverkehrs erhöht sich dann die Fahrleistung in diesem Gebiet um 41 Prozent. Hier ist der Fahrleistungszuwachs im Gegensatz zu Mecklenburg-Vorpommern also unmittelbar ein Resultat der positiven wirtschaftlichen Entwicklung und kommt flächendeckend zum Tragen (Abbildung 19).

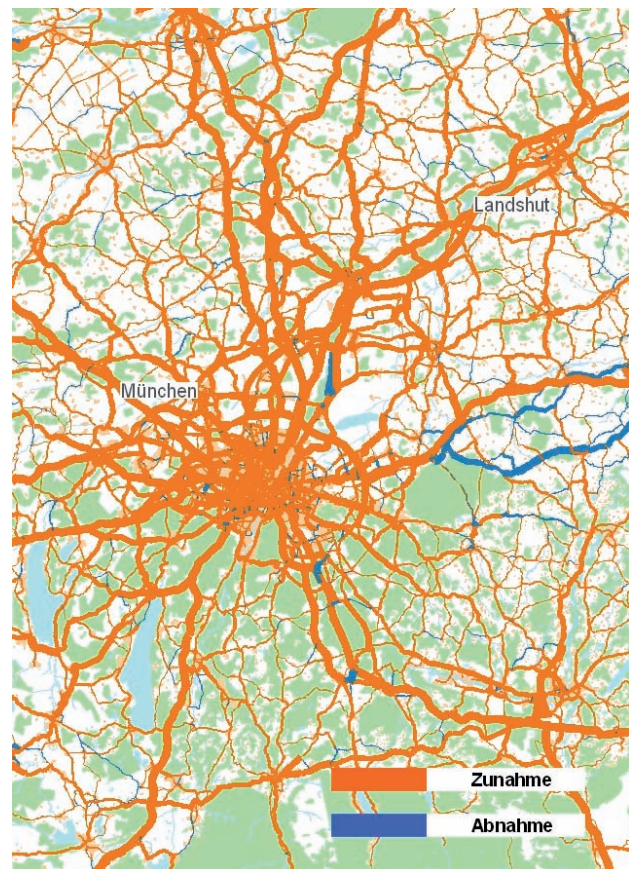


Abb. 19: Differenzbelastung im Raum München.

**4.1.6 KAPAZITÄTSSTIEGERNDE WIRKUNGEN NICHT-BAULICHER MASSNAHMEN**

acatech hat mit Unterstützung des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung in einem weiteren Schritt aufgezeigt, dass das soweit vorgestellte Simulationstool vielfältige Untersuchungen ermöglicht, die das Auffinden von Lösungen für die Mobilität von morgen unterstützen. Exemplarisch wurden aufbauend auf dem Prognosemodell 2020 fünf Maßnahmen untersucht, die im Vergleich zu Neubauten einen geringen Investitionsbedarf und dennoch eine kapazitätssteigernde Wirkung haben. Diese sind

- die temporäre Umwidmung von Standstreifen,
- der Einsatz von Verkehrsbeeinflussungsanlagen (Streckenbeeinflussung),
- die temporäre Nutzung von Autobahnabschnitten in nur einer Fahrtrichtung in Übereinstimmung mit signifikanten Lastrichtungen in ausgewählten Tagesbereichen oder bei Großereignissen,
- der Einsatz von Telematik (Systeme individueller Verkehrsbeeinflussung), sowie
- ein verbessertes Störfallmanagement, z. B. kürzere Räumungszeiten bei Unfällen.

Zu diesem Zweck wurden zwei Untersuchungskorridore aus dem Prognosemodell gebildet:

- Korridor Süd: Nürnberg – München – Karlsruhe – Mannheim
- Korridor Ost: Hannover – Berlin – Dresden – Leipzig

**> Streckenbezogene Maßnahmen**

Für die streckenbezogenen Maßnahmen sind für die morgendliche Spitzenstunde von 6 Uhr bis 7 Uhr in den Teilnetzen mehrere Einsatzstrecken identifiziert und getrennt modelliert worden. Die verkehrlichen Wirkungen entstehen bei diesen Maßnahmen durch eine Veränderung der Geschwindigkeits- und Verkehrsstärken-Beziehungen (q-V-Beziehungen). So führen Streckenbeeinflussungsanlagen zu einer höheren Geschwindigkeit im hohen Auslastungsbereich, wohingegen die Standstreifenfreigabe und Einrichtungsfreigabe zusätzliche Kapazitäten zur Verfügung stellen.

Bei der Operationalisierung wurden die erforderlichen begleitenden Maßnahmen (Geschwindigkeitsbeschränkungen, Verflechtungen usw.) beachtet. Für die Beurteilung der Wirkungen ermöglicht die Verwendung des Verkehrsmodells eine Berücksichtigung aller betroffenen Verkehrsteilnehmer durch Routenverfolgung im Netzmodell. Abbildung 20 zeigt dabei für das Beispiel der Bundesautobahn A 8 westlich von München, dass die Maßnahme zwar lokal eingerichtet wird, die zu berücksichtigenden Relationen jedoch sehr weit verzweigt sind.

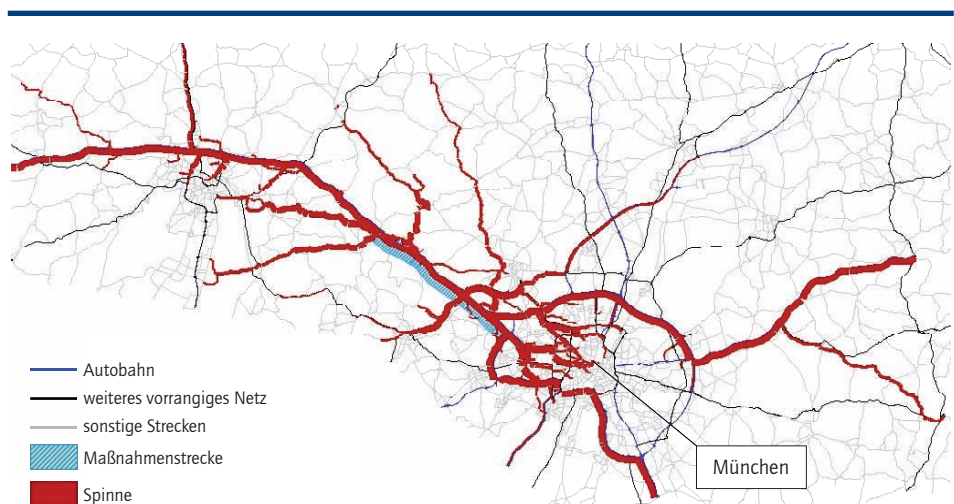


Abb. 20: Teilnetz Süd, Spinne (Hauptverkehrsader mit anderen Straßenteilen) über die Maßnahmenstrecke der A 8.



Als zentraler Indikator für die Bewertung der verkehrlichen Wirkungen der Maßnahmen wird die Verkehrsbeteiligungsdauer [Kfz-h/h] der betroffenen Verkehrsteilnehmer gesehen. Die folgenden Ergebnisse konnten aus den Modellrechnungen für die einzelnen Strecken abgeleitet werden.

VERKEHRSBETEILIGUNGSDAUER	Teilnetz Ost		Teilnetz Süd	
	von	bis	von	bis
relative Änderung				
Standstreifenfreigabe	-3%	-8%	-4%	-7%
Streckenbeeinflussungsanlage	-2%	-4%	-3%	-4%
Einrichtungsfreigabe (beide Richtungen)	+1%	-6%	-2%	-4%

Abb. 21: Vergleichende Darstellung der Wirkungen der streckenbezogenen Maßnahmen.

Die Einrichtungsfreigabe dokumentiert die geringste positive verkehrliche Wirkung. Lediglich an einem untersuchten Querschnitt ist eine deutlich positive Wirkung (mit 6 Prozent Reduktion der Verkehrsbeteiligungsdauer) zu erkennen, teilweise ergibt die Überlagerung mit den Beeinträchtigungen durch die gesperrte Gegenrichtung sogar negative Wirkungen. Der Effekt der Kapazitätserweiterung in die Hauptlastrichtung wird durch eine deutliche Benachteiligung weniger Verkehrsteilnehmer kompensiert. Zudem wirken die aus Sicherheitsgründen erforderlichen Geschwindigkeitsbegrenzungen negativ auf die Verkehrsbeteiligungsdauer. Die Verdrängung des Verkehrs der Schwachlastrichtung erzeugt Probleme bei Emissions- und Sicherheitsaspekten im nachgeordneten Netz. Ferner ist diese Maßnahme mit großen baulichen und organisatorischen Aufwendungen verbunden.

Die Standstreifenfreigabe zeigt die größten verkehrlichen Wirkungen in beiden Teilnetzen, denn sie schafft im Vergleich zu den Streckenbeeinflussungsanlagen auch tatsächlich weitere Kapazitäten. Beide Maßnahmen helfen, Staus und die damit verbundenen zusätzlichen Emissionen und Höhen des Kraftstoffverbrauchs zu vermeiden. Die Streckenbeeinflussungsanlagen haben auch positive Wirkungen durch die Reduktion von Unfällen aufgrund der Vergleichmäßigung des Verkehrs und der Möglichkeit zur rechtzeitigen Warnung bei Störungen. Hier liegt ein Nachteil der Standstreifenfreigabe: das Fehlen von Ausweichflächen bei Pannen oder Unfällen.

### > Gebietsbezogene Maßnahmen

Im Gegensatz zu den streckenbezogenen Maßnahmen ergeben sich bei den gebietsbezogenen Maßnahmen – dies sind individuelle Routeninformations- und Navigationssysteme sowie ein verbessertes Störfallmanagement – keine räumlich konzentrierten Wirkungen, sondern direkt (Telematik) oder indirekt (Störfallmanagement) flächendeckende Wirkungen. Beide Maßnahmen zielen somit eher auf Ausnahmesituationen als auf die normalwerttägliche Spitzenstunde ab.

Das verbesserte Störfallmanagement geht von einer Umsetzung einer ganzen Reihe an Verbesserungen organisatorischer und betrieblicher Art (Havariendienste, automatische Unfall- und Panneninformation usw.) und einer Verkürzungen der eigentlichen Störungsdauer aus. Es bewirkt eine Reduktion der Zeitverluste durch Staus. Die Dauer des Staus und damit die Größe des Zeitverlustes ist in erster Linie ein Ergebnis aus der Zuflussverkehrsmenge, der Kapazitätsbeeinträchtigung durch die Störung und der Dauer der Störung.

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass bei einer in der Literatur als plausibel eingeschätzten Reduktion der Störungsdauer um ca. 15 Prozent die Summe der Zeitverluste in der morgendlichen Spitzenstunde um ca. 26 Prozent (Südnetz) bzw. ca. 29 Prozent (Ostnetz) reduziert werden kann. Die der Untersuchung zu Grunde liegenden Störungen sind zufällige Ereignisse, die aus 12 realen Beobachtungstagen abgeleitet wurden.

Die hier untersuchte Telematik-Anwendung als System individueller Verkehrsbeeinflussung entfaltet ihre Stärke ebenfalls in Ausnahmesituationen. Während der normalwerttäglichen Spitzenstunde liegen die Reduktionen der Verkehrsbeteiligungsdauern bei einem Anwachsen des Ausrüstungs- und Befolungsgrades von 20 Prozent auf 80 Prozent im Maximum bei 3,2 Prozent (Südnetz) bzw. 4,6 Prozent (Ostnetz). Die größten Vorteile dieser Telematik-Dienste sind im Störfall jedoch in einer frühzeitigen Empfehlung zugunsten einer der Situation optimal angepassten Route zu sehen. Vergleichende Rechnungen haben durch eine verbesserte Routenempfehlung (im Vergleich zum Verharren im Stau bzw. der Verwendung der statischen Umleitungsempfehlung) Verringerungen der Verkehrsbeteiligungsdauern von bis zu 20 Prozent ergeben. Bei größeren Störungen und weiträumigen Alternativrouten kann dieser Wert sogar noch übertroffen werden.

### > Folgerungen

Bei allen untersuchten Maßnahmen konnten somit positive verkehrliche Wirkungen identifiziert werden. Im Falle der Einrichtungs freigabe werden diese geringen positiven Wirkungen aber durch große Probleme in anderen Bereichen überlagert. Neben den notwendigen baulichen und organisatorischen Maßnahmen treten deutlich negative Effekte in den Bereichen Sicherheit und Umwelt im nachrangigen Netz auf.

Die anderen vier untersuchten Beispiele zeigen, dass auch mit geringerem finanziellen Aufwand Maßnahmen veranlasst werden können, die in einem gewissen Rahmen eine kapazitätssteigernde Wirkung erzielen. Die durch acatech initiierte Studie dokumentiert deshalb erstmals modellgestützt die Bandbreiten der möglichen Wirkungen und liefert damit einen fundierten Beitrag zu Fragen eines optimierten Netzbetriebs bei geringen Investitionsbudgets.

## 4.2 ENTWICKLUNG DES SCHIENENVERKEHRS

Analog zur Verkehrsentwicklung auf der Straße ist das Anwachsen des Personen- und Güterverkehrs auf der Schiene an verschiedene Annahmen gekoppelt, so auch die Realisierung der im BVWP vorgesehenen Maßnahmen. Für den Bereich der Schiene wurde mit der Bilanz 2010 deshalb eine Zwischenmarke eingeführt, die alle bis zum Jahr 2010 zu realisierenden Maßnahmen berücksichtigt und von den Bauvorhaben bis zum Jahr 2020 abgrenzt. Entsprechende Bauvorhaben sind ein Kriterium für die Berechnung des Verkehrsaufkommens und finden daher an dieser Stelle noch einmal Beachtung.

Zur Berücksichtigung der Verkehre auf parallel wirkenden Verkehrssystemen wurden Straßen, Wasserstraßen und Luftverkehr einbezogen.

Im Ergebnis lässt sich konstatieren, dass Personen- und Güterverkehr auch auf der Schiene steigen, und zwar um 22,5 Prozent bzw. um 55 Prozent hinsichtlich der Verkehrsleistung. Die Zuwächse im Güterverkehr sind damit wie beim Straßengüterverkehr deutlich höher als im Personenverkehr.

#### 4.2.1 INFRASTRUKTURMASSNAHMEN BIS 2020

Die nachfolgende Tabelle und Grafik geben zunächst eine Übersicht über die bis 2010 realisierbaren Maßnahmen. Hierbei werden nur solche Maßnahmen berücksichtigt, die bereits im Bau befindlich sind oder zu denen es eine Finanzierungsvereinbarung gibt.

Unter diesen Prämissen können bis 2010 insgesamt 9 Ausbaumaßnahmen und zwei Neubaumaßnahmen realisiert werden. Alle übrigen Maßnahmen des vordringlichen Bedarfs im BVWP sowie einige bereits im Bezugsfall des BVWP 2003 unterstellte Maßnahmen (z. B. die Strecke Nürnberg-Erfurt-Leipzig, Stuttgart 21/Strecke Wendlingen-Ulm) sind hierin nicht enthalten und müssen gemäß der Prämisse im Zeitraum 2010 bis 2020 gebaut werden.

AUSBAUVORHABEN BIS 2010		EFFEKTE	
		Fahrzeit	Kapazität
1	Stelle - Lüneburg	•	+
2	Berlin - Stralsund	+	•
3	Augsburg - Mering	•	+
4	Hannover - Lehrte	+	•
5	Berlin - Halle - Leipzig	+	•
6	Leipzig - Riesa - Dresden	+	•
7	Saarbrücken - Kaiserslautern	•	-
8	Knoten Berlin (Nord-Süd-Tunnel/ Pilzkonzept/Anhalter Bahn)	+	+
9	Gelnhausen - Hailer - Meerholz	•	+
NEUBAUVORHABEN BIS 2010		EFFEKTE	
		Fahrzeit	Kapazität
1	Buggingen - Basel (Katzenbergtunnel)	+	+
2	Nürnberg - Ingolstadt - München	++	++

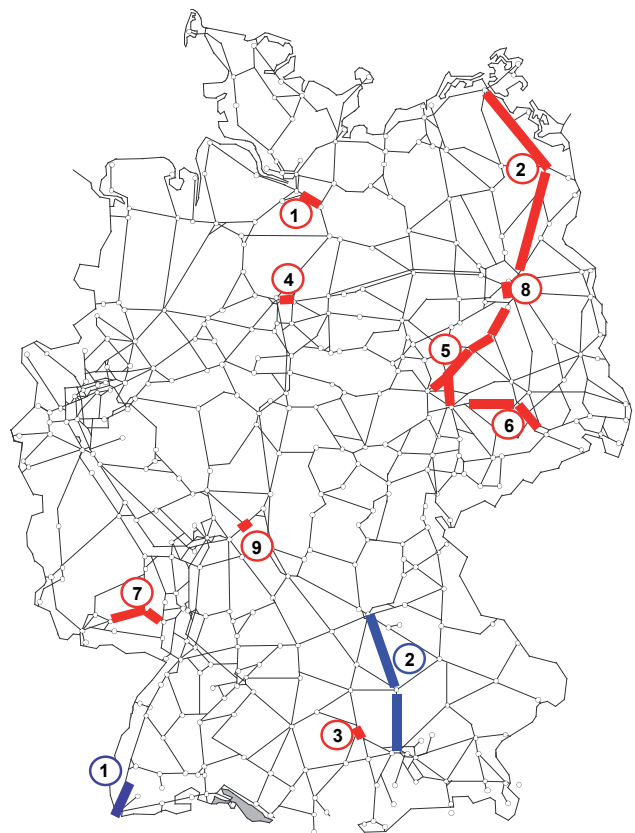


Abb. 22: Aus- und Neubauprojekte (rot bzw. blau) bis 2010.

AUSBAUMASSNAHMEN 2010 - 2020			
		Fahrzeit	Kapazität
1	Hamburg - Lübeck	+	+
2	Neumünster - Bad Oldesloe	+	•
3	Oldenburg - Wilhelmshaven	•	•
4	Langwedel - Uelzen	•	•
5	Rotenburg - Minden	•	+
6	Uelzen - Stendal	•	+
7	Hannover - Berlin	•	+
8	Amsterdam - Oberhausen	+	+
9	Hagen - Gießen	+	•
10	Hoyerswerda - Horka	•	+
11	Augsburg - München	•	+
12	Karlsruhe - Basel	+	+
13	Nürnberg - Reichenbach	•	•
14	Luxemburg - Koblenz	•	+
15	Berlin - Dresden	+	•
16	NL-Grenze - Mönchengladbach	•	+
17	München - Mühldorf - Salzburg	+	+
18	Münster - Lingen	•	+
19	Ulm - Neuoffingen	+	•
20	Berlin - Görlitz	+	+
21	Hamburg - Elmshorn	•	+
22	Saarbrücken - Kaiserslautern	+	•
NEUBAUMASSNAHMEN 2010 - 2020			
		Fahrzeit	Kapazität
1	Hanau - Fulda - Bebra - Erfurt	+	++
2	Wunstorf - Minden	+	++
3	Rhein/Main - Rhein/Neckar (Riedbahn)	+	++
4	Hannover - Hamburg/Bremen (Y-Trasse)	+	++
5	Stuttgart/Ulm 21	++	+
6	Nürnberg - Erfurt - Leipzig (8.1 - 8.2)	++	+

In der nebenstehenden Tabelle und der zugehörigen Grafik sind weiterhin 22 Ausbaumaßnahmen und sechs Neubaumaßnahmen mit ihren verkehrlichen Wirkungen hinsichtlich der Fahrzeit bzw. Kapazität aufgeführt, die als Bestandteil des Verkehrsszenarios 2020 angenommen werden.

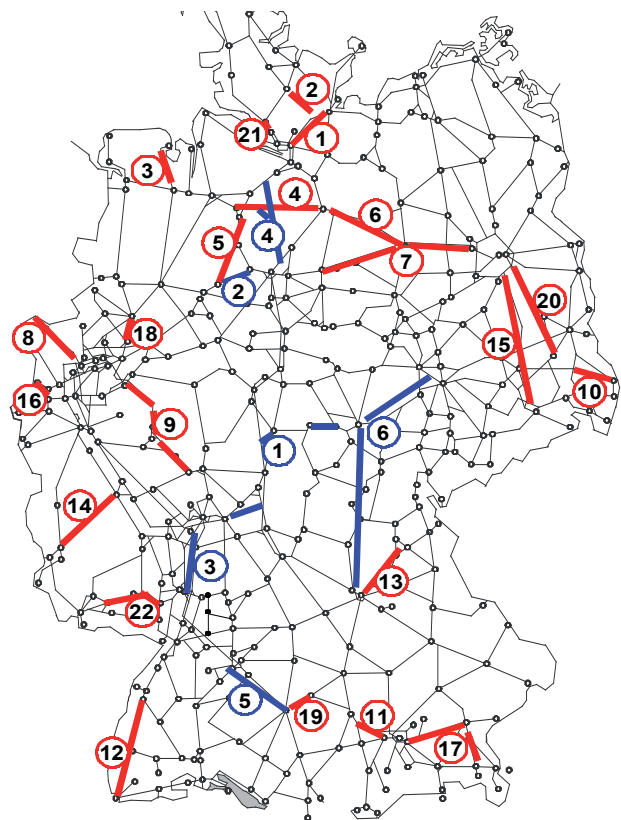


Abb. 23: Zusätzliche Ausbaumaßnahmen (rot) bzw. Neubaumaßnahmen (blau) und ihre Wirkungen.

4.2.2 ANGEBOTSKONZEPT PERSONENVERKEHR 2020

Während der Schienengüterverkehr in erster Linie von Maßnahmen profitiert, welche die Kapazitäten erweitern, reagiert der Personenverkehr besonders auf Fahrzeitverbesserungen. Dementsprechend ist das Angebotskonzept im acatech Verkehrssze-

nario 2020 für den Personenverkehr geprägt durch das Bündel neuer Hochgeschwindigkeitsstrecken. Die Anpassungen sind im Einzelnen der nachstehenden Tabelle mit der beigefügten Grafik zu entnehmen, aus denen ersichtlich wird, wie viele Züge gegenüber heute mehr unterwegs sein werden, wenn die Infrastrukturvorgaben erfüllt werden.

FERNVERKEHR (FV)	
●	Beschleunigung/Ausweitung des Angebots Hamburg – Berlin – München via ABS HH-B NBS 8.1/8.2 und NBS Nürnberg – Ingolstadt
●	Führung sämtlicher Linien Frankfurt – Fulda via NBS Mottgers. Ausweitung/Beschleunigung der Linie Berlin – Erfurt – Frankfurt via NBS 8.2 und NBS Mottgers/ Niederaula
●	Hamburg/Bremen – Hannover via NBS Y. Ausdünnen der Achse Hamburg – Bremen – Ruhrgebiet. Hannover – Lüneburg – Hamburg weiterhin Bedienung mit IC
●	Erweiterung/Beschleunigung des Angebots Ruhrgebiet – München – über NBS Ried und NBS S21/Wendlingen – Ulm
NAHVERKEHR (NV)	
●	Fahrplan 2004 mit absehbaren Änderungen 2007, vorbehaltlich Revision; Regionalisierungsgesetz
●	Beschleunigung RE via ABS Luxemburg – Trier – Koblenz – Mainz
●	Führung/Beschleunigung der RE-Linien über NBS S21/Wendlingen – Ulm
●	Verdichtung des NV-Angebots im Bereich der ABS München-Mühlendorf – Freilassing, ABS Berlin – Görlitz sowie ABS Kiel – Lübeck

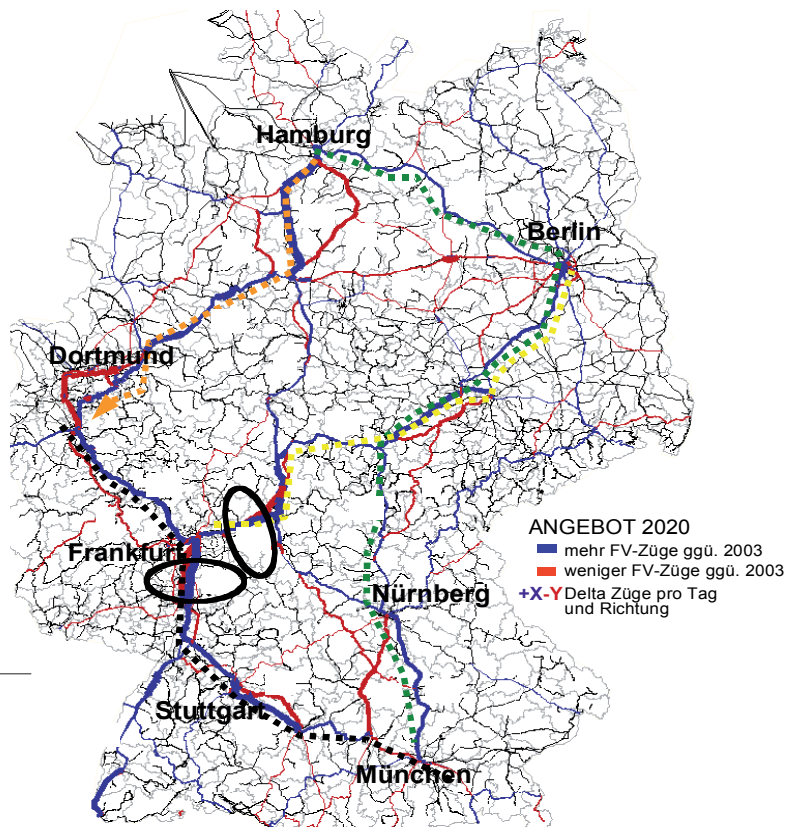


Abb. 24: Anpassungen der Angebote im Personenverkehr auf Aus- und Neubaustrecken (ABS, NBS). Übersicht und Grafik.

### 4.2.3 PRODUKTIONSSTRUKTUR GÜTERVERKEHR

Seit Beginn der Bundesverkehrswegeplanung wurde die Struktur der Anlagen des deutschen Schienennetzes kontinuierlich weiterentwickelt. Heute existiert ein Netz, das von dem im Bundesverkehrswegeplan unterstellten abweicht. So produziert die Bahn-Betreibergesellschaft Railion beispielsweise auf 11 Rangierbahnhöfen (Rbf), knapp 85 Knotenbahnhöfen (Kbf) und rund 75 Umschlagbahnhöfen (Ubf). Im BVWP waren es hingegen 17 Rangierbahnhöfe, 225 Knotenbahnhöfe und keine Umschlagbahnhöfe, da der kombinierte Ladungsverkehr (KLV) produktionsell im BVWP nicht gesondert berücksichtigt wurde. Abbildung 25 zeigt die unterstellte Struktur.

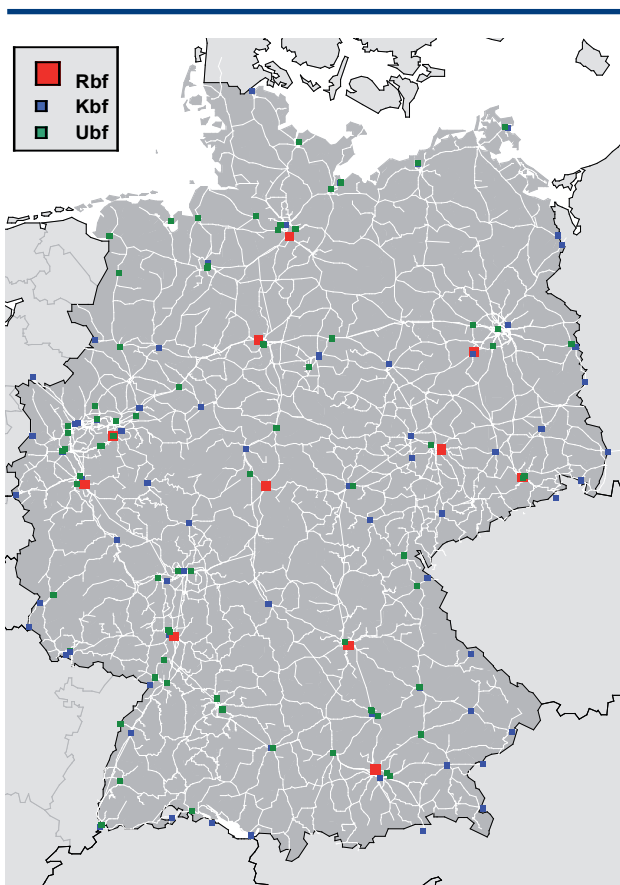


Abb. 25: Unterstellte Anlagenstruktur bis 2020.

Das bedeutet, dass in der ursprünglichen Bundesverkehrswegeplanung weitaus mehr Kristallisationskerne des Verkehrs wie Rangierbahnhöfe vorausgesagt wurden als im acatech Verkehrsszenario 2020. Wie in der Luftfahrt hat die Hub-Struktur jedoch auch im Schienenverkehr zugenommen. Die Bahn konzentriert die Verkehre somit und koordiniert sie zum Zwecke einer Effizienzsteigerung über weniger Bahnhöfe.

### 4.2.4 PROGNOSE PERSONENVERKEHR

Der Schienenverkehr wird dynamisch wachsen, obgleich die verkehrspolitisch motivierten Prognosewerte des Integrationsszenarios im BVWP nicht erreicht werden. Die Gründe dafür liegen in erster Linie in den unterschiedlichen Preisprämissen. Die Dynamik des Personenverkehrs resultiert dabei nicht zuletzt aus den umfangreichen Neubaumaßnahmen, die zum Teil erhebliche Reisezeitverbesserungen für den Schienenverkehr bedeuten.

Im Ergebnis wird im acatech Verkehrsszenario 2020 insgesamt eine Verkehrsleistung von 87 Mrd. Personenkilometern (Pkm) prognostiziert. Das sind gut 10 Mrd. Pkm. weniger als im Integrationsszenario. Im Vergleich zum Analysejahr 2002 steigt die Verkehrsleistung dennoch erheblich um 16 Mrd. Pkm. (22,5 Prozent). Das gegenüber dem BVWP stärkere Wachstum des Nahverkehrs ist auf ein verbessertes Angebot im schnellen Regionalverkehr sowie auf die damit korrespondierende neue Ausrichtung des Fernverkehrs, beispielsweise durch den Wegfall des InterRegio, zurückzuführen.

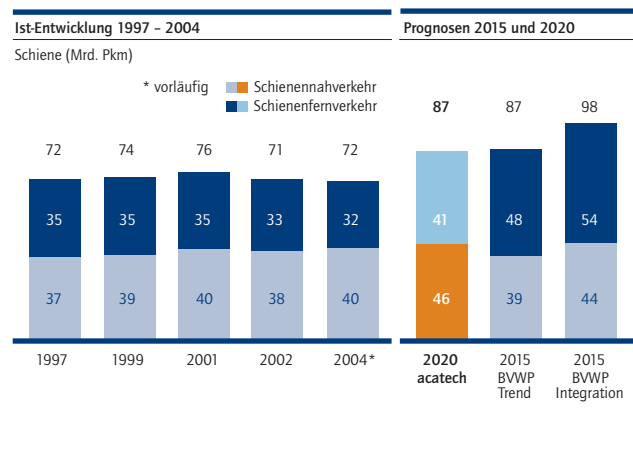


Abb. 26: Entwicklung von Personennah- und -fernverkehr auf der Schiene. Das Szenario „Trend“ unterscheidet sich vom Szenario „Integration“, das dem BVWP zu Grunde liegt, durch den Ausschluss verkehrssteuernder politischer Maßnahmen.

In der Analyse zeigt sich, dass hohe Verkehrsbelastungen von über 15.000 Personen am Tag nur in den alten Bundesländern anzutreffen sind. Dies ist nicht zuletzt ein Spiegelbild der bereits angesprochenen heterogenen sozioökonomischen Entwicklung zwischen den Regionen. Neben der bereits realisierten Neubaustrecke Köln-Rhein/Main weist die Neubaustrecke Frankfurt-Mannheim (neue Ried-Bahn) hierbei den höchsten Zuwachs auf. Gefolgt wird sie von S21/NBS Wendlingen-Ulm, der Y-Trasse (Hannover-Hamburg) und aufgrund der Bündelungswirkung der Neubaustrecke Erfurt-Leipzig. Abbildung 27 und 28 geben die Nachfragesituation 2020 sowie die Zuwächse in der Nachfrage gegenüber 2002 wieder.

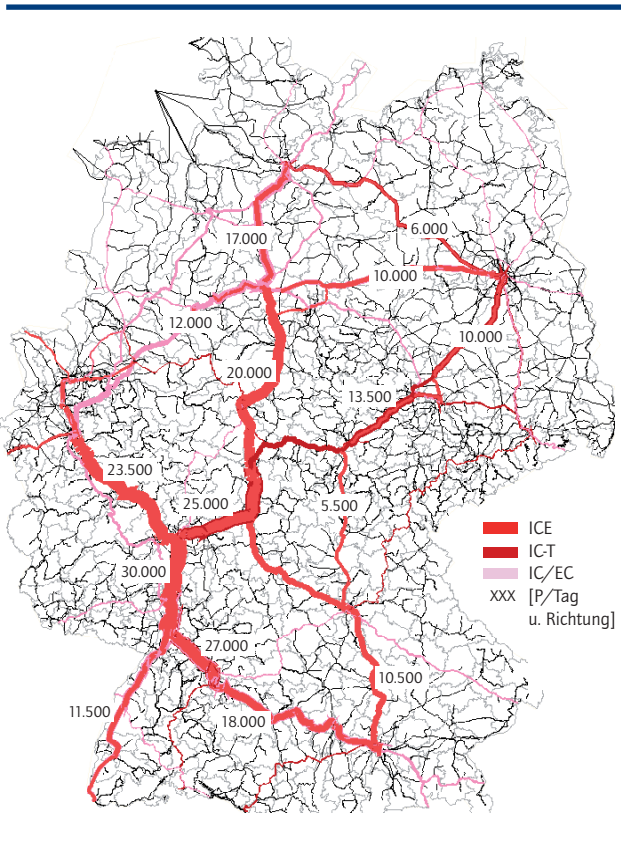


Abb. 27: Nachfrage im Schienenpersonenfernverkehr bis 2020.

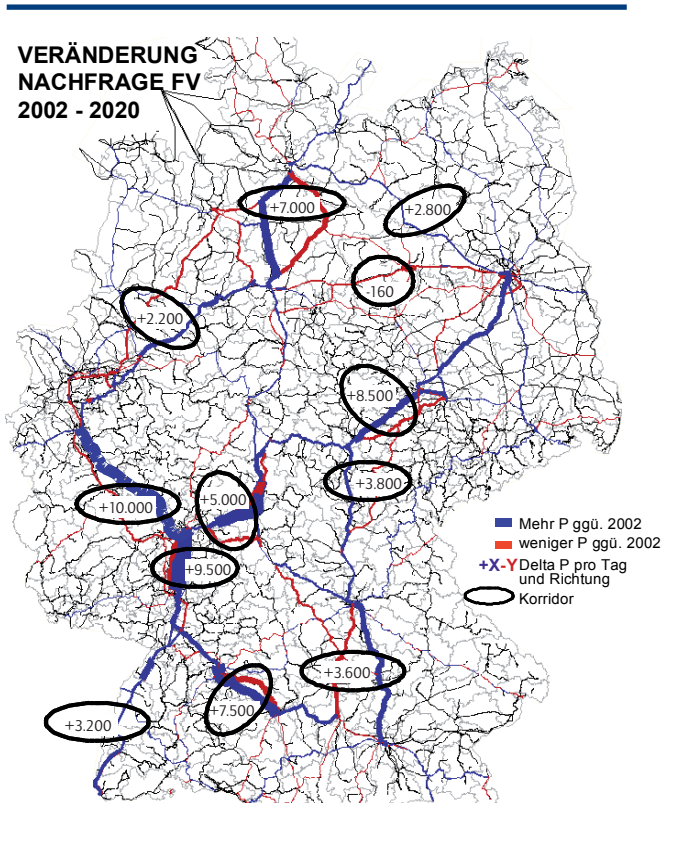


Abb. 28: Veränderung der Nachfrage zwischen 2002 und 2020 im Schienenpersonenfernverkehr (FV).

#### 4.2.5 PROGNOSE GÜTERVERKEHR

Unter den Prämissen des acatech Verkehrsszenarios 2020 wird sich der Schienengüterverkehr dynamischer als der Personenverkehr entwickeln. Er erreicht allerdings nicht das im Integrations-szenario des Bundesverkehrswegeplans unterstellte Niveau. Die acatech Prognose ergibt ein Potenzial für die Güterverkehrsleistung von 125 Mrd. Tonnenkilometern (tkm.) und liegt damit um ca. 20 Mrd. tkm unter den für den BVWP prognostizierten 146 Mrd. tkm., wie in Abbildung 29 zu sehen ist. Die tatsächlich fahrbare Leistung im acatech Verkehrsszenario 2020 liegt bei 118 Mrd. tkm.

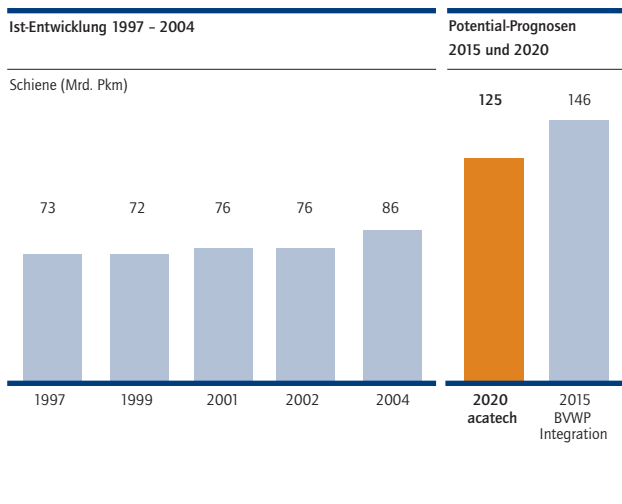


Abb. 29: Leistungszuwächse des Verkehrs auf der Schiene.

Der Leistungszuwachs der Schiene ist stark von den wachsenden Grenzverkehren infolge des europäischen und des Welthandelswachstums getrieben. Außerdem wirken sich die modal relevanten Prämissen zugunsten der Schiene aus, wenngleich nicht so stark wie im BVWP ursprünglich angenommen.

Insgesamt erreicht der Schienengüterverkehr ein deutliches Wachstum von 55 Prozent gegenüber 2002. Dabei wächst der internationale Verkehr überdurchschnittlich um 63 Prozent, während der Binnenverkehr mit 42 Prozent vergleichsweise moderat zulegt.

#### 4.2.6 SCHIENENVERKEHRSLEISTUNG UND AUSLASTUNG DER SCHIENENINFRASTRUKTUR

Für das Prognosejahr 2020 sieht das acatech Verkehrsszenario einen Anstieg der Netz-Betriebsleistung um knapp 40 Prozent auf dann 489 Mio. Trassenkilometer vor. Personenfern- und Güterverkehr werden hierbei zusammen gerechnet. Im Jahr 2002 wurden in diesem Segment auf dem bundesdeutschen Schienennetz noch rund 351 Mio. Trassenkilometer erbracht. Damit kann die Schienenverkehrsleistung um 138 Mio. Trassenkilometer gegenüber 2002 gesteigert werden.

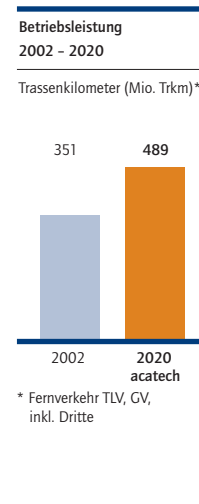


Abb. 30: Anstieg der Netzbetriebsleistung zwischen 2002 und 2020 unter Einbeziehung des Tageslinienverkehrs (TLV) und Güterverkehrs (GV).

Nicht anders als beim Personen- und Güterverkehr auf der Straße, ist auch bei der Schienenverkehrsleistung ein deutliches Gefälle zwischen den Regionen zu konstatieren. So werden beispielsweise auf dem Korridor Hannover-Hamburg im Jahr 2020 fast 300 Züge täglich mehr fahren als im Jahr 2002. Die Ursache für diesen rasanten Anstieg ist zum einen in einer deutlichen Steigerung der Fernverkehrsgeschwindigkeit zu sehen, im konkreten Fall des Korridors Hannover-Hamburg zum anderen in der erwarteten Steigerung des Umschlagvolumens des Hamburger Hafens.



Ebenfalls dynamisch anwachsen wird der Verkehr zwischen Frankfurt und Mannheim, um ein zweites Beispiel zu wählen. Im Gegensatz zu den 700 Zügen, die heute hier täglich fahren, werden im Jahr 2020 weit über 1000 Züge diesen Korridor Tag für Tag passieren. Im Bereich der NEAT-Zulaufstrecken werden die Verkehre um etwa 100 Züge zunehmen. Weitere starke Zunahmen sind zwischen Frankfurt und Fulda und im Bereich des Rbf Seelze zu erwarten. Alle Werte verstehen sich als Anzahl von Zügen des Personenfern- und Güterverkehrs.

Die nachstehende Belastungsdarstellung verdeutlicht die Hauptverkehrsachsen des Schienenverkehrs in Deutschland im Jahr 2020. Alle Hauptstränge liegen dabei ebenfalls in den alten Bundesländern.

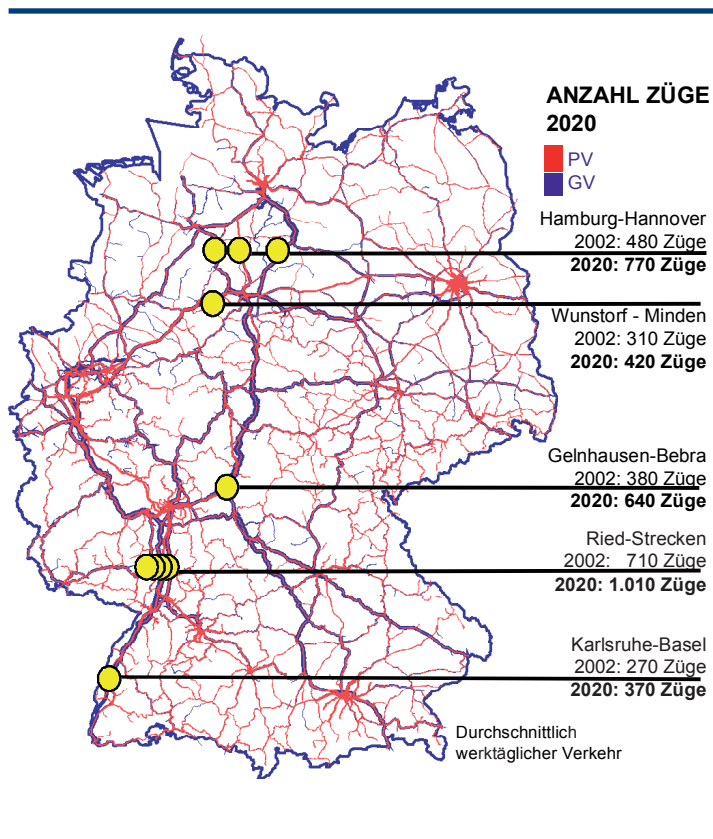


Abb. 31: Hauptverkehrsachsen im Schienenfernverkehr und die Anzahl der zu erwartenden Züge im Personenfern- und Güterverkehr.

In Abbildung 31 ist zu erkennen, dass entlang der Nord-Süd-Achse zwischen dem Raum Hamburg-Hannover und der Strecke Karlsruhe-Basel deutliche Zuwächse prognostiziert werden. Dass die geplanten Neubaumaßnahmen dennoch teilweise unzureichend sind, wird jedoch erst anhand von Abbildung 32 sichtbar. Die Analyse der Auslastung der Schieneninfrastruktur zeigt, dass die Neubaumaßnahmen zwar eine partielle Entlastung bringen, dass im Jahr 2020 aufgrund des Verkehrswachstums die Engpasssituation im Nordwesten gegenüber heute jedoch noch zunehmen wird. Die Engpässe zwischen Hamburg und Hannover sind durch das starke Wachstum bei den Seehafenhinterlandverkehren bedingt. Weitere Engpässe sind z. B. zwischen Frankfurt und Gießen ersichtlich.

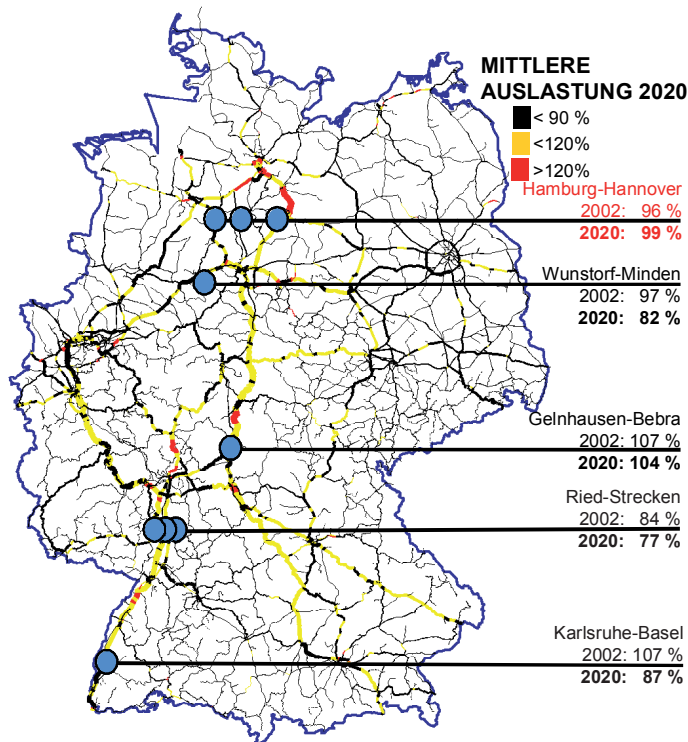


Abb. 32: Auslastung im Schienenverkehr 2020. Selbst in den Fällen einer Entlastungs-minderung infolge des Ausbaus sind die Belastungen oft noch in kritischer Höhe.

#### 4.2.7 PROGNOSEFALL 2010

Die Annahme, dass bis 2020 sämtliche Schieneninfrastrukturmaßnahmen des vordringlichen Bedarfs umgesetzt sein werden, ist vor dem Hintergrund der gegenwärtigen wirtschaftlichen Entwicklung, der mittelfristigen Haushaltslage und der derzeitigen Finanzierungslinie des Bundes nicht sehr wahrscheinlich. In einer gesonderten Analyse hat acatech neben dem regulären Szenario 2020 deshalb die Infrastruktursituation unter der Maßgabe untersucht, dass die Infrastrukturmittel des Bundes auf heutigem Niveau bleiben und nur noch punktuelle Verbesserungen möglich sind. Für diesen Prognosefall 2010 würden sich die bereits bestehenden Infrastrukturengpässe im Schienennetz weiter verschärfen. Die größten Engpässe träten dabei in den nachstehend aufgeführten Korridoren auf: Hamburg-Uelzen, Hamburg-Rotenburg, Wunstorf-Minden, Bebra-Fulda-Frankfurt, Karlsruhe-Basel, Frankfurt-Mannheim.

Wie die Auslastungsgrafik 33 zeigt, kann in einem solchen Fall keine befriedigende Betriebsqualität der Bahn mehr sichergestellt werden. Massive Qualitätseinbußen und Verspätungen wären die Folge und zögen aufgrund der permanenten Überlastung der Infrastruktur über kurz oder lang Nachfrageeinbußen nach sich. Die Schiene könnte daher nicht mehr die Mengen an Verkehr aufnehmen, die für die Gewährleistung einer Gesamtverkehrsmobilität erforderlich sind. Sollte es darüber hinaus ebenfalls zu Engpässen im Straßennetz kommen, wären signifikante negative Auswirkungen auf die ökonomische Entwicklung Deutschlands unausweichlich.

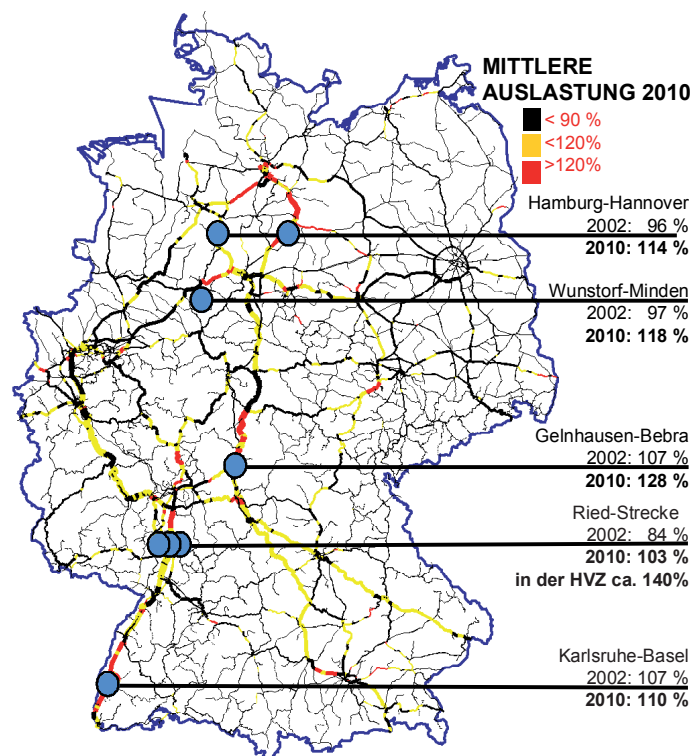


Abb. 33: Auslastung im Schienenverkehr 2010.

## 5 FAZIT DER SZENARIOBETRACHTUNG

Das acatech Verkehrsszenario 2020 dokumentiert, dass der Straßenverkehr in den nächsten Jahren weiter ansteigen wird. Entscheidender als die durchschnittlichen Zuwächse von 20 Prozent bzw. 34 Prozent im Pkw- bzw. Güterverkehr auf der Straße von 2002 bis 2020 sind dabei die erheblichen regionalen Unterschiede beim Verkehrsaufkommen. Trotz des Ausbaus der Straßeninfrastruktur und der Annahme eines guten Erhaltungszustandes nimmt die Verkehrsqualität durch Überlastung vor allem in den Ballungs- und Wachstumsräumen ab bzw. stagniert auf niedriger Stufe. Dem stehen deutliche Rückgänge des Verkehrs in einigen wirtschaftlich schwächeren Regionen gegenüber. Von der Verkehrszunahme sind insbesondere die Bereiche des Großen C sowie Berlin mit dem Speckgürtel betroffen, in denen es auch zukünftig zu Verkehrsengpässen kommen wird.

In der Vergangenheit musste der Pkw-Verkehr mehr als die neunfache und der Straßengüterverkehr mehr als die vierfache Verkehrsleistung der Schiene erbringen. Daran ändert sich im Prognosezeitraum bis 2020 nichts Wesentliches, so dass die Straße auch zukünftig die Hauptlast der Zuwächse trägt. Dennoch sind die Zuwachsraten bei der Bahn mit 22,5 Prozent beim Personenverkehr und 55 Prozent beim Güterverkehr gemessen am umfangreichen Streckenausbau bemerkenswert.

Auch beim Schienenverkehr ist eine heterogene Auslastung des Netzes zu konstatieren, wobei die Überlastungen vor allem auf der Nord-Süd-Achse zwischen Hamburg und Hannover bzw. Karlsruhe und Basel auftreten. Diese Entwicklung zeigt sich bei einer Beschränkung der Infrastrukturmittel auf heutiges Niveau bereits im Jahr 2010 in einem verschärften Ausmaß. Folglich ist abzusehen, dass es regional selbst mit den Investitionen des Bundesverkehrswegeplans 2003 nicht erst im Jahr 2020, sondern bereits deutlich früher mit hoher Wahrscheinlichkeit zu Überlastungen kommen wird. Parallel zur Straße gibt es demgegenüber auch im Schienenverkehr Entlastungen in strukturschwachen Gebieten.



## 6 acatech EMPFEHLUNGEN ZUR VERBESSERUNG DER VERKEHRSSITUATION

Als Antwort auf das Verkehrsszenario 2020 stellt acatech in diesem Kapitel fünf Lösungsansätze vor, mit denen der Zustand der Infrastruktur verbessert und der Fahrbetrieb effizienter gestaltet werden kann. Die Empfehlungen sind dabei nach Straße und Schiene unterteilt.

Bei den Schwerpunkten zur Straße handelt es sich zum einen um die Erhaltungsmaßnahmen, die Engpassbeseitigung, das Verkehrsmanagement und die Fahrzeugtechnik. Zum anderen werden zwei Modelle zur Finanzierung der Bundesfernstraßen diskutiert. Anschließend wird der Finanzierung des Bahnbetriebs und der Harmonisierung der Rahmenbedingungen für den europaweiten Schienenverkehr jeweils ein Empfehlungsschwerpunkt gewidmet.

### 6.1 ERHALTUNGSMASSNAHMEN UND ENGPASSBESEITIGUNG BEI DER STRASSE

Im Zentrum des ersten Empfehlungsschwerpunkts stehen ausgewählte Aspekte infrastruktureller Maßnahmen für die Bundesfernstraßen. Die Ergebnisse des acatech Verkehrsszenarios 2020 bilden hierbei den Hintergrund.

#### 6.1.1 KONTEXT

Unter Engpässen versteht man in der verkehrlichen Infrastruktur gemeinhin mangelnde Kapazitäten, die sich in drei Kategorien unterteilen lassen:

- Eine Region verfügt über keinen leistungsfähigen Anschluss an überregionale Straßennetze. Dieser kann nur durch einen entsprechenden Neubau hergestellt werden. Ein solcher Neubau kann auch im Ausbau einer Bundesstraße zu einer Autobahn bestehen.
- Ein Korridor ist mit einer Straßeninfrastruktur ausgestattet, deren Kapazität nicht mehr ausreichend ist. In diesem Fall ist ein Ausbau bestehender Verkehrswege vorzusehen.
- Ein Korridor ist mit einer Straßeninfrastruktur ausgestattet, deren Erhaltungszustand die theoretisch mögliche Kapazität deutlich herabsetzt. In diesem Fall sind entsprechende Erhaltungsmaßnahmen durchzuführen.

#### 6.1.2 ZIELE UND MASSNAHMEN

##### A Engpassbeseitigung durch Neu- und Ausbau

Eine mangelnde straßenseitige Erschließung von Regionen stellt heute in Deutschland kein flächendeckendes Problem mehr dar. Vielmehr ergeben sich in einzelnen Korridoren und Teilräumen Überlastungssituationen, zum Beispiel durch starke Pendler- und Freizeitverkehre in wachsenden Ballungsräumen.

Die Berechnungen zum acatech Verkehrsszenario 2020 haben deutlich gemacht, dass sich trotz der Umsetzung aller Maßnahmen des vordringlichen Bedarfs für das so genannte Große C sowie für den Speckgürtel um Berlin auch weiterhin Engpässe einstellen werden. Besonders betroffen sind somit Metropolregionen, in deren Umfeld sich regionale und überregionale oder sogar internationale Verkehrsströme überschneiden. Bei der Interpretation der Szenarioergebnisse ist zu berücksichtigen, dass für alle Straßen angenommen wurde, dass sie sich in einem guten Zustand befinden.

Beide Prämissen – die Durchführung der Erhaltungsmaßnahmen im notwendigen Umfang sowie die vollständige Realisierung des vordringlichen Bedarfs – können aber durch finanzielle Engpässe der öffentlichen Haushalte gefährdet werden. Um die vorhandenen Mittel deshalb möglichst effizient einzusetzen, spricht sich acatech für folgende Maßnahmen aus:

- Zügige Umsetzung des vordringlichen Bedarfs des Bundesverkehrswegeplans 2003 mit weiterer aktualisierter Überprüfung der Einzelmaßnahmen.
- Prioritätensetzung beim weiteren Ausbau der Bundesfernstraßen entsprechend der Höhe des Verkehrsaufkommens.
- Ausbau kosteneffizienter Systeme des öffentlichen Nahverkehrs in Ballungsgebieten.

## B Engpassbeseitigung durch Maßnahmen der Erhaltungsplanung

Mit der Erstellung einer verkehrlichen Infrastruktur werden jeweils Folgekosten eingegangen, die sich aus der Erhaltung und dem Unterhalt zusammensetzen. Diese bestehen aus der baulichen Unterhaltung (Instandhaltung), welche insbesondere örtlich-punktuellen oder kleinflächigen Maßnahmen betrifft, der Instandsetzung (großflächige Maßnahmen) und der Erneuerung. Der betriebliche Unterhalt berücksichtigt darüber hinaus die Arbeiten zur Aufrechterhaltung der Betriebsbereitschaft wie Reinigungs-, Kontroll-, Pflegearbeiten und den Winterdienst.

Erhaltungsmaßnahmen sind Investitionen in die Verkehrsinfrastruktur, die zwar keine neuen Kapazitäten bereitstellen, welche die Nutzung aber deutlich verbessern können. Ausbleibende Maßnahmen gefährden die Funktionstüchtigkeit des Bestandsnetzes und können Geschwindigkeitsbegrenzungen oder, beispielsweise bei Brückenbauwerken, Gewichtsbegrenzungen oder gar Sperren auslösen, die zu Verkehrsstörungen führen.

Die Erhaltungsinvestitionen beanspruchen zunehmend die Etats von Bund und Ländern. So sieht der Bundesverkehrswegeplan 2003 insgesamt 82,7 Mrd. Euro bis zum Jahr 2015 für die Erhaltung der Bestandsnetze der Schienenwege des Bundes, der Bundesfernstraßen und der Bundeswasserstraßen vor. Der Anteil der Erhaltungsinvestitionen beträgt 56 Prozent des Investitionsvolumens für die Verkehrsinfrastruktur.

Trotz der bisher geleisteten Infrastrukturarbeiten ist zu konstatieren, dass die Erhaltungsmaßnahmen in den letzten Jahren nicht in dem erforderlichen Maße durchgeführt wurden. Herrschende Praxis war vielmehr, sogar Mittel der Erhaltungsinvestitionen für Neubauten umzuwidmen. Hinzu kamen Sondereffekte, beispielsweise, dass die Spannbetonbrücken der ersten Generation aus den 1970er Jahren entgegen optimistischerer Erwartung bereits heute das Ende ihrer Nutzungsdauer erreicht haben und zu außerplanmäßigen Erneuerungsinvestitionen führen.

– Der Nachholbedarf bei den Erhaltungsmaßnahmen ist daher beschleunigt abzarbeiten, da Schäden an Straßenbefestigungen und Brückenbauwerken bei späterer Behebung überproportional höhere Kosten verursachen können als bei einem rechtzeitigen Eingreifen.

– Aus diesem Grund ist schnellstmöglich der Wiedereinstieg in ein planmäßiges Wert- und Qualitätsmanagement zu finden. Dabei ist in Kauf zu nehmen, dass entsprechende Erhaltungsmaßnahmen zwischenzeitlich zu einer erhöhten Anzahl von Baustellen und somit zu einer Reduktion der verfügbaren Kapazitäten führen.

Neu- und Ausbaumaßnahmen auf der einen Seite sowie Erhaltungsmaßnahmen auf der anderen sind heute noch getrennte Haushaltstitel im Bundeshaushalt. Dies bedeutet, dass die Investitionsmittel für die Straßeninfrastrukturen aufgrund von Erhaltungsbedarfsprognosen am Anfang des Haushaltsjahres auf Neu- und Ausbau und Erhaltung aufgeteilt werden müssen.

Hierbei ist zu beachten, dass es für Neu- und Ausbauten mit der Methodik der Bundesverkehrswegeplanung ein etabliertes Verfahren für die Reihung nach einem volkswirtschaftlichen Kosten- und Nutzen-Quotienten gibt. Im Bereich der Erhaltungsplanung, für Maßnahmen an Brücken wie an Straßenbefestigungen, existiert ein solches Verfahren der Prioritätensetzung bislang noch nicht.

Es hat sich gezeigt, dass die Erhaltungsplanung aufgrund der verschiedenen Anlagenteile der Straßenbefestigungen und der Vielzahl der Bauteilgruppen bei Brückenbauwerken, die allesamt eine unterschiedliche Lebensdauer und Schädigungsverläufe aufweisen, auf extrem komplizierte mathematische Modelle zu ihrer Optimierung führen, die derzeit nicht vollständig aufgearbeitet sind.

Dennoch gibt es effiziente ‚makroskopische‘ Programme, die mit Hilfe von Verhaltensfunktionen für die Anlagenteile, standardisierten Kostenkalkulationen, Vorgaben von jährlichen Budgets oder Vorgaben zu Qualitätszielen der Erhaltung sinnvolle Aussagen zum Erhaltungsmanagement für Straßenbefestigungen und Brückenbauwerke erlauben. Diese Verfahren setzen eine Zustandserfassung von Straßen und Brückenbauwerken und deren Vorhaltung in entsprechenden Datenbanken für das gesamte klassifizierte Straßennetz in Deutschland voraus.

Abbildung 34 zeigt das Ergebnis einer Simulation zur Abschätzung künftiger Erhaltungsaufwendungen bei einem Kollektiv von ca. 2.500 Brücken. Die Darstellung macht deutlich, dass infolge der nicht linear über die Jahre verteilten Bautätigkeit im Brückenbereich, mit einer besonderen Spitze in der Nachkriegszeit, jetzt auch die Erhaltungsaufwendungen von Jahr zu Jahr in vollständig unterschiedlichen Dimensionen auftreten.

Die hohe notwendige Investitionssumme im ersten Jahr kennzeichnet den beträchtlichen angesammelten Nachholbedarf an Erhaltungsmaßnahmen, um den geforderten Mindeststandard an allen Bauwerken gleich zu Beginn herzustellen.

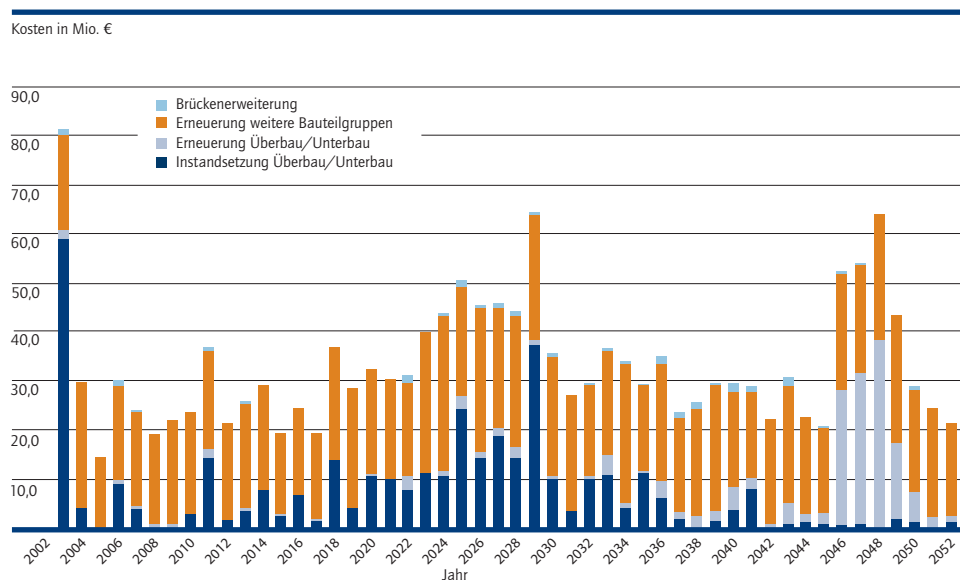


Abb. 34: Beispielhafte Darstellung der künftig notwendigen Erhaltungsaufwendungen für ein Brückenkollektiv auf Basis von Simulationsrechnungen.

Aus diesem Grund räumt acatech der systematischen Erhaltungsplanung einen hohen Stellenwert für die Leistungsfähigkeit der Straßennetze ein und sieht adäquate Planungsgrundlagen und plausible Priorisierungen der Erhaltungsmaßnahmen für notwendig an. Daraus resultiert die Höhe der Investitionsmittel, die in der Mittelverteilung für Ausbau und Erhaltung festgeschrieben werden muss. Die organisatorische und haushaltstechnische Ausrichtung und Aufstellung der Baulasträger wäre dafür neu festzulegen.



## 6.2. STEIGERUNG VON EFFIZIENZ UND SICHERHEIT IM STRASSENVERKEHR DURCH VERKEHRSMANAGEMENT UND FAHRZEUGTECHNIK

### 6.2.1 KONTEXT

Die Leistungsfähigkeit von Straßen und Autobahnen wird zunehmend durch Verkehrsstörungen eingeschränkt. Massive Behinderungen des Verkehrsflusses gehen dabei insbesondere von Baustellen und Unfällen aus. Technische Lösungen zu entwickeln und zu implementieren, mit denen die Anzahl der Störungen verringert und der Verkehrsfluss an Baustellen und Autobahnzufahrten, aber auch bei Überlastungen in Ballungsräumen erhöht werden kann, ist deshalb ein essentieller Baustein für die Gestaltung der Mobilität von morgen.

Neben dem Neu- und Ausbau, der Erhaltung und dem Betrieb der Verkehrsinfrastruktur muss dem Verkehrsmanagement und der Verkehrsinformationstechnik für die Verwirklichung dieses Ziels größere Bedeutung als bislang zukommen. Unter Verkehrsmanagement wird hierbei die optimale Verteilung des Verkehrs auf die vorhandene Infrastruktur mittels der Erfassung des Verkehrszustandes, der Verkehrsprognose und der Verkehrsbeeinflussung verstanden.<sup>5</sup> Die Verkehrsinformationstechnik liefert dazu, meistens in Form telematischer Systeme, die Voraussetzungen in den Verkehrsmanagementzentralen, der Infrastruktur und den Fahrzeugen.

Gerade in Zeiten knapper öffentlicher Kassen macht ein solcher Schritt nicht nur finanzpolitisch Sinn, da er weniger kostenintensiv als die baulichen Infrastrukturmaßnahmen ist und diese somit sinnvoll ergänzen kann. Ein entsprechender Schritt ist auch verkehrspolitisch bedeutsam, da er die Sicherheit im Straßenverkehr nachweisbar erhöht.

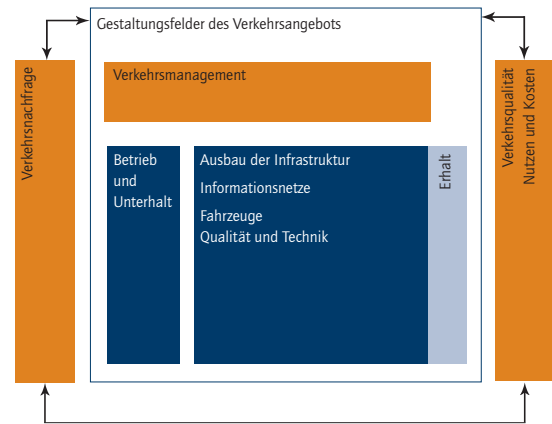


Abb. 35: Verkehrsmanagement als Komponente des Verkehrssystems neben Ausbau, Erhalt und Betrieb der Verkehrsinfrastruktur im Kontext von Verkehrsnachfrage und Verkehrswirkungen.

Die Verkehrsinformationstechnik und das Verkehrsmanagement bieten ein bislang wenig genutztes und in seiner Wirkung häufig unterschätztes Potenzial zur Verbesserung der Gesamtverkehrssituation. Durch ihren Einsatz können die Verkehrsnachfrage zeitlich, räumlich und modal optimiert sowie Störungen bereits im Vorfeld vermieden oder abgeschwächt werden. Umso bemerkenswerter ist es, dass das Thema Verkehrsmanagement bei der Frage nach der Eindämmung von Staus bislang ein verkehrspolitisches Schattendasein führte.

<sup>5</sup> Weitere Funktionen des Verkehrsmanagements sind späteren Untersuchungen von acatech vorbehalten.

Entsprechende Systeme und Konzepte warten längst auf ihre Umsetzung. Um die bereits erprobten Lösungsansätze nutzen zu können, reicht es allerdings nicht aus, die Entwicklung neuer Technologien auf Seiten der Unternehmen voranzutreiben. Notwendig ist ein von Industrie, Politik und Verwaltung gemeinsam getragener Wille, das Verkehrsmanagement in Ergänzung zu den Maßnahmen des Infrastrukturausbaus einzusetzen, es wirtschaftlich zu fördern und weiterzuentwickeln.

Das Thema Verkehrsmanagement besitzt dabei noch aus einem anderen Grund Relevanz: Wenn es gelingt, entsprechende Lösungen zur erfolgreichen flächenhaften Anwendung zu bringen, werden sich nicht nur Straßensicherheit und Umweltschutz verbessern. Deutschland könnte neben dem Automobilbau auch ein international beachtetes technisches Leistungsmerkmal hinzugewinnen und zu einem führenden Anbieter entsprechender Technologien werden.

Nachfolgend werden deshalb Strategien und Maßnahmen benannt, die einerseits Forderungen an die Verkehrsverwaltungen darstellen, die andererseits die notwendigen Beiträge der Industrie zeigen. Mit Hilfe einer Grafik werden dabei zunächst die wichtigsten Probleme und Handlungsvorschläge aufgeführt, wobei die Umsetzungsverantwortung zwischen Verwaltung und Unternehmen durch die unterschiedliche Farbwahl symbolisiert ist.

Anschließend werden diese Punkte im Einzelnen mit konkreten Ansätzen erläutert, die sich als Empfehlungen an Bund, Länder, Kommunen und Unternehmen verstehen. Das Schlüsselwort heißt auch hier Vernetzung, also der Informationsaustausch über bislang hemmende Zuständigkeitsgrenzen zwischen den Verwaltungen bzw. zwischen der öffentlichen Hand und privaten Dienstleistern hinweg. Denn selbst wenn es gelingt, die Leistungsfähigkeit des einen Netzes – des Straßennetzes – den steigenden Verkehrsanforderungen anzupassen, ist der Ausbau des anderen Netzes – des Informationsnetzes – zur besseren und sichereren Nutzung der Infrastruktur dringend geboten. Entsprechende Wege zur Realisierung dieses Ziel aufzuzeigen ist das Anliegen des folgenden Abschnitts.

## 6.2.2 ZIELE UND MASSNAHMEN

Die Empfehlungsschwerpunkte zum Thema Verkehrsmanagement, Telematik und Fahrzeugtechnik betreffen aus der Sicht von acatech folgende Ziele und Maßnahmen, die nach Zuständigkeiten von öffentlicher Verwaltung und Industrie in Abbildung 36 unterschiedlich dargestellt sind.



Abb. 36: Ziele und Maßnahmen in den Bereichen Verkehrsmanagement und Fahrzeugtechnik. Orange gedruckt sind die Forderungen an die Verkehrsverwaltungen, blau gedruckt sind die Forderungen an die Wirtschaft.

## A Institutionelle Etablierung des Verkehrsmanagements

Die primäre Forderung der Projektgruppe ist die Institutionalisierung des Verkehrsmanagements als unabdingbarer Bestandteil der Verkehrssysteme innerhalb der Verkehrsverwaltungen des Bundes, der Länder und der Kommunen. Diese Forderung ist durch übergeordnete organisatorische Maßnahmen, die eine Vernetzung der Akteure sicherstellen, zu verwirklichen. In diesem Zusammenhang bietet sich die Einrichtung einer staatlich autorisierten Verkehrsmanagementorganisation (VMO) an. Diese erhält die Aufgabe, gemeinsam mit den öffentlichen und privatwirtschaftlichen Stellen eine einheitliche Netzstruktur für das Verkehrsmanagement im gesamten Bundesgebiet zu schaffen und zu kontrollieren.

## B Ausbau und Vernetzung von Verkehrsmanagementzentralen

Die technische Voraussetzung für ein übergreifendes Verkehrsmanagement bilden die Verkehrsmanagementzentralen, wie etwa die teils im Aufbau befindlichen Regionalzentralen in Nord- und Südbayern oder Nordrhein-Westfalen und die einiger Städte wie München, Köln und Berlin. In ihnen werden Informationen über die Verkehrslage gesammelt und ausgewertet. Von hier aus besteht auch der Zugang zu den so genannten Akteuren, den Verkehrsbeeinflussungsanlagen im Wegenetz, sowie zu Informationssystemen.

Überdies wurde in den letzten Jahren im Rahmen von Forschungsinitiativen (Rahmenprogramme für Forschung und Entwicklung der EU, Mobilität in Ballungsräumen und VM2010 des BMBF etc.) mit Nachdruck an der Entwicklung von Verkehrsmanagementsystemen gearbeitet. Dabei entstanden Demonstratoren, die im Probetrieb die in sie gesetzten Erwartungen erfüllen konnten.

Die Herausforderung besteht nun darin, die Regionalzentralen bundesweit zu vernetzen und die vorhandenen Forschungssysteme in einen gesicherten Regelbetrieb zu überführen und in das Netz zu integrieren. Dazu ist eine Reihe von Teilaspekten zu berücksichtigen, die im Folgenden ausgeführt werden.

## > Verkehrslage und -prognose

Ein hochwertiges Verkehrsmanagement ist nicht ohne eine verlässliche Rekonstruktion der Verkehrslage und ohne effiziente Prognosen denkbar. Eine genaue Erfassung des Verkehrszustands von der Detektion über die Aufbereitung und die Datenhaltung bis zum sicheren Zugriff ist deshalb essentiell, um das Verkehrsmanagement in der Praxis erfolgreich umsetzen zu können.

- Die Verkehrszustandserfassung und -prognose müssen für eine Anwendung des Verkehrsmanagements unter Einschluss technischer Verbesserungen vereinheitlicht werden. Die vorhandenen Strukturen sind dazu auszubauen und die Entwicklung integrierender Systemarchitekturen mit offenen Schnittstellen ist voranzutreiben.

Für die Ermittlung der Verkehrslage werden Datenquellen wie ortsfeste Detektoren, Induktionsschleifen, Kameras sowie fahzeuggenerierte Daten, etwa Floating Car Data eingesetzt. Für die Weiterverarbeitung werden unterschiedliche Verfahren von ‚vorwiegend detektionsgestützt‘ bis ‚weitgehend modellgestützt‘ zum Einsatz gebracht.

Erfahrungen aus Forschungsprojekten wie MOBINET (Mobilität im Ballungsraum München) zeigen, dass neben der Verbesserung der Detektion vor allem der Datenfusion und dem Datenaustausch Bedeutung zukommt. Dementsprechend werden die Möglichkeiten zur Fusion von Daten unterschiedlicher Quellen und zur Erweiterung der Modellierung auch unter Einbeziehung von Daten der Verkehrsplanung intensiv erforscht.

- Grundlage für die Weiterentwicklung der bestehenden Verfahren ist eine Anforderungsanalyse. Diese muss neben den Aspekten der Verkehrssteuerung, Verkehrslenkung und Verkehrsinformationen durch die öffentliche Hand auch jene der Navigation und zukünftiger fahzeuggestützter Assistenzsysteme sowie Verkehrsinformationen durch private Dienste berücksichtigen.
- Die Entwicklung von Instrumenten zur Prognose der Verkehrslage muss forciert werden. Für die Erarbeitung effektiver Verkehrsmanagementstrategien ist eine Vorhersage der Verkehrslage wesentlich. Zu diesem Zweck sind Modelle zu optimieren, die Wirkungen von Verkehrsmanagementmaßnahmen abbilden.

- Besonderes Gewicht ist auf die Verkehrslage im nachgeordneten Straßennetz und in städtischen Netzen zu legen. In diesen Bereichen sind Verkehrslageinformationen heute infolge geringerer Detektionsdichten lückenhaft und aufgrund der komplexeren Verkehrsabläufe weniger zuverlässig.
- Die Verkehrslagedarstellung muss standardisiert werden. Dies ist vor allem unter dem Gesichtspunkt der Vernetzung der Verkehrszentralen und im Hinblick auf die Vergleichbarkeit der Verkehrslagedarstellungen von zentraler Bedeutung.

### > Durchgängige, offene Systemarchitekturen

Standardisierte Systemarchitekturen bilden die Grundlage für die Vernetzung von Verkehrsmanagementzentralen und damit auch für die Abstimmung von Strategien über Zuständigkeitsgrenzen hinweg. Dies betrifft sowohl die Trennung zwischen Fernverkehr und Regionalraum als auch zwischen öffentlicher Hand und privaten Dienstleistern. Zugleich wird es der Industrie und den Systemhäusern ermöglicht, marktfähige Produkte zu entwickeln. Dabei ist das Problem zu lösen, dass die Entwicklung von Verkehrsmanagementsystemen bisher in unterschiedlichen Forschungsprojekten und weitgehend ohne Abstimmung stattfand. Aus diesem Grund war der Aufbau von Systemen und Komponenten verschiedener Hersteller oftmals nicht möglich und eine Integration und Vernetzung der prototypischen Systeme sehr aufwändig. acatech empfiehlt daher die

- Förderung der Entwicklung von vernetzten, offenen Systemarchitekturen, welche die drei Ebenen planerisch-funktional, systemtechnisch und organisatorisch-institutionell umfassen.
- Die Erarbeitung und Darstellung von Systemarchitekturen müssen als Bestandteil von längerfristigen Rahmenkonzepten und Verkehrsmanagementplänen auf Bundes-, Länder- und Kommunenebene zudem gefördert werden.

### > Qualitätsmanagement

Das Qualitätsmanagement innerhalb des Verkehrsmanagements ist bislang keineswegs selbstverständlich. Es umfasst sowohl die Sicherstellung eines stabilen Regelbetriebs der Systeme als auch die Erreichung der Zielwerte, welche sich aus den Anforderungen der Verkehrsteilnehmer und aus der Komplexität eines optimierten Verkehrsflusses ableiten.

Bestehende verkehrstechnische Anlagen und Systeme leiden vielfach an Störungsanfälligkeit und Ineffektivität, welche neben der Systemkomplexität durch fehlende Überwachung und Diagnosefähigkeit einzelner Systemteile hervorgerufen werden (siehe Abbildung 37). In einigen technologiegetriebenen Forschungsprojekten wurde die Analyse der Anforderungen an die Systeme überdies vernachlässigt. acatech fordert daher die

- Übertragung geeigneter Qualitätssicherungsverfahren in das Verkehrsmanagement unter Berücksichtigung der Anforderungen verschiedener Nutzergruppen. Dafür sind in einer Betrachtung des Verkehrsmanagements die Qualitäten der Inputs und Outputs auf verschiedenen Ebenen zu analysieren.
- Qualitätsindikatoren und Anspruchsniveaus müssen identifiziert werden. Diese bilden die Grundlage für die Entwicklung, Erprobung und Umsetzung von Verfahren und Instrumenten der Qualitätsmessung und Qualitätssicherung. Dabei ist die gesamte Kette von der Datenerfassung bis zur Verkehrssteuerung, -lenkung und -information zu berücksichtigen.

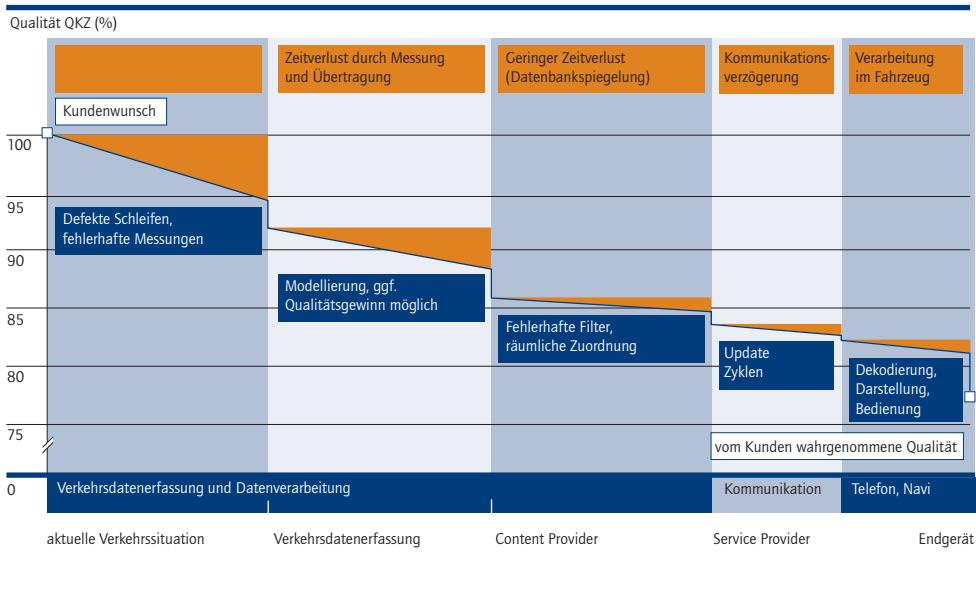


Abb. 37: Abnahme der Informationsqualität vom Ereignis (Stauentstehung) bis ins Fahrzeugendgerät.

## C Verkehrsinformationssysteme vor und während der Reise

### > Dynamische Navigation als Kooperation von Wirtschaft und Verwaltung

Die zunehmende Auslastung der Wegenetze führt zur Unsicherheit der Verkehrsteilnehmer über die jeweilige Verkehrsqualität. Ausgehend vom etablierten Verkehrswarnfunk sind die Verkehrsinformationssysteme deshalb weiter zu entwickeln und auszubauen, um Störungen gar nicht erst entstehen zu lassen. Dies kann beispielsweise mit Hilfe der dynamischen Navigation als einer Kooperation von Wirtschaft und Verwaltung geschehen.

Begrenzt dynamische Informationen können schon heute in den meisten Navigationsgeräten über RDS-TMC empfangen und verarbeitet werden. Die Fahrzeugindustrie und die Rundfunkanstalten haben mit diesen Verkehrsinformationssystemen gemeinsam ein hervorragendes Informations- und Orientierungssystem für den Autofahrer geschaffen. Das Problem ist bisher sowohl die noch nicht ausreichend hohe Aktualität und Qualität der Informationen als auch eine mangelnde Differenzierungsmöglichkeit zwischen privaten, kostenpflichtigen Informationsservices und öffentlich-rechtlichen, gebührenfreien Angeboten, die nur eine begrenzte Dynamisierung des Verkehrsgeschehens anbieten. Es

gibt demnach eine Teilung zwischen der öffentlichen Grundfinanzierung, die allen Verkehrsteilnehmern zur Verfügung steht, und privaten Zusatzanbietern, die Mehrwertdienste offerieren. Es erscheint jedoch sinnvoll, die Parallelität beider Modelle beizubehalten.

Eine Erweiterung entsprechender Systeme ist deren örtliche und zeitliche Dynamisierung. Dafür muss die Meldeverzögerung im Fahrzeug minimiert werden, um die wahrgenommene Qualität zu erhöhen. Dieses Anliegen wird im Ansatz bereits verfolgt, erfordert aber die engere Kooperation zwischen den Akteuren der telematischen Meldekette, um die Information aus der mobilen Detektion durch die Fahrzeuge und der stationären Detektion aus der Infrastruktur miteinander zu fusionieren.

Heutige Navigationssysteme der so genannten zweiten Generation – als erste Generation bezeichnet man die rein statische Zielführung allein auf Basis digitaler Karten – berücksichtigen Verkehrsstörungen meldungsabhängig nur teilweise bzw. punktuell. Sie reagieren dabei kleinräumig und unkoordiniert. Umfassend optimierte Fahrtstrategien können sie aus diesem Grund nicht liefern und sind auch nicht in der Lage, das Verkehrsmanagement der öffentlichen Hand, zum Beispiel Grüne Wellen, zu verarbeiten.

Im Gegensatz dazu werden entsprechende Systeme in Zukunft nicht nur ‚zufällig‘ arbeiten, sondern auch übergeordnete Fahrtstrategien ermöglichen. Sie werden zudem in der Lage sein, alle öffentlichen Verkehrsmaßnahmen zu berücksichtigen. Fahrzeuge, Informationsdienste und öffentliche Verkehrslenkung werden auf diese Weise intelligent vernetzt.

- Der Aufbau der Wissensbasen für eine Zielführung basierend auf flächendeckenden dynamischen Verkehrsdaten in Echtzeit ist daher voranzutreiben.
- Verkehrslage und -prognose müssen für das gesamte Fern- und städtische Hauptstraßennetz zur Verfügung stehen, um eine optimale Zielführung zu erreichen.
- Neben stationären Detektoren muss verstärkt auf fahrzeuggenerierte Verkehrsmeldungen gesetzt werden.
- Die Einführung dynamischer Verkehrs- und Routenempfehlungen für Stadt- und Überlandstrecken ist schnellstmöglich zu realisieren.
- Die Maßnahmen des Verkehrsmanagements der öffentlichen Hand, zum Beispiel Grüne Wellen, müssen fahrzeugseitig verarbeitet werden können.

Mit den Zielführungssystemen der dritten Generation können mehrere Kriterien simultan verarbeitet und Vorgaben eines strategischen Verkehrsmanagements und eines Baustellenmanagements mit einbezogen werden, wie Abbildung 38 symbolisiert.



Abb. 38: Entwicklungspfade zu einer fahrzeugbasierten Navigation der dritten Generation.<sup>6</sup>

6 Abkürzungen: DAB (Digital Audio Broadcast), GSM (Global System for Mobile Communications), XFCN (Extended Floating Car Data).

### > Intermodale Information mit Fokus auf Schnittstellen zum öffentlichen Verkehr

Eine Erweiterung genannter Systeme bieten intermodale Informationssysteme, wobei man unter intermodal den kombinierten Einsatz unterschiedlicher Systeme oder Verkehrsträger versteht. Dabei werden beispielsweise die Informationsnetze des individuellen Straßenverkehrs mit denen des öffentlichen Verkehrs verbunden. Auf diese Weise lassen sich die aktuellen Fahrpläne und Stellplatzangebote an den Haltestellen des öffentlichen Verkehrs mit den Navigationssystemen vereinen. Der Reisende hat dadurch jederzeit Kenntnis über die aktuelle Verkehrssituation und kann seine Reise effizienter gestalten.

Denkbar sind in diesem Zusammenhang etwa Hinweise an den Fahrer, dass er im Falle starken Berufsverkehrs günstiger mit dem ÖPNV weiterfahren kann und wo er einen Parkplatz für sein Auto findet. acatech spricht sich daher für die Definition intermodaler Systemarchitekturen aus, welche die Effizienz der Datenweitergabe erhöhen.

### D Optimiertes Störungs- und Überlastungsmanagement auf Fernstraßen

Das Verkehrsmanagement bietet ein erhebliches Potenzial zur Erhöhung des Verkehrsflusses und zur Verbesserung der Verkehrssicherheit bei einer Reihe von häufig auftretenden Verkehrsstörungen. Dazu zählen Störungen durch Baustellen, Unfälle sowie Überlastungen insbesondere durch Reise- und Eventverkehr. Maßnahmen, die hierbei zum Einsatz kommen, sind die optimierte Planung, kurzfristige Räumungsstrategien, Standstreifenfreigabe, Umkehrspuren, Warnfunk oder Strecken- und Netzbeeinflussung.

### > Baustellen bei Straßenerhalt und -betrieb

Erhaltungsmaßnahmen sind eine Notwendigkeit, haben aber auch einen unliebsamen Nebeneffekt. Denn Sanierungen auf befahrenen Strecken vorzunehmen heißt, weitere Engpässe durch Baustellen zu schaffen. Daraus ergeben sich folgende Empfehlungen:

- Um den Verkehrsfluss zu verbessern, müssen Bauarbeiten kürzerer Dauer verstärkt auf verkehrsschwache Zeiten verlagert werden. Dies betrifft sowohl die netzweite Optimierung, die tageszeitliche Verlagerung, die derzeit aufgrund der gesetzlichen Bedingungen für Nachtarbeit nicht in ihrem vollen Umfang ausgeschöpft wird, als auch die Prüfung saisonaler Chancen.
- Längerfristige Arbeiten sind so zu koordinieren, dass Unterbrechungen während der Verkehrsspitzen möglich sind.
- Die Bau- und Erhaltungsarbeiten sind nicht, wie heute üblich, nur unter dem Gesichtspunkt der Minimierung der unmittelbaren Arbeitskosten zu planen und durchzuführen. Zukünftig müssen durch ein entsprechendes Vertragsmanagement die Folgekosten durch Staus miteinbezogen werden.



> Unfälle und Störungen durch Überlastungen

Trotz präventiver Maßnahmen lassen sich nicht alle Störungen des Verkehrs vermeiden. Umso wichtiger ist es, Störungen zu beherrschen und die durch sie hervorgerufenen Beeinträchtigungen des Verkehrs so schnell wie möglich zu meistern. Fasst man den Begriff Störung dabei in einem weiteren Sinne, dann fallen darunter nicht allein Verkehrsbeeinträchtigungen durch Unfälle, Baustellen oder Überlastungen, sondern auch Störungen infolge topografischer Aspekte wie Kurven, Steigungen oder Autobahnzufahrten sowie Witterungsbedingungen. Zu deren Minderung werden von den Verwaltungen schon heute erfolgreich Strecken- und Netzbeeinflussungssysteme eingesetzt. Deren Wirksamkeit kann durch effiziente Kontrollen der Einhaltung von Vorgaben deutlich verbessert werden.

Gerade an Autobahnzufahrten bauen sich etwa zur Rush Hour Staus durch den zufließenden Verkehr auf, wobei häufig nicht allein die Menge der Fahrzeuge das Problem ausmacht, sondern die dadurch ausgelösten Behinderungen des Hauptstroms. Mit längeren und besser einsehbaren Beschleunigungstreifen wird beispielsweise eine Verflüssigung des Verkehrs herbeigeführt. Überholverbote und Geschwindigkeitsbegrenzungen vor Autobahnauffahrten sorgen dafür, dass die rechte Spur für den zufließenden Verkehr zur Verfügung steht.

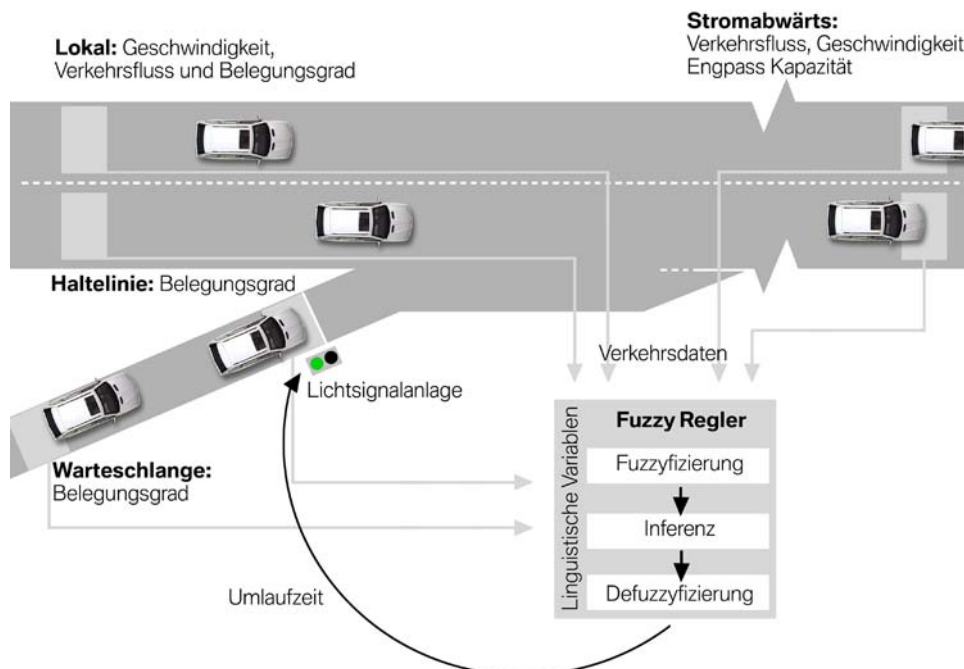


Abb. 39: Wirkungsschema einer Rampenzufussteuerung mit den unterschiedlichen Steuerungstufen.

Insbesondere dann, wenn hoch frequentierte Autobahnstrecken mit hoch belasteten Zufahrtsrampen zusammentreffen, stoßen auch diese Maßnahmen an ihre Grenzen. In diesem Fall ist zu empfehlen, eine Rampenzuflusssteuerung einzusetzen. Dabei dient eine lokale Lichtsignalanlage als Pfortner auf der Zufahrt zur Hauptstrecke, indem sie nur eine angemessene Anzahl an Fahrzeugen auffahren lässt, die zuvor datentechnisch ermittelt wurde (siehe Abbildung 39). Hierzu sind intelligente Steuerungsverfahren nötig, die unter Verwendung von dynamischen Verkehrsdaten eine verkehrabhängige Dosierung ermöglichen. Aufeinander folgende Einfahrtsrampen sind dabei logisch zu verknüpfen.

Weitere Empfehlungen der Projektgruppe sind deshalb:

- Die Strecken- und Netzbeeinflussungsanlagen auf dem Fernstraßennetz sind räumlich zu erweitern.
- Einrichtungen zur Vermittlung von Soforthilfe und Unfallrettung sind zu schaffen bzw. auszubauen. Dazu zählen der automatische Notruf (eCall) bei Polizei, Rettungs- und Abschleppdiensten, sowie verbesserte organisatorische Maßnahmen zur Beweissicherung und schnellen Räumung nach Unfällen.
- Für den eCall an die Notrufzentralen zur zeitnahen, gebündelten Auslösung der Rettungskräfte ist ein einheitliches europäisches Geschäftsmodell einzuführen.

## E Verkehrsadaptive, kooperative Fahrerassistenzsysteme

Die Voraussetzung für die Einführung von kooperativen Fahrerassistenzsystemen ist die Implementierung von Kommunikationssystemen zwischen den Fahrzeugen und der Infrastruktur (Car-to-Infrastructure-Communication-Systems) und zwischen den Fahrzeugen (Car-to-Car-Communication-Systems). Solche Systeme können selbst bei niedriger Marktpenetration positive Wirkungen auf den Verkehr haben. Dazu gehören harmonisierende Effekte auf den Verkehrsfluss, aber auch die Steigerung der Verkehrssicherheit aller Teilnehmer durch die vorausschauende Information über das Verkehrsgeschehen.

Eine Aufgabe der öffentlichen Hand ist aus diesem Grund die aktive Unterstützung dieser Entwicklungen und die Definition geeigneter Systemarchitekturen, um die Bereitstellung und Weitergabe von Daten aus der Infrastruktur und der Verkehrsdatenerfassung zu gewährleisten. Hiermit ist insbesondere die Bereitstellung von einheitlichen Schnittstellen zu den bereits existierenden Verkehrsinformations- und Managementsystemen gemeint.

- Da die Systeme auf drahtloser Kommunikation beruhen, ist die schnelle Bereitstellung einer Funkfrequenz durch die öffentliche Hand notwendig (am besten analog zu den USA, dort sind es 75 MHz im 5,9 GHz-Band). Dies stellt eine der wesentlichen Forderungen an die Politik dar.
- Die Markteinführung ist durch Infrastrukturkommunikationseinrichtungen zu begleiten, welche die Attraktivität entsprechender Systeme erhöhen.
- Für die Einrichtung solcher Strukturen sind rechtliche Rahmenbedingungen zur Haftung bei Fehlfunktionen der Systeme zu schaffen, die durch Fehler der Software, durch Manipulation der Nutzer oder Dritte (Virenbefall, bewusste oder unbewusste Erzeugung oder Weitergabe von Fehlinformationen) verursacht werden können.
- Die Bereitstellung der dynamischen Verkehrsdaten bei kooperativen Systemen ist zu regeln. Dabei ist die Qualitätsverbesserung von dynamischen Verkehrsinformationen und Festlegung verbindlicher Standards von dynamischen Verkehrsinformationen relevant.
- Zur anonymen Nutzung der Mautdaten für Verkehrsmanagement-Anwendungen sind die rechtlichen Voraussetzungen zu schaffen.

## > Unfallvermeidung durch Fahrerassistenzsysteme und Telematik

Neben den Methoden des Verkehrsmanagements bieten direkt wirkende Sicherheitsausstattungen von Fahrzeugen eine gewichtige Möglichkeit, Unfälle zu vermeiden. Zu diesen Einrichtungen im Fahrzeug zählen elektronische Stabilitätsprogramme (ESP), Abstandsregelsysteme, automatische Notbremse und Bremsassistent, Lichtsysteme, Spurhalte-Systeme sowie die bereits erwähnten Systeme zur Kommunikation zwischen den Fahrzeugen untereinander und der Infrastruktur. Hierbei geht es zusätzlich zur weiteren Entwicklung entsprechender Systeme darum, eine möglichst hohe Marktpenetration zu erzielen.

- Zusätzliche Sicherheitsausstattungen auf Seiten der Fahrzeuge, deren Unfall vermeidende Wirkung klar nachweisbar ist, müssen deshalb öffentlich gefördert werden, beispielsweise durch Steueranreize oder Versicherungsprämien.

> Optimales Fahren im dichten Verkehr mittels kooperativer Systeme

Eine bessere Information des Fahrers über das verkehrliche Umfeld und der Einsatz von kooperativen Assistenzsystemen dienen nicht nur der Unfallvermeidung, sondern helfen bei der Vermeidung von Fahrfehlern, die negative Auswirkungen auf den Verkehrsfluss haben.<sup>7</sup> Solche Fahrfehler sind u. a. Bremsmanöver und abrupte Spurwechsel. Deshalb sind Systeme zur verkehrssituativen Unterstützung des Fahrers bei seiner Fahraufgabe wirksame Maßnahmen, um Störungen zu vermeiden und die Kapazität der Infrastruktur besser auszuschöpfen. Dies haben auch die Ergebnisse aus der vom BMBF geförderten Forschungsinitiative INVENT (Intelligenter Verkehr und nutzungsgerechte Technik) gezeigt (Abbildung 40).

Die oben angesprochenen Anreize für sicherheitsrelevante Ausstattungen sind auch aus Sicht des verkehrsadaptiven Fahrens bedeutend. Die Intensivierung der Forschung sowie die Entwicklung und Markteinführung von verkehrsadaptiven und kooperativen Systemen sind daher zu unterstützen.

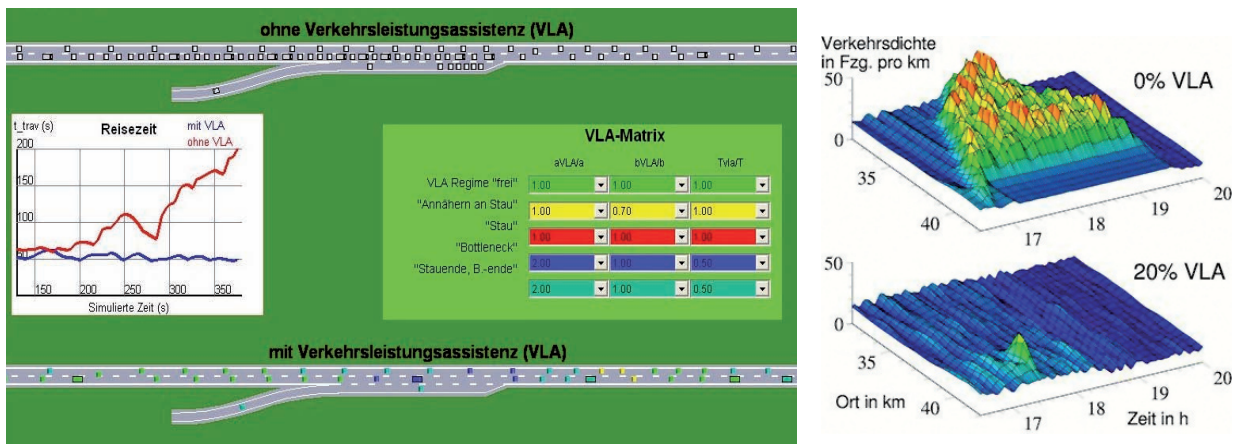


Abb. 40: Verkehrliche Wirksamkeit eines Systems zum verkehrsoptimalen Fahren am Beispiel des Verkehrsleistungsassistenten VLA. Gezeigt sind Staus in Normalverkehr, die bei VLA-Ausstattungsraten von 50 Prozent (linkes Beispiel) bzw. 20 Prozent (rechtes Beispiel) vermieden werden konnten.

<sup>7</sup> Unter kooperativen Fahrerassistenzsystemen werden Systeme verstanden, die auf den verkehrsadaptiven Systemen aufbauen und eine Abstimmung ganzer Gruppen von Akteuren (Fahrzeuge, aber auch Infrastrukturkomponenten) im jeweiligen Verkehrskontext untereinander ermöglichen (zum Beispiel Pulkbildung/elektronische Deichsel, abgestimmte Spurwechselmanöver etc.).



### G Überblick über die Maßnahmen

Kapitel 5.2 zeigt, dass eine Reihe institutioneller und technischer Möglichkeiten existiert, die zur Harmonisierung und Effizienzsteigerung des Verkehrs beitragen und auf diese Weise auch die Verkehrssicherheit erhöhen können. In einer abschließenden Übersicht werden alle Maßnahmen dieses Empfehlungsschwerpunkts noch einmal zusammengefasst und die verantwortlichen Hauptakteure genannt.

GEWÜNSCHTER EFFEKT	MASSNAHME	BETEILIGTE
Information über die Verkehrslage	<b>Institutionelle Etablierung des Verkehrsmanagements</b>	öffentliche Hand
	<b>Ausbau und Vernetzung von Verkehrsmanagementzentralen</b>	öffentliche Hand/Industrie
	> Verkehrslage und -prognose	öffentliche Hand/ Fahrzeug (Industrie)
	> Durchgängige, offene Systemarchitekturen	öffentliche Hand
Vermeidung von Störungen	<b>Verkehrsinformationssysteme vor und während der Reise</b>	öffentliche Hand/Industrie
	> Dynamische Navigation als Kooperation von Wirtschaft und Verwaltung	Fahrer/Fahrzeug (Industrie)
	> Intermodale Information mit Fokus auf Schnittstellen zum öffentlichen Verkehr	öffentliche Hand/Fahrzeug (Industrie)
	<b>Optimiertes Störungs- und Überlastungsmanagement auf Fernstraßen</b>	öffentliche Hand/private Dienste
	> Bei Baustellen bei Straßenerhalt und -betrieb	öffentliche Hand/private Dienste
	> Bei Unfällen und Störungen	öffentliche Hand
	> Bei Überlastungen durch Reise-/Eventverkehr	öffentliche Hand
	<b>Verkehrsadaptive kooperative Fahrzeugassistenzsysteme</b>	Fahrzeug (Industrie)
> Unfallvermeidung durch Fahrerassistenzsysteme und Telematik	Fahrzeug (Industrie)	
Verflüssigung des Verkehrsablaufs	> Optimales Fahren im dichten Verkehr mittels kooperativer Systeme	Fahrer/Fahrzeug (Industrie)
	<b>Optimierte Verkehrstechnik in Ballungsräumen</b>	öffentliche Hand/Industrie
	> Großräumiger Einsatz verkehrsadaptiver Netzsteuerung	öffentliche Hand
	> Adaptive kooperative Fahrzeug- und Lichtsignalsteuerung	öffentliche Hand/Industrie

## 6.3 VORSCHLÄGE FÜR DIE FINANZIERUNG DER FERNSTRASSENINFRASTRUKTUR

### 6.3.1 KONTEXT

Die vorhergehenden Abschnitte haben gezeigt, dass für den Erhalt und Ausbau der Infrastruktur bis zum Jahr 2020 erhebliche Investitionen notwendig sind. Zusätzlich werden Mittel für den Ausbau des Verkehrsmanagements auf der Straße benötigt. Die Projektgruppe hat sich deshalb mit der Frage auseinandergesetzt, wie diese Mittel in einer Zeit knapper öffentlicher Haushalte und eines verhaltenen Wirtschaftswachstums insbesondere für den Erhalt der Fernstraßeninfrastruktur sicherzustellen sind.

Betrachtet man die Höhe der Kraftstoff- und Fahrzeugsteuereinnahmen, die derzeit rund 50 Mrd. Euro pro Jahr betragen, dann könnten entsprechende Mittel grundsätzlich aus diesem Aufkommen bereitgestellt werden. Gängige Praxis war es in der Vergangenheit jedoch, dass im Schnitt jährlich nur etwa 17 Mrd. Euro zum Erhalt und Ausbau der Straßeninfrastruktur eingesetzt wurden, also lediglich weniger als ein Drittel der Einnahmen. Die Mittel für die Fernstraßeninfrastruktur betragen nur rund 10 Prozent der Gesamteinnahmen. An diesem Verhältnis hat auch die Einführung der Lkw-Maut nichts Wesentliches geändert, da der daraus zur Verfügung gestellte Betrag durch eine Verminderung des Beitrags aus den Steuereinnahmen gegen gerechnet wurde.

Die jüngste Entscheidung der Bundesregierung, bis zum Jahr 2009 zusätzlich insgesamt 4,3 Mrd. Euro für Verkehrsinvestitionen bereitzustellen, wird von acatech deshalb ausdrücklich begrüßt. Für die Realisierung der anstehenden Aufgaben sind jedoch weitere Finanzmittel zwingend erforderlich.

Die Projektgruppe hat deshalb unterschiedliche Wege zur Verbesserung der Finanzierung und Mittelverwendung für die Bundesfernstraßen erörtert. Bei dieser Diskussion wurden die vielfältigen Aspekte des Themas aus betriebswirtschaftlicher, volkswirtschaftlicher, verwaltungstechnischer und rechtlicher Sicht sowie aus der Sicht des Verkehrsteilnehmers betrachtet. Es entspricht dabei der Komplexität des Sachverhalts, dass je nach Prioritätensetzung unterschiedliche Vorgehensweisen bevorzugt werden, so dass ein abschließendes Ergebnis eine politische Entscheidung erfordert.

Vor diesem Hintergrund sind zwei Modelle näher betrachtet worden, die mit ihren Elementen eine Basis für eine solche Entscheidung bieten können. Dabei handelt es sich zum einen um eine Nutzerfinanzierung unter stärkerer Einbindung von privatwirtschaftlichen Betreibermodellen (Modell A), zum anderen um ein Modell der öffentlichen Finanzierung mit Mitteln vorwiegend aus der Kraftstoffsteuer sowie einer eher skeptischen Beurteilung von Betreibermodellen (Modell B).

Eine eindeutige Bevorzugung eines dieser beiden Modelle konnte in der Projektgruppe nicht erreicht werden. Einigkeit bestand jedoch in folgenden Punkten:

- Neue Formen der Finanzierung der Infrastruktur dürfen nicht zu einer finanziellen Mehrbelastung der ohnehin stark belasteten Autofahrer führen.
- Die gesetzlich verankerte Eigentümerschaft und Zuständigkeit des Bundes für die Bundesfernstraßen darf nicht eingeschränkt werden.
- Strukturpolitisch begründete Investitionen dürfen im Rahmen von Privatisierungsmaßnahmen nicht an Renditerechnungen scheitern.
- Planung, Bau und Betrieb der Infrastruktur sollten gegenüber dem heutigen Zustand beschleunigt, keinesfalls jedoch verzögert werden.

Im Folgenden werden beide Modelle im Detail beschrieben.

### 6.3.2 MODELL A. UMSTIEG AUF DAS PRINZIP EINER NUTZERFINANZIERUNG IM AUFTRAG DES BUNDES

#### > Ausgangslage

Die Pällmann-Kommission hat im Jahr 2000 bilanziert, dass für die Bundesfernstraßen 4 Mrd., für die Bundesschienenwege 3 Mrd. und für die Bundeswasserstraßen 0,5 Mrd. Euro pro Jahr bis zum Jahr 2010 fehlen. Die ausschließliche Finanzierung über den öffentlichen Haushalt hat in der Vergangenheit jedoch diskontinuierliche Zuweisungen je nach Haushaltslage zur Folge gehabt, die eine systematische Erhaltung der Netze verhindert haben. Die politische Neigung, Neubaumaßnahmen gegenüber Erhaltungsinvestitionen zu bevorzugen und die verfügbaren Mittel nach Proporz zu verteilen, hat zu Fehlentwicklungen geführt. Daneben gibt es Hinweise auf eine zu verbessernde Effizienz der öffentlichen Planungs- und Umsetzungsverantwortung, die sich in langen Realisationszeiten, unvollständig durchgeführten Projekten, Kostenüberschreitungen oder Fehleinschätzungen der Nachfrageentwicklung geäußert hat.

Der Wissenschaftliche Beirat beim Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung stellt in seinem Gutachten vom Mai 2004 fest, dass die fiskalischen Sonderabgaben des Straßenverkehrs eine ergiebige Finanzierungsquelle seien. Aufgrund des Steuercharakters dieser Abgaben und der im fiskalischen Bereich gültigen Non-Affektations-Regel ließe sich aber keine direkte Beziehung zwischen Einnahmen und Ausgaben für das Straßewesen herstellen. Zudem würden die indirekten Steuern in einer Zeit des globalen Wettlaufs um niedrige Steuersätze auf Einkommen und Unternehmensgewinne eine wachsende Bedeutung für die Finanzierung des Gesamthaushalts erhalten. Es besteht mit anderen Worten wenig Aussicht darauf, dass die Politik den Verkehrssteuern eine spezielle Finanzierungsfunktion für die Verkehrsinfrastruktur zuordnet.

Auch die Rückbesinnung auf frühere Zweckbindungen der Mineralölsteuer in den späten 1960er und frühen 1970er Jahren kann nicht darüber hinweghelfen, dass der politische Wille zur Non-Affektation durch die übliche Aufhebung der Zweckbindung durch das Haushaltsgesetz nunmehr seit Jahrzehnten manifestiert ist und in einer Zeit desolater Haushaltslage nicht schwächer wird. Vor diesem Hintergrund plädiert u. a. die Pällmann-Kommission dafür, einen Paradigmen-Wechsel vorzunehmen und

die Steuerfinanzierung sukzessive durch eine Nutzerfinanzierung zu ersetzen.

Der Wissenschaftliche Beirat nennt dabei neben temporären Haushaltsengpässen u. a. a) ein verbessertes Management bei Bau und Betrieb, b) Anreize, Investitionen bedarfsgerecht zu tätigen, c) eine höhere Transparenz der Kosten und Risiken sowie d) die Erzielung stabiler Einnahmen für die Finanzierung von Ausbau und Erhaltung der Wege als weitere Gründe. Darüber hinaus kann man anführen, dass mit einer entsprechenden Finanzierung das Territorialprinzip voll umzusetzen wäre, das alle Nutzer der Verkehrswege an der Finanzierungsaufgabe beteiligt.

Mit einem Übergang zur Nutzerfinanzierung ergäbe sich deshalb ein größerer Spielraum für die Beteiligung privater Partner an der Verkehrsinfrastruktur. Weiterhin verlangen die notwendigen Zahlungs- und Abbuchungssysteme hoch entwickelte Techniken der Telematik, die mit anderen Telematik-Diensten in Verbindung stehen. Damit würde hier eine technologische Position der deutschen Wirtschaft gestärkt.

#### > Institutionelle Rahmenbedingungen und Organisationsmodelle

Die Verkehrsinfrastruktur dient ganz überwiegend privaten Wirtschaftszwecken. Sie ist damit keineswegs ein öffentliches Gut wie etwa die Landesverteidigung, sondern hat ‚Club-Gut-Charakter‘. Damit lassen sich grundlegende Spielregeln der Marktwirtschaft hier ebenso einführen, wie diese im Telekommunikations- und Postwesen oder im Bereich der Elektrizitätswirtschaft bereits eingeführt wurden. Auch im Eisenbahnsektor ist mit der Bahnreform von 1994 die Voraussetzung für eine materielle Teilprivatisierung der DB AG geschaffen worden. Wichtige Rahmenbedingungen sind hierbei:

- ‚Privatisierung‘ der Straßeninfrastruktur bedeutet nicht notwendig den Übergang des Eigentums an der Infrastruktur mit allen Verfügungsrechten vom Staat auf Private. Vielmehr kann der Staat das Recht, eine Verkehrsanlage oder ein Netz zu bauen und zu betreiben, privaten Betreibern auf Zeit übertragen, wobei Letztere zur Finanzierung Nutzerentgelte erheben und vereinnahmen dürfen.

- Verkehrsnetze sind natürliche Monopole; auch dann, wenn sie in Bereiche unterteilt werden. Konkurrenzmechanismen sind aber damit nicht ausgeschlossen, etwa durch Ausschreibung, Substitutions- oder Vergleichskonkurrenz (yardstick competition). Die Konkurrenzbedingungen werden hauptsächlich staatlich gesetzt, so dass der Gesamtrahmen, die Kontrakte mit Betreibern und die Regulierung der Unternehmen eine entscheidende Rolle für die Funktionsfähigkeit der Organisation spielen.
- Der Staat setzt auch die strategischen Vorgaben für die Gestaltung der Verkehrswege. Konkret bedeutet dies für die Bundesrepublik, dass die Bundesverkehrswegeplanung ihre Funktion der langfristigen Entwicklung der Bundesverkehrswege auch in einem stärker privatisierten Regime unverändert wahrzunehmen hat. Die raumgestalterische Funktion der Bundesverkehrswege ist im Einklang mit der Raumordnungspolitik fortzuentwickeln.
- Die Kontrolle von externen Effekten des Verkehrs ist ebenfalls Staatsaufgabe. Dies gilt für die Verkehrssicherheit gleichermaßen wie für die Umwelt. Eine staatliche Absicherung ist darüber hinaus angebracht, wenn Investitionsprojekte öffentlich erwünscht, privat aber aufgrund mangelnder Rentabilität, zu hoher Risiken oder sehr langer Nutzungsdauern nicht realisierbar sind.
- Eine öffentliche Koordinierung der Nutzungsbedingungen (Preise, Konditionen) ist erforderlich, um eine Fragmentierung von Netzen zu vermeiden.

Aus genannten Argumenten heraus ist es vorstellbar, dass die Privatwirtschaft an der Detailplanung und Dimensionierung der Anlagen, der Bauplanung und -durchführung, dem Betrieb und Management sowie der Finanzierung beteiligt wird. Dabei ist zu beachten, dass es nur wenige Projekte gibt, die von Anfang an ausschließlich über Gebühreneinnahmen finanzierbar sind. Aus diesem Grund sind in den meisten Fällen Staatsbeiträge erforderlich, die unter dem Kürzel PPP (Public Private Partnership) bekannt sind.

Der Staat kann somit das Zustandekommen eines teilweise privat finanzierten Projektes fördern. Solche Instrumente sind beispielsweise die Anschubfinanzierung in Form der Übernahme eines Anteils an der Investitionssumme, die Zinsgarantie für das fremdfinanzierte Kapital, eine Renditegarantie für das Eigenkapital (Mindestverzinsung), die Erweiterung des konzessionierten Geschäftsfeldes über das Projekt hinaus, oder der Konkurrenzabschluss, um parallele Investitionen zu verhindern.

Die öffentlichen Ziele sind durch Festlegung der allgemeinen Marktbedingungen, den Kontrakten mit den Betreibern und der Einrichtung von Regulierungsstellen zu sichern. Dies geschieht

zum Beispiel durch Preisvorschriften oder Preisgrenzen, Leistungsvorgaben, Qualitätsvorgaben, Zulassung des Zutritts anderer Wettbewerber zu Engpasskapazitäten bzw. die Zuordnung von weiteren Nutzungsrechten, sowie durch Vorschriften zur Mittelverwendung.

### > Internationale Beispiele

Bei öffentlichen Planungen unterstellen viele Menschen in der Regel, dass per se kein Risiko existiert und dass jede Planung in Erfüllung geht. Sobald jedoch private Beteiligung hinzutritt, scheint diese Faustregel nicht mehr zu gelten. Bei Verkehrsinfrastrukturen lassen sich die resultierenden Risiken jedoch klassifizieren, und zwar in Marktrisiken, Baurisiken, Betriebskostenrisiken, Finanzmarktrisiken, politische Risiken (erfolgreiche Planfeststellung, Genehmigungsverfahren), Force-Majeure-Risiken.

Ein wichtiger Bestandteil der Vorbereitung von PPP-Projekten ist deshalb die geeignete Zuordnung dieser Risiken. Ein Risikoabschluss der Privaten, wie dies beim so genannten Konzessionsmodell deutscher Prägung der Fall war, eliminiert die Vorteile der Privatbeteiligung komplett. Werden dem Betreiberkonsortium allerdings politische Risiken zugeordnet, wie dies in der ersten Phase des Kanaltunnel-Projektes der Fall war, so kann dies im Konkurs der Betreibergesellschaft enden und zu erheblichen Folgekosten führen. Gegenwärtig gibt es die folgenden internationalen Organisationsmodelle:

- Staatliche Agentur oder Staatsunternehmen für das gesamte Netz eines Verkehrsträgers (Bundesfernstraßengesellschaft; österreichisches Modell).
- Mehrere konzessionierte Netzgesellschaften unter Koordinierung des Verkehrsministeriums oder einer öffentlichen Agentur (japanisches Modell).
- Konzessionierte Teilnetzgesellschaften unter Koordinierung des Verkehrsministeriums (Frankreich, Italien, Spanien, Portugal, Slowenien).
- Projektbezogene Gesellschaften (Megaprojekte wie Oeresund, Kanaltunnel, Warnow-Querung, M1-Abschnitt in Ungarn).
- ‚A-Modelle‘: Der Betreiber übernimmt Planung, Bau, Finanzierung Betrieb und Unterhalt, erhält eine festgelegte Maut und bis zu 50 Prozent Anschubfinanzierung (Erweiterung von Autobahnen, finanziert derzeit aus Lkw-Gebühren und Anschubfinanzierung des Bundes, künftig möglicherweise durch weitere Nutzer-Gebühren).
- ‚F-Modelle‘: Wie ‚A-Modelle‘, jedoch erhebt der Betreiber selbst die Maut von Lkw und Pkw. Die Höhe der Maut ist abhängig von Gesamtkosten einschließlich Gewinnzuschlag (nach dem Fernstraßenprivatfinanzierungsänderungsgesetz; beschränkt auf Brücken, Tunnel oder Gebirgspässe).



Die Erfahrungen mit Einzelprojekten sind gemischt. Negativ-Beispiele sind der M1-Abschnitt in Ungarn, dessen Betreibergesellschaft bereits nach zwei Jahren in Konkurs ging, oder der Warnow-Tunnel in Rostock, bei dem die Einnahmeerwartungen nicht realisiert wurden. Positiv-Beispiele sind die Oeresund-Querung (trotz der noch nicht befriedigenden Erlöszahlen), die Tejo-Brücken in Lissabon oder die Bosphorus-Brücken in Istanbul. Auch das Kanaltunnel-Projekt hat sich nach der Gründung von Eurotunnel und der Abschreibung uneinbringlicher Forderungen finanziell stabilisiert.

Die Probleme der bisherigen PPP-finanzierten Einzelprojekte sind in der Regel dadurch begründet, dass die Verkehrsnachfrage aufgrund der Gebühren auf andere Alternativen ausweicht und so die erwarteten Rückflüsse nicht erreicht werden. Dies hat auch gesamtwirtschaftlich negative Konsequenzen, weil leistungsfähige, sichere und umweltverträgliche Kapazitäten brach liegen und der Verkehr teilweise auf schlechtere Alternativen verlagert wird.

Die Konzessionsfinanzierungen für die Autobahnen in einigen Nachbarländern haben überwiegend die Finanzierungsaufgabe lösen können. Die rasche Expansion des französischen Autobahnnetzes seit den 1970er Jahren ist wesentlich auf die Gebührenfinanzierung zurückzuführen. Eine der französischen Autobahngesellschaften firmiert bereits seit 1970 privat (Cofiroute), drei weitere sind vor kurzem an die Börse gebracht worden, wobei der französische Staat 14,8 Mrd. Euro zur Haushaltskonsolidierung einnehmen konnte. In Italien gibt es ein Nebeneinander von privaten und öffentlichen Autobahngesellschaften. Die starke Verflechtung der größten Privatgesellschaft Autostrade mit dem Staat hat jedoch Kritik hervorgerufen.

In Japan hat die Regierung Koizumi nicht nur die Postreform, sondern auch eine Reform der Fernstraßenorganisation durchgesetzt, die im Frühjahr 2005 in Kraft getreten ist.<sup>9</sup> In Österreich hat man 1982 die staatliche Autobahn- und Schnellstraßen-Finanzierungs-Aktiengesellschaft (ASFINAG) gegründet, deren Aufgabenbereiche im Jahr 1997 wesentlich erweitert wurden. Seit-

her ist die ASFINAG für die Umsetzung der Ausbauplanung, die Erhaltung und den Unterhalt sowie für die Gebührenerhebung verantwortlich. Die Gebühren sind öffentlich reguliert und sorgen in ihrer Gesamtheit dafür, dass die Kosten der Autobahnen und Schnellstraßen finanziert werden. Grundlage für die Lkw-Benutzungsgebühren (für Lkw ab 3,5 t) ist eine Wegekostenrechnung (Durchschnittskostenprinzip). Pkw und leichte Lkw unter 3,5 t zahlen zeitbezogene Gebühren in Form einer Vignette. Die Erfahrungen mit dieser Organisationsform sind durchweg positiv, wenngleich von mancher Seite bezweifelt wird, dass diese für etwa 2000 km Autobahnen und Schnellstraßen erfolgreiche zentrale Organisation ein Modell für wesentlich größere Netze, wie zum Beispiel in der Bundesrepublik Deutschland, darstellt.

### > Preisprinzipien

Für die Preisgestaltung gibt es drei Grundmodelle:

- Die EU-Kommission schlägt im Weißbuch von 1998 das Prinzip der sozialen Grenzkosten vor. Dies ist vom Wissenschaftlichen Beirat und anderen wissenschaftlichen Gremien auf Grund seiner Realitätsferne heftig kritisiert worden und auch nicht Grundlage der deutschen Lkw-Bemautung.
- In anderen Netzwirtschaften wie der Telekommunikation oder der Energiewirtschaft gibt es eine Zweiteilung der Preisbestimmung: Gesellschaften, die über ein Netz verfügen, das grundsätzlich Konkurrenten den Zutritt erlauben muss, unterliegen einer harten Regulierung durch die Preissetzung zu den Kosten einer effizienten Leistungserstellung oder zu den Kosten auf einem Vergleichsmarkt (upstream-Preise). Gesellschaften, die an den Kunden liefern, unterliegen einer weichen Regulierung mit Hilfe von Preisobergrenzen (price caps), die vom Regulierer (in der Bundesrepublik: von der Netzagentur) gesetzt werden. Im Übrigen sind die so genannten downstream operators frei, Preise zu setzen, wobei in den meisten Fällen gemischte Tarife (Grundgebühr plus Leistungstarif) zu finden sind.

<sup>9</sup> Wegen der Nähe dieser Organisationsform zu Vorschlägen für eine Reform der Bundesfernstraßen in Deutschland ist eine kurze Erläuterung des japanischen Modells angebracht: Das größte gebührenfinanzierte Straßenverkehrsunternehmen der Welt, die Japan Highway Public Corporation, ist in drei Gesellschaften untergliedert worden. Wie im Falle des seit 1987 privatisierten Eisenbahnwesens, gibt es auf der Hauptinsel Honshu nunmehr drei geografisch abgegrenzte Gesellschaften, nämlich die East, Central und West Japan Highway Company. Daneben wurden die Schnellstraßengesellschaften in den Großräumen Tokyo und Osaka, sowie die Brückengesellschaften für die festen Verbindungen zwischen Honshu und der Insel Shikoku umfirmiert, so dass insgesamt sechs Gesellschaften entstanden sind. Als Dach fungiert eine Gesellschaft, die Japan Expressway Holding and Debt Repayment Organization. Diese verwaltet das staatliche Wegeeigentum und schließt Leasing-Verträge mit den konzessionierten Betreibergesellschaften ab. Damit gibt es zwei wichtige Schnittstellen: Diejenige zwischen Staat und Holding, welche die staatlichen Vorgaben übernimmt und umsetzt, sowie diejenige zwischen Holding und Konzessionären, die mit Leistungskontrakten operiert. Wenngleich man nicht von einer echten Privatisierung sprechen kann, weil die Betreibergesellschaften derzeit noch voll staatlich kontrolliert werden, so ist doch die Option in Richtung Privatisierung in Form des Börsengangs der Infrastruktur-Management-Unternehmen gegeben.

– Im Bereich der Flugsicherung und der Bemannung schwerer Lkw auf Autobahnen gilt das Prinzip der Vollkostenumlage. In der Summe dürfen nur die anteiligen Infrastrukturkosten (keine externen Kosten, keine Aufschläge für Steuerungs-zwecke) über die Einnahmen zurück gewonnen werden. Allerdings erlaubt die EU-Richtlinie 1999/62 für Lkw innerhalb dieses Rahmens eine Differenzierung nach Ballung oder Tageszeiten und nach den Umweltkategorien der Fahrzeuge.

Es hat sich herausgestellt, dass das Argument der Fairness für die Bepreisung im Verkehr besonders hoch gewichtet wird. Aus diesem Grund hat die Vollkostenumlage einen hohen Stellenwert, weil das Ergebnis dem Gerechtigkeitsempfinden der Betroffenen am nächsten kommt. Das BMVBS hat zur Vorbereitung der Lkw-Maut eine Wegekostenrechnung bei den Instituten Prognos und IWW (2002) in Auftrag gegeben, die ganz auf das Fairnessargument abgestellt ist. Ausgangspunkt ist die Annahme, dass die Bundesfernstraßen von einem öffentlich kontrollierten Unternehmen bewirtschaftet werden, das die Aufgabe hat, die Straßen langfristig in einem sicheren und qualitativ hochwertigen Zustand zu halten. Ein solches Unternehmen muss Jahr für Jahr bis in eine ferne Zukunft die Einnahmen erwirtschaften, die erforderlich sind, die Kapitalkosten und laufenden Kosten für das Netz zu decken. Die Kapitalkosten ergeben sich erstens aus den Abschreibungen auf die zyklischen Reinvestitionen für das Bestandsnetz sowie für die Erweiterungsinvestitionen. Die zweite Komponente sind die kalkulatorischen Zinsen auf das eingesetzte Kapital, also das Nettovermögen der Wege.

Akzeptiert man diesen auf Dauer tragfähigen life-cycle-Ansatz einer zukunftsbezogenen Kostenrechnung, so ist das gelegentlich vorgebrachte Argument, die Straßen seien in der Vergangenheit bereits bezahlt worden und daher dürften die Kosten nicht ein zweites Mal angelastet werden, hinfällig. Die Gesamtkosten können mit Hilfe eines gestaffelten Verfahrens nach Verursachung, Veranlassung und Fairness aufgeteilt werden.

Im Ergebnis gibt es verschleißbezogene Kosten, die aus verkehrstechnischen Grundlagen abgeleitet werden, wie zum Beispiel aktualisierten Werten des so genannten AASHO-Road-Tests, der eine Beziehung zwischen dem Verschleiß von Deck- und Binder-schichten und den Übergängen schwerer Achsen herstellt. Ein

großer Anteil der Kosten für die Straßenbefestigung wird hierbei den schweren Lkw zugeordnet. Daneben gibt es aber auch Dimensionierungsvorgaben für die Anlage von Bundesfernstraßen, die von den Geschwindigkeiten der Pkw bestimmt werden.

Die gemittelten Durchschnittskosten für Autobahnen beziffern sich auf 15 Cent/km für Lkw über 12 t, während bei leichten Lkw ca. 4 Cent/km und Pkw etwa 2,5 Cent/km anfallen. Auf Bundesstraßen liegen die Werte etwa beim Doppelten der jeweiligen Autobahnkosten. Wenn man für Autobahnen und Bundesstraßen einen einheitlichen Tarif für Pkw bestimmen würde, so könnte dieser in einer Größenordnung von 3,5 Cent/km liegen, da die Bundesautobahnen insgesamt etwa das 1,8-fache der Fahrleistungen gegenüber den Bundesstraßen aufweisen. Dies bedeutet, dass ein aus den Regeln fairer Kostenverteilungen abgeleiteter Tarif für Pkw erheblich niedriger läge als die gegenwärtig in Frankreich, Italien oder Spanien zu zahlenden Gebühren.

#### > Rahmenbedingungen für die Nutzerfinanzierung

Eine Reform der Finanzierung für die Verkehrsinfrastrukturen kann nur unter einem festen Rahmenwerk von konstituierenden Bedingungen gelingen. Dazu zählen

- die Entbürokratisierung: Ein Übergang zur Nutzerfinanzierung muss mit neuen Formen des Managements für die Bundesfernstraßen einhergehen. Hierbei sind Verwaltungsaufgaben auf die Infrastrukturmanager zu verlagern. Der Staat als Eigentümer der Infrastruktur sollte sich auf die hoheitlichen, strategischen, institutionellen und regulierenden Aufgaben beschränken. Externe Effekte sind häufig nicht auf den Verkehr beschränkt und somit nicht verkehrsspezifisch, sondern umfassend zu behandeln, wie z. B. die Klima-Effekte durch CO<sub>2</sub>-Besteuerung oder Emission von CO<sub>2</sub>-Zertifikaten.
- der Wettbewerb um den Markt: Da es nur geringe Möglichkeiten gibt, einen intramodalen Wettbewerb unter den Infrastrukturmanagern einzurichten, gilt es, den Wettbewerb um den Markt zu forcieren. Dazu zählen die Konzessionierung nach einer Ausschreibung sowie die Förderung von Vergleichs- und Substitutionskonkurrenz.

- eine einheitliche Regulierung der Netzwirtschaft: Wegen der Ähnlichkeit der Regulierungsaufgaben kann die Regulierung der Straßen von der Netzagentur wahrgenommen werden, die bereits für Post, Telekommunikation, Energie und Eisenbahnen zuständig ist. Der Regulierer könnte auch für die laufende Beobachtung der Infrastrukturmanager und ihrer Ergebnisse (benchmarking) und somit für die Festlegung anreizbezogener Vorgaben (von der so genannten cost-plus zur yardstick-Regulierung) zuständig sein.
- die Zweckbindung der Einnahmen: Grundsätzlich sind die Einnahmen aus Gebühren für den Bereich zu verwenden, der sie generiert hat. Eine unternehmerische Ausrichtung des Infrastrukturmanagements ist ansonsten nicht möglich. Ausnahmen bedürfen strenger Indikation und parlamentarischer Zustimmung. Dies bedeutet, dass eine pauschale Aufteilung der Einnahmen aus der Maut – zumindest langfristig – keine gültige Grundregel des Handelns sein darf. Mittelübertragungen auf andere Verkehrsbereiche sind nur für festgelegte und parlamentarisch verabschiedete integrierte Investitionsprogramme vertretbar. Keinesfalls dürfen Mittelübertragungen an andere Bereiche in ihrer Gesamtheit die Höhe der kalkulatorischen Zinsen aus der Wegekostenrechnung überschreiten, da ansonsten der Substanzwert der Infrastruktur durch unzureichende Erhaltungsinvestitionen absinkt.
- die Kompensationen: Der Übergang zur Nutzerfinanzierung darf zu keiner Mehrbelastung der Betroffenen führen. Aus diesem Grund ist eine Einführung von Nutzergebühren durch eine deutliche Rückführung der fiskalischen Sonderabgaben des Verkehrs zu begleiten. In mittelfristiger Sicht bietet sich hierzu die Mineralölsteuer an. Deren Senkung würde im Nebeneffekt zur Rückverlagerung der Betankung nach Deutschland führen. Nach vorsichtiger Schätzung gehen dem Fiskus derzeit rund 2 Mrd. Euro jährlich durch Ausweichverhalten beim Tanken verloren. Eine Verminderung der Mineralölsteuer kann somit per Saldo zu Mehreinnahmen führen, so dass selbst bei voller Kompensation ein positiver Finanzierungseffekt entsteht.
- die institutionelle Änderung: Die Entwicklung der VIFG ist nach Auffassung des Wissenschaftlichen Beirats in zwei Richtungen denkbar.

1. Entwicklung der VIFG zu einer leistungsfähigen Fernstraßenbau-, -management- und -finanzierungsgesellschaft mit stark ausgeweiteten unternehmerischen Möglichkeiten einschließlich der Kreditaufnahme. Die VIFG kann in einer solchen Konstruktion die Kompetenz erhalten, Netzteile und Einzelprojekte für private Betreiber auszuschreiben. Die Ausschreibung kann sich auch auf die Sicherung der Erhaltung und des laufenden Betriebes beziehen.
2. Entwicklung der VIFG zu einer Agentur für Koordinierung, Ausschreibungs- und Kontraktregeln sowie finanzielle Transfers zwischen Fernstraßenbetreibern (Konzessionsabgaben/Zuschüsse/Kreditierungen). Die Kernaufgaben für Bau, Management und Finanzierung werden einigen Konzessionsgesellschaften zugeordnet (japanisches Modell).

Aus den genannten Punkten ergeben sich folgende **Handlungsempfehlungen**:

- Ausdehnung der Lkw-Maut auf Ausweichstrecken.
- Ausdehnung der Lkw-Maut auf Fahrzeuge ab 3,5 Tonnen zulässiges Gesamtgewicht.
- Einführung einer Vignette für Fahrzeuge unterhalb von 3,5 Tonnen auf Bundesfernstraßen; gegebenenfalls künftiger Ersatz durch elektronische Chip-Karte mit Pay-Box im Fahrzeug.
- Kompensation durch Reduzierung der Mineralölsteuer und damit Anpassung der Steuer an mittleres EU-Niveau.
- Ausdehnung der A-Modelle, Revision der F-Modelle; Festlegung von A/F-finanzierten Investitionsprogrammen.
- Zuführung der Mittel zur VIFG, Verwendung für Investitionsprogramme nach parlamentarischer Entscheidung (Grundlage: BVWP) und die Erweiterung der Aufgabenbereiche für die VIFG durch Ermächtigung zur Aufnahme von Krediten, Koordinierung von A- und F-Modellen; eventuelle Einführung von teilprivaten Fernstraßengesellschaften unter der Dachgesellschaft VIFG.
- Einbeziehung der Bundesstraßen im Anschluss an deren Neu-Klassifizierung; Übergang des Fernstraßenmanagements auf Fernstraßengesellschaften; Aufhebung der Aufgabenträgerschaft der Länder.
- Kompensation durch Reduktion der Kfz-Steuer.

### 6.3.3 MODELL B. BEIBEHALTUNG DER ÖFFENTLICHEN FINANZIERUNG

#### > Ausgangslage

Die Steuereinnahmen des Staates aus dem Straßenverkehr in Höhe von rund 50 Mrd. Euro jährlich verschaffen den öffentlichen Gebietskörperschaften hinreichend Spielraum für den bedarfsgerechten Aus- und Neubau der Straßeninfrastruktur. Mit dem Großteil der Einnahmen werden hingegen verkehrsfremde, vor allem konsumtive Ausgaben finanziert.

Die Grundsätze der Besteuerung umfassen auch das Leistungsfähigkeitsprinzip und das Übermaßverbot. Beides wird verletzt, wenn die Nutzer zusätzlich zu den heutigen Verkehrssteuern (Mineralöl-, Kfz-, Öko- und Mehrwertsteuer) mit Straßenbenutzungsgebühren belastet werden. Mit den Einschnitten bei der Pendlerpauschale, der Erhöhung der Mehrwertsteuer und der Versicherungssteuer sowie den steigenden Kraftstoffpreisen, an deren Erhöhung der Staat partizipiert, wird der Autoverkehr ohnehin verteuert.

Mit der Einführung der Lkw-Maut wird zusätzlich zu den Steuereinnahmen seit 1.1.2005 eine fahrleistungsbezogene Gebühr erhoben, die pro Jahr rund 3 Mrd. Euro zusätzliche Einnahmen für den Staat generiert. Trotz der geltenden Zweckbindung bei Gebühren werden aus diesem Aufkommen jedoch nur 1,2 Mrd. Euro in Straßenverkehrsinvestitionen reinvestiert. Die restlichen 1,8 Mrd. Euro verteilen sich auf Erhebungskosten (600 Mio. Euro) und Querfinanzierungen an andere Verkehrsträger.

Die Verwendung der Maut-Mittel für andere Verkehrsträger ist möglich, weil die Politik die Zweckbindung dieser Gebühren auf den gesamten Verkehrssektor bezieht. Gleichzeitig kürzte der Bund die steuerfinanzierten Infrastrukturinvestitionen im Umfang der Maut-Einnahmen in Höhe von 2,4 Mrd. Euro. Das heißt nichts anderes, als dass die Mautgebühren nicht zusätzlich für Investitionen zur Verfügung stehen, sondern lediglich Projekte ersetzen, die bislang steuerfinanziert waren. Im Ergebnis ist für die Nutzer mit dem Einstieg in die Gebührenfinanzierung somit eine Mehrbelastung in Höhe von 3 Mrd. Euro entstanden, ohne dass auch nur ein einziger Euro zusätzlich für die Straßeninfrastruktur bereitgestellt worden wäre. Es ist daher zu befürchten,

dass diese Praxis auch bei Einführung einer Pkw-Maut Fortsetzung findet.

Eine Alternative zur Mautfinanzierung ist die Stärkung der Finanzierung der Straßeninfrastruktur aus der Mineralölsteuer. Hierfür ist eine Rückbesinnung auf den Äquivalenzgedanken mit einer gesetzlich verankerten Zweckbindung für den Straßenbau erforderlich.

#### > Zweckbindung der Einnahmen

Der Staat erhebt die Mineralölsteuer seit 1960 als spezifische Steuer für verkehrs- und energiepolitische Zwecke. Ab 1965 wurde die Bindung laut Straßenbaufinanzierungsgesetz auf 50 Prozent des Aufkommens für Zwecke des Straßenwesens festgesetzt. Dies entspricht – zumindest teilweise – dem grundlegenden Besteuerungsprinzip der Äquivalenz zwischen Besteuerung und Nutzung von Verkehrseinrichtungen. Dem Besteuerungsgrundsatz der Äquivalenz wird zwar haushaltsrechtlich ein anderer Grundsatz, das Non-Affektations-Prinzip, entgegen gestellt, doch wird dadurch weder die schon ursprünglich vorgesehene Verwendung der Mineralölsteuer für Straßeninfrastrukturinvestitionen noch die gesetzliche Verpflichtung des Staates zur Bereitstellung und Erhaltung von Straßeninfrastruktur aufgehoben.

Dem Staat entstehen Straßeninfrastrukturkosten durch den Kraftfahrzeugverkehr. Er ist daher berechtigt, den Kraftfahrzeugverkehr mit einer besonderen Abgabe zu belasten, die ein Äquivalent für eine staatliche Leistung darstellt. Die Mineralölsteuer ist insofern weniger eine allgemeine Steuer, sondern hat vielmehr den Charakter einer Gebühr oder eines Beitrags, dem nach dem Prinzip von Leistung und Gegenleistung auch bestimmte Dienste des Staates im Interesse des Kraftverkehrs entsprechen müssen. In diesem Sinn stellt die Mineralölsteuer ein gebührenähnliches Entgelt für die Beanspruchung des öffentlichen Straßennetzes dar. Die Erträge aus der Steuer müssen die durch den Kraftfahrzeugverkehr verursachten spezifischen Straßen- und Verkehrskosten decken.<sup>10</sup>

Die Mineralölsteuer erfüllt die Anforderungen an ein Finanzierungssystem für die Verkehrsinfrastruktur in besonders geeigneter Weise:

<sup>10</sup> Zwischen den Jahren 1989 und 1994 wurde die Mineralölsteuer um 28 Cent je Liter erhöht. Begründet wurde diese Maßnahme ausschließlich damit, dass die einigungsbedingten Zusatzkosten für die Modernisierung und Erweiterung der Verkehrsinfrastruktur in den neuen Bundesländern diese Erhöhung erforderlich mache.

- Die Mineralölsteuer entspricht in hohem Maße dem Prinzip der Nutzerfinanzierung, in dem der Nutzer der Infrastruktur direkt entsprechend seiner Inanspruchnahme ein Entgelt bezahlt.
- Die Steuerbelastung steht in Zusammenhang mit der Fahrleistung, d. h. es besteht eine hohe Korrelation zwischen Fahrleistung und Abgabenbelastung (pay as you use-Prinzip). Dagegen weist eine Vignette keinerlei Bezug zur individuellen Fahrleistung auf. Sie begünstigt die Vielfahrer zu Lasten der Wenigfahrer.
- Die Umgehungsmöglichkeiten der Zahlung der Mineralölsteuer etwa durch Tanken im Ausland sind geringer als bei einer Pkw-Maut.
- Die Mineralölsteuer gibt Anreize zur Schonung der Umwelt. Sie fördert den Kauf verbrauchsarmer Fahrzeuge und belohnt eine kraftstoffsparende Fahrweise. Diese ökologische Anreizwirkung fehlt bei der Pkw-Maut, die sich nur nach Kilometerleistung richtet. Eine mögliche Differenzierung der Mautgebühren nach Abgasemissionen würde den ursprünglichen Bezug der Gebührenerhebung zu den individuellen fahrleistungsabhängigen Wegekosten wieder auflösen. Zudem würde dabei übersehen, dass mit Kfz- und Mineralölsteuer Abgasemissionen bereits hinreichend erfasst sind.
- Die Mineralölsteuer richtet sich nach der Verkehrsstärke und der Stauungssituation und nimmt insofern eine örtliche und zeitliche Differenzierung der Abgabenbelastung vor. Bei einem hohen Verkehrsaufkommen mit häufigen Staus steigen der Kraftstoffverbrauch und damit die Abgabenbelastung. Umgekehrt sinken bei geringem Verkehrsaufkommen der Kraftstoffverbrauch und die Steuerbelastung. Die Mineralölsteuer enthält insofern einen monetären Anreiz für den Autofahrer, Zeiten hohen Verkehrsaufkommens zu meiden. Diese inhärente Entgeltdifferenzierung müsste bei der Pkw-Maut durch einen hohen Aufwand an Erhebungskosten erkaufte werden.
- Die Mineralölsteuer ist verwaltungstechnisch einfach und kostengünstig zu erheben. Dagegen setzt die Einführung von Straßenbenutzungsgebühren technologisch aufwändige und deshalb kostenintensive Erfassungssysteme voraus. Bei einer Maut in elektronischer Erhebungsform fallen hohe Investitions-, Betriebs- und Verwaltungskosten an. Die nicht gebundenen Finanzmittel für die Erhebungstechnik können dagegen zusätzlich für Investitionen in die Infrastruktur genutzt werden.
- Die Mineralölsteuer beteiligt ausländische Pkw-Fahrer, die in Deutschland tanken (Territorialprinzip) nicht nur an den Fernstraßeninfrastrukturkosten (10 Prozent), sondern auch an der

Finanzierung der sonstigen öffentlichen Aufgaben (90 Prozent). Da die Fahrleistung ausländischer Pkw auf deutschen Fernstraßen nur rund 4 Prozent beträgt, lässt sich durch eine Pkw-Maut keine höhere Beteiligung der ausländischen Pkw an den Infrastrukturkosten erzielen.

- Die Mineralölsteuer existiert bereits und braucht daher nicht neu eingeführt werden. Dagegen stellt die Pkw-Maut ein weiteres Finanzierungsinstrument dar, das die Gefahr einer Mehrbelastung der Autofahrer birgt; dies auch deshalb, weil eine vorgeschlagene Kompensation durch die Reduktion von Teilen der Mineralölsteuer bzw. Kfz-Steuer sich EU-rechtlich als problematisch erweisen könnte.

Im Übrigen ist davon auszugehen, dass die Erhebung einer PKW-Maut für die Nutzung von Fernstraßen zu einer Verkehrsverlagerung in Form von Umweg- und Vermeidungsverkehren in nachrangige Straßennetze führt, was dort entsprechende Infrastruktur-, Unfall- und Umweltkosten verursacht.

Das Finanzierungsproblem der Straßeninfrastruktur in Deutschland könnte also vergleichsweise einfach gelöst werden, wenn die Einnahmen aus der Mineralölsteuer konsequent für Straßeninfrastrukturmaßnahmen eingesetzt würden. Folglich ist die Zweckbindung eines Teils des Mineralölsteueraufkommens, z. B. 15 Prozent für die Bundesfernstraßen, gerechtfertigt. Damit besteht ein einfaches und effizientes Finanzierungssystem, das ohne kostenintensive Erfassungssysteme auskommt. Dieser Anteil muss zusammen mit der Lkw-Maut als Finanzierungsquelle für die Straßeninfrastruktur gesetzlich festgeschrieben werden, um dauerhaft mehr Stetigkeit und Verlässlichkeit in die Investitionspolitik zu bringen, Planungssicherheit für die Unternehmen zu gewährleisten und die Politik diskontinuierlicher Zuweisungen zu beenden.

#### > Neuordnung der Verantwortlichkeiten für Bundesfernstraßen

Im Fernstraßensektor in Deutschland liegen erhebliche Defizite vor, sowohl bei der Finanzierung als auch bei der Zuständigkeitsaufteilung zwischen Bund und Ländern sowie bei der Organisation von Planung, Bau, Erhaltung und Betrieb. Die Länder können gemäß der Principal-Agent-Theorie ihren Informationsvorsprung zu Lasten des Bundes ausnutzen und eigene Interessen verfolgen.

So entstehen zum Beispiel bei der Bewertung von Investitionsprojekten Anreize für die Länder, vor allem die Projekte in ihren jeweiligen Bundesländern zu fördern, was zu einer Mittelverteilung nach Proporzriterien führt. Auch verursachen entsprechende Entscheidungen hohe Investitionen in Neubau- und zu geringe Mittelzuweisungen in Erhaltungsmaßnahmen.

Private Unternehmen werden bei der Produktion im Fernstraßensektor bislang separat auf einzelnen Wertschöpfungsstufen einbezogen, beim Betriebsdienst überhaupt nicht. Beim Neubau von Bundesfernstraßen sind die Losgrößen der einzelnen Bauabschnitte oftmals zu klein, um nennenswerte Größenvorteile in Form von Economies of Scale zu realisieren. Nicht selten mangelt es der öffentlichen Verwaltung an einer aussagekräftigen Kosten- und Leistungsrechnung. Personaleinsatz und Bereitstellung der Finanzmittel unterliegen öffentlichen Rechtsvorschriften, was die Realisierung von Kostensenkungspotenzialen behindert.

Vor diesem Hintergrund ist eine stärker zentralisierte Organisation des Managements von Planung, Bau, Erhaltung und Betrieb der Bundesfernstraßen geboten. Die Auftragsverwaltung sollte im Bereich der Bundesfernstraßen aufgegeben werden. Ferner sollte die Fernstraßenfinanzierung aus dem Bundeshaushalt herausgelöst und einer eigenständigen institutionellen Lösung (Bundesfernstraßengesellschaft) übertragen werden, die jedoch vollständig in staatlicher Verantwortung bleibt. Diese sollte das Recht erhalten, die ihr zufließenden Finanzmittel nach Vorgabe des Bundesverkehrswegeplans verwenden zu können. Außerdem sollte sie in die Lage versetzt werden, durch das Recht zur Kreditaufnahme die Investitionsfinanzierung an den Mittelbedarf anpassen zu können. Damit wird u. a. ein effizienteres Finanzmanagement ermöglicht, das die Finanzmittel zu den richtigen Zeitpunkten bereitstellt.

Die finanzielle Ausstattung einer Bundesfernstraßen-Management-Gesellschaft sollte durch direkte Zuweisung der Einnahmen aus der Lkw-Maut sowie eines zweckgebundenen Teils der Einnahmen aus der Mineralölsteuer sichergestellt werden. Aufgrund von relevantem Marktversagen sollten die Aufgaben der Bereitstellung und der Organisation der Produktion im Bundesfernstraßennetz jedoch beim Staat verbleiben. Welcher Organisationsform sich der Staat dabei bedient – traditionelles contracting out oder PPP-Ansatz – ist von der Frage der Zuständigkeit und der Frage der Finanzierung zu trennen.

## > Finanzierungs- und Betreibermodelle

In der Debatte um die Finanznot der öffentlichen Haushalte wird die Option einer stärkeren Einbeziehung privaten Kapitals und privaten Managements mit dem Argument diskutiert, dass aufgrund der fehlenden Anreizstrukturen im öffentlichen Sektor die Straßeninfrastruktur von privaten Anbietern wesentlich effizienter geplant, erstellt, betrieben und schließlich finanziert werden könne.

Zu unterscheiden sind in dieser Diskussion zunächst die reinen Vorfinanzierungsmodelle, bei denen private Unternehmen die Infrastruktur bauen und diese nach Fertigstellung an den Staat übergeben, von den Betreibermodellen. Im ersten Fall zahlt der Staat über einen festgelegten Zeitraum feste Raten an ein privates Konsortium, um dessen Investitionen und laufende Kosten voll zu refinanzieren. Diese Vorfinanzierungsmodelle dienen dem Zweck einer frühzeitigeren Realisierung der Projekte aufgrund des Einsatzes privaten Kapitals. Der Vorteil besteht darin, dass sich die frühere Realisierung, z. B. die Beseitigung von Engpässen, gesamtwirtschaftlich positiv auswirkt. Demgegenüber stehen die wesentlich höheren Gesamtkosten einer solchen privaten Vorfinanzierung, die sich schon daraus ergeben, dass sich private Anbieter wesentlich teurer refinanzieren als der Staat und außerdem Renditen erwirtschaften müssen.

Bei den Betreibermodellen ist der private Betreiber verpflichtet, eine Straßeninfrastruktur neu- oder auszubauen, für einen bestimmten Zeitraum (beispielsweise 30 Jahre) zu erhalten und zu betreiben, sowie diese nach Ablauf in einem vorher definierten Zustand an den Staat zu übergeben. Im Gegenzug erhält der Betreiber Gebühren aus der Nutzung, um dadurch seine Investitionen und die laufenden Ausgaben zu refinanzieren sowie eine Rendite (12-15 Prozent des eingesetzten Kapitals) zu erwirtschaften.

Für den privaten Investor ist mit einem solchen Betreibermodell ein Auslastungs- bzw. Erlösrisiko verbunden. Das Verkehrsaufkommen, Leistungsstandards sowie Betriebs- und Erhaltungskosten müssten über den gesamten Amortisationszeitraum prognostiziert und vereinbart werden. Überdies entsteht ein Substitutionsrisiko, wenn parallele Strecken gleicher oder auch anderer Verkehrsträger existieren oder im Zeitverlauf entstehen. Für diese Risiken fordert der private Betreiber Risikozuschläge in

der Vergütung (Gebührenhöhe). Für den Staat besteht das Risiko, dass der private Betreiber die ihm obliegenden Wartungs- und Erhaltungsinvestitionen speziell zum Ende der Konzessionslaufzeit nicht oder nicht vertragsgemäß tätigt. Diese Risiken erschweren es, private Investoren für solche Projekte zu finden.

### > Regulierungsbedarf

Ökonomisch betrachtet ergibt sich ein weiteres Risiko aus dem Charakter der Straßeninfrastruktur als natürliches Monopol mit Größen- und Verbundvorteilen. Die damit einhergehende Marktmacht privater Anbieter kann zu Missbrauch führen, wie das Beispiel Ungarn zeigt, und müsste daher mit regulierungsökonomischen Instrumenten diszipliniert werden.

Bei Public Private Partnership Projekten gehen die Eigentumsrechte zeitlich beschränkt auf den privaten Betreiber über. Der Staat steuert bis zu 50 Prozent der Investitionskosten als Zuschuss bei und reduziert so das Risiko des privaten Betreibers. Darin besteht jedoch nicht die einzige Hürde: Auch bei PPP-Projekten entsteht erheblicher Regulierungsbedarf, vor allem an den Schnittstellen zwischen staatlicher und privater Verantwortung sowie hinsichtlich der Zuordnung der Risiken. Die ökonomische Vorteilhaftigkeit solcher Betreibermodelle hängt von der Möglichkeit ab, Regulierungen, Rahmenbedingungen und Verträge so zu gestalten, dass einerseits das unternehmerische Risiko und die unternehmerischen Anreize bzw. die unterstellten Effizienzvorteile erhalten bleiben, andererseits aber auch die unternehmerische Rentabilität erreicht werden kann.

Bis heute sind die Fragen entsprechender Regulierungsmechanismen nicht hinreichend gelöst. Damit besteht die Gefahr, dass die wirtschaftlichen Risiken letztlich beim Staat verbleiben und/oder hohe Regulierungs- und Kontrollkosten entstehen. So würden umfassende staatliche Garantien wie Anschubfinanzierung, Zinsgarantien für fremdfinanziertes Kapital, Renditegarantien für eingesetztes Eigenkapital, Konkurrenzausschluss etc. die Risiken einseitig zu Lasten des Staates verteilen.

Dagegen können sich für einen privaten Betreiber, der das Auslastungs- und Erlösrisiko trägt, die Rahmenbedingungen so verändern, dass die Projekte unrentabel werden. Bei vielen bisher durchgeführten Privat-Projekten wurde das relevante Verkehrsaufkommen zu hoch kalkuliert, da Vermeidungs- und Umgehungsstrategien nicht oder in einem nicht ausreichenden Maße Berücksichtigung fanden. Oft führt auch die Entlastung einer überfüllten mautfreien Straße durch eine gebührenpflichtige Alternativroute in Höhe von 15-20 Prozent des Verkehrsaufkommens zur Wiederherstellung eines normalen Verkehrsflusses. Die Verlagerung des Verkehrs im Umfang von Verkehrsspitzen auf gebührenpflichtige Alternativrouten ist jedoch für die Rentabilität dieser Routen meistens unzureichend.

Vorstellungen, die darauf hinauslaufen, sämtliche Fernstraßenbauaktivitäten in eine privatrechtliche Organisationsform zu überführen, sind aus genannten Gründen kritisch zu bewerten. Außerdem besteht die Gefahr, dass unter rein betriebswirtschaftlichen Kriterien der volkswirtschaftliche Nutzen unberücksichtigt bleibt. Die Erfahrungen bei Finanzierungsmodellen mit privater Beteiligung sind zudem unterschiedlich. Vielfach traten die gesamtwirtschaftlichen Vorteile oder aber die Rentabilität nicht ein. Die erwarteten Effizienzgewinne durch PPP-Modelle sind generell nicht nachgewiesen und müssen daher hinterfragt werden.

Für eine Beurteilung der Vorteilhaftigkeit einer Privatisierung wäre daher im konkreten Einzelfall also erst noch der Nachweis zu erbringen, in welchem Bereich der Wertschöpfungskette, in welchem Umfang und unter welchen Bedingungen Effizienzgewinne gegenüber der öffentlich-rechtlichen Organisation zu erzielen sind. Bereits heute werden Planung, Bau und Unterhalt der Straßeninfrastruktur von privaten Unternehmen wahrgenommen. Die Privatisierung weiterer Aufgaben wie z. B. der Betriebsdienste oder die Anhebung der Losgrößen sind auch ohne Veränderung der Eigentumsrechte an der Infrastruktur möglich.

Aus den genannten Argumenten heraus ergeben sich folgende **Handlungsempfehlungen**:

- Gesetzliche Zweckbindung eines angemessenen Anteils der Mineralölsteuer sowie der Einnahmen aus der Lkw-Maut für die Fernstraßeninfrastruktur. Dabei sind Querfinanzierungen in andere Verkehrssysteme grundsätzlich zu vermeiden.
- Herauslösung der Fernstraßenfinanzierung aus dem Bundeshaushalt und Übertragung an eine eigenständige Institution (Bundesfernstraßengesellschaft), die umfassend in staatlicher Verantwortung bleibt und für einen effizienteren Mitteleinsatz nach Vorgabe des BVWP sorgt.
- Erprobung der fünf vom Bundesverkehrsministerium genehmigten Pilotprojekte zur Privatfinanzierung von Straßen und Nachweis der erwarteten Effizienzvorteile.
- Konsequente Fortführung der Reformen im öffentlichen Sektor (Effizienzsteigerung) sowie Aufgabenüberprüfung und gegebenenfalls Privatisierung von Betriebsdiensten, wenn deren Vorteilhaftigkeit nachgewiesen wird.

#### 6.3.4 ZUSAMMENFASSUNG

Beide Modelle gehen von der Notwendigkeit aus, eine verlässliche und ausreichende Finanzierung der Fernstraßeninfrastruktur zu schaffen. Zusätzlich verfolgen sie das Ziel, den Mitteleinsatz durch organisatorische Maßnahmen effizienter zu gestalten. Die Wege zur Umsetzung dieser Ziele sind hierbei verschieden, weisen zum Teil aber auch Parallelen auf:

Modell A favorisiert den Einstieg in eine Nutzerfinanzierung durch eine streckenabhängige Abgabe für Pkw-Fahrer und leichte Nutzfahrzeuge, die bis zur Schaffung preisgünstiger technischer Systeme für Pkw pauschal über eine Vignette erhoben werden soll. Eine Mehrbelastung soll dabei durch die Reduktion eines Teils der Kraftstoffsteuer ausgeschlossen werden. Für die Preisgestaltung wird das so genannte Fairness-Prinzip vorgeschlagen.

Dem gegenüber setzt sich Modell B neben der bereits bestehenden Maut für schwere Lkw für die Beibehaltung der Kraftstoffsteuer als Finanzierungsquelle ein. Folglich soll ein bestimmter Anteil dieser Steuer langfristig für die Zwecke der Infrastrukturfinanzierung festgeschrieben werden.

Beide Modelle befürworten die Verwaltung der Mittel für die Infrastrukturfinanzierung durch eine Fernstraßeninfrastrukturgesellschaft, die im Besitz des Staates ist. Diese soll jedoch insoweit geschäfts- und kreditfähig sein, dass sie die Maßnahmen des BVWP weitgehend selbstständig durch Auftragsvergabe realisieren kann. Damit würde die Aufgabenträgerschaft der Länder aufgehoben.

Modell A spricht sich für die Ausführung von Projekten über Betreibermodelle aus, die durch die Infrastrukturgesellschaft koordiniert werden. Dies kann bis zur Einführung von teilprivaten Fernstraßengesellschaften gehen. Modell B beurteilt die teilprivaten Betreibergesellschaften hingegen skeptisch und bezweifelt den finanziellen Effizienzgewinn. Hier wird zunächst der Nachweis von Vorteilen der fünf genehmigten Pilotprojekte abgewartet.

Sowohl hinsichtlich der unterschiedlichen Quellen der Finanzierung als auch der Organisation der Verwendung wurden die verschiedenen Argumente dargestellt und begründet. Damit ist ein ausführlicher Hintergrund für eine öffentliche Diskussion gegeben. Angesichts der Bedeutung des Themas empfiehlt acatech eine sorgfältige und zügige Überprüfung der genannten Pros und Contras mit dem Ziel einer politischen Entscheidung.



## 6.4 ERHALTUNGSMASSNAHMEN UND ENGPASS- BESEITIGUNG BEI DER SCHIENE. VORSCHLÄGE FÜR EINE LEISTUNGS- UND FINANZIERUNGSVEREINBARUNG

### 6.4.1 KONTEXT

Auch zukünftig muss die Eisenbahninfrastruktur allen Nutzern eine hohe Anlagenverfügbarkeit und Betriebsqualität gewährleisten. Dazu ist es aus der Sicht von acatech unumgänglich, dass die vorhandene Infrastruktur qualitativ gestärkt und bei Erfordernis dem Markt angepasst wird. Grundlage hierfür sind eine Planungssicherheit der Schieneninfrastrukturunternehmen sowie schnelle, unkomplizierte Planungsverfahren.

Die Finanzierung der Eisenbahninfrastruktur unterscheidet sich nach Maßnahmen des Bestandsnetzes, die dem Erhalt der vorhandenen Infrastruktur dienen, und des Bedarfsplanes, die den Aus- und Neubau auf Grundlage des Bundesverkehrswegeplans umfassen. Sie ist geprägt durch rund 120 Finanzierungsvereinbarungen, die jeweils einen eigenständigen Charakter haben und sich deutlich hinsichtlich ihrer Konditionen – zinslose Darlehen oder Baukostenzuschüsse, Laufzeiten – sowie nach dem praktizierten Verfahren der Antrags- und Verwendungsprüfung unterscheiden. Die Abstimmung zwischen dem Bund und der Bahn stellt sich dabei als ein komplexer Iterationsprozess dar, da die Planung der Eigenmittel der Bahn eng verknüpft ist mit der Summe der zur Verfügung stehenden Bundesmittel. Letztere werden jeweils für ein Jahr geplant und stehen unter dem Haushaltsvorbehalt. Änderungen sind also jederzeit möglich.

Dem stehen die vergleichsweise lange Laufzeit für Infrastrukturprojekte sowie ein Mittelfrist-Planungszeitraum von fünf Jahren bei der DB AG gegenüber. Die in der Vergangenheit aufgetretenen starken Schwankungen der Bundesmittel-Linie führen deshalb zu einem jährlichen Anpassungsbedarf, der mit Änderungen der Prioritäten in der Unternehmensplanung verbunden ist. Die häufigen Veränderungen bewirken zudem einen hohen zusätzlichen Verwaltungsaufwand und ziehen Projektverzögerungen nach sich. Das primäre Ziel muss daher die Herstellung einer Vereinbarungssicherheit mit dem Bund sein, die langfristig Mittel für die Infrastrukturmaßnahmen sichert.

### 6.4.2 ZIELE UND MASSNAHMEN

Da eine funktionierende Eisenbahninfrastruktur im Interesse des Allgemeinwohls liegt, ist der Bund durch seinen verfassungsrechtlichen Auftrag (Artikel 87 e (4) GG) gehalten, Finanzierungsbeiträge für Investitionen in die Eisenbahninfrastruktur zu gewähren. Im Hinblick auf die Weiterentwicklung der Finanzierung der Infrastruktur des Bestandsnetzes wurde zwischen Bund und Bahn grundsätzlich Einigkeit darüber erzielt, das bestehende Verfahren der Antrags- und Verwendungsprüfung deutlich zu vereinfachen. Die Infrastrukturfinanzierung des Bestandsnetzes soll zukünftig über eine Leistungs- und Finanzierungsvereinbarung (LuFV) erfolgen. Dies bedeutet, dass der Bund einen festen Infrastrukturbeitrag für das Bestandsnetz zusagt, während sich die Bahn verpflichtet, die Infrastruktur in einer festgelegten Qualität und zu einem bestimmten Umfang vorzuhalten. Der Erfolg des Mitteleinsatzes wird dabei vor allem anhand der Einhaltung vereinbarter Ausstattungs- und Qualitätsmerkmale der Infrastruktur gemessen werden. Zusätzlich erfolgt ein Nachweis der vertragsgemäßen Mittelverwendung.

Die Verhandlungen zur Ausgestaltung der Vereinbarung zwischen Bund und Bahn wurden 2005 aufgenommen. Die Einhaltung der Vereinbarung seitens der Bahn soll in Zukunft anhand eines Infrastrukturzustandsberichtes dokumentiert werden. Dieser wird aus einem Infrastrukturkataster, Qualitätskennzahlen sowie weiteren ergänzenden Einzelinformationen bestehen. Der Bericht wird jährlich zu einem noch festzulegenden Stichtag erstellt und dient dem Nachweis der Einhaltung der festgelegten Parameter.

Das Infrastrukturkataster enthält dabei eine Darstellung des Ist-Bestandes der Infrastruktur der DB AG. Dazu sind zum einen die wesentlichen Anlagenarten (Bahnübergänge, Brücken, Gleise, Stellwerke, Tunnel, Weichen, Verkehrsstationen sowie Bahnstromschaltanlagen) mit beschreibenden Attributen abgebildet. Zum anderen werden separat festgelegte Merkmale (z. B. Gleisanzahl, Ausrüstungsstandard, Geschwindigkeit) für alle Strecken detailliert aufgeführt.

Neben der Darstellung des Infrastrukturbestandes soll im Infrastrukturzustandsbericht die Qualität der Infrastruktur mit Hilfe ausgewählter Qualitätskennzahlen objektiv abgebildet werden. Während der gemeinsamen Arbeit zwischen Bund und Bahn wurden verschiedene Ansätze diskutiert, anhand welcher Größen die Infrastrukturqualität bewertet und gemessen werden kann. Es wurde Einigkeit darüber erzielt, dass der durch Infrastrukturmängel verursachte theoretische Fahrzeitverlust sowie die Anzahl und Dauer der infrastrukturbedingten Störungen geeignet sind, die Qualität der Infrastruktur objektiv abzubilden. Daneben werden im zukünftigen Infrastrukturzustandsbericht weitere Angaben die Dokumentation der Infrastrukturqualität ergänzen:

- Der Investitionsbericht liefert einen Überblick über die im Berichtsjahr getätigten Investitionen anhand der Ausgaben in einzelnen Investitionsgruppen sowie der Veränderungen des Anlagenbestandes.
- Flankierend zu den Qualitätskennzahlen werden Angaben zu den verkauften Trassenkilometern sowie zur Entwicklung der netzverursachten Verspätungen gemacht.

Mit dem Abschluss einer Leistungs- und Finanzierungsvereinbarung nach dem beschriebenen Muster ergeben sich sowohl für den Bund als auch für die Bahn Vorteile. Dazu zählen die Sicherstellung des Gewährleistungsauftrages des Bundes für das Bestandsnetz, der Ersatz des spezifischen und komplexen Verfahrens der Antrags- und Verwendungsprüfung durch outputorientierte Qualitätsmessung – und dadurch die Reduktion des Verfahrensaufwandes auf beiden Seiten.

Weitere Punkte sind:

- die langfristige Planungssicherheit für die DB hinsichtlich der Bautätigkeit und der dafür vorzuhaltenden Ressourcen,
- die Einsparung von Kosten durch ein stabiles Investitionsprogramm,
- eine detaillierte Gesamtübersicht über die einzelnen Strecken und die vorhandenen Anlagen durch das Infrastrukturkataster,
- objektive und jährlich vergleichbare Qualitätsaussagen durch den Infrastrukturzustandsbericht,
- die Möglichkeit der Sanktionierung von Qualitätsverfehlungen durch den Bund.

Die Leistungs- und Finanzierungsvereinbarung führt insgesamt zu einer Vereinfachung und Verkürzung der Finanzierungsprozesse bei Bund und Bahn. Derzeit muss zuerst eine entsprechende Finanzierungsvereinbarung in mehreren Antrags-, Prüfungs- und Zustimmungsschritten zwischen Bahn, Eisenbahn-Bundesamt, BMVBS und BMF abgeschlossen werden. Erst danach kann auf dieser Basis für konkrete Einzelmaßnahmen durch die Bahn ein Antrag auf Baufreigabe beim Eisenbahn-Bundesamt gestellt werden, der im Zuge der Ausführung durch Projekt- und Kostenänderungen fortgeschrieben werden muss. Nach Abschluss der Baumaßnahme erfolgt dann die Erstellung eines Verwendungsnachweises durch die Bahn und gegebenenfalls eine Verwendungsprüfung durch das Eisenbahn-Bundesamt.

Dieser Prozess muss zuerst für jede Finanzierungsvereinbarung und danach für jede einzelne Baufreigabe durchlaufen werden. Bei Abschluss einer LuFV wird dieser aufwendige Prozessablauf durch die Abstimmung einer einzigen Vereinbarung ersetzt und damit die Komplexität des Verfahrens erheblich reduziert. Damit können – verglichen mit dem heutigen Verfahren – verkehrlich zwingend notwendige Maßnahmen beschleunigt realisiert und die Wettbewerbsposition des Systems Bahn nachhaltig gestärkt werden. Eine Leistungs- und Finanzierungsvereinbarung bildet somit eine wichtige Voraussetzung für die Kapitalmarktfähigkeit und ist die Basis für einen optimalen Mitteleinsatz sowie die maximale Wertsteigerung der Infrastrukturunternehmen der Bahn im Sinne aller Beteiligten: des Bundes, der Shareholder und der Bahn. Daraus leiten sich auch die folgenden Unternehmensprämissen ab, denen sich die acatech Projektgruppe angeschlossen hat:

- Um die Leistungsfähigkeit der Bahn zu erhalten, brauchen die Infrastrukturunternehmen eine langfristige Planungssicherheit – ideal wäre ein Zeitraum von 10 Jahren –, die in einer Leistungs- und Finanzierungsvereinbarung zu fixieren ist. Für das Bestandsnetz sind jährliche Mittel in einer Höhe von 2,5 Mrd. Euro notwendig.
- Für die Engpassbeseitigung sind darüber hinaus weitere finanzielle Aufwendungen erforderlich.
- Die Vereinfachung der Planungs- und Finanzierungsverfahren ist voranzutreiben.

## 6.5 HARMONISIERUNG DER RAHMENBEDINGUNGEN IM SCHIENENVERKEHR IN EUROPA UND IHRE FINANZIERUNG

### 6.5.1 Kontext

Für einen effizienten und erfolgreichen Betrieb der Bahnen müssen entsprechende Rahmenbedingungen in Deutschland, aber auch in Europa vorhanden sein. Von zentraler Bedeutung ist in diesem Zusammenhang die Schaffung fairer und vergleichbarer Rahmenbedingungen im intermodalen Wettbewerb. Dazu gehört der Abbau von steuer- und umweltpolitischen Wettbewerbsverzerrungen zu Lasten der Schiene (Energiesteuern), aber auch die Minimierung administrativer Marktzutrittsbarrieren, um den Marktzugang auch tatsächlich ausüben zu können.

### 6.5.2 Ziele und Maßnahmen

Die Zukunft des europäischen Schienengüterverkehrs liegt insbesondere vor dem Hintergrund der EU-Osterweiterung im Zurücklegen großer Distanzen, d. h. den großen transeuropäischen Korridoren. Dies gilt vor allem für den Güterverkehr. Der Verkehrsträger Schiene könnte auf langen, grenzüberschreitenden Distanzen einen zeitlichen Vorteil gegenüber der Straße erreichen. Entsprechende Vorteile kommen allerdings nur dann zum Tragen, wenn

1. die technischen und betrieblichen ‚Eigenheiten‘ überwunden werden und damit nicht mehr zu unnötigen Stillstandzeiten führen,
2. die Durchgängigkeit einer qualitativ hochwertigen Infrastruktur auf grenzüberschreitenden Korridoren gewährleistet ist und
3. vor dem Hintergrund schwieriger Haushaltslagen alternative Finanzierungskonzepte realisiert werden.

Zu den genannten Punkten bestehen deshalb folgende Handlungsnotwendigkeiten.

### Zu 1.: Harmonisierung der technischen und betrieblichen Rahmenbedingungen

Mit der Erarbeitung der Technischen Spezifikationen für Interoperabilität hat die Europäische Kommission einen ersten und maßgeblichen Schritt zur technischen Vereinheitlichung der Rahmenbedingungen des Sektors Schiene geleistet: Die Maßnahmen zur Interoperabilität sind hinsichtlich ihrer wirtschaftlichen Wirkungen (Kosten und Nutzen) auf die Wettbewerbsfähigkeit des Verkehrsträgers Schiene zu beurteilen. Nicht die Realisierung des technisch Möglichen darf demnach das Ziel sein – vielmehr müssen Sicherheitsbedingungen und wirtschaftliche Kriterien den Bemessungsrahmen darstellen.

In zeitlich begrenzten Fällen, in denen durch alternative, aber wirtschaftlich sinnvolle Maßnahmen internationale Verkehre ermöglicht werden können, muss den Bahnunternehmen die Freiheit gewährt werden, diese Mittel zu ergreifen und auf kostspielige Interoperabilitätslösungen zu verzichten. Andernfalls sind EU und nationale Regierungen gefordert, die Kosten der Interoperabilität zu tragen.

Wenn alte Systeme am Ende ihrer wirtschaftlichen Nutzungsdauer ersetzt werden müssen, sollten die Betreiber bei Neuinvestitionen ausnahmslos auf interoperable Systeme setzen. Interoperabilität kann dann auch von technischen Normen obligatorisch gefordert werden, um tatsächlich einheitliche Bedingungen zu schaffen.

Ein zentraler Bestandteil der technischen Harmonisierung ist die Substitution der derzeit 16 verschiedenen existierenden Zugsteuerungssysteme in den EU-Mitgliedstaaten durch das einheitliche System ETCS (European Train Control System). Damit sind die Voraussetzungen geschaffen, um die technisch komplexe und kostenintensive Ausrüstung von Fahrzeugen mit mehreren Systemen mittel- und langfristig der Vergangenheit angehören zu lassen. Zu berücksichtigen ist, dass in einigen Mitgliedstaaten bereits vergleichbare leistungsfähige Sicherungssysteme existieren, deren kostspielige Umrüstung auf ETCS sich erst langfristig betriebswirtschaftlich positiv auswirken wird. Hier ist die Finanzierungsunterstützung Voraussetzung für die zeitnahe Einführung von ETCS.

Im Zusammenhang mit Prozeduren ist eine ebenso Kosten treibende und Effizienz vermindernde Problematik die Fahrzeugzulassung in jedem Mitgliedstaat und deren gegenseitige (bisher leider nicht vollständig erreichte) Anerkennung. So muss derzeit ein in einem Mitgliedstaat zugelassenes Fahrzeug zu einem Großteil identische Prüfungen in einem EU-Nachbarstaat wiederholen.<sup>11</sup>

Mit einem Kfz-Führerschein kann man heute durch ganz Europa fahren – nicht so mit einem Lok-Führerschein. Im dritten Eisenbahnpaket ist daher die Einführung eines europaweit einheitlichen Lok-Führerscheinsystems vorgesehen. Darüber hinaus sind nationale Sprachkenntnisse, die Kenntnis nationaler Signalsysteme sowie eine nachgewiesene Streckenkenntnis erforderlich. Die Regel ist, dass deshalb an jeder Grenze der Lokführer ausgetauscht wird. Diese Problematik wird sich unter anderem durch die Einführung eines europaweit einheitlichen Lok-Führerscheins lösen lassen.

- Alle Beteiligten (Industrie, Betreiber, Verwaltungen, Politik) müssen sich daher für die zügige Umsetzung der technischen und betrieblichen Interoperabilität im Kontext der ETCS einsetzen, wobei den Sicherheitserfordernissen und wirtschaftlichen Kriterien Rechnung zu tragen ist.
- Die Politik hat für Rahmenbedingungen zu sorgen, die eine Vereinfachung der Verfahren z. B. bei der europaweiten Zulassung von Fahrzeugen und Lokführern sicherstellt.

## Zu 2.: Durchgängigkeit der Korridore

Wie erwähnt, ist der Schienengüterverkehr insbesondere auf längeren Distanzen gegenüber anderen Verkehrsträgern wettbewerbsfähig. Die Schaffung der infrastrukturellen Voraussetzungen für eine europaweite Korridor-Durchgängigkeit ist dazu eine notwendige Bedingung. Effizienzsteigerungen können nur dann erzielt werden, wenn auf langen Strecken Verbindungen zur Verfügung stehen, die durchgehend mit dem interoperablen Zugleit- und -sicherungssystem ERTMS (European Rail Traffic Management System) ausgerüstet sind. Dies ist sowohl im Hochgeschwindigkeitsnetz als auch im konventionellen Netz nur durch ein Korridorkonzept erreichbar. Die Vorteile der Migration über Korridore liegen dabei auf der Hand:

- Der betriebliche und wirtschaftliche Vorteil auf einer Strecke wird bereits unmittelbar nach Fertigstellung erreicht.
- Die korridorbezogenen Transporte kommen frühzeitig in den Vorzug von Kostensenkungen bei der Fahrzeugausrüstung (nur noch Heimatsystem plus ETCS).
- Die Wettbewerbsfähigkeit gegenüber der Straße wird schneller verbessert.
- Die Maßnahmen zur Kapazitätserhöhung werden konzentrierter umgesetzt.

Dieser korridorbezogene Ansatz – in Deutschland mit einer streckenseitigen Doppelausrüstung – gewährleistet für die internationalen Transitverkehre vollständige Interoperabilität. Er hat für die deutschen Transporteure den Vorteil, dass für den nationalen Verkehr auf eine kostspielige Umrüstung der Fahrzeuge weitgehend verzichtet werden kann. Darüber hinaus muss klar sein, dass Interoperabilität nur dort Sinn macht, wo die Infrastruktur ausreichend Kapazitäten bietet, um zusätzliche grenzüberschreitende Verkehre aufzunehmen. Kapazitätserweiterung und Interoperabilitätsmaßnahmen sollten also einhergehen.

Hinsichtlich der Einführung von ERTMS/ETCS hat die Europäische Kommission wichtige Entscheidungen getroffen. Diese betreffen zum einen die Erarbeitung der Standards für ein einheitliches Zugsicherungs- und -leitsystem. Desweiteren sollen nach vorläufigen Planungen im Zeitraum bis 2013 20 Mrd. Euro zur Finanzierung der schienengebundenen Trans European Network (TEN)-Vorhaben zur Verfügung stehen. Nach dem Kompromiss des Rates vom Dezember 2005 wird der Beitrag voraussichtlich aber lediglich zwischen 5 und 8 Mrd. Euro liegen.

Hier ist die nationale Politik mit ihrer verkehrspolitischen Verantwortung einerseits für die Bewältigung des prognostizierten starken Anstiegs der Verkehrsströme und andererseits für „Deutschland als Drehkreuz von Europa“ gefordert, die von der EU bereitgestellten Mittel durch die Sicherstellung der nationalen Co-Finanzierung nutzbar zu machen.

- Die finanziellen Mittel sind zu konzentrieren, um eine Durchgängigkeit auf den europäischen Haupttransportachsen zu gewährleisten. Dabei ist es notwendig, dass die von der EU bereitgestellten Mittel durch die Sicherstellung der nationalen Co-Finanzierung nutzbar gemacht werden.

<sup>11</sup> Um hier ein Beispiel zu nennen: Die Zulassung einer in Deutschland zugelassenen Lokomotiv-Baureihe erfordert allein in Frankreich acht Mio. Euro und dauert vier Jahre. Hier ist dringend Handlungsbedarf seitens der europäischen Zulassungsbehörden erforderlich.

### Zu 3.: Finanzierungskonzepte

Der staatliche Infrastrukturauftrag lässt sich am effizientesten durch Verträge zwischen der öffentlichen Hand und privaten Unternehmen erfüllen. In Deutschland wird hier seit der Bahnreform der richtige Weg beschritten. Die Lösungen und Entwicklungspotenziale umfassen:

- Verträge zwischen dem Bund und dem Unternehmen DB AG zu Bau, Vorhaltung und Finanzierung der Infrastruktur. Insbesondere für das Bestandsnetz sind die bisherigen Regelungen mit Hilfe langfristiger Verträge zur Leistung und Finanzierung sinnvoll fortzuentwickeln.
- Einzelne PPP-Modelle für die regional und betrieblich abgrenzbare Schieneninfrastruktur zur Reaktivierung von Regionalstrecken, die der bisherige Betreiber über Stilllegungsverfahren abgibt. Erste Pilotprojekte werden bereits konzipiert.
- Die Spielräume der Unternehmen, die Planung zu optimieren, sind in beiden Fällen für die Realisierung von Effizienzfortschritten wesentlich.
- Die Finanzierung ist zu verstetigen. Diese Verstetigung schafft Planungssicherheit für alle Beteiligten und sichert privatwirtschaftliche Anreize.

### 6.5.3 OFFENER MARKTZUGANG UND FAIRER WETTBEWERB DER BETREIBER

Abschließend werden einige Vorschläge der Projektgruppe den Marktzugang und den fairen Wettbewerb der europäischen Betreiber betreffend unterbreitet.

- Mit der Schaffung von mehr Konkurrenz werden Qualität und Effizienz zum Wettbewerbsfaktor in jedem Bereich. Die Zugangsmöglichkeiten sind jedoch europaweit noch sehr unterschiedlich. Eine weitere Marktöffnung ist ein wesentlicher Erfolgsfaktor für den europäischen Schienenverkehr und ist daher anzustreben. Die deutsche Regelung könnte dabei als Vorlage dienen.
- Mit der Öffnung des gesamten grenzüberschreitenden Schienengüterverkehrs zum 01.01.2006 und der Öffnung sämtlicher innerstaatlicher Netze zum 01.01.2007 werden die richtigen gesetzlichen Voraussetzungen geschaffen. Es ist in diesem Zusammenhang dafür zu sorgen, dass auch die praktischen Zugangsbedingungen keine übermäßigen Markteintrittskosten erzeugen.
- Im Schienenpersonenverkehr reichen die Vorgaben der EU-Richtlinien hinsichtlich des Anwendungsbereichs – es werden bislang nur internationale Verkehre berücksichtigt – und des Zeitpunktes – nämlich ab dem Jahr 2010 – nicht aus. Nach dem Kompromiss des Rats vom Dezember 2005, der das Zieldatum 2010 und die Beschränkung auf den internationalen Personenverkehr bestätigt und zusätzlich weitgehende Einschränkungen des Kabotagerechts vorsieht, sind weitere Vorstöße der Politik zu einer wirkungsvollen europäischen Marktöffnung angezeigt.

# 7 ANHANG

## 7.1 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

ABS	Ausbaustrecke (Schiene)
BBR	Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMF	Bundesministerium für Finanzen
BMVBS	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
BVWP	Bundesverkehrswegeplan
IC/ICE	Intercity/Intercity Express
DAB	Digital Audio Broadcast
DB AG	Deutsche Bahn AG
DTVw	Durchschnittliche Tagesverkehrswerte
EC	Euro-City
ESP	Elektronisches Stabilitätsprogramm
ETCS	European Train Control System
ERTMS	European Rail Traffic Management System
Fzg-km	Fahrzeug-Kilometer
FV	Fernverkehr
GSM	Global System for Mobile Communications
GV	Güterverkehr
HVZ	Hauptverkehrszeit
Kbf	Knotenbahnhof
Kfz-km	Kraftfahrzeug-Kilometer
KLV	Kombinierter Ladungsverkehr
Lkw-km	Lastkraftfahrzeug-Kilometer
LoS	Level of Service
LuFV	Leistungs- und Finanzierungsvereinbarung
MIV	Motorisierter Individualverkehr
NEAT	Neue Eisenbahn-Alpentransversale
NBS	Neubaustrecke (Schiene)
NV	Nahverkehr
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
Pkm	Personen-Kilometer
Pkw-km	Personenkraftfahrzeug-Kilometer
PPP	Public Private Partnership
PV	Personenverkehr
Rbf	Rangierbahnhof
RDS-TMC	Radio Data System-Traffic Message Chanel
RE	Regional-Express
TEN	Transeuropäisches Netz/Trans European Network
tkm	Tonnen-Kilometer
TLV	Tageslinienverkehr
Trkm	Trassen-Kilometer
QKZ	Qualitätskennzahl
Ubf	Umschlagbahnhof
VIFG	Verkehrsinfrastrukturfinanzierungsgesellschaft
VLA	Verkehrsleistungsassistent
VM 2010	Forschungsschwerpunkt Verkehrsmanagement 2010
VMO	Verkehrsmanagementorganisation
XFCD	Extended Floating Car Data

## 7.2 VERWENDETE SIMULATIONSMODELLE DES acatech VERKEHRSSZENARIOS 2020

Um das acatech Verkehrsszenario 2020 auf eine unabhängige Datengrundlage zu stellen, hat die Arbeitsgruppe in Kooperation mit der Volkswagen AG, der PTV AG und der Deutschen Bahn AG eigene Berechnungen zur zukünftigen Auslastung der Verkehrsnetze angestellt.

Für die Simulation des Straßen- und Schienenverkehrs gilt hierbei gleichermaßen, dass die Aussagefähigkeit des Berichts an die Durchführung der geplanten Infrastrukturmaßnahmen gebunden ist. Ebenfalls als realisiert unterstellt wurde ein vordefiniertes Bündel an europäischen Infrastrukturmaßnahmen der Transeuropäischen Netze bei der Bahn. Alle Modellarbeiten sind dazu intermodal verzahnt und abgeglichen worden. Um Aussagen über die Verkehrsentwicklung im Jahr 2020 zu treffen, wurden beide Modelle anhand der Daten für das Jahr 2002 kalibriert.

### 7.2.1 SIMULATIONSMODELLE DES STRASSENVERKEHRS

Der modellgestützte Prognoseansatz von acatech hat zum Ziel, den Verkehr in einer möglichst feinen räumlichen und zeitlichen Differenzierung zu untersuchen. Wesentliche Bausteine dieses Simulationstools sind die makroskopische Simulation von Nachfrage und Verkehrsströmen im deutschen Straßennetz. Es wurde deshalb eine Analysesituation 2002 erarbeitet, um das heutige Verkehrsgeschehen nachzuvollziehen. Darauf aufbauend wurde das eigentliche Verkehrsszenario 2020 entworfen.

## A Personenverkehr

Der methodische Ablauf bei der Erarbeitung der Analyse und Prognose ist in der nachfolgenden Abbildung dargestellt: Die Eingangsdaten für die Berechnungen sind einerseits Raumstrukturdaten, zu denen Einwohnerzahlen, Erwerbstätigenzahlen, Verkehrskennwerte wie Mobilitätsraten und die Pkw-Verfügbarkeit gehören, andererseits Angebotsdaten in Form des Straßennetzes.

Für die verschiedenen Verkehrsarten wird in einem ersten Schritt zunächst ein digitales Netzmodell erstellt, in dem sich das gegenwärtige Verkehrsangebot widerspiegelt. Dieses mit entsprechenden Informationen versorgte Modell erlaubt es, Parameter wie Reisezeit, Reiseentfernung oder Reisekosten in so genannten Aufwandsmatrizen zusammenzufassen. In Verbindung mit den Raumstrukturdaten und den Verkehrskennwerten werden dann in einem Nachfragemodell Verkehrsstrommatrizen berechnet, welche die Verflechtung zwischen den Verkehrsbezirken darstellen.

In einem nächsten Schritt werden die Verkehrsstrommatrizen auf das Netzmodell umgelegt, wodurch die Wegewahl der Verkehrsteilnehmer im Netz simuliert wird. Daraus folgen die Verkehrsbelastungen sowie weitere verkehrsplanerische Kenngrößen, wie die Verkehrsleistung und -dichte. Anschließend wird das Modell kalibriert, indem die berechneten Ergebnisse mit den erhobenen Daten beispielsweise aus Verkehrszählungen verglichen und iterativ angepasst werden. Hierbei werden die Parameter des Nachfrage- und Netzmodells solange angepasst, bis eine adäquate Abbildung des vorhandenen Verkehrsgeschehens gegeben ist. Dies bedeutet nichts anderes, als dass die Parameter entsprechend lange durchgerechnet werden, bis sie eine optimale Abbildung der gegenwärtigen Situation liefern, um sie anschließend in die Zukunft extrapolieren zu können.

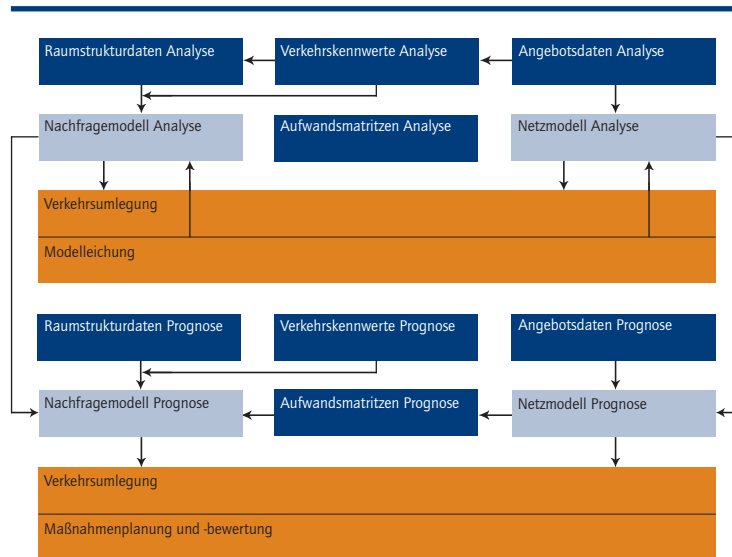


Abb. 42: Schematisierte Darstellung der Berechnung der Analysesituation 2002 und der acatech Prognose 2020.

Mit Hilfe der Kalibrierung konnte in allen Bundesländern eine hohe Modellgüte erreicht werden, wobei der Mittelwert der Abweichungen im Bereich weniger Prozentpunkte liegt. Eine 100-prozentige Übereinstimmung wurde nicht erzielt – und kann naturgemäß nicht erzielt werden, da sich Datenungenauigkeiten, Zählwertfehler oder lokale Besonderheiten des Verkehrs (wie etwa landschaftlich reizvolle Strecken) der Kenntnis eines deutschlandweiten Gesamtmodells entziehen.

Für die eigentliche Prognose wurde im Prinzip der gleiche Modellaufbau durchlaufen, wobei nun alle Inputparameter des Modells gemäß den Szenarioannahmen verändert werden konnten. Diese Veränderung nennt man die Operationalisierung der Deskriptoren. Für das acatech Verkehrsszenario 2020 betraf sie im Kern die Einwohnerzahlen, die Beschäftigtenzahlen aufgrund der veränderten BIP-Prognose, die Veränderung der Anteile der verhaltenshomogenen Gruppen aufgrund der Alterung der Bevölkerung und die Netzausbauten gemäß des vordringlichen Bedarfs des Bundesverkehrswegeplans. Mit dieser Methode wird zugleich der Vorteil des von acatech eingeschlagenen Wegs der Szenariobildung deutlich. Denn die Auswirkungen der getroffenen Annahmen wurden mit Hilfe eines an der Ist-Situation kalibrierten Modells quantifiziert. Sie unterliegen somit nicht allein qualitativen Einschätzungen.

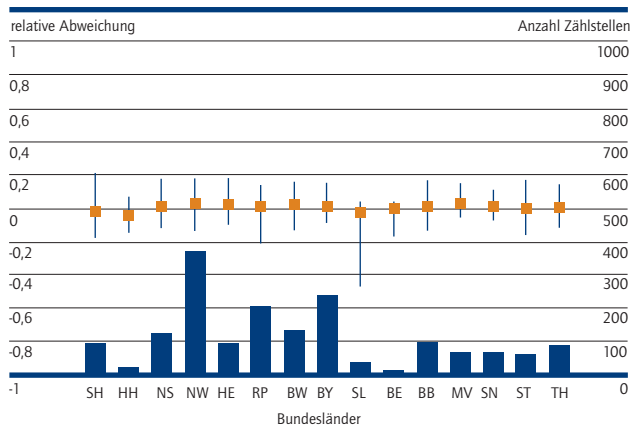


Abb. 43: Darstellung der Abweichung von Zähl- und Umlegungswerten je Bundesland. Die grauen Säulen zeigen die Anzahl der Zählwerte, die Spannweite zeigt die mittlere Abweichung.



## B Güterverkehr

Das Güterverkehrsaufkommen wurde aus der regionalen Wirtschaftstätigkeit abgeleitet. Input dafür waren sozioökonomische Daten, die Indikatoren für Produktion und Verbrauch darstellen. In einem ersten Schritt wurden die Wirtschaftsdaten in Form der regionalen Bruttowertschöpfung genutzt, um die regionalen Verkehrsaufkommen (in der Dimension Tonnen pro Jahr) zu schätzen.

Die Analysen und Prognosen der jährlichen Güterverkehrsströme wurden zunächst auf der Ebene von Kreisregionen durchgeführt. Mit den entsprechenden wirtschaftlichen Daten sind die Verkehrsströme dann feinräumig aufgeteilt worden. Im Ergebnis stand schließlich das Transportaufkommen je Verkehrszelle im Güterverkehr getrennt nach Güterbereichen. Dabei wurde auch die Entwicklung so genannter Wertdichten, z. B. das Verhältnis von Bruttoproduktionswert und erzeugter Transportmenge im Zeitverlauf, die Import- und Exportanteile sowie die Transitverkehre berücksichtigt.

Die Verteilung des Güteraufkommens zwischen Quellorten und Zielen erfolgte mit einem Gravitationsansatz, der Transporteigenschaften, beispielsweise Transportzeiten, sowie Quell- und Zielattraktivitäten benutzte. Die Aufteilung der gesamtmodalen Aufkommensrelationen auf die Verkehrsträger fand dann mit Hilfe eines Modal-Split-Modells statt, das die Verteilung des Gesamtverkehrs zwischen den Verkehrsträgern beschreibt. Diese Eigenschaften sind sehr differenziert aufgenommen worden und enthalten viele Details wie fixe und variable Kostenkomponenten, Sprungkosten z. B. durch vorgeschriebene Ruhezeiten, die Umladung etc. Diese Aufteilungsrechnungen erfolgten für jeden Güterbereich separat.

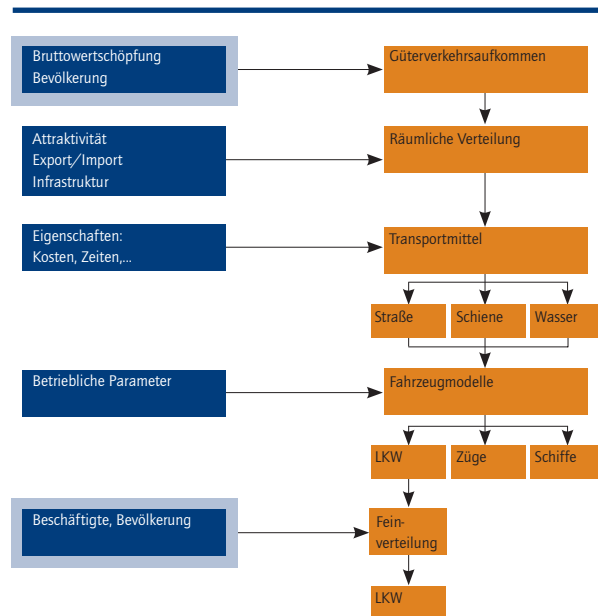


Abb. 44: Ablauf der Güterverkehrsprognose.

Fahrzeugmodelle formen die Güterströme, die zunächst in der Dimension Tonnen pro Jahr vorliegen, in Fahrzeugbewegungen pro Tag um. Dabei werden Fahrzeugumläufe und Touren, auch Leerfahrtenanteile, berücksichtigt. Die Fahrzeugströme lassen sich schließlich für Umlegungsrechnungen nutzen. Für das acatech Verkehrsszenario 2020 wurden die Pkw- und Lkw-Aufkommen simultan umgelegt. Beim Lkw-Straßenverkehr sind dabei die Segmente

- Schwerverkehr mit Lkw über 12t zulässiges Gesamtgewicht,
- Lkw-Verkehr mit Fahrzeugen unter 12 bis zu 6t und
- Wirtschaftsverkehr mit Fahrzeugen bis zu 6t zulässiges Gesamtgewicht

unterschieden worden. Die zweite Dimension der Differenzierung betraf die Länge der Relationen, also die Aufteilung in Nah- und Fernverkehr sowie in den städtischen Wirtschaftsverkehr.

### 7.2.2 SIMULATIONSMODELLE DES SCHIENENVERKEHRS

Verkehrsinfrastrukturmaßnahmen wie die im Bundesverkehrswegeplan festgeschriebenen haben in der Regel großräumige und intermodale Wirkungen. Daher ist zu ihrer Bewertung ein geeignetes disaggregiertes Verkehrsmodell die unabdingbare Voraussetzung. Mit dem Prognose- und Simulationssystem ProSim verfügt die DB AG über ein differenziertes und europaweit anwendbares Simulationssystem, das diesem Projektbericht zu Grunde liegt und in modaler Differenzierung sowohl den Güterverkehr und den Personenverkehr als auch die gemeinsame Nutzung der Infrastrukturen abbildet.

Die dahinter liegende Modellidee berücksichtigt neben den üblichen Determinanten des Verkehrs (z. B. den sozioökonomischen Prämissen) sowohl die Marktseite, wie die Reaktion der Nachfrage auf Veränderungen der Reisezeit, als auch die Produktionsseite der Transporteure. Damit sind Linienkonzpte oder Leitwegesysteme gemeint. Dabei interagieren die Markt- und Produktionsmodelle mit dem jeweiligen Infrastrukturangebot, um zu einer optimalen Ausnutzung der vorhandenen Ressourcen zu gelangen.

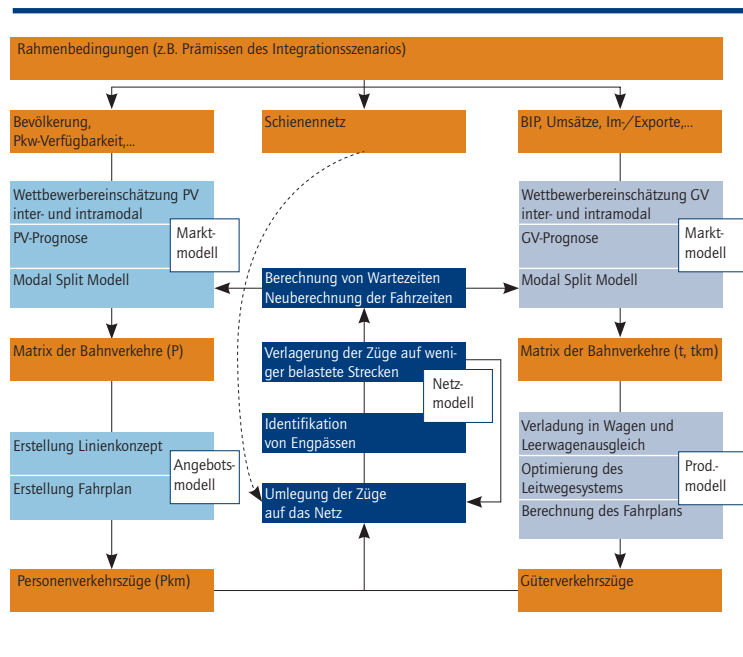


Abb. 45: Schematische Darstellung des Simulationsmodells für den Schienenverkehr.

In Erweiterung zu den sonst verbreiteten und auch im BVWP bisher verwendeten Modellansätzen der Verkehrsprognose wird mit diesem Simulationsmodell zu jedem Zeitpunkt eine konsistente Zusammenführung von Rahmenbedingungen und Einzelstrategien sowohl der Kunden und Transporteure als auch der Infrastrukturbetreiber gewährleistet.

### A Marktmodell Personenverkehr

Das aus einem klassischen Vierstufenmodell heraus entwickelte Marktmodell Personenverkehr ermittelt zunächst die sich aus den sozioökonomischen Rahmenbedingungen der Prognose ergebende Struktur der verhaltenshomogenen Mobilitätsgruppen. In der Verkehrserzeugung wird anschließend für diese 15 Gruppen mittels empirischer Wahrscheinlichkeiten die Struktur der Aktivitätenketten erzeugt, die aus 12 unterschiedlichen Aktivitäten besteht. In der Verkehrsverteilung werden die Wegeketten jeder Quellzone anhand von Attraktivitäten der Zielzonen sowie der Widerstände zwischen Quell- und Zielzone im Raum verteilt. Dadurch entsteht eine Gesamtverkehrsmatrix des Untersuchungsraumes.

Im Rahmen von Planfallrechnungen ist in dem Modell der primär und der sekundär induzierte Verkehr berücksichtigt. Ein nichtlineares Logit-Modell mit Box-Cox-Transformation splittet die Matrix dabei in verkehrsträgerspezifische und nachfragesegmentspezifische Einzelmatrizen.<sup>12</sup> Entscheidungskriterien dieses empirisch abgesicherten Modells sind Reisezeit und Reisepreis, sowie Umsteigehäufigkeit, Komfort und Bedienungshäufigkeit bei der Bahn.

### B Angebotsmodell Schienenpersonenverkehr

Während die Kenngrößen – Reisezeiten, Preise, Umsteigehäufigkeiten etc. – für den Flugverkehr anhand eines Flugplans und die des motorisierten Individualverkehrs anhand einer Umlegung auf einem europäischen Straßennetzmodell ermittelt werden, wird im Angebotsmodell Schienenpersonenverkehr zunächst ein Linienkonzept erstellt, das auf den aus dem Infrastrukturmodell ermittelten Fahrzeiten basiert.

Dieser Schritt kann vollautomatisiert geschehen, etwa mit Hilfe eines nachfragerückgekoppelten Liniengenerators, oder auch manuell. Das Linienkonzept wird anschließend per Fahrlagenplaner hinsichtlich der Anschlüsse in den Knoten ausdetailliert. In einem nächsten Schritt wird die Nachfrage in einer fahrplanfeinen Routensuche unter Verwendung richtungsspezifischer, nachfragesegmentspezifischer und entfernungspezifischer Ganglinien in die Züge umgelegt.

Mit Vorliegen der Zugauslastungen kann nun die wirtschaftliche Bewertung des Angebotskonzepts erfolgen. Dabei kommen kostenseitig zur exakten Ermittlung des Fahrzeugbedarfs ein spezieller Fahrzeugdimensionierer und ein Umlaufoptimierer zum Einsatz.

### C Marktmodell Güterverkehr

Analog zum Personenverkehr erfolgt im Güterverkehr die Güterverkehrsprognose differenziert nach Straße, Schiene, Binnenschiff sowie bei der Schiene nach DB und Dritten. Das dabei verwendete Nested-Logit-Modell beruht auf aktuellen empirischen Daten der Verlager und ist differenziert nach 54 Gütergruppen, drei Gewichtsklassen und sechs Entfernungsklassen.<sup>13</sup> Entscheidungskriterien sind neben den Variablen Transportzeit und Preis bei der Bahn zusätzliche Qualitätsmerkmale wie Pünktlichkeit.

<sup>12</sup> Nach Box, G. E. P. und Cox, D. R. (1964): An Analysis of Transformations, Journal of the Royal Statistical Society, 211-243, discussion, 244-252.

<sup>13</sup> Nested-Logit-Modelle sind statistische Verfahren zur Modellierung von so genannten diskreten Wahlhandlungen. Damit ist im konkreten Fall etwa die Wahl eines bestimmten Verkehrsmittels gemeint.

## D Produktionsmodell Schienengüterverkehr

Im Produktionsmodell Schienengüterverkehr wird zunächst die Aufkommensmatrix auf Kreisebene mit Hilfe eines Wagenbildungsmodells in eine Wagenmatrix auf Bahnhofsebene umgewandelt. Dies geschieht mit Hilfe eines Zuschlüsselungsmodells, das Frachtbriefdaten mit Produktionsprozessdaten der Güterverkehrstochter Railion Deutschland clustert.

Anschließend ermittelt ein eigens entwickelter grafischer Ansatz anhand von Dispo-Stellen, Pufferbereichen und Schadwagenanteilen die zugehörigen Leerwagenströme. Unter Verwendung der im Netzmodell berechneten Transportzeiten werden nun in der Zugbildung über einen modifizierten Greedy-Ansatz Leitwege und Züge gebildet.<sup>14</sup> Die Zugbildung berücksichtigt die gültige Produktionsstruktur in einer bis zu vierstufigen Hierarchie. Ein Warteschlangenmodell modelliert die Umstelleistung in der Anlage unter Berücksichtigung der Bergleistungsfähigkeit, der Betriebszeit und der zur Verfügung stehenden Infrastruktur in der Richtungsgruppe. Auf diese Weise entsteht ein Fahrplan der Züge des Güterverkehrs.

## E Infrastrukturmodell Schienenverkehr

Das Infrastrukturmodell Schienenverkehr ist der zentrale Baustein des Verkehrsmodells ProSim. Hier laufen nicht anders als im realen Prozess der Trassenanmeldung und -vergabe die in den Markt- und Produktionsmodellen erstellten Zugdaten zusammen.

Engpässe werden daraufhin ermittelt und aufgelöst. Die sich nach Engpassauflösung ergebenden Fahr- und Transportzeiten werden dann an die Marktmodelle zurückgespielt und erneut in Fahrpläne umgesetzt. Im Ergebnis entsteht ein in allen Bereichen konsistenter Prognosefall, der Basis der Bewertung ist.

Voraussetzung für ein solches Verfahren ist ein detailliertes Netzmodell. Eine entsprechende makroskopische Infrastruktur enthält sämtliche Bahnhöfe und Haltepunkte des Personenverkehrs (in Deutschland und den deutschen Anrainerstaaten) sowie alle Bedienpunkte des Güterverkehrs. Neben den über 6.000 Bahnhöfen und über 2.000 Bedienpunkten sind den Kanten alle betrieblich relevanten Infrastruktureigenschaften wie Blockabstände, Neigung, Überholabschnitte, Signalisierung, Traktion zugeordnet.

Verfahrenstechnisch ermittelt in einem ersten Schritt ein Mindestzugfolgezeitenrechner auf Basis der Infrastrukturdaten abschnittsspezifische Fahrzeiten und Mindestzugfolgezeitenmatrizen, deren Detailtreue mit denen von Fahrplankonstruktionssystemen (z. B. RailSys, RuT) vergleichbar ist. Im zweiten Schritt erfolgt dann die eigentliche Leistungsfähigkeitsrechnung unter Verwendung der Wartezeitenfunktionen des analytischen Verfahrens STRELE, das bereits langjährig zur Bemessung von Eisenbahninfrastrukturen eingesetzt wird. Dabei werden Fahr- und Wartezeiten iterativ in einer zugspezifischen Sukzessivumlegung neu bestimmt, bis alle Züge möglichst engpassfrei im Netz liegen.

<sup>14</sup> Als Greedy-Algorithmen bezeichnet man eine spezielle Klasse von Algorithmen. Greedy-Algorithmen („gierige Algorithmen“) haben die Eigenschaft, dass sie unter allen möglichen Folgezuständen denjenigen auswählen, der den maximalen Gewinn verspricht.

## > acatech – EIN DACH UND EINE STIMME FÜR DIE TECHNIKWISSENSCHAFTEN

„acatech“ steht für die Symbiose von Academia und Technik. Der gemeinnützige Verein acatech – Konvent für Technikwissenschaften der Union der deutschen Akademien der Wissenschaften – wurde im Februar 2002 gegründet. Erstmals sind damit die technikwissenschaftlichen Aktivitäten der sieben in der Union zusammengeschlossenen Länderakademien der Wissenschaften in Deutschland unter einem nationalen Dach vereint. Als Länder übergreifende, selbstständige und unabhängige Institution vertritt acatech die deutschen Akademien in allen technikwissenschaftlichen Belangen im In- und Ausland. Der Konvent versteht sich als Forum für die kritische Beleuchtung technikwissenschaftlicher Fragen vor gesellschaftspolitischem Hintergrund. acatech berät Politik und Gesellschaft in technologiepolitischen Fragen und setzt sich für den Wissenstransfer zwischen Forschung und Wirtschaft sowie für die Förderung des technikwissenschaftlichen Nachwuchses ein. Zu den Mitgliedern zählen herausragende Wissenschaftler aus Hochschulen, Forschungseinrichtungen und Unternehmen. Ein Senat berät acatech in Fragen der strategischen Ausrichtung und sorgt für den Austausch mit der Wirtschaft und anderen Wissenschaftsorganisationen in Deutschland.

## > DIE REIHE „acatech BERICHTET UND EMPFIEHLT“

In der Reihe „acatech berichtet und empfiehlt“ erscheinen die Ergebnisberichte von acatech Projekten. Das Themenspektrum umfasst technikwissenschaftliche und daran angrenzende Gebiete. Die Projektberichte enthalten Empfehlungen für Politik, Wirtschaft und Wissenschaft. Die Mitglieder der Projektgruppen verfassen die Ergebnisberichte, die von acatech autorisiert und herausgegeben werden.

