

Innovations-Roadmaps

Entwicklungspfade ausgewählter Innovationen aus
„Zukunft der Mobilität – Szenarien für das Jahr 2025“



Impressum

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme
Innovations-Roadmaps
Institut für Mobilitätsforschung, 2006
(ifmo-Studien)
ISBN 3-932169-36-0

Herausgeber:
Institut für Mobilitätsforschung
Eine Forschungseinrichtung der BMW Group
Kurfürstendamm 31
10719 Berlin
Tel: +49 (0) 30 - 20 30 04-0
Fax: +49 (0) 30 - 20 30 04-29
www.ifmo.de
Verlag: BMW AG
Gestaltung: Hillert und Co. Werbeagentur GmbH
Berlin 2006.

Innovations-Roadmaps

Entwicklungspfade ausgewählter Innovationen aus
„Zukunft der Mobilität – Szenarien für das Jahr 2025“



Inhaltsverzeichnis

Geleitwort	6
1. Einführung	7
1.1 Ausgangslage und Erkenntnisse	7
Das Szenarioprojekt des ifmo	7
Roadmaps als Teil der ifmo Szenario-Dialoge	7
Erkenntnisse aus dem Roadmap-Projekt	8
1.2 Methodisches Vorgehen zur Roadmap-Erstellung	9
Was sind Roadmaps?.....	9
Explorative (Technologie-)Roadmaps nach Geschka	9
Das Vorgehen im Projekt „Zukunft der Mobilität“	11
Kennzeichnung der Innovationen.....	11
Erarbeitung von Zwischenszenarien für das Einflussumfeld	11
Expertenworkshops	12
Erstellung der Roadmaps.....	12
1.3 Ausgangsbasis für die Roadmap-Erstellung	14
Das Szenario „Mobilität braucht Aktion“	14
Die wesentlichen Aussagen aus dem Szenario „Mobilität braucht Aktion“ zu den im Roadmap-Projekt behandelten Innovationsfeldern.....	15
2. Die Roadmaps	16
2.1 Innovation 1: Individuelle Verkehrssteuerung	16
2.1.1 Aktueller Stand der individuellen Verkehrssteuerung	16
Möglichkeiten der Verkehrssteuerung.....	16
Individuelle Zielführungssysteme.....	16
Verbreitung von Navigationssystemen	19
Verkehrsdatenerfassung	19
Verkehrsprognosen und Qualität der Leitempfehlungen	20
2.1.2 Roadmap: Die Entwicklung der individuellen Verkehrssteuerung bis 2025	21
Rechtliche und organisatorische Voraussetzungen werden geschaffen.....	21
Privatisierung der Infrastruktur unterstützt die Verkehrsdatenerfassung auf Autobahnen und in Innenstädten.....	21
Floating Car Data als wichtiger Bestandteil der Verkehrsdatenerfassung etabliert sich.....	22
Verkehrsmodelle liefern hochwertige Verkehrsinformationen.....	22
Neue Generationen von Navigationsgeräten erobern den Markt	22
Navigation zunehmend über mobile Endgeräte.....	23
Kollektive vs. Individuelle Verkehrssteuerung.....	23
Kontroverse mögliche Entwicklungen.....	24
Tabellarische Darstellung der Roadmap Individuelle Verkehrssteuerung	25

2.2 Innovation 2: Interoperabler Schienenverkehr in der EU in 2025	29
2.2.1 Aktueller Stand der Interoperabilität des europäischen Schienenverkehrs	29
Verkehrsentwicklung Schiene/Straße	29
Gründe für Interoperabilität	29
Bereits eingeleitete ordnungspolitische Maßnahmen	30
Bereits eingeleitete technische Maßnahmen	30
Schwierigkeiten, die noch zu bewältigen sind	31
2.2.2 Roadmap: Die Entwicklung der Interoperabilität des Schienenverkehrs in der EU bis 2025	32
Situation 2025: Die Interoperabilität des europäischen Schienennetzes ist hergestellt	32
Europa als ein Verkehrsraum	33
Tabellarische Darstellung der Roadmap Interoperabilität des europäischen Schienenverkehrs	34
2.3 Innovation 3: Elektronisches Fahrgeldmanagement (Electronic Ticketing) im ÖPNV in Deutschland	37
2.3.1 Aktueller Stand des Electronic Ticketing	37
Definition	37
Die Systemstufen	37
Kartenlösungen	37
Zahlungsformen	38
Standardisierung	38
Umsetzungsbeispiele und Pilotprojekte	38
2.3.2 Roadmap: Die Entwicklung des Electronic Ticketing im ÖPNV bis 2025	40
Die Rahmenbedingungen für Electronic Ticketing werden geschaffen	40
Die Einführung des Electronic Ticketing	41
Electronic Ticketing – ein Zugpferd für den ÖPNV	41
Tabellarische Darstellung der Roadmap Electronic Ticketing	43
2.4 Innovation 4: 12.000-TEU-gerechte Hafen-Infrastruktur	45
2.4.1 Aktueller Stand des Containerschiffbaus und der Hafen-Infrastruktur	45
Entwicklung des Containerverkehrs	45
Die Entwicklung im Containerschiffbau hin zu 12.000 TEU-Schiffen	45
Bauliche Engpässe bei den Häfen	46
Technische Lösungen zur Beschleunigung des Umschlags	
Existierende und geplante Projekte	46
2.4.2 Roadmap: Die Entwicklung der 12.000-TEU-gerechten Hafen-Infrastruktur bis 2025	48
Die Umschlagskapazität der deutschen Häfen kann mit dem Wachstum des Containerschiffsverkehrs mithalten	48
Deutschlands enges Tor zur Welt: Die Nordseehäfen	49
Tabellarische Darstellung der Roadmap 12.500-TEU-gerechte Infrastruktur	50
Anhang	52
Beteiligte Experten	52
Das Projektteam	53
Das Institut für Mobilitätsforschung (ifmo)	54
Geschka & Partner Unternehmensberatung	54

Geleitwort

Mit der Studie „Zukunft der Mobilität – Szenarien für das Jahr 2025“ hat das Institut für Mobilitätsforschung im Herbst 2005 bereits die erste Fortschreibung eines Projektes vorgelegt, das einen Blick auf das mobile Leben in 20 Jahren wirft. Die Diskussion über ein solches Zukunftsbild führt fast zwangsläufig auch zu der Frage, wie sich die Entwicklung hin zu dieser Zukunft im Einzelnen gestaltet. Was muss geschehen, welche Technologien müssen entstehen und welche Entscheidungen müssen beispielsweise auf politischer Ebene getroffen werden, damit die im Szenario beschriebene Fiktion auch zur Realität werden kann?

Um die Weichenstellungen, die für den Weg in die Zukunft der Mobilität notwendig sind, zu erkennen und zu beschreiben, haben wir als Ergänzung zur Szenariostudie vier explorative Roadmaps erarbeiten lassen. Sie beschreiben für ausgewählte Entwicklungen im Straßen-, Schienen- und Seeverkehr sowie im Öffentlichen Personennahverkehr die entscheidenden Schritte, die in den kommenden Jahren umgesetzt werden müssten, um das Szenario in wesentlichen Punkten Wirklichkeit werden zu lassen.

Bei der Erstellung der Roadmaps haben wir auf die bewährte Zusammenarbeit gesetzt und Ansätze aus dem Szenarioprojekt fortgeführt: Die methodische Leitung des Projektes lag in der Hand der Geschka & Partner Unternehmensberatung. Für die Inhalte der Roadmaps stehen ausgewählte Experten, die in Workshops die Grundlagen für die Roadmaps entwickelt haben. Einige waren bereits am Szenarioprojekt zur Zukunft der Mobilität beteiligt, andere haben zum ersten Mal an einem ifmo-Projekt mitgewirkt. Allen Beteiligten danken wir herzlich für die engagierte Mitarbeit, ganz besonders Herrn Martin Lenz, der dieses Projekt geleitet hat.

In den Expertenworkshops konnten wir erleben, dass bereits der Austausch zwischen den Experten unterschiedlichster Herkunft von diesen als gewinnbringend bewertet wurde. Wir hoffen, dass dies auch und erst recht für die nun vorliegende Publikation gilt.

Dr. Walter Hell
Leiter des Instituts für Mobilitätsforschung

1. Einführung

1.1 Ausgangslage und Erkenntnisse

Das Szenarioprojekt des ifmo

Wie können wir uns Mobilität in der Zukunft vorstellen und was ist auf dem Weg dorthin zu tun? Was kommt unausweichlich auf uns zu, ist kaum beeinflussbar? Was sollte möglichst vermieden werden? Wo können wir eingreifen, wo sind Ansatzpunkte für Interventionen? Das sind die Hauptfragen der Szenariostudie zur „Zukunft der Mobilität“, die Experten aus Wissenschaft, Wirtschaft und Verbänden entwickelt haben. Sie beschreibt, wie Personen- und Güterverkehr im Jahr 2025 aussehen könnten. Initiatoren der Studie sind die BMW Group, die Deutsche Bahn AG, die Deutsche Lufthansa AG und die MAN Nutzfahrzeuge AG unter der Führung des Instituts für Mobilitätsforschung. Die methodische Leitung der Szenarioerstellung lag bei Prof. Dr. Horst Geschka (Geschka & Partner Unternehmensberatung).

Die vier Verkehrsunternehmen haben gemeinsam mit dem Bundesministerium für Bildung und Forschung dieses Projekt finanziert, um verkehrsträgerübergreifend und unter Einbeziehung von unabhängigen Experten eine Vorstellung von der Mobilität in der Zukunft zu entwickeln und zur Diskussion zu stellen. Die Ergebnisse des Projektes spiegeln dabei nicht die Wünsche der Projektbeteiligten wider, sondern liefern expertengestützte Erkenntnisse über eine mögliche Zukunft der Mobilität im Jahr 2025.

Roadmaps als Teil der ifmo Szenario-Dialoge

Die Diskussion der Ergebnisse der Szenariostudie findet – neben Vorträgen auf Veranstaltungen – vor allem in Form von Gesprächen mit Vertretern aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft statt. Diese „ifmo Szenario-Dialoge“ sollen die Auseinandersetzung über die Handlungsnotwendigkeiten im Hinblick auf die Gestaltung unserer Mobilität in der Zukunft versachlichen. Die Dialoge mit allen Interessierten helfen, den Blick in die Zukunft zu schärfen, Zusammenhänge besser zu erkennen und fundierte Entscheidungen für die Zukunft zu treffen.

Bei vielen Gesprächen über das Szenario wurde deutlich, dass nicht nur der Blick in das Jahr 2025 interessant ist, sondern auch die Frage nach dem Weg dorthin. Einige Gesprächspartner fragten auch nach konkreten Handlungsempfehlungen für die Gegenwart. Damit ergab sich beinahe wie von selbst die Frage nach einer näheren Beschreibung der Entwicklungspfade im Verkehrsbereich bis 2025.

Die künftige Entwicklung der Verkehrsbedingungen wird durch verschiedene Einflüsse und deren Veränderungen getragen, wie z. B. die wirtschaftliche Entwicklung oder das Mobilitätsleitbild. Auch technische oder organisatorische Innovationen beeinflussen den Verkehr in der Zukunft und seine Rahmenbedingungen. Konzeption, technologische Entwicklung, Einführung und Verbreitung von Verkehrsinnovationen folgen allerdings keinem festen Muster. Auch wird häufig unterschätzt, wie lange es dauert, bis eine Innovation im Gesamtsystem Wirkung zeigt. Wann sich bestimmte Innovationen durchsetzen und wie sie sich verbreiten, ist wiederum für andere Einflussfaktoren wie für den Verkehr selbst, aber auch für die Akteure im Verkehrsbereich und für deren Verhalten von großer Bedeutung.

Um den Prozess, den eine Innovation durchläuft, bis sie im Gesamtsystem Wirkung zeigt, deutlich zu machen, hat das ifmo vier wichtige Verkehrsinnovationen exemplarisch ausgewählt und Roadmaps für ihren Entwicklungsverlauf von 2005 bis 2025 erarbeitet bzw. erarbeiten lassen. Die Ergebnisse dieser vier „explorativen“ Roadmaps sind kompatibel mit dem in der Szenariostudie beschriebenen Szenario „Mobilität braucht Aktion“¹. Die methodische Leitung der Roadmap-Erstellung und -Aufbereitung lag wiederum bei der Geschka & Partner Unternehmensberatung.

¹ In einer „explorativen Roadmap“ werden die konkreten Entscheidungen und Maßnahmen im zeitlichen Zeitzusammenhang herausgearbeitet, die bei der Entstehung und Einführung einer Innovation umgesetzt werden müssen. Die folgenden Roadmaps wurden für das optimistische Szenario aufgestellt, um aufzuzeigen, welche Entscheidungen und Maßnahmen Voraussetzung für eine wünschenswerte Entwicklung sind. Ein pessimistisches Szenario als Rahmenbedingung würde dagegen von verschleppten Entscheidungen ausgehen; manche Maßnahmen würden überhaupt nicht in Erscheinung treten.

Erkenntnisse aus dem Roadmap-Projekt

Ebenso wie die Szenarien zeigen die Roadmaps keine determinierten Entwicklungen auf, sondern beschreiben einen möglichen Entwicklungspfad, der im Rahmen von Expertendiskussionen entstanden ist. Dass der Verlauf der jeweiligen Entwicklung nicht eindeutig vorhersehbar ist, wurde auch in den Expertenworkshops immer wieder deutlich. Die Einschätzungen der Experten, was in welcher Abfolge passieren könnte, unterschieden sich stellenweise erheblich voneinander.

Die Workshops boten den Teilnehmern die Möglichkeit, die Themen frei von irgendwelchen Vorgaben, z. B. bestimmten Unternehmenspositionen, zu diskutieren. Dabei begrüßten die Workshop-Teilnehmer besonders den heterogenen Teilnehmerkreis. Darüber hinaus konnten in diesen nicht-öffentlichen Workshops auch Aspekte diskutiert werden, die sonst oftmals den eigenen Kommunikationsstrategien untergeordnet werden müssen. Im Ergebnis garantiert dieses Verfahren, dass die verschiedenen Sichtweisen sehr viel deutlicher herausgearbeitet und nicht nur die Positionen bestimmter Interessengruppen ausgetauscht werden.

Im Folgenden werden die Spannungsfelder, die bei den vier Themen bestehen, in Kurzform nachgezeichnet:

Die **individuelle Verkehrssteuerung** auf der Straße basiert auf der Bündelung aller zur Verfügung stehenden Informationen, sei es von öffentlichen Institutionen oder von privaten Nutzern und Dienstleistern. Entscheidend ist die inhaltliche und organisatorische Kopplung der bestehenden Systeme. Eine weitere Herausforderung ist die Finanzierung des Gesamtsystems. Der Mehrwert muss für den Nutzer nicht nur spürbar sein, sondern bei ihm auch eine entsprechende Zahlungsbereitschaft hervorrufen. Diese sinkt jedoch, sobald parallel vergleichbare Informationen kostenfrei zur Verfügung gestellt werden, beispielsweise von öffentlich-rechtlichen Rundfunkanstalten.

Beim Thema **Interoperabilität des Schienenverkehrs in Europa** trafen besonders unterschiedliche Positionen aufeinander. Die eine Seite meinte, dass Interoperabilität zwar erreichbar, jedoch mit hohen Kosten und einem hohen Zeitaufwand verbunden sei. Die Gegenposition betonte, dass die bisherige Politik der Abschottung, wie sie von vielen vormals staatlichen Eisenbahngesellschaften betrieben wird, bisher der entscheidende Hemmschuh für Interoperabilität ist und nicht die hohen Kosten oder der hohe Zeitaufwand.

Die Standards, die für die Umsetzung des **Electronic Ticketing** erforderlich sind, liegen bereits vor. Die Umsetzung ist technisch möglich, jedoch bleibt vor allem die Finanzierung der Projekte – neben datenschutzrechtlichen Fragen – weiter offen. Außerdem ist nicht sicher, ob der hohe Aufwand für Electronic-Ticketing-Systeme einem entsprechenden Nutzen gegenübersteht. Ist der Zuwachs an Komfort für die Fahrgäste wirklich entscheidend für eine höhere ÖV-Nutzung, oder sind die tragende Säule des ÖV nicht vielmehr die Zeitkarteninhaber, welche nicht unbedingt aufwendige E-Ticketing-Systeme benötigen?

Die Entwicklung und Einführung von **Containerschiffen der 12.000 TEU-Klasse** ist unbestritten. Kernpunkt ist dagegen die Frage, ob diese Schiffe überhaupt einen Hafen in Deutschland anlaufen können. Wichtig ist also, dass die entsprechende Hafeninfrastruktur (Umschlagseinrichtungen, Schienen- und Straßenanbindung) rechtzeitig geplant und gebaut wird. Außerdem werden weitere Anpassungen notwendig sein, um geeignete Rahmenbedingungen für diese Schiffe zu schaffen, z. B. eine deutliche Erhöhung der Frachtkapazität der Zubringerschiffe (Feeder) oder die Erweiterung des Nord-Ostsee-Kanals, um aufwendige Umwege zu vermeiden.

Im folgenden Abschnitt wird nun kurz noch einmal auf die Vorgehensweise bei der Roadmap-Erstellung eingegangen, bevor dann im Kapitel 2 die Roadmaps für die vier erwähnten Innovationen vorgestellt werden.

1.2 Methodisches Vorgehen zur Roadmap-Erstellung

Was sind Roadmaps?

Eine Roadmap bildet in übersichtlicher Weise Entwicklungslinien und Ereignisse in ihrer zeitlichen Struktur ab. Sie zeigt für ein definiertes Roadmap-Thema auf, wie sich z. B. technische Leistungs- und Verbreitungskennzahlen im Zeitverlauf entwickeln, wie und zu welchen Zeitpunkten einzelne Technologien aufeinander aufbauen bzw. sich gegenseitig ablösen und welche Prozesstechnologien erforderlich sind.

Roadmaps lassen sich unterscheiden in retrospektive und prospektive Roadmaps. **Retrospektive Roadmaps** beschreiben die Entwicklung einer Technologie aus der Vergangenheit in die Gegenwart. **Prospektive Roadmaps** zeigen dagegen die Entwicklungen einer Technologie von der Gegenwart in die Zukunft auf. Letztere lassen sich wiederum in zwei Typen untergliedern. Dabei wird unterschieden, ob die Roadmap die geplante Technologieentwicklung eines Unternehmens beschreibt oder ob die Roadmap in allgemeiner Sichtweise darstellt, wie sich ein bestimmtes Technologiefeld zukünftig entwickeln wird; diese Form wird als **explorative Roadmap** bezeichnet. Das Vorgehen bei der Erstellung der in diesem Bericht veröffentlichten explorativen Roadmaps wird im Folgenden kurz erläutert.²

Explorative (Technologie-)Roadmaps nach Geschka

Die Erarbeitung explorativer (Technologie-)Roadmaps erfolgt in mehreren Stufen:

Stufe 1: Beschreibung des Themenfelds

Im ersten Schritt ist das zu untersuchende Themenfeld abzugrenzen und die Ist-Situation zu beschreiben. Betrachtet werden hierbei u. a. die Marktsituation, der Stand der Forschung und Entwicklung im Themenfeld, Grenzen und Barrieren der Entwicklung, etwa von erforderlichen Technologien. Darüber hinaus erfolgt eine Darstellung der politischen, rechtlichen und gesellschaftlichen Situation, die das eigentliche Untersuchungsfeld flankiert. Der beschriebene Ist-Zustand bildet den Ausgangspunkt für den Roadmapping-Prozess.

Stufe 2: Szenarien für das Einflussumfeld

Für das so beschriebene Themenfeld werden Umfeldszenarien erstellt, um die einwirkenden Faktoren und Rahmenbedingungen zu bestimmen. Dabei wird davon ausgegangen, dass das Thema wesentlich durch exogene Einflussfaktoren geprägt wird. Es werden direkte Einflüsse (Marktfaktoren, Gesetze und Normen) und indirekte Einflüsse (gesellschaftliche und volkswirtschaftliche Entwicklungen) unterschieden. Zur Erfassung des Einflussumfelds hat sich die Szenariotechnik etabliert. In der Regel werden für die Umfelder ein bis zwei Szenarien betrachtet (siehe auch Abbildung 1). Die ermittelten Umfeldszenarien bilden den Korridor, in dem sich die Roadmap entfaltet.

Im nächsten Schritt wird nun ausgehend von der Zukunftsbeschreibung das Umfeld im Zeitablauf rückwärts konkretisiert; d. h. es werden zwischen Ist-Situation und Zieljahr für definierte Zeitpunkte Zwischenszenarien erstellt (siehe Abbildung 2).

² Vgl. H. Geschka; J. Schaufele; C. Zimmer: Explorative Technologie-Roadmaps – Eine Methodik zur Erkundung technologischer Entwicklungslinien und Potenziale. In: M. G. Möhrle; R. Isenmann (Hrsg.): Technologie-Roadmapping. Berlin, Heidelberg et al. (Springer) 2002, S. 105–128.

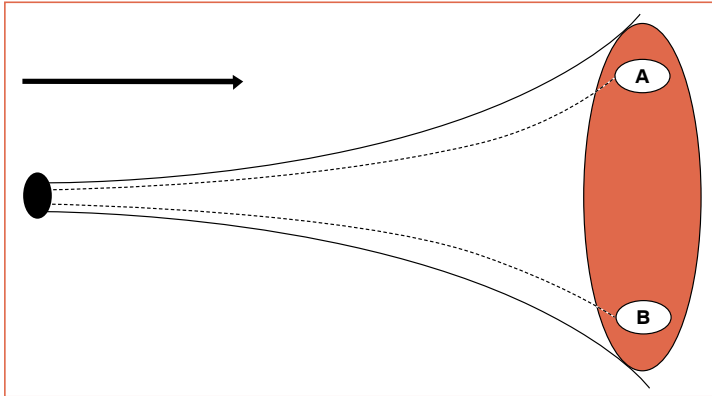


Abbildung 1: Szenarien für das Einflussumfeld

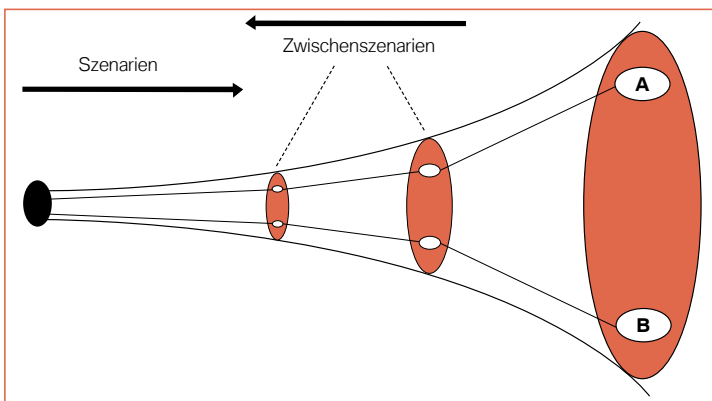


Abbildung 2: Retrospektiv: Zwischenszenarien für das Einflussumfeld

Stufe 3: Roadmap-Erarbeitung

Bei der Roadmap-Erarbeitung werden wiederum ausgehend von der Ist-Situation fortschreitend die technologischen Entwicklungen und Ereignisse abgeleitet. Dabei wird zu den Zeitpunkten der Zwischenszenarien jeweils der Stand der einzelnen Technologiekenngößen ermittelt. Aus dem Zusammenfügen der einzelnen Zwischenschritte ergeben sich dann die Entwicklungspfade der Innovation (siehe Abbildung 3).

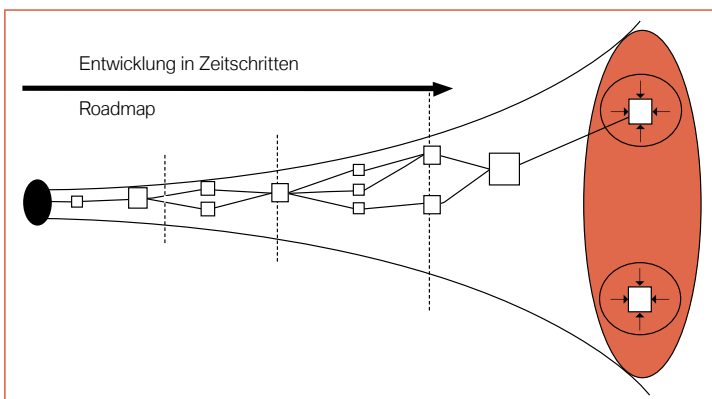


Abbildung 3: Roadmaps – Aufzeigen der Entwicklungspfade der Innovation in Etappen

Das Vorgehen im Projekt „Zukunft der Mobilität“

Abweichend zur „traditionellen“ Roadmap-Erstellung war in diesem Projekt das Endstadium der untersuchten Innovationen und Technologien durch das Szenario „Mobilität braucht Aktion“ bereits vorgegeben. Damit waren sowohl der Start- als auch der Endpunkt der Entwicklung gekennzeichnet. Für die Erstellung der Roadmaps wurde wiederum auf Expertenwissen zurückgegriffen. Für die Themen „Individuelle Verkehrssteuerung“, „Interoperabilität der europäischen Schienennetze“, „Electronic Ticketing“ und „12.000 TEU-Infrastruktur“ wurden, wie auch im Szenarioprozess, Expertenworkshops durchgeführt, in denen die Rahmenbedingungen für die Roadmaps erarbeitet wurden.

Kennzeichnung der Innovationen

Ausgangspunkt für den Roadmapping-Prozess ist der derzeitige Entwicklungsstand bzw. Verbreitungsgrad der jeweiligen Innovation. Dazu wurde für jede der vier Innovationen von den Mitgliedern des Projektteams durch Literaturstudium, Internetrecherchen und Experteninterviews zunächst eine „Innovationsbeschreibung“ erarbeitet. Jedes Thema wurde genau abgegrenzt und die Kernelemente der Innovationen, sowie der aktuelle Entwicklungsstand der Innovation selbst wurden beschrieben. Außerdem wurden weitere erforderliche Technologien und bereits geplante Entwicklungsvorhaben, die Auswirkungen auf die weitere Verbreitung haben könnten, aufgezeigt. Die Innovationsbeschreibung enthält auch Aussagen zu rechtlichen, politischen und organisatorischen Rahmenbedingungen sowie den wichtigsten Entscheidungsträgern und Umsetzungsbarrieren im Hinblick auf die weitere Verbreitung der Innovation.

Erarbeitung von Zwischenszenarien für das Einflussumfeld

Aus den Einflussfaktoren (Deskriptoren) zum Personen- und Güterverkehr, die das Grundgerüst des Szenarios „Mobilität braucht Aktion“ darstellten, wurden diejenigen ausgewählt, die sowohl direkt als auch indirekt den vermutlich stärksten Einfluss auf die weitere Entwicklung der ausgewählten Innovationen haben würden.

Die Auswahl dieser Deskriptoren erfolgte auf Basis der Wirkungsanalyse³, die für die Erstellung des Gesamtszenarios durchgeführt worden war. Dazu wurden zunächst aus der Szenariostudie die Treiber ausgewählt, die eine signifikante Wirkungsbeziehung zur jeweiligen Innovation aufweisen. Außerdem wurden Einflussfaktoren berücksichtigt, bei denen eine starke Wirkung auf die zu untersuchenden Innovationen vermutet werden konnte.

Ausgehend von den beschriebenen Ist-Zuständen der Einflussfaktoren und deren Projektionen für das Jahr 2025, erarbeiteten die Mitglieder des Projektteams dann die Entwicklungsstufen für die einzelnen Faktoren in 5-Jahres-Schritten. So entstanden für die Zeitpunkte 2010, 2015 und 2020 Zwischenszenarien für die Einflussumfelder der Innovationen. Sie bildeten die Rahmenbedingungen für die weiteren Arbeitsschritte zur Entwicklung der Roadmaps.

³ Siehe Methodenbericht zur Szenariostudie „Zukunft der Mobilität – Szenarien für das Jahr 2025“, S. 17–19.

Expertenworkshops

Für jedes der vier Themen wurden bis zu fünf Experten identifiziert, die zusammen möglichst alle relevanten Teilbereiche der zu untersuchenden Innovationen abdeckten. Jeder dieser Experten erhielt vorbereitend für den Workshop eine Innovationsbeschreibung, in der der aktuelle Stand der Innovation und ihres direkten Einflussumfeldes dargestellt war. Zusätzlich erhielten die Experten einen Fragebogen, in dem die wesentlichen Einflüsse für die weitere Technologieentwicklung und -verbreitung abgefragt wurden. Dieses Vorgehen diente dazu, einerseits die recherchierten Inhalte nochmals zu überprüfen und andererseits weitere wichtige Einflüsse auf die künftige Entwicklung der Innovationen zu ermitteln.

Auf Basis der Auswertung der Fragebögen und der Kommentare zu den Innovationsbeschreibungen wurden schließlich die wesentlichen Treiber und hemmenden Faktoren ermittelt, auf die bei der Erarbeitung der Roadmaps in den Workshops besonders geachtet werden sollte.

Die Workshops selbst gliederten sich in zwei Abschnitte: Zunächst wurden die Ergebnisse der Vorbefragung präsentiert und Änderungsvorschläge bzw. Ergänzungen zur Innovationsbeschreibung von den Experten diskutiert und direkt eingearbeitet. Anschließend wurden die Zwischenszenarien vorgestellt. Unter Beachtung dieser Rahmenbedingungen entwickelten die Experten dann im Diskurs die für die Umfeldszenarien 2010, 2015 und 2020 erforderlichen Entwicklungsschritte und -stadien der Innovation und deren wichtigsten Kenngrößen. Gleichzeitig wurden ergänzende Technologien sowie politische und organisatorische Maßnahmen betrachtet. Nach diesem Vorgehen wurde der gesamte Entwicklungsverlauf der Innovationen ermittelt, der letztlich zu dem im Szenario dargestellten Endzustand im Jahr 2025 führt.

Erstellung der Roadmaps

Für die Erstellung einer Roadmap wurden die Ergebnisse der Workshops zunächst nach wichtigen Themengebieten (Parametern) geclustert. Anschließend wurden die einzelnen Teilschritte und -zustände erarbeitet und für die Zeitpunkte 2005, 2010, 2015, 2020 und 2025 in eine Tabelle eingetragen. Abbildung 4 zeigt exemplarisch einen Ausschnitt aus einer dieser Roadmap-Tabellen.

Auf Basis dieser Darstellungen wurden dann die Roadmaps ausformuliert und die wichtigsten Entscheidungsschritte herausgearbeitet.

Wurden im Workshop bestimmte Entwicklungen von den Expertengruppen sehr kontrovers diskutiert, so wurden diese Punkte nochmals recherchiert und nachgearbeitet. So zutage getretene Einschätzungsunterschiede wurden im Rahmen der Roadmap-Dokumentation besonders herausgestellt. Ebenso herausgestellt wurden Entwicklungen, deren Eintritt zwar aus heutiger Sicht eher unwahrscheinlich ist, die jedoch den Verlauf der jeweiligen Roadmap maßgeblich verändern könnten.

Tabellarische Darstellung der Roadmap – Beispiel

Roadmap Electronic Ticketing (Vom Ist-Zustand 2005 bis ins Jahr 2025 in 5-Jahres-Schritten)					
Parameter	2005	2010	2015	2020	2025
Rechtliche Rahmenbedingungen	Unklarheit, ob Finanzierungsmöglichkeiten im Sinne des GVFG für die Einführung von Produktsystemen verwendet werden können.	Finanzierungsmöglichkeiten nach GVFG oder entsprechende andere Fördermöglichkeiten sind für die Einführung der Produktsysteme anwendbar.	Finanzierungsmöglichkeiten nach GVFG oder entsprechende andere Fördermöglichkeiten sind für die Einführung der Produktsysteme anwendbar.		
Fördermittel, Private Investoren	Finanzierung basiert auf Fördermitteln für Pilotanwendungen. Keine PPP-Systeme im Einsatz.	Finanzierung weiterhin auf Fördermittel angewiesen. Erste Pilotprojekte für PPP-Systeme.	Finanzierung weiterhin auf Fördermittel angewiesen. Tendenz zu PPP- oder anderen Finanzierungssystemen. Erste funktionierende PPP-Systeme.	Weitere Tendenz zu PPP- bzw. anderen Finanzierungssystemen. Funktionierende PPP-Systeme im Einsatz.	Funktionierende PPP-Systeme weit verbreitet.
VDV-Kernapplikation	VDV-Kernapplikation als einheitlicher Standard für E-Ticketing-Systeme einschließlich Ergebnisse aus Laberversuchen (Modellsysteme) liegen bis Juli 2005 vor.	Kernapplikation ist bei allen Ausschreibungen zwingend zu beachten. Sie wird Bestandteil der europäischen Harmonisierung.	VDV-Kernapplikation wird einheitlich umgesetzt und ist Bestandteil der europäischen Harmonisierung (OPTA).	VDV-Kernapplikation als Bestandteil der europäischen Harmonisierung (OPTA) europaweit umgesetzt. Erste paneuropäische operative Systeme im Einsatz.	
Pilotprojekte	Eine Reihe von Pilotprojekten. Weitere Pilotprojekte auf Basis der Kernapplikation	Abschluss der Phase der Pilotanwendungen in Deutschland; laufende Projekte werden in Produktsysteme überführt. Pilotprojekte zur Interoperabilität der nationalen Systeme in mehreren europäischen Ländern			Gesicherte Finanzierung ermöglicht Umsetzung von Pilotprojekten in Produktsysteme, staatliche Anschubfinanzierung

⇒ Keine weitere Veränderung

1.3 Ausgangsbasis für die Roadmap-Erstellung

Das Szenario „Mobilität braucht Aktion“

Im Folgenden wird ein kurzer Abriss über die Kernaussagen des Szenarios gegeben, vor dessen Hintergrund die Roadmaps entwickelt wurden:

Das Szenario „Mobilität braucht Aktion“ zeigt einen Weg in die mobile Zukunft 2025, der auf grundsätzlichen und konsequent umgesetzten Entscheidungen in Politik und Wirtschaft beruht: Dazu gehören eine erhebliche Umschichtung der Mittel im Verkehrshaushalt, die Nutzung neuer Finanzierungsmittel und eine gegenüber heute wesentlich stärkere Beteiligung der Nutzer an der Finanzierung. Alle Verkehrsträger konzentrieren sich zunehmend auf ihre Stärken. Alle diese Maßnahmen sind erforderlich, um am Ende in etwa so mobil zu sein wie 2005. Die stark gewachsenen Gütermengen erreichen ihre Ziele mit einer vergleichbaren Schnelligkeit und Pünktlichkeit wie heute. Auch der Fluss des Personenverkehrs entspricht dem heutigen Stand. Hinzu kommt, dass der Umgang mit Mobilität pragmatischer geworden ist. Das Verkehrsmittelwahlverhalten ist weniger routinisiert als heute. Immer häufiger trifft man den multioptionalen Nutzer, der sich je nach Bedarf und Situation zwischen Bahn, Auto oder Flugzeug entscheidet.

Das Szenario beschreibt eine Welt, in der Mobilität gewährleistet ist, allerdings zu deutlich höheren Preisen. Autofahrer müssen für die Benutzung von Autobahnen und bestimmten Bundesstraßen eine Gebühr zahlen. Die Einnahmen gehen an Betreibergesellschaften, die damit die Straßen erhalten und ausbauen. Der größte Teil des Verkehrshaushalts fließt in den Schienenverkehr und macht die Bahn auf Fernstrecken und in Agglomerationsräumen attraktiver als bisher. Daneben können mit Hilfe privater Investitionen ausgewählte Straßen, Flughäfen und Häfen gebaut bzw. ausgebaut werden.

Beim Güterverkehr sorgt besonders der Transitverkehr für ein stark gestiegenes Verkehrsaufkommen, dem durch Ausbau der Infrastruktur alleine nicht ausreichend begegnet werden kann: Der Verkehr wird auch effizienter organisiert. Beispiele dafür sind die individuelle, dynamische Verkehrssteuerung auf der Straße, der Abbau von Behinderungen auf Europas Schienen durch eine zunehmende Interoperabilität der Systeme und die Harmonisierung der Flugsicherungssysteme in Europa. Effizienzsteigerung bei der Schifffahrt lässt sich dadurch erzielen, dass das stark wachsende Containeraufkommen mit immer größeren Schiffen transportiert wird. Die deutschen Seehäfen werden entsprechend ausgebaut. Auch die ebenso wichtigen Hinterlandbindungen können rechtzeitig realisiert werden. In diesem Segment kann sich der Schienenverkehr gut im Wettbewerb behaupten.

Der Verkehr in den deutlich gewachsenen Ballungsräumen wird nur durch eine weitere Stärkung des ÖPNV bewältigt. Die Ausschreibungen von Nahverkehrsleistungen treffen auf privatisierte oder neue, private Anbieter in einem Umfeld, das von Wettbewerb geprägt ist. Das Angebot ist attraktiver geworden, aber auch teurer. Die Tarifsysteme sind transparenter und einfacher; Vergünstigungen für ausgewählte Bevölkerungsgruppen werden nicht mehr über die Verkehrsbetriebe gewährt, sondern den Betroffenen zum Teil direkt in Form eines Mobilitätsgeldes ausgezahlt.

Die wesentlichen Aussagen aus dem Szenario „Mobilität braucht Aktion“ zu den im Roadmap-Projekt behandelten Innovationsfeldern

Individuelle Verkehrssteuerung

Die öffentlichen Verkehrsmanagementsysteme wurden zur vollständigen Erfassung der Verkehrssituation mit privaten Navigationsdiensten vernetzt. Technologien zur individuellen Verkehrssteuerung im Straßenverkehr wurden auf den Markt gebracht und optimieren den Verkehrsfluss: Dabei spielen vernetzte Navigationssysteme, die Echtzeit-Kommunikation über die Verkehrslage und dynamische Routenempfehlungen eine entscheidende Rolle. Die Maut wurde durch eine Erweiterung um auslastungsabhängige Kriterien auch zu einem Verkehrssteuerungsinstrument erweitert, das die Autofahrer bei ihrer Fahrtenplanung berücksichtigen.

Interoperabler Schienenverkehr in der EU in 2025

Die Investitionsmittel des Verkehrshaushaltes der Bundesregierung werden überwiegend für die Schieneninfrastruktur verwendet. Der Schienenverkehr in Europa ist harmonisiert: Die Angleichung der Wettbewerbsbedingungen, der diskriminierungsfreie Netzzugang und die Kompatibilität der technischen Systeme sind erreicht. Eisenbahnverkehrsunternehmen konzentrieren ihre Angebote im Güter- und Personenverkehr auf Magistralen und – im Personennahverkehr – auf die Ballungsräume und deren Anbindung an die Regionen. Die Anbieter stehen grenzüberschreitend im Wettbewerb.

Elektronisches Fahrgeldmanagement (Electronic Ticketing)

Die Leistungen des ÖPNV werden konsequent ausgeschrieben. Der ÖPNV wird zunehmend umgestellt von der öffentlichen Finanzierung der Angebote auf die private Angebotserstellung. Ein Teil der öffentlichen Mittel wird direkt an die Personengruppen gezahlt, deren Teilhabe an der Mobilität sonst gefährdet wäre. Der ÖPNV in den Ballungsräumen ist attraktiv; die Angebote außerhalb der Agglomerationsräume haben aber deutlich abgenommen. Das elektronische Ticket ist weit verbreitet.

12.000 TEU-Containerschiffe mit Umschlagsanlagen und Hinterlandinfrastruktur

Das Aufkommen im Containerverkehr weltweit hat sich jährlich um durchschnittlich 10% erhöht. Die Reeder reagieren darauf mit dem Einsatz von Schiffen, die bis zu 12.000 Standardcontainer transportieren können. Sie können jedoch nur solche Häfen anlaufen, die hinsichtlich des Tiefgangs und der Umschlagseinrichtungen geeignet sind. Die Bundesländer und Stadtstaaten an der Nordsee haben Häfen und Hinterlandanbindungen entsprechend diesen neuen Anforderungen ausgebaut.

2. Die Roadmaps

2.1 Innovation 1: Individuelle Verkehrssteuerung

2.1.1 Aktueller Stand der individuellen Verkehrssteuerung

Möglichkeiten der Verkehrssteuerung

Das Verkehrsaufkommen auf den Straßen ist in der Vergangenheit stets gestiegen. Durch den Aus- und Neubau des Straßennetzes bzw. die Beseitigung von neuralgischen Punkten (z. B. Engpässen) wurde versucht, die Infrastrukturkapazität an das steigende Aufkommen anzupassen. In den letzten Jahren kam insbesondere aufgrund finanzieller Engpässe, aber auch aus ökologischen Gesichtspunkten und durch Flächenrestriktionen der Ausbau der Straßeninfrastruktur ins Stocken bzw. in Teilen völlig zum Erliegen.

Mittels Verkehrsmanagement bzw. Verkehrssteuerungssystemen wird daher versucht, eine Erhöhung der Kapazität der Straßen ohne Ausbaumaßnahmen zu erreichen und somit trotz der steigenden Verkehrsnachfrage den Verkehrsfluss zu erhalten. Eine Möglichkeit der Verkehrssteuerung sind so genannte kollektive Verkehrssteuerungssysteme. Dazu gehören insbesondere der Verkehrsfunk der Radiostationen sowie dynamische kollektive Verkehrsbeeinflussungsanlagen. Letztere steuern auf bestimmten Streckenabschnitten (insbesondere auf Autobahnen) in Abhängigkeit von der aktuellen Verkehrslage (dynamisch) mittels Wechselverkehrszeichen durch Warnungen, Geschwindigkeitsbegrenzungen und in einigen Fällen auch über Umleitungsempfehlungen den Verkehr. Die wichtigsten Systeme der kollektiven Verkehrssteuerung sind Streckenbeeinflussungsanlagen, Zuflusssteuerung und die temporäre Seitenstreifenfreigabe. Eine gezielte Steuerung einzelner Fahrzeuge oder Teilverkehrsströme ist nicht möglich.

Ein anderer Ansatz ist die Individualisierung der Zielführungssysteme. Routenempfehlungen werden hierbei über das Navigationssystem im Fahrzeug individuell in Abhängigkeit des gewählten Ziels übermittelt. Im Folgenden werden diese Systeme näher erläutert.

Individuelle Zielführungssysteme

Statische Zielführungssysteme

Statische Zielführungs- bzw. Navigationssysteme sind bereits seit Anfang der 90er Jahre verfügbar. Sie leiten den Fahrer akustisch und visuell über Karten- und Wegweisungsdarstellungen auf dem Display des Navigationsgeräts zu einem von ihm vorher eingegebenen Ziel. Die zugrunde gelegten Informationen zum Straßennetz sind auf CD bzw. DVD gespeichert. Regelmäßige Updates des Kartenmaterials sind erforderlich, um die Aktualität des Systems und damit die Qualität der Routenempfehlungen sicherzustellen. Diese autonomen Zielführungssysteme bestehen aus einem Bordrechner, Display, Lesegerät für die digitalen Straßenkarten und Systemen zur Positionsbestimmung (z. B. GPS-Empfänger, Drehraten- und Geschwindigkeitssensor (Koppelnavigation)).

Ein großer Nachteil dieser Systeme besteht darin, dass sie keine Informationen zur aktuellen Verkehrssituation (Baustellen, Sperrungen, Staus etc.) verarbeiten und demnach auch keine daraus abgeleiteten Routen- und Leitempfehlungen geben können. Eine zusätzliche Einschränkung der statischen Navigations- und Zielführungssysteme ergibt sich daraus, dass systembedingt die mediengebundenen Kartendaten schnell veraltet sind. Zudem sind die Angebote verschiedener Kartenanbieter nicht kompatibel, und die Hersteller von Navigationsgeräten sind oft exklusiv an einen Anbieter von digitalen Karten gebunden. Insgesamt sind daher Inhalte und Genauigkeit der verfügbaren digitalisierten Karten stark unterschiedlich.

Dynamische Zielführungssysteme

Im Gegensatz zu den statischen Systemen können dynamische Zielführungssysteme bzw. Routenführungssysteme Informationen zur aktuellen Verkehrssituation empfangen und verarbeiten. Aus diesen Informationen werden dann auf Basis des Kartenmaterials und der eingegebenen Koordinaten Routen- und Leitempfehlungen abgeleitet.

In Deutschland bieten einige Fahrzeughersteller exklusiv für ihre Kunden Telematikdienste an. Neben Angeboten zur dynamischen Routenführung beinhalten diese Dienste auch Not- und Pannendienste. Dabei wird im Falle eines Unfalls (z. B. durch das Auslösen des Airbags) ein Notruf abgesetzt, der die genaue Position des Fahrzeugs an die nächstgelegene Notrufzentrale übermittelt. Daneben gibt es in unterschiedlicher Ausprägung zusätzliche Serviceangebote.

Für die technische Ausgestaltung dynamischer Zielführungssysteme können verschiedene Ansätze unterschieden werden:

a) Fahrzeuginterne Datenspeicherung und -verarbeitung (On-Board-Navigation)

Diese Systeme bauen auf den verfügbaren statischen Zielführungssystemen auf. Durch die Kombination mit neuen dynamischen Verkehrsinformationsdiensten (z. B. RDS/TMC (Radio Data System/Traffic Message Channel)) können aktuelle Verkehrsinformationen in die Fahrzeugnavigationssysteme übertragen und zu einer an die aktuelle Verkehrssituation angepassten Zielführung genutzt werden.

Bereits heute werden Fahrzeuge der Mittelklasse mit autonomen Navigationssystemen ausgestattet, die aktuelle, über RDS/TMC oder GSM übertragene Informationen aufnehmen und auswerten können. Zusätzlich sind mittlerweile auch Nachrüstsysteme auf dem Markt. Dabei setzen sich zunehmend Systeme für mobile Endgeräte (aufgerüstet durch einen GPS-Empfänger), insbesondere für RDS/TMC-fähige PDAs, gegenüber „On-Board-Systemen“ durch, da die Anschaffungskosten bei zusätzlich erweiterter Funktionalität deutlich geringer sind.

RDS/TMC

Der Digitale Verkehrswarndienst TMC wird bereits seit 1997 von den Rundfunkanstalten ausgestrahlt und ist heute in Deutschland nahezu flächendeckend verfügbar. Gemeinsam mit der Industrie und den Automobilclubs haben sich Bund, Länder und die öffentlich-rechtlichen Rundfunkanstalten für die Einführung dieses neuen Verkehrswarndienstes engagiert. TMC ermöglicht die automatische Verarbeitung und permanente Übertragung von aktuellen Verkehrsmeldungen sowie die individuelle Auswahl von Meldungen durch den Nutzer.

Auch auf europäischer Ebene wird die Entwicklung von TMC vorangetrieben. Das System basiert auf europäischen Normen und Vereinbarungen und ermöglicht somit eine länderübergreifende Kompatibilität und Nutzungsmöglichkeit. Im europäischen TMC-Forum kooperieren die Akteure aus vielen Ländern, um gemeinsam die Normierung sowie die Inhalte und Funktionalitäten von RDS/TMC weiterzuentwickeln.

Neben den kostenlos angebotenen Warnungen vor Störfällen, Staus und witterungsbedingten Gefahren für den Straßenverkehr ermöglicht TMC auch erweiterte, kommerzielle und zielgruppenorientierte Informationsdienste. Die freien Dienste werden von vielen deutschen Radiostationen ausgestrahlt. Private Dienstleister bieten ihre Verkehrsinformationen kostenpflichtig an; sie kombinieren dazu jedoch Verkehrsinformationen aus öffentlichen Quellen mit eigenen, stationär und mobil erfassten Daten (FCD; Floating Car Data), um damit die Qualität der Routenempfehlungen zu verbessern.

b) Fahrzeugexterne Datenspeicherung und -verarbeitung (Off-Board-Navigation)

Bei der Off-Board-Navigation ermittelt ein zentraler Rechner nach Übermittlung von Standort sowie Ziel durch das Navigationsendgerät die zu fahrende Route. (Im Gegensatz zu fahrzeuginternen Systemen ist die Speicherung digitalisierter Straßendaten im Fahrzeug nicht notwendig.) Für die Routenübertragung können zwei Verfahren unterschieden werden. Beim heute am Markt verfügbaren Kantenverfahren werden nur Navigationsinformationen für eine konkrete Routenanfrage übermittelt. Der Vorteil des Verfahrens liegt in der nur geringen zu übertragenden Datenmenge. Der Nachteil liegt vor allem darin, dass eine exakte Navigation nach einem Verlassen der vorgegebenen Route bzw. bei Routenanforderungen während der Fahrt nicht möglich ist. Beim Korridorverfahren werden sowohl die optimale Route als auch mögliche Alternativrouten innerhalb eines Korridors übertragen. Verlässt das Fahrzeug die optimale Route, kann es innerhalb dieses Korridors jederzeit wieder exakt auf die ursprüngliche Route zurückgeführt werden, ohne dass eine neue Routenanfrage gestartet werden muss.

Der Fahrzeugrechner dient einerseits der Navigation und andererseits dem Informationsaustausch zwischen dem Fahrzeug und der externen Infrastruktur (Servicezentrale des Providers, z.B. T-Traffic Navi-Guide). Der Datenaustausch erfolgt in der Regel über GSM-Mobilfunk. Gleichzeitig können die Fahrzeuge mit Hilfe der Bordrechner zu einer besseren und großräumigeren Verkehrsdatenerfassung beitragen, indem Informationen über Ort und Geschwindigkeit des Fahrzeugs an die Zentrale übertragen werden (FCD). Für die erforderliche bidirektionale Kommunikation können entweder straßenseitige Sende-/Empfänger-Einrichtungen oder mobilfunkbasierte Systeme genutzt werden.

Floating Car Data

Beim Floating Car Data-Verfahren werden Informationen (Position und Durchschnittsgeschwindigkeit) von Fahrzeugen gewonnen, die sich im Verkehrsfluss befinden. Zusätzlich können auch Informationen der Fahrzeugelektronik, wie z. B. ABS, ESP, Regensensoren etc. erfasst werden (Extended FCD – XFCD). Die Auswertung dieser Daten liefert zusätzliche Informationen, etwa über das Wetter oder den Straßenzustand, welche wiederum für Verkehrswarnungen genutzt werden können. FCD-Komponenten sind insbesondere ein GPS-Empfänger, ein Mobilfunkgerät sowie ein Endgerät, das die erfassten Daten zur Versendung an eine Verkehrsrechenzentrale aufbereitet bzw. die von dort empfangenen Daten verarbeitet und ausgibt. Heute sind vor allem Fahrzeuge höherer Klassen mit solchen Systemen ausgestattet, da die Systeme noch vergleichsweise teuer sind. Aufgrund des geringen Bestands an FCD-Fahrzeugen sind allein auf Basis von FCD-Daten heute keine umfassenden Verkehrslageinformationen und -prognosen möglich; daher sind FCD-Daten stets in Kombination mit stationär erfassten Daten (z. B. mittels Induktionsschleifen) zu verwenden. Da für eine verlässliche Darstellung der Verkehrssituation eine hohe Anzahl von FCD-Fahrzeugen erforderlich ist, werden in Ballungsräumen Fahrzeugflotten (Taxis, Busse, Behördenfahrzeuge) mit solchen Systemen ausgestattet.

Verbreitung von Navigationssystemen

Der Verbreitungsgrad von Navigationssystemen (Erstausrüstung und Nachrüstung) in Kraftfahrzeugen betrug 2004 in Deutschland ca. 4,6% (2,5 Mio. Endgeräte) bezogen auf den Bestand zugelassener Fahrzeuge (Gesellschaft für Unterhaltungselektronik mbH – gfu). Im Jahr 2005 betrug der Nachrüstmarkt für festinstallierte Systeme ca. 190.000 Geräte. Dagegen wurden ca. 480.000 mobile Navigationsendgeräte (Handy, PDA etc.) verkauft (gfu, 2006). Dabei wird jedoch nicht zwischen dynamischen und statischen Systemen unterschieden.

Verkehrsdatenerfassung

Die Qualität der Routeninformationen dynamischer Zielführungssysteme ist vor allem von den verfügbaren Verkehrsdaten abhängig. Um zuverlässige Leitempfehlungen geben zu können, müssen die Navigationssysteme auf Echtzeit-Informationen über die aktuelle Verkehrslage zurückgreifen können. Diese Daten werden in Deutschland vor allem von den Verkehrsleitzentralen der Länder und der Kommunen erhoben. Die Erfassung erfolgt in erster Linie mittels Induktionsschleifen auf Autobahnen; daneben kommen aber auch Infrarotdetektoren, Radarsensoren, Kamerasysteme oder „Staumelder“ der Rundfunkanstalten zum Einsatz. Neben den öffentlichen Verkehrsinformationsdiensten agieren auch private Dienstleistungsanbieter am Markt.

Aufgrund der hohen Investitionen für die Einrichtung einer Infrastruktur zur Gewinnung von Verkehrsdaten sind private Dienstleister daran interessiert, auf die Daten zurückzugreifen, die bei den verschiedenen Gebietskörperschaften bereits vorhanden sind.

Grundsätzlich haben sich die Gebietskörperschaften bereit erklärt, privatwirtschaftlichen Telematikdienstleistern den Zugriff auf diese vorhandenen Verkehrsdaten zu ermöglichen. Ziel ist eine kombinierte Nutzung der von der öffentlichen Hand und von Privaten erhobenen Verkehrsdaten. In Abstimmung mit Bund, Ländern und Kommunen wurden hierfür Musterverträge zur Datenüberlassung erarbeitet. Diese regeln die Weitergabe von Verkehrsdaten der Bundesfernstraßen aus den Verkehrsrechnerzentralen der Gebietskörperschaften an private Betreiber von Telematikdiensten. Die Regelung umfasst u. a. die Art und den Umfang der Daten, erforderliche Genehmigungen und Zustimmungen sowie Entgelte für die Nutzung. Der Abschluss einzelner Verträge mit privaten Unternehmen auf der Grundlage der Musterregelungen obliegt wiederum den Ländern (z. B. im Rahmen des Projekts Mobilitätsinformationsnetzwerk Baden-Württemberg – MOBIN, VMZ Berlin, „Ruhrpilot“ in NRW).

Dennoch haben private Dienstleister zusätzlich zu den von den Gebietskörperschaften erfassten Daten eigene Erfassungsinfrastrukturen aufgebaut. Beispielsweise hat die 1997 gegründete Gesellschaft für Verkehrsdaten mbH (DDG)⁴ das stationäre Erfassungssystem SES installiert. Es umfasst rd. 4.000 Sensoren, die ca. 70% des Autobahnnetzes erfassen. Dadurch wurde zunächst eine von öffentlichen Datenquellen unabhängige Erfassung aufgebaut, deren Kosten über Leistungen als Content-Provider für Verkehrstelematikdienste finanziert werden sollte. Heute verarbeitet die DDG zusätzlich rund 5.500 Induktionsschleifen aus sieben Bundesländern (NRW, Hessen, Rheinland-Pfalz, Baden-Württemberg, Bayern, Niedersachsen und Berlin).

⁴ 2004 hat T-Mobile-Traffic den Anteil von Vodafone an der DDG übernommen und ist seither alleiniger Gesellschafter der DDG.

Die Übermittlung der Daten erfolgt hierbei durch Mobilfunktechnologien. Neben reinen Verkehrslagedaten werden zunehmend auch Zusatzinformationen wie z. B. Informationen zu Tankstellen, Restaurants oder Touristikzielen angeboten. Die Verfügbarkeit von Verkehrsinformationen ist heute jedoch weitgehend begrenzt auf Autobahnen (gute Schleifenabdeckung durch Gebietskörperschaften und DDG) sowie ausgewählte Hauptverkehrsstraßen in Ballungsräumen (zum Beispiel über Detektoren zur Lichtsignalsteuerung). Die Qualität ist jedoch regional unterschiedlich. Für eine umfassende flächendeckende dynamische Zielführung sind die vorhandenen Daten nicht ausreichend.

Die flächendeckende Erfassung über infrastrukturbasierte Sensorik erfordert hohe Investitionen für die Einrichtung der Systeme. Aus diesem Grund zielen viele Entwicklungsvorhaben auf Datenerhebungsverfahren, die unabhängig von einer ortsfesten Infrastruktur arbeiten. Insbesondere das FCD-Verfahren findet hierbei Beachtung. In Kombination mit der statischen Sensorik könnten die Informationen von FCD-Fahrzeugen durch die anonyme Übermittlung von Reisezeitdaten dazu beitragen, ein Gesamtbild über die Verkehrssituation im Straßenverkehr zu gewinnen. Diese wurden insbesondere in den BMBF-Projekten INVENT und WayFlow bereits intensiv getestet. Daneben werden im Rahmen der Einführung von Galileo auch zunehmend luft- und weltraumgestützte Systeme zur Verkehrsdatenerfassung diskutiert und in Forschungsprojekten erprobt.

Verkehrsprognosen und Qualität der Leitempfhlungen

Auf Basis der erfassten Verkehrsdaten werden in Verkehrsprognosemodellen der Verkehrszentralen der Gebietskörperschaften bzw. in Navigationszentralen privater Dienstleister Vorhersagen über die aktuelle und zukünftige Situation auf den Straßen getroffen. Verkehrsprognosemodelle existieren für verschiedene Verkehrstypen (Stadtverkehr, Ballungsraum, außerörtlicher Verkehr etc.) sowie für verschiedene Zeithorizonte. Die Qualität dieser Prognosemodelle ist bereits heute auf einem hohen Niveau. Sie ist in erster Linie von den verfügbaren Input-Daten abhängig. Auf Basis dieser Prognosen werden dann über kollektive Systeme (Wechselwegweisungen, Streckenbeeinflussungsanlagen) die Verkehrsströme aktiv gesteuert bzw. die Routenempfehlungen von Navigationssystemen im Fahrzeug werden via GSM oder RDS/TMC dynamisiert.

Heute arbeiten die verschiedenen Akteure (Gebietskörperschaften, private Dienstleister) trotz der vorhandenen Musterverträge weitgehend isoliert voneinander. Kollektive, aber auch individuelle Systeme sind weitgehend kleinräumig angelegt und nicht aufeinander abgestimmt. Es fehlen sowohl technische Standards in der Datenaufbereitung und im Datenaustausch als auch die organisatorische Abstimmung zur Datenerhebung und -überlassung. Individuelle Empfehlungen sind in der Regel sehr kurzfristig verfügbar bzw. ihre Befolgung hängt allein von individuellen Kriterien des Fahrers ab; eine übergeordnete Gesamtstrategie fehlt. Im Rahmen des Forschungsprojektes INVENT wurden im Teilprojekt Netzausgleich Individualverkehr (NIV) Ansätze zur Verkehrsdatenerfassung und einer strategischen Lenkung der Verkehrsströme auf Basis dieser Daten intensiv untersucht und Pilotprojekte in München und Magdeburg gestartet. Wichtigstes Ergebnis war der Aufbau einer technischen Systemarchitektur zur Datenintegration und Datenverwaltung/Datenspeicherung verschiedener Quellen von Verkehrsinformationen. Es zeigte sich zudem, dass sowohl kurzfristige Ereignisse als auch übergeordnete Verkehrsmanagementstrategien gezielt in die Routenempfehlungen integriert werden können. Ebenso wurden Verkehrsprognose-Modelle für den Stadtbereich und überörtlichen Verkehr mit verschiedenen Prognosehorizonten getestet und weiterentwickelt.

2.1.2 Roadmap: Die Entwicklung der individuellen Verkehrssteuerung bis 2025

Rechtliche und organisatorische Voraussetzungen werden geschaffen

Erste Musterverträge zur Datenüberlassung zwischen den Gebietskörperschaften und privaten Diensteanbietern existieren bereits 2005. Konkrete Vereinbarungen sind jedoch noch selten. Die heterogenen Zuständigkeiten und das Festhalten an Hoheitsrechten über Datenerfassung und Datenverwendung der öffentlichen Institutionen führen dazu, dass keine einheitlichen Kommunikationsstandards und Schnittstellen für den Austausch von Verkehrsdaten existieren. Bis 2010 verändert sich dieser Zustand nicht wesentlich. Gleichzeitig steigt jedoch das Verkehrsaufkommen auf den Fernstraßen, in Ballungsräumen und in Innenstädten kontinuierlich weiter.

Trotz beginnender Privatisierung der Infrastruktur und damit der Übertragung von Instandhaltungs- und Erweiterungsmaßnahmen auf private Betreibergesellschaften ist die Möglichkeit des physischen Ausbaus der Infrastruktur begrenzt. Das Bewusstsein für die Notwendigkeit eines umfassenden Verkehrsmanagements zur Entspannung der Verkehrssituation wächst bei den Entscheidungsträgern zunehmend. Bis 2015 werden daher erste Konzepte für die Definition von Schnittstellen und Kommunikationsstandards zum Austausch von Verkehrslageinformationen entwickelt und in Pilotprojekten erprobt. Ab 2020 werden diese Standards flächendeckend eingeführt. Ebenso werden zunehmend Datenüberlassungsverträge zwischen Gebietskörperschaften und privaten Diensteanbietern abgeschlossen. 2025 findet somit ein reibungsloser Austausch von Verkehrslageinformationen zwischen den einzelnen Anbietern zur netzweiten Optimierung der Verkehrsströme statt.

Privatisierung der Infrastruktur unterstützt die Verkehrsdatenerfassung auf Autobahnen und in Innenstädten

Vor dem Hintergrund der prekären Haushaltslage der öffentlichen Hand werden bereits 2005 PPP-Konzepte für die Unterhaltung des Bundesfernstraßennetzes diskutiert und erste Ausschreibungen für einzelne Autobahnabschnitte gestartet (z. B. auf der A 8 zwischen Augsburg West und München Allach oder auf der A 5 zwischen Baden-Baden und Offenburg). Zwischen 2010 und 2015 folgen weitere Projekte. Gegen Ende dieses Zeitraums werden auch erste Abschnitte von Bundesstraßen für Betreibergesellschaften ausgeschrieben. Bis 2025 werden weite Teile des Autobahn- und Bundesstraßennetzes in Deutschland von privaten Betreibergesellschaften unterhalten.⁵ Damit geht auch die Erfassung der Verkehrsdaten auf die privaten Infrastrukturbetreiber über. Dabei werden die bestehenden Induktionsschleifen auf Autobahnen und Bundesstraßen zunehmend durch neue technische Lösungen (z. B. durch Infrarot-, Radar- und kamerabasierte Systeme) ergänzt bzw. ersetzt. Die Organisation und Zusammenführung der Daten erfolgt über Verkehrszentralen der Infrastrukturbetreiber bzw. abgesichert über vertragliche Regelungen durch die Verkehrsleitzentralen der Gebietskörperschaften.

Dagegen wird in vielen Innenstädten der Betrieb der Lichtsignalanlagen auf die Systemlieferanten verlagert. Über Sensoren in Ampeln und deren Verknüpfung mit den Daten der für deren Steuerung vorhandenen Induktionsschleifen werden Verkehrslagedaten in den Städten gesammelt. Diese werden dann einerseits den Gebietskörperschaften für kollektive Steuerungssysteme zur Verfügung gestellt, dienen andererseits aber auch als Input für dynamische individuelle Routenempfehlungen in Fahrzeugen.

⁵ Vgl. Szenariobericht „Zukunft der Mobilität“, S.43

Floating Car Data⁶ als wichtiger Bestandteil der Verkehrsdatenerfassung etabliert sich

2005 beschränkt sich die Erfassung von Verkehrsdaten mit Hilfe von Induktionsschleifen in erster Linie auf die Bundesautobahnen. Bis 2010 werden vor allem Flottenfahrzeuge (Taxis, Kleintransporter) mit FCD-Komponenten ausgerüstet, um die für eine adäquate Verkehrslageerfassung erforderliche kritische Masse zu erreichen. Mit stetiger Erweiterung der FCD-Flotte, u. a. durch die Ausstattung von Bussen der öffentlichen Verkehrsbetriebe, kann die Verkehrsdatenerfassung vor allem in Ballungsräumen und Städten bis 2015 stark verbessert werden. Dennoch bleibt die Erfassung von Verkehrslagedaten im Sekundärnetz, insbesondere im ländlichen Raum, noch sehr lückenhaft. Ein wichtiger Schritt zur Erweiterung der FCD-Datenbasis ist die Entwicklung modularer FCD-Systeme und einheitlicher Schnittstellen für Pkw. Vor allem private Telematikdienstleister fördern diese Entwicklung, um zusätzliche Anreize für ihr Angebot zu schaffen. So werden Fahrzeuge serienmäßig mit den erforderlichen Schnittstellen zur Fahrzeugelektronik ausgestattet; die „FCD-Blackbox“ wird dann im Rahmen eines Service-Vertrags kostenlos zur Verfügung gestellt. Zwischen 2015 und 2020 werden die ersten Systeme dieser Art in den Markt eingeführt; sie verbreiten sich rasch. Durch die zunehmende Verbreitung von FCD kann die Datenbasis für Verkehrsprognosen auch im nachgelagerten Straßennetz erheblich gesteigert werden. In Verbindung mit den über statische Systeme erfassten Daten können die Qualität der Verkehrsprognosen und damit auch die dynamische Routenführung kontinuierlich verbessert werden. Dies wiederum führt zu einer verstärkten Nutzungsbereitschaft der Systeme. Ab 2020 werden alle Neufahrzeuge mit entsprechenden FCD-Schnittstellen serienmäßig ausgeliefert. Bis 2025 ist ca. ein Drittel der Fahrzeugflotte mit FCD-Systemen ausgestattet.

Verkehrsmodelle liefern hochwertige Verkehrsinformationen

Der technische Stand der Verkehrsmodelle zur Bestimmung von Verkehrslageinformationen auf Basis von Detektordaten ist bereits 2005 in Deutschland sehr hoch. Im Zuge der Fußballweltmeisterschaft 2006 wurden in allen Austragungsstädten entsprechende Systeme eingeführt. In den folgenden Jahren werden weitere große Städte solche Systeme übernehmen. Auch im Ballungsraum bzw. Fernstraßenverkehr setzt sich diese Entwicklung fort. Dem Aufbau von Verkehrsleitzentralen in Hessen, Nordrhein-Westfalen, Berlin, München und Magdeburg folgen ab 2010 weitere Zentralen in Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz und Bayern. Bis 2025 besteht ein bundesweites Netzwerk von Verkehrsleitzentralen in öffentlicher und privater Hand. Einheitliche Schnittstellen und Kommunikationsstandards sichern den Datenaustausch zwischen den einzelnen Institutionen. In Verbindung mit der umfangreichen Erfassung von Verkehrsdaten ermöglichen diese Systeme eine gegenüber 2005 deutlich genauere Beschreibung der Verkehrslage sowohl auf Autobahnen als auch in Ballungsräumen und Innenstädten.

Neue Generationen von Navigationsgeräten erobern den Markt

2005 sind der Großteil der im Markt erhältlichen Navigationssysteme noch reine On-Board-Systeme. Reine Off-Board-Navigationssysteme sind zwar erhältlich, verfügen jedoch aufgrund geringer Übertragungsraten nur über eingeschränkte Navigationsfunktionalitäten. Ebenso sind die Kosten aufgrund der Mobilfunkpreise für Routingdienstleistungen gegenüber On-Board-Systemen mit RDS/TMC vergleichsweise hoch. Mit dem weiteren Rückgang der Mobilfunkpreise und steigenden Übertragungsraten durch neue Übertragungstechniken (UMTS) gewinnen solche Systeme an Attraktivität. Dennoch bleibt deren Einsatz auf mobile Endgeräte beschränkt. Parallel dazu wird für festinstallierte Systeme eine Kombination beider Verfahren entwickelt. Fest eingebaute Systeme greifen zur Navigation weiterhin auf On-Board-Kartensysteme zurück. Die Aktualisierung dieser Karteninformationen erfolgt jedoch nicht mehr über CD oder DVD, sondern zentral durch den Server des Dienstleisters. Solche Hybrid-Navigations-Systeme sind ab 2015 sowohl für Flottenmanagementsysteme als auch für die Pkw-Navigation verfügbar und sind 2025 Standardvarianten für festinstallierte Geräte in Fahrzeugen.

⁶ Im Folgenden wird bei FCD-Systemen nicht mehr zwischen XFCD (Extended FCD, vgl. Floating Car Data, S. 18) und anderen Varianten unterschieden.

Ein weiterer Schritt in der Fahrzeugnavigation ist die Entwicklung von Systemen mit automatischer Zielerkennung. Diese Generation von Navigationssystemen ermittelt auf Basis von historischen Fahrprofilen sowie der aktuellen Position und Fahrtrichtung automatisch den potenziellen Zielort und errechnet die entsprechende Route unter Einbeziehung der aktuellen Verkehrslage.

Solche Systeme sind bereits 2005 Gegenstand der Forschung; erste Pilotprojekte werden jedoch erst ab 2020 realisiert. Systeme dieser Art sind ab 2025 auf dem Markt und finden aufgrund ihrer hohen Zuverlässigkeit und der entfallenden Eingabe bei Routinefahrten vor allem bei Ortskundigen hohe Resonanz.

Navigation zunehmend über mobile Endgeräte

Bereits 2005 ist ein Trend zu mobilen Endgeräten zur Navigation erkennbar. Eine weite Verbreitung der Systeme wird jedoch durch die vergleichsweise hohen Kosten der Dienste behindert sowie durch die stark limitierte Übertragungskapazität, die teilweise unzureichende Ortungsgenauigkeit, die geringe Akkukapazität sowie durch die begrenzte Bildschirmfläche bei Mobiltelefonen. Der entscheidende Vorteil für die Nutzer gegenüber Einbausystemen ist jedoch die Unabhängigkeit der Navigation von einem bestimmten Fahrzeug.

Trotz stetig wachsendem Anteil ist bis 2010 insgesamt die Verbreitung von mobilen Endgeräten zur Navigation gegenüber Einbausystemen eher gering, da die technischen Probleme hinsichtlich des GPS-Empfangs und der Stromversorgung außerhalb des Fahrzeugs bis dahin noch nicht gelöst werden können. Ebenso ist nach wie vor sowohl die Speicher- als auch die Übertragungskapazität zu gering, um umfangreiche lokale Daten zu speichern bzw. bereitzustellen.

Durch die steigende Leistungsfähigkeit der Systeme, u. a. als Folge der Einführung breitbandiger Übertragungstechniken im Mobilfunk (UMTS) und der zunehmenden Verbreitung entsprechender Endgeräte, ergeben sich neue Möglichkeiten der Informationsvermittlung. Location Based Services (Tourismusinformationen über Sehenswürdigkeiten, Restaurantempfehlungen etc.) setzen sich bis 2015 zunehmend durch. Dabei sind Routenempfehlungen im Straßenverkehr lediglich ein Teilbereich mobiler Navigationsdienste. Im Zuge der intermodalen Vernetzung werden auch erste Pilotprojekte zu intermodalen Telematikanwendungen gestartet. 2020 werden die ersten Systeme dieser Art in den kommerziellen Betrieb genommen. Durch die Anbindung von Parkraummanagementsystemen in Städten und Informationsdiensten der öffentlichen Verkehrsbetriebe an das Serviceangebot der Navigationsdienstleister können Nutzer über ihr mobiles Endgerät intermodal vom Start zum Zielort navigiert werden.

Durch die Unabhängigkeit vom Fahrzeug ermöglichen mobile Navigationslösungen („personal navigation“) die Routenwahl zeitlich unabhängig vom Fahrtantritt. Abhängig von der aktuellen Verkehrssituation kann somit nicht nur die eigentliche Route, sondern auch der günstigste Fahrzeitpunkt ermittelt werden.

Insgesamt ist die Verbreitung von Systemen zur „personal navigation“ mittels Mobilfunk gegenüber festinstallierten Systemen in den letzten Jahren sogar stärker angestiegen. 2025 sind beide Varianten gleich stark am Markt vertreten, wobei die „personal navigation“ noch weiter an Bedeutung gewinnt.

Kollektive vs. Individuelle Verkehrssteuerung

Trotz der zunehmenden Nutzungsbereitschaft und Verbreitung von Systemen zur individuellen Navigation werden auch kollektive Verkehrssteuerungssysteme weiter ausgebaut und befinden sich auch 2025 weiter im Einsatz. Dies hat im Wesentlichen zwei Gründe: Erstens verfügt auch 2025 nur ein Teil der Fahrzeugflotte über individuelle Zielführungssysteme. Vor allem Fahrzeuge aus osteuropäischen Nachbarländern sind weitgehend nicht mit entsprechenden Systemen ausgestattet.

Zweitens ist der „Befolgungsgrad“ individueller Routenempfehlungen bei „Ortskundigen“ trotz qualitativ hochwertiger Verkehrsinformationen nur sehr gering. Um dennoch einen weitgehend kontinuierlichen Verkehrsfluss zu erreichen und Staus zu reduzieren, sind kollektive Steuerungssysteme unerlässlich. Ziel ist es nicht, ein System durch das andere zu ersetzen, sondern durch die Integration beider Systeme eine netzweite Optimierung des Verkehrsflusses auf den Straßen zu erreichen.

Erforderliche Maßnahmen auf dem Weg ins Jahr 2025

- Schaffung einheitlicher Standards zur Erfassung und Aufbereitung von Verkehrsdaten und deren Übermittlung an Navigationssysteme
- Abschluss von Datenüberlassungsverträgen zwischen den Gebietskörperschaften und privaten Dienstleistern
- Weitere Verbesserung der Verkehrsdatenerfassung auf Bundesautobahnen
- Ausweitung der Verkehrslageerfassung auf das nachgelagerte Straßennetz
- Einführung modularer FCD-Systeme (→ Reduktion der Ausrüstungskosten für Automobilhersteller; Erhöhung der Nutzungsbereitschaft durch Vertragsmodelle)
- Verbesserung der Verkehrsdatenerfassung in Städten
- Erhöhung der Übertragungskapazitäten (erweiterte Frequenzen für DAB, Einführung von UMTS und entsprechenden mobilen Endgeräten)
- Integration intermodaler Informationen in die Navigationsempfehlungen
- Vereinfachung der Bedienung von Navigationsgeräten (z.B. durch Sprachsteuerung, automatische Zielerkennung)

Kontroverse mögliche Entwicklungen

Sehr kontrovers diskutiert wurde die Möglichkeit, bei Einführung von Straßenbenutzungsgebühren die mittels einer On-Board-Unit (OBU) erfassten Daten für die individuelle Verkehrssteuerung zu nutzen. Diese Systeme arbeiten mit einer permanenten Satelliten-Ortung (bisher GPS, es wäre aber auch GALILEO möglich), die es prinzipiell erlaubt, jederzeit die Position jedes Fahrzeugs zu ermitteln. Eine kontinuierliche umfassende Erfassung der aktuellen Verkehrssituation wäre somit nahezu vollständig gewährleistet. Einer derartigen Verwendung von Maut-Daten stehen daher weniger technische Probleme als vielmehr rechtliche (Datenschutz, Verwendung der Daten) und organisatorische („Urheberrechte“, Geschäftsmodelle für Datenweitergabe, Finanzierung der OBU-Ausstattung etc.) Regelungen entgegen.

Tabellarische Darstellung der Roadmap Individuelle Verkehrssteuerung

Roadmap Individuelle Verkehrssteuerung (Vom Ist-Zustand 2005 bis ins Jahr 2025 in 5-Jahres-Schritten)					
Parameter	2005	2010	2015	2020	2025
Rechtliches und organisatorisches Umfeld	Musterverträge zur Datenüberlassung liegen vor. Konkrete Vereinbarungen sind jedoch bisher nur vereinzelt realisiert (z. B. in Baden-Württemberg und Berlin).	Keine wesentlichen Änderungen gegenüber 2005; zusätzlich einzelne Datenübereinstimmungsvereinbarungen in Städten in NRW.	Zunehmende Privatisierung der Infrastruktur erfordert weitere Regelungen zur Verkehrsdatenerfassung. Bisherige positive Erfahrungen haben Signalwirkung.	Weite Teile der Verkehrsdatenerfassung auf Autobahnen (Verkehrszentralen) und Großstädten sowie in einigen Mittelstädten (Betreiber von LSA ⁷) existieren. Datenüberlassungsregelungen zwischen den Gebietskörperschaften und privaten Dienstleistern.	Nahzu flächendeckende Regelungen zur Datenüberlassung zwischen Gebietskörperschaften und privaten Dienstleistern realisiert.
Standardisierung der Datenkommunikation	Heterogene Datenstrukturen; keine einheitlichen Schnittstellen zum Datenaustausch; fehlende Kommunikationsstandards.	Weiterhin keine einheitlichen Kommunikationsstandards und -schnittstellen. Erste Konzepte am Ende des Betrachtungszeitraums in Entwicklung.	Konzeptentwicklung für einen Kommunikationsstandard ist abgeschlossen. → Erste Pilotprojekte gestartet.	Abschluss der Pilotprojektphase; Umsetzung der entwickelten Systeme.	Standardisierte Schnittstellen und einheitlicher Kommunikationsstandard flächendeckend eingesetzt.
Private Infrastrukturfinanzierung	Erste Pilotprojekte für Infrastrukturausbau als PPP verabschiedet. → Vergabeverfahren eingeleitet (Private Betreiber übernehmen Bau, Betrieb und Erhaltung der Streckenabschnitte → Refinanzierung über Lkw-Maut für diese Abschnitte).	Zwischen 2006 und 2010 Start der ersten ausgeschriebenen Projekte (z.B. A 8 Augsburg West-München Allach).	Abschluss der PPP-Projekte für die 2005 beschlossenen Streckenabschnitte bis 2015. Parallel werden weitere PPP-Projekte für Autobahnabschnitte ausgeschrieben.	PPP-Modelle für Autobahnen etablieren sich. Ausweitung der PPP-Projekte auf ausgewählte Bundesstraßen.	Funktionierende PPP-Modelle zum Unterhalt Infrastruktur realisiert. Weite Teile des Autobahn- und Bundesstraßennetzes werden von privaten Betreibergesellschaften unterhalten.

⇨ **Keine weitere Veränderung** 7 LSA-Lichtsignalanlagen

Roadmap Individuelle Verkehrssteuerung (Vom Ist-Zustand 2005 bis ins Jahr 2025 in 5-Jahres-Schritten)					
Parameter	2005	2010	2015	2020	2025
Stationäre Erfassung	Verkehrsdatenerfassung in erster Linie auf Autobahnen mittels Induktionsschleifen.	Weiterhin stationäre Verkehrsdatenerfassung mittels Induktionsschleifen auf Autobahnen.	Stationäre Datenerfassung mittels „Schleifen“ wird fortgeführt. Teilweise Ergänzung durch neue Technologien (Radar-, Infrarot-, Kamerasysteme).	Ausweitung der stationären Verkehrsdatenerfassung auf ausgewählten Abschnitten des Bundesstraßennetzes. Dabei vor allem Radar- und Infrarot-Systeme im Einsatz. Erfassung auf Autobahnen weiterhin überwiegend mittels Induktionsschleifen, jedoch in Kombination mit anderen Verfahren. Stationäre Erfassung auch an neuralgischen Punkten in einigen Städten über LSA.	Keine Änderung auf Bundesautobahnen. Ausweitung im Bereich der Bundesstraßen und an neuralgischen Stellen in Städten in Verbindung mit der LSA.
Floating Car Data (FCD)	Erste Pilotprojekte zur Verkehrsdatenerfassung mittels FCD. Modelle zur Fusion von statischen und FCD-Datenquellen in Testphase.	Einsatz von FCD in Flottenfahrzeugen (Taxis, Kleintransporter etc.). Keine Serienausstattung von Pkw mit FCD-Komponenten/-Schmittstellen.	Ausweitung der FCD-Flotte auf Busse des ÖPNV. Zunehmend werden auch Lkw-Flotten von Logistikunternehmen mit FCD ausgestattet. In Pkw noch keine große Verbreitung. Nur als Zusatzausstattung für Fahrzeuge höherer Klassen. Entwicklungskonzepte für modulare Systeme in Erprobung.	Modulare „FCD-Systeme“ in Pkw in Neufahrzeugen aller Klassen zur Fahrzeugelektronik für FCD sind damit bereits ins Fahrzeug integriert. Die eigentliche „FCD-Blackbox“ wird dann von privaten Dienstleistern im Rahmen eines Service-Vertrags zur Verfügung gestellt.	Schnelle Verbreitung modularer FCD-Systeme. Insgesamt ca. 1/3 der Fahrzeugflotte ist mit FCD-Systemen ausgestattet.

⇒ Keine weitere Veränderung

Roadmap Individuelle Verkehrssteuerung (Vom Ist-Zustand 2005 bis ins Jahr 2025 in 5-Jahres-Schritten)					
Parameter	2005	2010	2015	2020	2025
Verkehrsprognosemodelle	Systeme mit hoher Qualität vorhanden und bereits im Einsatz. Unterschiedliche Systeme für unterschiedliche „Verkehrstypen“ (außerörtlicher Verkehr, Ballungsraum, Innenstadt etc.).	Im Rahmen der Fußballweltmeisterschaft 2006 wurden in allen „WM-Städten“ entsprechende Systeme in den bestehenden Verkehrszentralen installiert bzw. neue Verkehrszentralen eingerichtet und auch nach der WM erfolgreich eingesetzt.	Stetige Ausweitung des Verkehrszentralen-Netzwerks. Zunehmende Kooperation mit privaten Dienstleistern und Fusion von FCD und stationären Verkehrsdaten. Weitere Verbesserung der Prognosemodelle. → Steigerung der Prognosequalität		Bundesweites Netzwerk von Verkehrszentralen in öffentlicher und privater Hand, in denen alle Verkehrsdatenquellen in Prognosemodellen verarbeitet werden. → Gegenüber 2005 deutlich gestiegene Qualität der Verkehrsprognosen.
Navigationslösungen	Navigationsysteme überwiegend „On-Board“-Systeme (Routenberechnung und Navigation im Endgerät). Systeme zur Off-Board-Navigation vorhanden, jedoch geringe Nutzung; überwiegend in mobilen Endgeräten (Handy). Dynamische Systeme auf Basis von RDS/TMC ebenfalls im Einsatz; überwiegend jedoch statische Navigationsysteme	Keine wesentlichen Änderungen im Verhältnis zwischen On- und Off-Board-Navigation. Off-Board-Navigationssysteme haben weiterhin geringe Verbreitung. Zunehmende Verbreitung dynamischer Navigationssysteme auf RDS/TMC-Basis sowohl als Erstausrüstung als auch im Nachrüstmarkt (auch PDA-Variante). → Erste Konzepte für Kombinationsverfahren zwischen On- und Off-Board-Systemen (Hybrid-Navigation) vorhanden. Systeme zur automatischen (Navigations-)Zielerkennung sind Forschungsgegenstand.	Zwischen 2010 und 2015 intensive Tests mit Prototypen zur Hybrid-Navigation in Pilotprojekten. Ab 2015 erste Serienprodukte für Flottenmanagementsysteme und für Pkw-Navigation (Festeinbau) auf dem Markt. Dynamische Navigation über RDS/TMC wird auf DAB umgestellt. Ebenso zunehmende Verbreitung der Navigation mit mobilen Endgeräten. Navigation über statische Systeme eingestellt. Nachrüstung für „Alt-Systeme“ möglich. Systeme zur automatischen (Navigations-)Zielerkennung sind Forschungsgegenstand.	Weitere Verbreitung von Hybrid-Navigationslösungen für festinstallierte Geräte. Reine On-Board-Systeme verschwinden vom Markt. Dynamische Navigation über DAB-Meldungen wird weiter verbessert. Erste Pilotprojekte für Systeme zur automatischen (Navigations-) Zielerkennung umgesetzt.	Hybrid-Navigation ist Standard für alle im Fahrzeug festinstallierten Geräte. Navigationssysteme mit dynamischer Routenführung sind Standard.

⇒ Keine weitere Veränderung

Roadmap Individuelle Verkehrssteuerung (Vom Ist-Zustand 2005 bis ins Jahr 2025 in 5-Jahres-Schritten)					
Parameter	2005	2010	2015	2020	2025
Navigation über mobile Endgeräte (personal navigation)	Trend erkennbar; jedoch noch technische Schwierigkeiten (Akkuleistung, Übertragungskapazität, Signalstärke etc.); geringe Zahlungsbereitschaft.	Steigender Anteil mobiler Navigationslösungen als Alternative zum Festeinbau ins Fahrzeug (PDA-Lösungen); Handy-Navigation weiterhin geringe Verbreitung; in Verbindung mit „Off-Board“ –Lösungen jedoch großes Potenzial erwartet → Lösung technischer Schwierigkeiten	Neue Generation der „Mobifunk Navigation“ über Mobilfunk verfügbar. Umfassende Location Based Services; Verkehrs- bzw. Fahrzeugnavigationen nur ein Teil des Angebots. Erste Pilotprojekte zur intermodalen Navigation mittels mobiler Endgeräte; Integration mit Parkraummanagementsystemen und Informationssystemen des ÖPNV.	Erste Systeme zur intermodalen (verkehrsträgerübergreifenden) Navigation im kommerziellen Einsatz.	Hohe Verbreitung mobiler Navigationslösungen (personal navigation). Sowohl Alternative als auch Ergänzung zu Einbaulösungen im Fahrzeug. (Beide Systeme erfolgreich am Markt vertreten.) → Steigende Bedeutung mobiler Lösungen
Kollektive Verkehrssteuerungssysteme	Ausbau kollektiver Verkehrssteuerungssysteme (Wechselwegweisungen) sowohl im außerörtlichen als auch im innerstädtischen Verkehr.	Weiterer Ausbau kollektiver Systeme (dynamische Wechselwegweisung mit Stauinformationen) vor allem auf neuartigen Stellen auf Autobahnen, in Ballungsräumen und im Innenstadtverkehr.	Erste integrierte Systeme zur Kombination kollektiver Systeme mit individuellen Leitungsempfehlungen zur Netzwerkweiten Optimierung des Verkehrsflusses.	Weiterhin kollektive Steuerungssysteme als Ergänzung zu individuellen Systemen. Integration beider Systeme.	

⇨ Keine weitere Veränderung

2.2 Innovation 2: Interoperabler Schienenverkehr in der EU in 2025

2.2.1 Aktueller Stand der Interoperabilität des europäischen Schienenverkehrs

Verkehrsentwicklung Schiene/Straße

Der Schienengüterverkehr in Europa hat in den vergangenen 35 Jahren drastisch Anteile an den Straßenverkehr verloren, und das bei einer ständigen Zunahme des Verkehrs: Volumen und Anteil des schienengebundenen Güterverkehrs nahmen von 283 Mrd. t (21,1 % des Güterverkehrs) im Jahre 1970 auf 241 Mrd. t (8,4 %) im Jahre 1998 ab. (In den USA hat die Schiene einen Anteil am Güterverkehr von 40%.) Der gesamte Güterverkehr nahm im gleichen Zeitraum von 1.341 Mrd. t auf über das Doppelte zu.

Gründe für Interoperabilität

Im europäischen Schienennetz gibt es vier verschiedene Strom- und über 20 unterschiedliche Signalisationssysteme. An den Grenzen finden daher in vielen Fällen noch Lokwechsel und die „Vertrauensübergabe“ statt. Das bedeutet, dass

- der Wechsel des Fahrpersonals,
- die „Überprüfung der Fahrtüchtigkeit“ des Zugverbands (Tausch der Lok, Überprüfung der Funktion der Bremsen, der „Ungtrenntheit“ des Zugs und der Funktion des Zugschlussignals),
- die Übergabe der Zugpapiere manuell von einem Lokführer zum anderen und ihre Überprüfung (bei Güterzügen),
- die Bezeichnung der Wagen (bei Güterzügen),
- die Überprüfung gefährlicher Ladungen (bei Güterzügen) und
- die Eintragung des Zugs

vorgenommen werden müssen.

All dies führt zu erheblichen Zeitverlusten (EU Weißbuch⁸: durchschnittliche Geschwindigkeit von Güterzügen im europäischen grenzüberschreitenden Verkehr: 18 km/h; USA 40 km/h). Von den 20.000 Zügen im grenzüberschreitenden kombinierten Verkehr war nur die Hälfte pünktlich⁹.

Um den Zeitverlust durch den Systemwechsel zu reduzieren, wurden Mehrsystem-Elektrolokomotiven entwickelt, die unter unterschiedlichen Stromsystemen fahren können. Durch den Einsatz der Mehrsystem-Loks konnte die Zeit für die Übergabe von Güterzügen an den Grenzen von 1,5 Stunden auf 15 Minuten verkürzt werden. Nicht ersparen konnten die Mehrsystem-Loks den Lokführerwechsel, denn die nationalen Bahngesellschaften erteilen die Fahrerlaubnis nur an für ihr System ausgebildete Lokführer.

In den letzten Jahren sind zunehmend Mehrsystem-Elektro-Triebfahrzeuge im Einsatz, die die unterschiedlichen Signalsysteme an Bord haben, u. a. die Hochgeschwindigkeitszüge Thalys und Eurostar. Güterzugläufe von Norddeutschland durch die Schweiz bis zur italienischen Systemgrenze mit deutschen oder schweizerischen Mehrsystem-Lokomotiven sind an der Tagesordnung; hier sind nur zwei Signalsysteme mitzuführen. Etliche private Schienenverkehrsunternehmen haben sich im internationalen Verkehr für den Einsatz von Diesellokomotiven entschieden, die mit den Signaleinrichtungen der durchfahrenen nationalen Schienennetze ausgerüstet und unabhängig vom jeweiligen Stromsystem sind.

⁸ Weißbuch – Die europäische Verkehrspolitik bis 2010: Weichenstellungen für die Zukunft, Luxemburg 2001.

⁹ Kulper, Werner: Vorwort zum Jahresbericht 2000 der Internationalen Vereinigung der Gesellschaften für den kombinierten Verkehr Schiene-Straße (UIRR) zitiert in Weißbuch der EU: Die europäische Verkehrspolitik bis 2010 – Weichenstellungen für die Zukunft, Luxemburg 2001.

Bereits eingeleitete ordnungspolitische Maßnahmen

In einer Vereinbarung zwischen Europäischer Kommission, Eisenbahngesellschaften und Industrie wurde Ende der 90er Jahre die Einführung eines einheitlichen europäischen Eisenbahnsystems beschlossen mit dem Ziel, die Interoperabilität jeder Komponente des Eisenbahnsystems (Schiene, Fahrzeuge, Signalisation, Betriebsverfahren) herbeizuführen.

Am 17. März 2005 wurde eine Absichtserklärung unterzeichnet, die die Einführung des Europäischen Eisenbahnverkehrsleitsystems ERTMS (European Rail Traffic Management System) auf einem wichtigen Teil des trans-europäischen Schienennetzes vorsieht.¹⁰ GSM-R (Global System for Mobile Communication-Rail = Mobil- und Datenfunk für Eisenbahnen) ist ein wichtiger Bestandteil von ERTMS. Ein GSM-R-Abkommen wurde von 32 UIC-Mitgliedern¹¹ unterzeichnet.

Bereits eingeleitete technische Maßnahmen

Mit der Einführung des international kompatiblen Bahnfunksystems GSM-R wurde von den 15 Alt-EU-Mitgliedern 2002 begonnen; die DB AG hat dabei den ehrgeizigsten Realisierungsplan und ist damit am weitesten vorangeschritten: 2005 wurde der Betrieb in Deutschland schrittweise auf ausgewählten Strecken aufgenommen und soll 2010 in Gesamteuropa im Einsatz sein.

Derzeit werden von verschiedenen Bahngesellschaften (u. a. DB, FS, RENFE, SJ, SNCB, SNCF) und ERTMS-Anbietern (Alcatel, Adtranz, Alstom, Ansaldo und Siemens) Tests im Rahmen der „EU-Initiative zur Prüfung der Interoperabilität von Steuer- und Führungssystemen“ durchgeführt, um die technischen Spezifikationen für die Interoperabilität (TSI) zu erfüllen.

Die Technik ERTMS

Bei ERTMS werden Daten von der Strecke aus an einen Computer im Zug übermittelt, der anhand dieser Daten die jeweils zulässige Höchstgeschwindigkeit errechnet und den Zug bei Bedarf automatisch abbremst. Der fahrzeuggestützte Computer soll zwar die von der Strecke aus übermittelten Informationen interpretieren können, doch gibt es derzeit in Europa mehr als 20 verschiedene Systeme dieser streckenseitigen Einrichtungen. So musste der zwischen Paris und Brüssel verkehrende Hochgeschwindigkeitszug Thalys mit nicht weniger als sieben Signalsystemen ausgerüstet werden, was zu einem Anstieg der Kosten und der Störanfälligkeit führte.

Nach Einführung von ERTMS können die Züge mit einem einheitlichen europäischen System ausgestattet werden, wodurch die Betreiber geringere Kosten zu tragen haben. Die Sicherheit des Schienennetzes wird durch den Einsatz dieses Systems, das sowohl auf Hochgeschwindigkeits- als auch auf konventionellen Strecken einsetzbar ist, erheblich verbessert.¹²

ERTMS löst die herkömmliche Signalisationstechnik mit Streckenblöcken und Signalen ab und verlegt sie in das Triebfahrzeug. Damit kann in dichteren Abständen gefahren und die Zugfrequenz und damit die Leistungsfähigkeit des Netzes erhöht werden. Den Kern von ERTMS bildet das Zugsicherungs- und Steuerungssystem ETCS (European Train Control System), das die Mobilfunkbasis GSM-R voraussetzt.

Die Genauigkeitsanforderungen an GSM-R sind wesentlich höher als an den „normalen“ Mobilfunk: der Loksender muss ständig Kontakt mit dem System haben und auch noch bei höchsten Geschwindigkeiten sicher arbeiten; Fading im Sekundenbereich, das im „normalen“ Mobilfunk hingenommen wird, darf aus Sicherheitsgründen bei GSM-R nicht auftreten.

¹⁰ ERTMS – ein europäisches Großprojekt für den Schienenverkehr. EU Kommission IP/05/321. Brüssel, den 17. März 2005.

¹¹ UIC – International Union of Railways (Union Internationale des Chemins de Fer) – The Worldwide Organisation for Railway Cooperation – Internationaler Eisenbahnverband, Paris.

¹² ERTMS – ein europäisches Großprojekt für den Schienenverkehr. EU Kommission IP/05/321. Brüssel, den 17. März 2005.

Schwierigkeiten, die noch zu bewältigen sind

Die größte Schwierigkeit, die es zu bewältigen gilt, dürfte die gleichzeitige europaweite Umstellung auf ERTMS bei den einzelnen Bahngesellschaften sein. Sie müssen die neue Technologie parallel zu ihren bestehenden Infrastruktureinrichtungen (Signale, Zugbeeinflussung, Stellwerke) in einem sehr engen Zeitrahmen in die Fahrzeuge einbauen und in die Infrastruktur installieren.

Nicht weniger groß dürften die Herausforderungen bei der Finanzierung sein: Allein für die Ausstattung von rund 25.000 km Strecke und von rund 11.000 Triebfahrzeugen mit dem Mobilfunksystem GSM-R muss die DB AG mehr als 1,5 Mrd. € ausgeben; weitere 250 Mio. € werden für Terminals benötigt.¹³ Die Europäische Kommission und Vertreter des Eisenbahnsektors (Infrastrukturbetreiber, Eisenbahnunternehmen und Industrie) schätzen für die transeuropäischen Magistralen ein Investitionsvolumen von mehr als 4 Mrd. € in den kommenden zehn Jahren.

An technischen Schwierigkeiten dürften vor allem die hohen Anforderungen an die Funktionssicherheit von ETCS und von GSM-R zu überwinden sein.

Weitere Lösungen müssen geschaffen werden:

- Einführung des internationalen Triebfahrzeugführerscheins: Voraussetzung für die Berechtigung, in einem Bahnsystem fahren zu dürfen, ist, dass der Triebfahrzeugführer die jeweilige Landessprache spricht. Die Ausbildung von Zehntausenden von Triebfahrzeugführern in mehreren europäischen Sprachen scheint illusorisch. Hier wird man sich langfristig von Seiten der Gesetzgebung und der nationalen Bahnverwaltungen auf Englisch als Universalsprache einstellen müssen, wie es in der internationalen Luft- und Seefahrt schon lange üblich ist.
- Für die elektronische Übergabe der Ladepapiere muss an der Vereinheitlichung der Software bei den nationalen Bahnverwaltungen gearbeitet werden.
- Die „Überprüfung der Fahrtüchtigkeit“ des Zugverbands (Tausch der Lok, Funktion der Bremsen, Ungetrenntheit des Zugs, Funktion des Zugschlussignals) entfällt, wenn die Züge an den Grenzen nicht mehr getrennt werden und die Loks durchfahren können. Außerdem: Wenn die Personen- und Güterwagen mit entsprechender „Intelligenz“ ausgestattet werden, erfolgt die Überprüfung elektronisch im Zugverband, und der Triebfahrzeugführer erhält im Cockpit die entsprechende O.K.- oder Warnmeldung. Die Entwicklung der „Intelligenz im Bahnwagen“ wird ein wichtiger Baustein auf dem Weg zur Interoperabilität der europäischen Bahnen sein.
- Wegfall der Bezettelung der Wagen (bei Güterzügen). Durch den „Intelligenten Güterwagen“, der mit entsprechenden Transpondern (z. B. RFID) ausgestattet ist, erfolgt die Bezettelung elektronisch.
- Die Eintragung des Zugs wird durch den Bordcomputer der Triebfahrzeuge über GSM-R vorgenommen.

¹³ DB investiert in europäisches Sicherungssystem. Eurailpress Tetzlaff-Hestra GmbH & Co. KG., 22.03.2001.

2.2.2 Roadmap: Die Entwicklung der Interoperabilität des Schienenverkehrs in der EU bis 2025

Situation 2025: Die Interoperabilität des europäischen Schienennetzes ist hergestellt

Im europäischen Schienenverkehr gibt es keine technisch bedingten Grenzaufenthalte mehr (Ausnahme: Spurwechsel an der spanischen und russischen Grenze). Die nationalen Stromsysteme werden größtenteils beibehalten. Daher werden im Fernverkehr überwiegend Mehrsystemfahrzeuge eingesetzt, wodurch der Lokwechsel entfällt; Einsystemfahrzeuge sind nur noch im Nahverkehr zu finden.

Investitionen in interoperable Korridore zeigen Wirkung

Im Zeitraum zwischen 2005 und 2025 werden jährlich 2,5 bis 3 Mrd. € in den Korridorausbau investiert. Im Jahre 2025 sind ca. 30.000 km interoperable Korridore in Betrieb (ETCS Level 1, 2 und zugehörige Infrastruktur) und ermöglichen den grenzüberschreitenden Betrieb ohne Lokwechsel. Auf grenzüberschreitenden Magistralen wird der europäische Triebfahrzeugführerschein eingeführt. Mit der Ausrüstung von Triebfahrzeugen für den grenzüberschreitenden Verkehr auf Magistralen wird 2010 begonnen; 2025 sind etwa 15.000 Triebfahrzeuge/Triebzüge mit ETCS ausgerüstet. GSM-R ist ab 2010 in Deutschland und ab 2015 in anderen europäischen Ländern in datenfähiger Qualität auf allen Strecken in Betrieb. Der Datenaustausch für Personen- und Güterverkehr wird 2025 vollständig eingeführt sein.

Die Regelwerke sind europaweit vereinheitlicht

Es wird ab 2015 keine nationalen Regelwerke mehr geben; sie werden alle in EuroNormen überführt. Die technischen Spezifikationen für die Interoperabilität (TSI) werden durchgängig angewendet, die ERA (European Railway Agency) wird ab 2015 Aufsichtsinstanz. Ab 2010 werden alle neuen Triebfahrzeuge nach TSI-Vorgaben gebaut und zugelassen, nationale Besonderheiten werden weiterhin berücksichtigt.

Ab 2015 gibt es keine nationalen Zulassungen für Eisenbahnfahrzeuge mehr; die Betriebserlaubnis wird von einer internationalen Aufsichtsbehörde erteilt.

Diskriminierungsfreier Zugang auf dem gesamten europäischen Schienennetz

Die Trennung von EIU und EVU wird bis 2015 in Europa durchgängig abgeschlossen sein, d. h. es gibt auf dem gesamten europäischen Schienennetz diskriminierungsfreien Zugang für jedes EVU. Die Deregulierung führt zu ca. 150 international operierenden EVU in Europa. Mehrere Privatunternehmen (Broker) vermitteln international die Trassen.

Zollformalitäten gibt es innerhalb der EU nicht mehr; tradierte Verhaltensweisen nationaler Zollorganisationen wurden abgebaut. Auch die Schweiz reduziert auf der Basis von Sonderabkommen mit der EU die Zollformalitäten drastisch.

Europa als ein Verkehrsraum

Die erzielte Interoperabilität auf der Schiene an allen Grenzen führt zu einer deutlichen Beschleunigung des grenzüberschreitenden Verkehrs; sie trägt zur Entlastung des Straßenverkehrs und zur Reduktion der CO₂-Emissionen bei: Der innereuropäische Tourismus mit der Bahn erfährt ebenso wie der Gütertransport mit Ganzzügen eine Steigerung. Europa, insbesondere Kerneuropa, wächst stetig zu einem Verkehrsraum zusammen.

Erforderliche Maßnahmen auf dem Weg ins Jahr 2025

- Bereitstellung von Investitionsmitteln für den Korridorausbau in Höhe von europaweit 2,5 bis 3 Mrd. € jährlich über den gesamten Zeitraum von 2005 bis 2025 durch die beteiligten Länder und die EU
- Errichtung einer übergeordneten europäischen Behörde ERA (European Railway Agency) zur Überwachung der technischen Spezifikationen für die Interoperabilität (TSI) und die Zulassung von Neufahrzeugen bis 2010
- Ausweitung der Konformitätsbewertung (Prüfungsvorschriften) für Eisenbahnmaterial über die TEN/HGV-Strecken hinaus durch Eisenbahn CERT (Eisenbahn-Zertifizierungsstelle) auf das gesamte europäische Schienennetz
- Einführung eines europäischen Triebfahrzeugführerscheins im Fernverkehr auf allen grenzüberschreitenden Magistralen bis 2010
- Die diskriminierungsfreie Trassenvergabe für jedes EVU auf dem gesamten europäischen Schienennetz; Überwachung durch eine voll funktionsfähige Netzagentur (ab 2010)
- Ausrüstung der Infrastruktur mit ERTMS und ETCS; Verfolgung durch eine europäische Aufsichtsbehörde (z.B. ERA)
- Inbetriebnahme von GSM-R in absolut zuverlässiger Funktion in Deutschland und in allen europäischen Nachbarländern bis 2010
- Europaweiter zügiger Abbau tradierter Regeln und Verhaltensweisen nationaler Zollorganisationen

Tabellarische Darstellung der Roadmap Interoperabilität des europäischen Schienenverkehrs

Roadmap Interoperabilität des europäischen Schienenverkehrs (Vom Ist-Zustand 2005 bis ins Jahr 2025 in 5-Jahres-Schritten)					
Parameter	2005	2010	2015	2020	2025
1. Infrastruktur/Investitionen					
Infrastrukturinvestitionen in das europäische Schienennetz	In Europa sind rd. 18.000 km Hochgeschwindigkeitsstrecken in Betrieb, auf denen auch grenzüberschreitend schnelle Personenzüge wie TGV, ICE verkehren; sie verfügen über LZB.	Jährlich werden europaweit ca. 2,5 Mrd. € in den Korridor-ausbau investiert.	Jährlich werden europaweit ca. 2,5 Mrd. € in den Korridor-ausbau investiert.	Jährlich werden europaweit ca. 3 Mrd. € in den Korridor-ausbau investiert, die Realisierungsfortschritte von ETCS machen sich bemerkbar.	Jährlich werden europaweit ca. 3 Mrd. € in den Korridor-ausbau investiert.
Alpenkorridore	Lötschberg- und Gotthard-Basistunnel im Bau.	Lötschberg-Basistunnel ist in Betrieb (2007).	Gotthard-Basistunnel ist in Betrieb (2015).		
2. Regelwerke					
Technische Spezifikationen für die Interoperabilität (TSI)	Seit 2001/2002 TSI für Hochgeschwindigkeitsverkehr (HGV) eingeführt und rechtskräftig. ERA (European Railway Agency) hat z.Zt. nur beratenden Charakter; ist noch keine Aufsichtsinstanz.	TSI konventionell ebenfalls eingeführt und rechtskräftig. ERA hat teilweise Aufsichtsfunktion.	Revisionsprozess der TSI durchgeführt, die TSI wird zum Selbstläufer, wird nicht mehr infrage gestellt. ERA ist Aufsichtsinstanz.		
Technisches Regelwerk	Technisches Regelwerk ist ansatzweise auf harmonisierte EN (EuroNormen) umgestellt.	Technisches Regelwerk ist größtenteils auf harmonisierte EN (EuroNormen) umgestellt.	Technisches Regelwerk ist auf harmonisierte EN (Euro-Normen) umgestellt und mit TSI-Vorgaben hinterlegt.		
Anpassung nationaler Regelwerke	Ansatzweises, sukzessives Umsetzen der nationalen Normen in EN.	Nationale Regelwerke werden zunehmend in EN umgesetzt.	Nationale Regelwerke sind in EN umgesetzt.		
Konformitätsbewertung (Prüfungsvorschriften) für Eisenbahnmateriale	Vorgaben der Konformitätsbewertung werden angewendet auf TEN/HGV-Strecken durch EBC (Eisenbahn CERT).	Eisenbahnmateriale werden nach EU-Konformitätsvorgaben zugelassen.	Keine nationale Zulassungen für Eisenbahnmateriale mehr; Betriebslaubnis erteilt die Aufsichtsbehörde (nicht EBC).		
Zulassung von Neubaufahrzeugen	Fehlende Harmonisierung der Zulassungsverfahren für Schienenfahrzeuge.	Alle Neubaufahrzeuge werden nach TSI-Vorgaben gebaut und zugelassen, nationale Besonderheiten sind weiterhin zu berücksichtigen.			

⇒ Keine weitere Veränderung

Roadmap Interoperabilität des europäischen Schienenverkehrs Vom Ist-Zustand 2005 bis ins Jahr 2025 in 5-Jahres-Schritten					
Parameter	2005	2010	2015	2020	2025
Europäischer Triebfahrzeugführerschein	Vielzahl nationaler rechtlicher Vorschriften. Nur teilweise europaweite Harmonisierung (kein einheitlicher Lok- bzw. Triebwagenführerschein).	Auf grenzüberschreitenden Magistralen wird europäischer Triebfahrzeugführerschein eingeführt.	Europäischer Triebfahrzeugführerschein eingeführt.		
3. EIU/EVU/Trassenvergabe					
Trennung von Eisenbahninfrastrukturunternehmen (EIU) und Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU)	Trennung gesetzlich vorgeschrieben, aber noch nicht vollständig umgesetzt. In Deutschland mehrere 100 EVU auf den Schienen.	Weitestgehende Trennung von EIU und EVU.	Trennung von EIU und EVU durchgängig abgeschlossen.		
Transparenz der Trassenvergabe	Die Trassenvergabe ist auf diversen Korridoren und durch Kooperation der Infrastrukturanbieter transparenter geworden (One-Stop-Shop).	Netzzugang ist überwiegend diskriminierungsfrei möglich.	Deregulierung führt zu ca. 150 international operierenden EVU. Mehrere Privatunternehmen (Broker) vermitteln international die Trassen.		
4. Steuerung Eisenbahnverkehr (ERTMS)					
Ausrüstung der Infrastruktur mit European Rail Traffic Management System (ERTMS) und European Train Control System (ETCS)	Vielzahl unterschiedlicher Zug- sicherungs- und Signalisierungstechnologien; Absichtserklärung zwischen EU-Kommission und EIU, EVU und Eisenbahnindustrie zur Einführung von ETCS auf ausgewählten durchgängigen Korridoren; div. Teststecken in Erprobung.	ca. 5.000 km interoperable Korridore sind in Betrieb (ETCS Level 1, 2 und zugehörige Infrastruktur).	ca. 10.000 km interoperable Korridore sind in Betrieb (ETCS Level 1, 2 und zugehörige Infrastruktur).	ca. 20.000 km interoperable Korridore sind in Betrieb (ETCS Level 1, 2 und zugehörige Infrastruktur).	ca. 30.000 km interoperable Korridore sind in Betrieb (ETCS Level 1, 2 und zugehörige Infrastruktur).
Ausrüstung von Triebfahrzeugen mit dem European Train Control System	Einige wenige Loks sind bei verschiedenen europäischen Bahnen im Erprobungsbetrieb mit dem Ziel, die Abnahme zu bekommen.	Mit der Ausrüstung von Triebfahrzeugen für den grenzüberschreitenden Verkehr auf Magistralen wird begonnen.	5.000 Triebfahrzeuge/Triebzüge sind mit ETCS ausgerüstet.	9.000 Triebfahrzeuge/Triebzüge sind mit ETCS ausgerüstet	15.000 Triebfahrzeuge/Triebzüge sind mit ETCS ausgerüstet.

⇨ Keine weitere Veränderung

Roadmap Interoperabilität des europäischen Schienenverkehrs (Vom Ist-Zustand 2005 bis ins Jahr 2025 in 5-Jahres-Schritten)					
Parameter	2005	2010	2015	2020	2025
Einführung des einheitlichen Zugfunksystems GSM-R	Die EU15-Mitglieder starteten 2002 mit der Implementierung. Deutschland ist im Aufbau am weitesten vorangeschritten.	GSM-R ist in Deutschland landesweit eingeführt; auf den internationalen Korridoren teilweise auch in den Nachbarländern.	Funküberdeckung von GSM-R ist in Deutschland und anderen europäischen Ländern in datenfähiger Qualität eingeführt.		
Datenaustausch zwischen EIU, EVU und Spediteur	Kaum Datenaustausch mit Infrastrukturanbietern bzw. Bahngesellschaften.	Datenaustausch für Personenverkehr im Anfangsstadium.	Datenaustausch für Personenverkehr noch nicht vollumfänglich hergestellt; für Güterverkehr in den Anfängen.	Datenaustausch für Personenverkehr komplett eingeführt; für Güterverkehr noch nicht vollumfänglich hergestellt.	Datenaustausch für Personenverkehr und Güterverkehr vollständig eingeführt.
Deployment-Plan TSI-Telematik Anwendungen	Noch keine TSI-Telematik Anwendungen.	TSI-Telematik Anwendungen werden entsprechend den finanziellen Möglichkeiten und in Abhängigkeit von ETCS eingesetzt.	TSI-Telematik Anwendungen für den Personenverkehr umgesetzt.		
5. Grenzanliegenheiten					
Zoll innerhalb der EU	Zwischen den Staaten des "Schengen-Abkommens" keine Zollabfertigung mehr; Verzollung wenn nötig am Zielort.	Schweiz ist assoziiertes EU-Mitglied; tradierte Verhaltensweisen nationaler Zollorganisationen werden abgebaut (z. B. Italien).			
Technisch bedingte Grenzaufenthalte	Oft lange Grenzaufenthalte im grenzüberschreitenden Güter- und Personenverkehr (Ausnahme: HGV-Züge).	In vielen Fällen der grenzüberschreitenden Korridore gibt es technisch bedingte Grenzaufenthalte.	Auf ca. der Hälfte der grenzüberschreitenden Korridore gibt es keine technisch bedingten Grenzaufenthalte mehr.	Nur auf wenigen grenzüberschreitenden Korridoren technisch bedingte Grenzaufenthalte.	Keine technisch bedingten Grenzaufenthalte mehr (Ausnahme: Spunwechsel).
Mehrsystemfahrzeuge (Stromsystem)	Ein Großteil der Neubauten sowohl für Güter- als auch Personenverkehr ist mehrsystemfähig. Neue Ehsystemfahrzeuge werden fast nur noch für den Nahverkehr gebaut.	Im Fernverkehr werden überwiegend Mehrsystemfahrzeuge eingesetzt; Ehsystemfahrzeuge werden von der Industrie kaum angeboten.			

⇒ **Keine weitere Veränderung**

2.3 Innovation 3: Elektronisches Fahrgeldmanagement (Electronic Ticketing) im ÖPNV in Deutschland

2.3.1 Aktueller Stand des Electronic Ticketing

Definition

Durch ein Elektronisches Fahrgeldmanagement (Electronic Ticketing) sollen Zugangshemmnisse für den ÖPNV abgebaut, dessen Attraktivität gesteigert sowie Rationalisierungseffekte realisiert werden. Beim Electronic Ticketing kann man mittels einer Chipkarte bargeldlos Fahrscheine erwerben oder die Chipkarte als Trägermedium für erworbene Fahrscheine verwenden. Das System ermöglicht zudem neue Strukturen und Ansätze von Tarifierungs- und Bezahlfverfahren (z. B. Prepaid- oder Postpaid-Verfahren, elektronische Tarifierung auf Basis von flexiblen Tarifparametern). Man unterscheidet drei Entwicklungsstufen des Electronic Ticketing:

Die Systemstufen

- Stufe 1: **Bargeldloses Bezahlen:** Der Fahrschein wird an einem Terminal mittels einer Chipkarte bezahlt, jedoch weiterhin in Papierform ausgegeben. Entsprechende Terminals können sich sowohl innerhalb des Fahrzeugs befinden als auch an Stationen installiert sein. Diese Stufe ist bereits aktueller Stand der Technik und wird schon vielfach angeboten.
- Stufe 2: **Daselektronische Ticket:** Hierbei wird der Fahrschein auf der Chipkarte abgelegt. Diese dient als Werteinheitenspeicher, unter bestimmten Bedingungen als elektronische Geldbörse und auch als Fahrschein selbst. Für dieses Verfahren wurde mit der Kernapplikation des Verbandes Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV) ein Standard geschaffen, der beginnend 2005 mit der Einführung von Chipkarten für Abo- und Jahreskartenkunden in Produktivsystemen umgesetzt wurde.
- Stufe 3: **Dieautomatisierte Fahrpreisfindung:** Durch CheckIn/CheckOut-Vorgänge (beim Ein- und Aussteigen sowie beim Umsteigen) des Fahrgasts an entsprechenden Terminals oder den Haltepunkten wird das Einsteigen und Verlassen des Fahrzeugs registriert und so die Fahrstrecke erfasst. Der Preis für die Fahrt wird auf dem „Konto“ des Kunden registriert und im Postpaid- oder Prepaid-Verfahren (s. u.) abgerechnet. Im Unterschied zum CheckIn/CheckOut-Verfahren muss beim BeIn/BeOut-Verfahren der Fahrgast nicht mehr aktiv seine Anwesenheit im Fahrzeug an- bzw. abmelden, sondern wird über sein elektronisches Ticket durch ein Raumerfassungssystem automatisch erfasst. Neben diesen beiden Verfahren sind weitere Systeme in Entwicklung.

Kartenlösungen

In den Stufen 1 und 2 können kontaktbehaltete und kontaktlose Karten zum Einsatz kommen. Bei kontaktbehalteten Karten muss der Fahrgast sein elektronisches Ticket zum „Entwerten“ bzw. An- und Abmelden (wie z. B. bei einem Geldautomaten) in das Terminal einführen. Bei kontaktlosen Karten (sog. ProximityCards) dagegen muss der Fahrgast sein Ticket am Lesegerät „vorbeiführen“; das Einstecken der Karte entfällt. Die Erfassungreichweite beträgt bis zu 10 cm. Mit diesen Karten lässt sich die Transaktionszeit an den Terminals reduzieren. Die Zielgröße für die Transaktionszeit liegt bei ca. 300 ms.

Eine weitere Variante der kontaktlosen Karten, ab Stufe 3 unverzichtbar, stellt das Wide-Range-Verfahren dar. Über ein „aktive“ Karte, Mobiltelefon oder andere mobile Endgeräte wird die Anwesenheit der Fahrgäste im Fahrzeug automatisch erfasst. (Raumerfassung, BeIn/BeOut-Verfahren). Ein aktives An- und Abmelden durch den Fahrgast entfällt.

Zahlungsformen

Die bestehenden Systeme unterscheiden Prepaid- und Postpaid-Abrechnungen. Das Prepaid-Verfahren umfasst eine elektronische Geldbörse (bzw. einen Werteinheitenspeicher) sowie die Möglichkeit regelmäßiger Vorauszahlungen bzw. Abbuchungen vom Konto des Fahrgasts. Es wird in erster Linie für Zeitkarteninhaber (bzw. Abonnenten) verwendet – in einigen Projekten aber auch für Einzelfahrausweise. Beim Postpaid-Verfahren werden die Reisedaten des Fahrgasts zentral gespeichert und für gewisse Zeiträume, z. B. monatlich, vergleichbar mit der Telefonrechnung abgerechnet.

Standardisierung

Der VDV hat in der Vergangenheit zusammen mit dem Zentralen Kreditausschuss (ZKA) und der Deutschen Bahn bereits eine Software zur Abspeicherung eines elektronischen Fahrscheins auf einer Chipkarte entwickelt, die einheitlich in Deutschland eingesetzt werden soll. Darüber hinaus wurde auf Initiative des VDV und seiner Mitgliedsunternehmen mit der sog. VDV-Kernapplikation (VDV-KA) ein Standard für das Elektronische Fahrgeldmanagement geschaffen und 2005 eingeführt. Durch diese Standardisierung werden technologieunabhängige, interoperable Anwendungen geschaffen. Die Kernapplikation (KA) integriert alle drei Stufen des Elektronischen Fahrgeldmanagements für den Personenverkehr und soll auf der Geldkarte, den Chipkarten der Verkehrsunternehmen, der SIM-Karte und anderen intelligenten mobilen Nutzermedien installiert werden. Die erste Ausschreibung zur Beschaffung einer KA-fähigen Chipkarte wurde 2005 erfolgreich durchgeführt. Funktionen sind das elektronische Ticket, CRM sowie Zusatzanwendungen auf Basis einheitlicher Datenstrukturen, Schnittstellen, Sicherheitsprozeduren und Geschäftsprozess- (bzw. Rollen-)modellen der beteiligten Partner.

Weitere Bestandteile sind Schnittstellen für zusätzliche Zahlungsmöglichkeiten, regionale Erweiterungen und sonstige ergänzende Applikationen. Darüber hinaus hat der VDV zusammen mit den Datenschutzbeauftragten von fünf Bundesländern ein Grundlagenpapier erstellt, in dem die grundlegenden Datenschutzerfordernungen für Electronic-Ticketing-Systeme festgelegt wurden. Die Entwicklung der Kernapplikation wurde 2005 abgeschlossen und erste, darauf basierende Systeme befinden sich bereits im Einsatz bzw. in Umsetzung.

Umsetzungsbeispiele und Pilotprojekte

Seit den 90er Jahren sind in Deutschland die verschiedenen Stufen des Elektronischen Fahrgeldmanagements getestet und eingeführt worden. In allen folgenden Beispielen zur Stufe 2 und 3 werden elektronische Tickets rabattiert und/oder mit zusätzlichen Applikationen und Dienstleistungen gekoppelt, um den Fahrgästen einen Anreiz für die Nutzung des Systems zu bieten. Im Schienenpersonennah- und -fernverkehr sowie beim Verkauf von Zeitkarten ist das bargeldlose Bezahlen von Fahrscheinen weitgehend möglich.

Projekte und Beispiele zum elektronischen Ticket

Systeme dieser Art existieren in unterschiedlichem Umfang; so haben sich in Bremen, Koblenz, Paderborn, Oldenburg, Freiburg, Pforzheim und Ulm elektronische Fahrscheine für Einzelfahrten etabliert. Im Verkehrsverbund Rhein-Ruhr wurden alle Abonnements und Zeitkarten auf ein elektronisches Fahrgeldmanagement umgestellt. Hier kommt erstmals die VDV-KA zum Einsatz.

Auch der Saarländische Verkehrsverbund (SaarVV) hat seit August 2005 zumindest für Zeitkarteninhaber ein chipkartenbasiertes System nach VDV-Standard umgesetzt.

Weitere Anwendungen des elektronischen Fahrscheins für Abo- und Jahreskarten erfolgen ab 2006/2007 bei der BVG, im RMV, im Verkehrsverbund Oberelbe, dem Verkehrsverbund Mittelsachsen, der Dresdner Verkehrsbetriebe AG sowie der Erfurter Verkehrsbetriebe AG.

Der Verkehrsverbund Vogtland hat Anfang 2004 ein System getestet und anschließend eingeführt, das es erlaubt, Fahrausweise über das Mobiltelefon entweder mittels einer zusätzlichen Software oder nach Spracheingabe zu erwerben (Telefahrschein). Weitere Systeme befinden sich im Einsatz. In 2006 ist ein bundesweites Pilotprojekt zur Anwendung des Handy-Tickets auf Grundlage der Java- und SMS-Technologie geplant.

Projekte und Beispiele zur automatisierten Fahrpreisfindung

Der Rhein-Main-Verkehrsverbund (RMV) testete in Kooperation mit der Hanauer Straßenbahn AG ein vollständiges Elektronisches Ticketing. Fahrgäste müssen sich mittels kontaktloser Karten (ProximityCards) oder einem NFC-Handy¹⁴ an entsprechenden Terminals im Fahrzeug an- und abmelden. Die Zahlung erfolgt im Postpaid-Verfahren auf Basis von Best-Price-Abrechnung. Trotz des Erfolgs des Projekts wird das System aus Kostengründen vorerst nicht auf Einzelfahrscheine ausgeweitet. Zunächst werden sukzessive Jahres- und Monatskarten auf Chipkarten umgestellt. Geplant ist zudem, ab 2007 auch Tageskarten auf dieser Basis einzuführen. Konkrete Umsetzungspläne für eine flächendeckende Einführung von Einzelfahrscheinen als elektronisches Ticket existieren derzeit noch nicht.

Im Verkehrsverbund Rhein-Sieg wurde ebenfalls ein solches System getestet. Dort war es jedoch nicht nur für Einzelfahrer, sondern auch für Zeitkarteninhaber erforderlich, sich aktiv an Terminals im Fahrzeug an- bzw. abzumelden. Die Zeitkartenfahrer bzw. Abonnenten haben diesen Komfortverlust nicht akzeptiert. Nach der Testphase wurde das System daher wieder aufgegeben.

Von Februar bis Juli 2005 fand in Dresden ein umfassender Test des Elektronischen Ticketings (ALLFA-Ticket) statt. Testgegenstand waren flexible Tarifierung und – bisher einmalig in Deutschland – die kontaktlose Übertragung nach dem Wide-Range-Verfahren und weiterer multifunktionaler Anwendungen. Die Erkennung des Fahrgasts erfolgt hierbei durch ein Raumerfassungssystem (BeIn/BeOut-Verfahren). Als Ticket dient entweder das Mobiltelefon, das um eine spezielle Schnittstelle oder Programme erweitert wird, oder eine spezielle Raumerfassungskarte. Der Fahrpreis wird aus einem Grundpreis zuzüglich einer leistungsabhängigen Preiskomponente, abhängig beispielsweise von der Tageszeit, dem Komfort und dem Fahrgasttyp („Vielfahrer“, „Einzelfahrer“), ermittelt. Eine hierzu durchgeführte Akzeptanzanalyse von ca. 2.000 Probanden ergab ein außerordentlich positives Resultat, indem sich die Probanden mehrheitlich für eine Einführung als Produktivsystem aussprachen. Die Planungen sehen eine solche Einführung ab 2012 vor. Die Zielsetzung besteht darin, dieses System als Alleinstellungsmerkmal auf Grundlage einer Absichtserklärung aller sächsischen Verkehrsverbände einheitlich im Freistaat Sachsen einzuführen.

Seit November 2005 hat der Verkehrsverbund Schwäbisch Hall ebenfalls ein Electronic-Ticketing-System mit automatischer Fahrpreisfindung (in einer ersten Ausbaustufe) auch für Einzelfahrscheine eingeführt. Das System wurde bereits im März 2005 mit dem Innovationspreis ÖPNV des Landes Baden-Württemberg ausgezeichnet. Es arbeitet mit einem CheckIn/CheckOut-Verfahren, die Abrechnung erfolgt dabei im Postpaid-Verfahren zum Monatsende. Auf Wunsch erhält der Kunde dabei eine detaillierte Fahrtenübersicht. Die verwendete Chipkarte basiert ebenfalls auf dem Standard der VDV-KA. Die Karte ist so ausgelegt, dass sie zukünftig in allen Verkehrsbetrieben und -verbänden genutzt werden kann, in denen vergleichbare Systeme installiert sind. Somit stellt sie das erste verbundübergreifende interoperable Electronic-Ticketing-System auf Basis der VDV-KA dar.

¹⁴ (NFC = Near Field Communication) Mobilfunkgeräte, die über Entfernungen von wenigen Zentimetern miteinander oder anderen elektronischen Geräten kommunizieren können.

2.3.2 Roadmap: Die Entwicklung des Electronic Ticketing im ÖPNV bis 2025

Die Rahmenbedingungen für Electronic Ticketing werden geschaffen

VDV-Kernapplikation ist Teil der EU-Standardisierung

Mit der VDV-KA wurde Mitte 2005 ein bundesweiter technischer und organisatorischer Standard für E-Ticketing-Systeme vorgelegt; er ist 2010 bei allen Ausschreibungen zwingend zu beachten. Die Bestrebungen für eine europäische Harmonisierung der Kernapplikation führen dazu, dass sie ab 2015 fester Bestandteil der IOPTA (Interoperable Public Transport Applications) wird. 2020 wird IOPTA europaweit umgesetzt sein; bis 2025 befinden sich Produktivsysteme¹⁵ europaweit im Einsatz.

Rechtliche Voraussetzungen geschaffen und umgesetzt

2005 ist rechtlich noch unklar, ob die Einführung von Produktivsystemen im Sinne des GVFG (Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz) gefördert werden kann. Darüber hinaus führen Datenschutzbestimmungen zu komplexeren und damit auch zu kostenintensiveren Produktivsystemen. Bis 2010 wird sichergestellt, dass Finanzierungsmöglichkeiten nach dem GVFG bzw. entsprechende Fördermöglichkeiten für die Einführung von Produktivsystemen anwendbar sind. Ebenso werden im Rahmen der VDV-KA speziell auf den Einsatz von Electronic-Ticketing-Systemen ausgerichtete Datenschutzregelungen vereinbart und umgesetzt.

PPP¹⁶-Systeme zur Finanzierung von Electronic Ticketing weit verbreitet

Angesichts der prekären Haushaltslage der öffentlichen Hand und damit auch der Kommunen sowie der rechtlichen Rahmenbedingungen konzentriert sich die Finanzierung elektronischer Fahrgeldmanagement-Systeme der Stufen 2 und 3 in 2005 fast ausschließlich auf die Förderung von Pilotanwendungen. Aufgrund der schwachen wirtschaftlichen Entwicklung und der daraus folgenden fehlenden Risikobereitschaft privater Investoren, in neue Electronic-Ticketing-Systeme zu investieren, sind 2005 keine funktionierenden PPP-Systeme auf diesem Gebiet am Markt vertreten. In der Phase der Einführung erster Produktivsysteme bis 2010 wird man bei der Umsetzung weiter auf öffentliche Fördermittel angewiesen sein. Daneben werden jedoch erste Pilotprojekte für PPP-Systeme gestartet. Bis 2020 geht der Anteil der öffentlichen Fördermittel trotz gesicherter Rechtslage und stabileren öffentlichen Haushalten weiter zurück. Im Gegensatz dazu steigt in dieser Phase stärkeren Wirtschaftswachstums¹⁷ die Risikobereitschaft der Investoren, in neue Technologien zu investieren, und somit der Anteil der Privatfinanzierung. 2025 sind PPP-Systeme zur Finanzierung der Produktivsysteme im Electronic Ticketing (ebenso wie im Bereich der Straßeninfrastruktur) weit verbreitet.

Mobile Endgeräte als Fahrschein- und Zahlungsmedium im Einsatz

Im Zuge der zunehmenden Verbreitung von Informations- und Kommunikationstechnologien in der Gesellschaft und der steigenden Leistungsfähigkeit intermodaler Systeme wurden 2005 neben kartenbasierten Verfahren die ersten Pilotprojekte mit mobilen Endgeräten (Handy, PDA, Chipkarte bzw. Raumerfassungskarte) als Fahrschein- oder als Zahlungsmedium realisiert. 2010 befinden sich diese bereits im Einsatz. Dennoch bestehen große regionale Unterschiede. Es existieren zudem noch keine Raumerfassungskarten im ISO-Format (0,8 mm Stärke) für den Praxiseinsatz. Bis 2015 gelingt es, diese Karten als Trägermedium zur Serienreife zu entwickeln und einzuführen. 2025 werden Raumerfassungskarten neben Handy, PDA und anderen mobilen Endgeräten als Fahrscheinmedium weit verbreitet sein.

¹⁵ Produktivsysteme bezeichnen erfolgreich im Einsatz befindliche Systeme

¹⁶ PPP – Public Private Partnership

¹⁷ Diese Einschätzung basiert auf Indikatoren und Projektionen der Szenariostudie „Zukunft der Mobilität – Szenarien für das Jahr 2025“ des Instituts für Mobilitätsforschung (ifmo), Berlin 2005.

Die Einführung des Electronic Ticketing

2010 ist die Phase der Pilotprojekte im Electronic Ticketing in Deutschland vollständig abgeschlossen. Bestehende Pilotanwendungen werden in Produktivsysteme umgesetzt. In mehreren europäischen Ländern starten in dieser Phase die ersten Pilotprojekte zur Interoperabilität der unterschiedlichen nationalen Systeme.

Systeme für das bargeldlose Bezahlen von Fahrscheinen im ÖPNV sind technisch verfügbar und befinden sich zunehmend im Einsatz. Bis 2010 wird das bargeldlose Bezahlen von Fahrscheinen flächendeckend auf Basis von Chipkartensystemen verfügbar sein. In 2025 ist die „Kartenzahlung“ an Ticketterminals Standard. Bargeldzahlung ist nur noch an internationalen hochfrequentierten Knoten wie Flughäfen und Hauptbahnhöfen möglich.

2015 wird der elektronische Fahrschein der Stufe 2 flächendeckend verfügbar sein und dient sowohl als verkehrsverbundübergreifender Fahrschein (Mobilitätskarte) als auch z. B. als elektronisches Parkticket oder als Berechtigungsnachweis für Car-Sharing-Angebote. (Diese Form des elektronischen Tickets wird jedoch bis zum Jahr 2025 vollständig in Systeme der Stufe 3 übergegangen sein.)

Die Pilotprojekte der Verkehrsverbünde zum elektronischen Ticket der Stufe 3 (eine automatisierte Fahrpreisfindung) werden bis 2010 in Produktivsysteme umgesetzt oder befinden sich in der Einführungsphase. In den folgenden Jahren werden die Systeme weiterentwickelt und von weiteren Verkehrsverbänden eingesetzt. Ab 2020 werden über eine Migrationsstrategie schrittweise Systeme der Stufe 2 durch die automatisierte Fahrpreisfindung ersetzt. Diese sind in 2025 dann flächendeckend verfügbar und über die Verbundgrenzen hinaus nutzbar. Trägermedien sind neben Chipkarten vor allem Mobiltelefone bzw. andere mobile Endgeräte. Diese bieten, wie auch schon in Stufe 2, intermodale Nutzungsmöglichkeiten.

Electronic Ticketing – ein Zugpferd für den ÖPNV

Im Zuge des Abbaus von Zugangshemmnissen für die ÖPNV-Nutzung ist es mit der breiten Einführung von Electronic-Ticketing-Systemen zur automatisierten Fahrpreisfindung, insbesondere im Segment der Einzelfahrer gelungen, die Nutzerzahlen zu steigern. Die Einführung von elektronischen Fahrgeldmanagement-Systemen in Kombination mit der elektronischen Tarifierung ermöglicht den Verkehrsbetrieben eine wesentlich differenziertere Tarifgestaltung als noch 2005. Hohe Installations- und Umrüstinvestitionen für die neuen Systeme verzögern jedoch die flächendeckende Einführung des elektronischen Fahrgeldmanagements für Einzelfahrer. Die Umsetzung erfolgt daher sukzessive durch Migrationsstrategien über Chipkarten im Abo- und Zeitkartenbereich, Finanzierungszuschüsse der Länder und letztlich der Realisierung von PPP-Finanzierungsmodellen. Durch die Umstellung auf vollständige elektronische Systeme können jährliche Einsparungen für einzelne Verkehrsbetriebe von bis zu 60 Mio. € realisiert werden.

Zusätzlich ist die Nutzerfreundlichkeit des Systems vor allem für Einzelfahrer drastisch gestiegen. Der Einsatz etablierter Abrechnungssysteme analog zu Festnetz- oder Mobiltelefonie (Pre- bzw. Postpaid-Verfahren in Kombination mit einer Best-Price-Abrechnung bzw. auf Basis einer elektronischen Tarifierung mit flexiblen Tarifparametern) führt zu einer breiten Akzeptanz von Electronic-Ticketing-Systemen. Fahrplan- oder Tarifinformationen können zudem individuell über Handy, PDA oder eine entsprechende Chipkarte jederzeit abgerufen werden und erhöhen somit die Transparenz des Systems auch für „ungeübte“ Nutzer. Die Einführung integrierter intra- bzw. intermodaler Angebote schafft zudem einen deutlichen Zusatznutzen für die Kunden. Diese Angebotsverbesserungen (in Kombination mit zunehmenden Restriktionen für den MIV sowie einer pragmatischeren Verkehrsmittelwahl in der Bevölkerung) führen dazu, dass der ÖPNV in erster Linie in Ballungsräumen bis 2025 signifikante Fahrgastzuwächse zu verzeichnen hat.

Erforderliche Maßnahmen auf dem Weg ins Jahr 2025

- Schnelle Umsetzung von Produktivsystemen auf Basis der VDV-Kernapplikation in Deutschland durch die Verkehrsbetriebe und Verkehrsverbünde
- Durchsetzung der VDV-KA als Kernstück der europäischen Standardisierung IOPTA. Sie umfasst sowohl applikatorische als auch organisatorische Regelungen und stellt damit die Interoperabilität von Electronic-Ticketing-Systemen über die Bundesgrenzen hinaus sicher
- Staatliche Anpassung von Datenschutzregelungen und Änderung des GVFG und damit Schaffung der rechtlichen Rahmenbedingungen für eine effiziente Einführung und Nutzung elektronischer Fahrgeldmanagement-Systeme
- Finanzierung der Einführung von Produktivsystemen durch öffentliche Mittel in den ersten Jahren der Umsetzung (z. B. Förderung der Umstellung und Installation durch die Länder)
- Einführung von PPP-Systemen zur Finanzierung des Betriebs und für die weitere Verbreitung von Electronic-Ticketing-Systemen, z. B. durch Kooperation der regionalen Verkehrsbetriebe und -verbünde mit Industriepartnern oder Gründung unabhängiger Betreibergesellschaften nach Dresdner Vorbild
- Entwicklung von Systemen mit mobilen Endgeräten als Trägermedium, um ein breites Nutzerpotenzial zu erreichen
- Entwicklung geeigneter Migrationsstrategien für den effizienten Übergang von Systemen der Stufe 2 zu Systemen der Stufe 3 durch die Verkehrsunternehmen mit Unterstützung des VDV

Tabellarische Darstellung der Roadmap Electronic Ticketing

Roadmap Electronic Ticketing (Vom Ist-Zustand 2005 bis ins Jahr 2025 in 5-Jahres-Schritten)					
Parameter	2005	2010	2015	2020	2025
Rechtliche Rahmenbedingungen	Unklarheit ob Finanzierungsmöglichkeiten im Sinne des GVFG für die Einführung von Produktsystemen verwendet werden können.	Finanzierungsmöglichkeiten nach GVFG oder entsprechende andere Fördermöglichkeiten sind für die Einführung der Produktsysteme anwendbar.			
Fördermittel, Private Investoren	Finanzierung basiert auf Fördermitteln für Pilotanwendungen. Keine PPP-Systeme im Einsatz.	Finanzierung weiterhin auf Fördermitteln angewiesen. Erste Pilotprojekte für PPP-Systeme.	Finanzierung weiterhin auf Fördermittel angewiesen. Tendenz zu PPP- oder anderen Finanzierungssystemen. Erste funktionierende PPP-Systeme.	Weitere Tendenz zu PPP- bzw. anderen Finanzierungssystemen. Funktionierende PPP-Systeme im Einsatz.	Funktionierende PPP-Systeme weit verbreitet.
VDV Kernapplikation	VDV-Kernapplikation als einheitlicher Standard für E-Ticketing-Systeme einschließlich Ergebnisse aus Laborversuchen (Modellsysteme) liegen bis Juli 2005 vor.	Kernapplikation ist bei allen Ausschreibungen zwingend zu beachten. Sie wird Bestandteil der europäischen Harmonisierung.	VDV-Kernapplikation wird einheitlich umgesetzt und ist Bestandteil der europäischen Harmonisierung (OPTA).	VDV-Kernapplikation als Bestandteil der europäischen Harmonisierung (OPTA) europaweit umgesetzt. Erste paneuropäische operative Systeme im Einsatz.	
Pilotprojekte	Eine Reihe von Pilotprojekten.	Abschluss der Phase der Pilotanwendungen in Deutschland; laufende Projekte werden in Produktsysteme eingesetzt. Pilotprojekte zur Interoperabilität der nationalen Systeme in mehreren europäischen Ländern			

⇨ Keine weitere Veränderung

Roadmap Electronic Ticketing (Vom Ist-Zustand 2005 bis ins Jahr 2025 in 5-Jahres-Schritten)					
Parameter	2005	2010	2015	2020	2025
Alternative Kundenmedien (Handy, PDA, Karte etc.)	Erste Pilotprojekte mit mobilen Endgeräten als Fahrscheine bzw. Zahlungsmedium realisiert bzw. in Planung.	Werden eingesetzt.	Neben dem Einsatz alternativer Kundenmedien Verfügbarkeit einer Raumerfassungskarte im ISO-Format (0,8 mm) mit Zusatzanwendungen.		
Elektronisches Fahrgeldmanagement Stufe 1	Bargeldloses Zahlen: Realisiert, durchgesetzt und genutzt.	Bargeldloses Zahlen: Flächendeckend auf „Chip-Basis“ verfügbar.	Bargeldloses Zahlen: Einführung abgeschlossen. Eingeschränkte Möglichkeiten für Bargeldzahlung noch vorhanden.	Bargeldloses Zahlen: Einführung abgeschlossen. Stark eingeschränkte Möglichkeiten für Bargeldzahlung (nur noch an hochfrequentierten Knoten: Flughäfen, Hauptbahnhöfe etc.)	
Elektronisches Fahrgeldmanagement Stufe 2	Erste Produktivsysteme für elektronische Fahrscheine (Abo) in Verbänden wirksam. Lösungen für andere elektronische Fahrscheine (Einzelfahrt etc.) in Piloten in Vorbereitung.	Elektronischer Fahrschein: Produktivsysteme auf Basis VDV-Kernapplikation interoperabel für ausgewählte Räume/Verbünde (z.B. VRR, VVO, BVG etc.) verfügbar.	Elektronischer Fahrschein: Flächendeckend verfügbar Existenz auch von komplexeren Lösungen (Low-Cost-Chip). Ausgabe von intermodalen elektronischen Berechtigungen im Sinne einer ganzheitlichen Mobilitätssicherung (z.B. Parkticket, Car-Sharing). Mobilitätskarte über Verkehrsverbundgrenzen hinaus gültig.	Status der Vorperiode wird weitergeführt.	Elektronischer Fahrschein: in Stufe 3 aufgegangen.
Elektronisches Fahrgeldmanagement Stufe 3	Automatisierte Fahrpreisfindung: Pilotprojekte in Vorbereitung (RMV, VRR, BVG, VRS, VVO).	Automatisierte Fahrpreisfindung: Erste Produktivsysteme auf Basis VDV-Kernapplikation in der Einführungsphase (RMV, VVO).	Automatisierte Fahrpreisfindung: Weitere Produktivsysteme mit intermodalen Berechtigungen im Sinne einer ganzheitlichen Mobilitätssicherung (z.B. Parkticket, Car-Sharing).	Automatisierte Fahrpreisfindung: Schrittweiser flächendeckender Übergang von Stufe 2 zu Stufe 3 über geeignete Migrationsstrategien.	Automatisierte Fahrpreisfindung: In Deutschland flächendeckend verfügbar.

⇨ Keine weitere Veränderung

2.4 Innovation 4: 12.000-TEU-gerechte Hafen-Infrastruktur

2.4.1 Aktueller Stand des Containerschiffbaus und der Hafen-Infrastruktur

Entwicklung des Containerverkehrs

95% der interkontinentalen Güterverkehrsleistung wird von der Seeschifffahrt erbracht. Der weltweite Containerverkehr hat seit 1980 im Durchschnitt um rd. 10% pro Jahr zugenommen und erreichte im Jahre 2004 ein Volumen von 355,6 Mio. TEU (twenty feet equivalent unit = Standard-Container); davon entfielen auf Nordeuropa 41.3 Mio. TEU.¹⁸ Als Gründe für die zweistelligen Wachstumsraten in den letzten drei Jahren (2002: 11,5%; 2003: 13,0%; 2004: 14,1%) werden angeführt:

- Die zunehmende Globalisierung
- Das Wachstum der Weltwirtschaft
- Die Verlagerung von Produktion in Billiglohnländer
- Der Beitritt Chinas zur Welthandelsorganisation (WTO) und der Wirtschaftsaufschwung in China

Der größte Zuwachs wurde auf den Routen zwischen Europa und dem Mittleren Osten sowie Europa und Fernost festgestellt. Das Containerfrachtvolumen soll bis 2014 auf über 700 Mio. TEU/a anwachsen, sich also mehr als verdoppeln.

Die Entwicklung im Containerschiffbau hin zu 12.000 TEU-Schiffen

Die maximalen Größen von Containerschiffen nahmen in den letzten Jahren deutlich zu: zwischen 1960 und 1988 von 1.000 auf 3.100 TEU, seit 1988 gibt es sog. Panamax-Schiffe¹⁹ mit 5.100 TEU und Post-Panamax-Schiffe mit bis zu 7.000 TEU, Schiffe mit 8.500 TEU sind 2005 im Bau und 10.000 TEU-Schiffe bereits geordert. Machbarkeitsstudien²⁰ haben Schiffe von 12.000 bis 13.000 TEU (Ultra-Large Container Ships = ULCS) als die derzeit technische und wirtschaftliche Obergrenze ermittelt; diese würden von den Abmessungen her den Suez-Kanal gerade noch passieren können (daher auch Suezmax genannt). Der Trend zu größeren Schiffen rührt daher, dass die durchschnittlichen Frachtkosten mit zunehmender Ladekapazität der Schiffe sinken. Es gibt Pläne für noch größere Schiffe (Malaccamax; können die Straße von Malacca noch passieren) mit einer Kapazität von 18.000 TEU, die nur auf den Meeren und nicht auf Kanälen fahren könnten.

Über die Marktentwicklung der ULCS ist die Fachwelt unterschiedlicher Meinung: Davidson von Drewry Shipping Consultants schätzt, die 12.000 TEU-Schiffe könnten nur in 2 bis 4 Häfen an jedem Ende der Fahrtgebiete festmachen, blieben daher die Ausnahme; die Regel würden 8000–10.000 TEU-Schiffe sein. Tozer von Lloyd's Register und Penfold von Ocean Shipping Consultants rechnen mit 20–24 ULCS bis zum Jahre 2012.

¹⁸ Globale Hafengepässe – Keine schnelle Lösung in Sicht. DSC Drewry Shipping Consultants Ltd., London im Auftrag der HypoVereinsbank AG, Hamburg, Februar 2005

¹⁹ Panamax: maximale Abmessung von Schiffen, die den Panama-Kanal passieren können = 294,50 m Länge, 32,25 m Außenbreite, 12,20 m Tiefgang Post-Panamax: Länge: 284–318 m, Breite: 37,80–42,80 m, Tiefgang: 13,50–14,50 m, TEU 4600–7000

²⁰ Unter anderem: Ultra-Large Container Ships (ULCS) designing to the limit of current and projected terminal infrastructure capabilities. David Tozer, Lloyd's Register, Studie der Ocean Shipping Consultants Ltd., London 2001.

An den Endpunkten eines jeden Dienstes werden nur zwei bis vier Häfen angelaufen. Bei diesen Schiffen benötigt man pro Dienst in der Relation Europa–Fernost etwa 8 bis 9 nach Möglichkeit gleichgroße Schiffe, um wöchentliche Abfahrten gewährleisten zu können. Gleiches gilt für das zweite potenzielle Fahrtgebiet Fernost–Nordamerika/Westküste. Dies bedeutet, dass 12.500 TEU-Schiffe in der Regel nicht als einzelne Exemplare eines Dienstes eingesetzt werden, sondern jeweils als Serie von mehreren Schiffen.

Ob ein Schiff einen Hafen zum Umschlag anlaufen kann, hängt von seinem Tiefgang und der Fahrrinntiefe bei Ebbe ab. Bei ULCS ist eine Fahrrinntiefe von 14,5 m erforderlich; von den deutschen Häfen wird diese nur von Wilhelmshaven nach Abschluss der Ausbaustufe (vgl. S. 47) erreicht.

Bauliche Engpässe bei den Häfen

Entsprechend der starken Wachstumsraten im Containerschiffsverkehr entstanden in den letzten Jahren, insbesondere 2004, in vielen Häfen weltweit erhebliche Engpässe beim Containerumschlag.

Die Hafenbehörden und Umschlagbetriebe hatten wohl die Entwicklung unterschätzt und nicht rechtzeitig in Hafeninfrastruktur und Umschlagtechnologie investiert; außerdem sind einige Häfen nicht auf die wachsende Anzahl von Post-Panamax-Schiffen vorbereitet. Diese Schiffe benötigen längere Kais und mehr Zeit für den Umschlag. Da in den nächsten drei Jahren zusätzlich 140 Post-Panamax-Schiffe hinzukommen, die bereits im Bau bzw. bestellt sind, wird sich die Situation in den Häfen noch weiter zuspitzen.

Mit den ULCS werden die Probleme noch weiter zunehmen: sie brauchen noch längere Kaimauern, eine Fahrrinntiefe von über 14,5 m und weiter auslegende und leistungsfähigere Umschlagsysteme, um nicht durch längere Liegezeiten ihre Kostenvorteile einzubüßen. Die europäischen Nordseehäfen sind derzeit nicht in der Lage, Schiffe der ULCS-Klasse aufzunehmen, da die Fahrrinntiefe das nicht zulässt, mit Ausnahme von Rotterdam (16,6 m) und Zeebrügge (15,0 m).

Technische Lösungen zur Beschleunigung des Umschlags

Außer Fahrrinntiefe und Kailänge bestimmt die Leistungsfähigkeit der Umschlagsysteme die Dauer der Liegezeiten der Schiffe in den Häfen. Außerdem ist die periphere Infrastruktur der Häfen von entscheidendem Einfluss und stellt oft einen Engpass dar. Dazu gehören:

- Anzahl der Ein- und Ausfahrtstore
- Zubringerstraßen und Autobahnnetz ins Binnenland
- Hafen-Schienennetz und Anschlussschienennetz
- Liegeplätze und Umschlagseinrichtungen für Kurzstrecken-Seeschiffe

Existierende und geplante Projekte

a) Bremen

Bremerhaven ist derzeit der viertgrößte Hafen in Europa und gehört zu den 25 größten Containerhäfen weltweit. Insgesamt wurden 2005 3,7 Mio. TEU umgeschlagen. In der Ausbaustufe IIIa wurden im November 2003 zwei neue Liegeplätze für Großcontainerschiffe geschaffen.

Mit der Umsetzung der nächsten Ausbaustufe (CT IV), die 2004 begonnen wurde, werden insgesamt vier weitere Liegeplätze geschaffen. Durch die Erweiterung wird die Kapazität Bremerhavens um rd. 60% erhöht werden. Mit einer Fahrrinntiefe von 14 m kann Bremerhaven jedoch nur von Schiffen mit einem Tiefgang von unter 12,5 m tidenunabhängig angelaufen werden. Im Zuge der CT IV soll mit der Vertiefung der Fahrrinne der Außenweser 2007 begonnen werden.

Zwei Drittel des Hinterlandverkehrs im Containerfernverkehr werden in Bremen über die Schiene transportiert.

b) Hamburg

Hamburg ist der zweitgrößte Containerhafen Europas. Allerdings kann er derzeit von Post-Panamax-Schiffen nur bis zu einem Tiefgang von tidenunabhängig 12,8 m und tidenabhängig 13,4 m angelaufen werden. Mit der Vertiefung der Elb-Fahrrinne soll noch 2006 begonnen werden.

Seit Inbetriebnahme des Container Terminals Altenwerder (CTA) im Sommer 2002 wuchs die Menge der jährlich umgeschlagenen Standardcontainer kontinuierlich; 2004 waren es bereits 1,26 Mio. TEU. Nach Vollendung des Ausbaus wird sich die Kapazität auf ungefähr drei Mio. TEU erhöhen.

Der Containerbahnhof des CTA verfügt über drei Portalkräne, die eine zügige Be- und Entladung von 600 m langen Ganzzügen mit bis zu 90 Standardcontainern auf sechs 750 m langen Gleisen ermöglichen. Ein vierter Portalkran wird mit Vollendung des 2. Bauabschnitts auf dem Containerterminal installiert.

c) Jade-Weser-Port

Vom Land Niedersachsen und der Freien Hansestadt Bremen wurde beschlossen, in Wilhelmshaven den Tiefwasserhafen Jade-Weser-Port (JWP) für zukünftige Großcontainerschiffe zu errichten, in dem ULCS mit Tiefgängen bis zu 16 m und Schiffslängen bis zu 430 m abgefertigt werden können: Der Baubeginn ist für 2006 vorgesehen, die Fertigstellung 2009/2010.

Die Umschlagskapazität soll 2,7 Mio. TEU p.a. betragen. An der 1.725 m langen Stromkaje des JWP können gleichzeitig bis zu 4 Großcontainerschiffe und Feederschiffe²¹ abgefertigt werden; die Terminalfläche wird 120 ha betragen und über eine landseitige Umschlagsanlage für den kombinierten Verkehr verfügen. Die Wassertiefe wird 18 m, der Wendebereich 700 m betragen. Die Flächen für die Anbindung der Verkehrsträger Schiene und Lkw sowie für die Errichtung von Uferbefestigungen zur Sicherstellung des Hochwasserschutzes sollen 70 ha betragen.

An das Containerterminal wird sich eine ca. 170 ha große hafennahe Gewerbefläche, u. a. für die Errichtung eines Güterverkehrszentrums (GVZ), anschließen. Durch diesen engen räumlichen Verbund zwischen dem Containerterminal und dem geplanten GVZ entsteht ein maritimes Logistik-Cluster von europäischer Bedeutung, das über leistungsfähige Anschlüsse an die Verkehrsträger Schiene und Lkw verfügt; die Bundesautobahn A 29 endet unmittelbar vor dem Containerterminal bzw. dem Güterverkehrszentrum. Neben dem Transport auf der Straße wird der Schienenverkehr insbesondere über längere Distanzen eine immer größere Bedeutung erlangen. Die Schieneninfrastruktur auf der Strecke Wilhelmshaven–Oldenburg wird saniert und ertüchtigt; erste Arbeiten hierzu sind bereits abgeschlossen. Neben einer Umschlagsanlage für den kombinierten Verkehr im rückwärtigen Bereich des Terminals und einer Vorstellgruppe in unmittelbarer Hafennähe werden ca. 4 km Schienenwege zum Anschluss an das überregionale Eisenbahnnetz neu geschaffen.

²¹ Kleinere seefahrende Zubringerschiffe bis 1.500 TEU; es sind keine Binnenschiffe.

2.4.2 Roadmap: Die Entwicklung der 12.000-TEU-gerechten Hafen-Infrastruktur bis 2025

Die Umschlagskapazität der deutschen Häfen kann mit dem Wachstum des Containerschiffsverkehrs mithalten

Der Welthandel steigt bis 2025 um ca. 6,5% p.a.; ein Großteil des Zuwachses erfolgt über Container; der Containerschiffsverkehr wächst kontinuierlich um 10% p.a. Die Reeder reagieren auf diesen Trend und bestellen weitere Großcontainerschiffe. Aus wirtschaftlichen Erwägungen heraus werden von den Reedern immer größere Schiffe in Auftrag gegeben: Bis 2005 lagen die größten gebauten Schiffe bei 8.500 TEU, 2010 werden die ersten Einheiten mit 12.000 TEU gebaut, 2025 werden 150 bis 300 12.000 TEU ULCS pro Woche (20 bis 40 Dienste) zwischen Europa und Fernost unterwegs sein.

Zügiger Ausbau der deutschen Containerhäfen

Die deutschen Nordseehäfen werden laufend ausgebaut, wobei Bremerhaven im Jahr 2008 (Container-Terminal IV), Hamburg im Jahre 2020 (Steinwerder) und Wilhelmshaven (Jade-Weser-Port) im Jahre 2025 mit der Ausbaustufe 3 die Ausbaugrenzen erreichen werden.

Die Umschlagseinrichtungen werden größer und schneller

Um die ständig zunehmenden Containerströme umschlagen zu können, müssen die Umschlagseinrichtungen größer und schneller werden. Alternative Be- und Entladesysteme werden bis 2015 entwickelt, bis 2020 erprobt und sind 2025 in vollem Einsatz.

Die landseitige Infrastruktur der Containerhäfen wird bedarfsgerecht ausgebaut

In der peripheren Infrastruktur der Häfen (Zubringerstraßen bzw. Autobahnen, Hafen-Schienenetz und Anschlusschienenetz, Liegeplätze und Umschlagseinrichtungen für Kurzstrecken-Seeschiffe, Anzahl der Ein- und Ausfahrtstore) bestanden bereits 2005 Engpässe; sie werden vordringlich beseitigt. Bis 2015 wird der Ausbau der A 1 (Hamburg–Dortmund) und der A 7 (Hamburg–Hannover) abgeschlossen sein. Ebenso werden der Aus- bzw. Neubau der Schienenstrecke Hamburg/Bremen–Hannover, auch bekannt als Y-Trasse, und der Ausbau der Mittelweser für das Großmotorgüterschiff (110 m lang, 11,40 m breit, Sohltiefe 3,0 m) bis 2015 abgeschlossen sein.

Feederschiffe bewältigen kaum den Transport zu den anderen Häfen

Für den Zu- und Abtransport der Container von den ULCS-fähigen zu anderen (nicht-12.000 TEU-fähigen) Häfen werden bevorzugt Feederschiffe eingesetzt. Während 2005 die Feederschiff-Tonnage noch ausreichte, kommt es bis 2010 zu einer Verknappung bei den Feederschiffen. Daraufhin werden zwar Feederschiffe gebaut, aber in den Folgejahren wird sich die Situation nicht merklich verbessern und auch 2025 werden immer noch Engpässe bestehen.

Durch die EU-Osterweiterung nahmen die Feederdienste in die Ostseehäfen stark zu. Da der Nord-Ostsee-Kanal bereits 2005 an der Grenze seiner Kapazität angelangt war, treten 2010 Engpässe und längere Wartezeiten auf. Mit der Beseitigung von Engpässen und dem Ausbau wird begonnen.

Deutschlands enges Tor zur Welt: Die Nordseehäfen

Der ständig wachsende Güterverkehr, insbesondere der Containerverkehr, wird von den deutschen Nordseehäfen, immer am Rande ihrer Kapazität arbeitend, aufgenommen und weiterverteilt. Sie spielen eine wichtige Rolle bei der Entlastung des Verkehrskorridors in die Niederlande, der durch den über Rotterdam fließenden Ost-West-Verkehr am Ende seiner Kapazität ist. Die zügige Umsetzung der EU-Osterweiterung und das starke Wachstum der neuen Mitgliedsländer lässt den Verkehr in Ost-West-Richtung überproportional ansteigen. Hier bringen die deutschen Nordseehäfen über die Feederschiffe in die Ostsee eine spürbare Entlastung des Oderkorridors auf dem Lande. Auf der Schiene können von den Nordseehäfen aus Ganzzüge nach Süddeutschland und in die nordöstlichen EU-Länder eingesetzt werden; sie entlasten die Straße im Ost-Korridor deutlich.

Erforderliche Maßnahmen auf dem Weg ins Jahr 2025

- Analysen von Umschlagskapazität der Häfen und ihrer Binnenlandstruktur durchführen lassen
- Planung der zur Aufnahme der 12.000 TEU ULCS-notwendigen Ausbaustufen
- Zügiger Entscheidungsprozess bei den zuständigen Planungsbehörden über den bedarfsgerechten Ausbau der Hinterlandinfrastruktur der deutschen Nordseehäfen
 - der Autobahnen (A 1, A 7)
 - der Bahntrassen (Y-Trasse)
 - der Mittelweser
- Konzepte zur Anregung des vermehrten Baus von Feederschiffen entwickeln
- Kapazitätsanalyse des Nord-Ostsee-Kanals durchführen lassen; gegebenenfalls Erweiterungsplanung, Entwicklung eines Finanzierungskonzepts und Einleitung des Planfeststellungsverfahrens

Tabellarische Darstellung der Roadmap 12.500-TEU-gerechte Infrastruktur

Roadmap 12.500-TEU-ULCS-gerechte Infrastruktur (Vom Ist-Zustand 2005 bis ins Jahr 2025 in 5-Jahres-Schritten)					
Parameter	2005	2010	2015	2020	2025
Containerfrachtverkehr	Stetige Zunahme	Stetige Zunahme	Stetige Zunahme	Stetige Zunahme	Stetige Zunahme
Containerschiffsgröße	Trend zu größeren Schiffen, bis 8.500 TEU.	Erste 12.000 TEU Einheiten gebaut.	12.000 TEU verdrängen Schiffe bis 6.000 TEU.	12.000 TEU verdrängen Schiffe bis 6.000 TEU.	12.000 TEU Standard im Fernost-Verkehr, verdrängen noch größere Schiffe (suezfähig) im Einsatz.
Anzahl 12.500 TEU-Einheiten im Einsatz	Noch kein 12.000 TEU-Schiff geordert.	5-8 12.000 TEU Einheiten im Einsatz (1 Schiff/Woche).	3-5 Dienste Europa/Fernost (~ 40 Schiffe)	15 Dienste Europa/Fernost (~ 120 Schiffe)	20-40 Dienste Europa/Fernost (~ 150 - 300 Schiffe)
IT-Vernetzung Reeder-Hafen-Frachtführer im Hinterlandverkehr	Kein einheitlicher Standard für Datenaustausch.	IT-Vernetzung nicht gegeben; Standard für „Datensatz“ in Entwicklung.	IT-Vernetzung bei einigen „Großen“; Standard für „Datensatz“ eingeführt.	IT-Vernetzung von Reedern über Hafen bis Hinterlandverkehr wird Standard.	
Hafenausbau: Bremerhaven	CT IV im Bau.	CT IV ab 2008 in Betrieb; Fahrinnentiefe ca. 15 m.			
Hafenausbau: Hamburg	CT Altenwerder in Betrieb; nur bedingt ULCS-geeignet.	Zweite Ausbaustufe in Betrieb; Fahrinnentiefe noch nicht bei 15 m.	Ausbau Steinwerder weitgehend abgeschlossen; Fahrinnentiefe 15 m.	Ausbau Steinwerder abgeschlossen.	
Hafenausbau: Jade-Weser-Port	CT Altenwerder in Betrieb; nur bedingt ULCS-geeignet.	JWP in Betrieb.	JWP: 2. Ausbaustufe in Planung.	JWP: 2. Ausbaustufe abgeschlossen.	JWP: 3. Ausbaustufe abgeschlossen.
Umschlagssysteme	Vorwiegend fahrgesteuerte Umschlagsbrücken. CT Hamburg Altenwerder mit semiautomatischem Betrieb.	Entsprechende Umschlagseinrichtungen sind vorhanden.	Entsprechende Umschlagseinrichtungen sind vorhanden. Alternative Be- und Entlade-systeme in Entwicklung.	Entsprechende Umschlagseinrichtungen sind vorhanden. Alternative Be- und Entlade-systeme in Erprobung.	Entsprechende Umschlagseinrichtungen sind vorhanden. Alternative Be- und Entlade-systeme im Einsatz.

⇒ Keine weitere Veränderung

Roadmap 12.500-TEU-ULCS-gerechte Infrastruktur (Vom Ist-Zustand 2005 bis ins Jahr 2025 in 5-Jahres-Schritten)					
Parameter	2005	2010	2015	2020	2025
Feederkapazität	Kapazitätsreserven im Feederverkehr vorhanden.	Erhöhung des Feederverkehrs, insbes. Richtung Osten; Kapazitätsmangel bei der Feedertonnage.	Weitere Erhöhung des Feederverkehrs, insbes. Richtung Osten.	Weiteres Wachstum der Feederverkehre kann durch Zugverkehre mit dem Fernen Osten (Transsib.) kompensiert werden.	
Liegeplätze für Feeder	Für Feeder kein Liegeplatzproblem in Deutschland.				
Hinterlandinfrastruktur Anbindung	Bei vielen Häfen Engpässe an der Schnittstelle Hafen/Binnenverkehrsträger (in einzelnen Häfen unterschiedlich ausgeprägt).				
Hinterlandinfrastruktur Kapazität	Engpässe in der peripheren Infrastruktur der Häfen: Zubringerstraßen bzw. Autobahnen, Hafen-Schiennetz und Anschlussschiennetz, Liegeplätze und Umschlagseinrichtungen für Kurzstrecken-Seeschiffe, Anzahl der Ein- und Ausfahrtstore.	Mengenentwicklung: Ausbau der Hinterlandinfrastruktur Schiene/Straße erforderlich. Planung für den Ausbau A 1/A 7 vorhanden; Finanzierung noch unklar; temporäre Kapazitätsengpässe.	Mengenentwicklung: Weiterer Ausbau der Hinterlandinfrastruktur Schiene/Straße erforderlich. Ausbau A 1 (Hamburg-Hannover) abgeschlossen; Ausbau der Y-Trasse (Schiene) abgeschlossen; Ausbau der Mittelweser für das „Großmorgüterschiff“ abgeschlossen.	Mengenentwicklung: Weiterer Ausbau der Hinterlandinfrastruktur Schiene/Straße erforderlich.	Mengenentwicklung: Weiterer Ausbau der Hinterlandinfrastruktur Schiene/Straße erforderlich.
Situation der Reeder	Kostendegression auf Seiten der Reeder durch ULCS, bei gleichem Auslastungsgrad (geringerer spezifischer Treibstoffverbrauch, Personalkosten): Höhere Investitionsrisiken für ULCS; Größere Schiffe sind nicht flexibel einsetzbar (feste Routen).	Konzentration auf wenige „Große“; Mangel an Feederschiffen.	Konzentration auf wenige „Große“ setzt sich fort; jeder Großreeder bzw. jedes Konsortium verfügt über einen Dienst mit 12.000 TEU-Schiffen.	Jeder Großreeder bzw. jedes Konsortium verfügt über zwei bis drei Dienste mit 12.000 TEU-Schiffen.	Jeder Großreeder bzw. jedes Konsortium verfügt über vier bis acht Dienste mit 12.000 TEU-Schiffen.

⇒ Keine weitere Veränderung

Anhang

Beteiligte Experten

Dr. Till Ackermann	Verband Deutscher Verkehrsunternehmen
Stefan Balz	HypoVereinsbank AG
Hartmut Gasser	Rail4chem Eisenbahnverkehrsgesellschaft mbH
Markus Hauner	Deutsche Bahn AG
Eberhard Hipp	MAN Nutzfahrzeuge AG
Dr. Robert Hoyer	Ifak Institut für Automation und Kommunikation e.V. Magdeburg
Dr. Wolfgang Jakob	Verband der Bahnindustrie in Deutschland e.V.
Dr. Georg Lerner	BMW Group
Dr. Joseph Lutgen	T-Systems ITC-Security
Dr. Bernt Mester	BLG Logistics Group AG & Co. KG
Joachim Meyer	Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik ISL
Jan-Olaf Probst	Germanischer Lloyd
Dr. Manfred Ritschel	Transport and Communication Assessment Center GmbH
Walter Schwertberger	MAN Nutzfahrzeuge AG
Dr. Matthias Unbehaun	BMW Group
Peter Wörnlein	DVZ Deutsche Verkehrs-Zeitung

Das Projektteam

Sabine General Geschka & Partner Unternehmensberatung
Tel. 06151/ 501646-2 Consultant
sg@geschka.de Darmstadt

Prof. Dr. Horst Geschka Geschka & Partner Unternehmensberatung
Tel. 06151/ 501646-0 Geschäftsführer
info@geschka.de Darmstadt

Heiko Hahnenwald Geschka & Partner Unternehmensberatung
Tel. 06151/ 501646-4 Consultant
hh@geschka.de Darmstadt

Frank Hansen Institut für Mobilitätsforschung
Tel. 030/ 20 300 414 Wissenschaftlicher Referent
frank.hansen@ifmo.de Berlin

Martin Lenz Institut für Mobilitätsforschung
Tel. 030/ 20 300 415 Wissenschaftlicher Referent
martin.lenz@ifmo.de Gesamtprojektleitung
Berlin

Götz Schaude Geschka & Partner Unternehmensberatung
Tel. 06151/ 501646-8 Senior Consultant
gs@geschka.de Darmstadt

Das Institut für Mobilitätsforschung (ifmo)

Das Institut für Mobilitätsforschung nahm 1998 als Einrichtung der BMW Group seine Arbeit auf und hat seinen Sitz in Berlin. Es greift mobilitätsrelevante Fragestellungen auf, lässt diese untersuchen und stellt die Ergebnisse zur Diskussion. Dabei geht es insbesondere um Fragen, die zukunftsorientiert und interdisziplinär sind sowie Einfluss auf die langfristige Gestaltung der Mobilität haben. Ziel des ifmo ist es, mit einer interessierten Öffentlichkeit in den Dialog zu treten und den Austausch zwischen allen Akteuren des Mobilitätsgeschehens zu fördern. Die Vorstellungen, mit welchen Mitteln und auf welchen Wegen die Mobilität der Zukunft am besten gestaltet werden kann, gehen häufig weit auseinander. In diesem Zusammenhang will das ifmo einen Beitrag leisten, die Diskussion über die Zukunft der Mobilität zu versachlichen, um langfristig eine nachhaltige Mobilität sicherzustellen.

Das ifmo wählt seine Themen unabhängig von tagespolitischen und unternehmerischen Vorgaben aus. Unterstützt wird es dabei von einem Kuratorium, dem Vertreter der BMW Group, der Deutschen Bahn AG, der Deutschen Lufthansa AG sowie der MAN AG angehören, außerdem renommierte Wissenschaftler. Damit wird nicht nur gewährleistet, dass die Themen im Interesse aller Verkehrsträger liegen, sondern auch für die Zukunft der Mobilität insgesamt wichtige Fragestellungen umfassen. Vorsitzender des Kuratoriums ist Prof. Dr. Peer Witten, Mitglied des Aufsichtsrates der Otto Gruppe und Vorstandsvorsitzender der Bundesvereinigung Logistik (BVL).

Geschka & Partner Unternehmensberatung

Die Geschka & Partner Unternehmensberatung wurde 1983 von Prof. Dr. Horst Geschka gegründet. Das Unternehmen ist spezialisiert auf Beratungen zu Themen des Technologie- und Innovationsmanagement sowie auf Zukunftsanalysen. Die Projekte befassen sich hauptsächlich mit der strategischen Innovationsausrichtung von Unternehmen sowie mit der konkreten Definition von neuen Geschäftsfeldern und der Suche nach neuen Produkten.

Die Geschka & Partner Unternehmensberatung führt im Rahmen von Innovationsprojekten regelmäßig Technologie- und Marktrecherchen sowie Strategie-, Ideenfindungs- und Problemlösungsworkshops durch. Dabei findet häufig die Szenariotechnik Anwendung. Prof. Geschka hat die Szenariotechnik in den 70er Jahren beim Battelle-Institut in Frankfurt entwickelt und seither mit seinem Team bei Geschka & Partner kontinuierlich weiterentwickelt. Das Unternehmen hat zahlreiche Szenarioprojekte in verschiedenen Bereichen durchgeführt; insbesondere im Bereich Mobilität und Verkehr.

