

Fritz Busch / Andreas Hanitzsch

Prognose Verkehrstelematik 2015+

Analysen – Vergleiche – Visionen

Um Verkehrsströme im Individualverkehr optimal steuern und zeitnah angemessene Maßnahmen einleiten zu können, bedienen sich eine Vielzahl von Einrichtungen aus Wissenschaft und Industrie neuesten Prognosen für verkehrliche Kenngrößen und generelle technische Entwicklungsrichtungen. Veränderungen in der Sozialstruktur und im Mobilitätsverhalten der Bevölkerung zeigen, dass die verkehrliche Belastung im kommenden Jahrzehnt besonders im Individualverkehr stark ansteigen wird. Dynamische Zielführungssysteme und Dienste zur aktuellen Straßenverkehrsinformation werden daher eine wichtige Rolle einnehmen, um einen geregelten Verkehrsablauf zu gewährleisten. Darüber hinaus ist es möglich, durch die Entwicklung von kombinierten Geräten unter Einbeziehung von intelligenten Fahrerassistenzsystemen und C2X-Kommunikation einer Häufung von Störungen und Unfällen auf der Strecke entgegenzuwirken sowie kapazitätserweiternde Effekte im Straßennetz einzuleiten.

Im Sommer 2006 wurde vom Lehrstuhl für Verkehrstechnik der TU München ein vergleichender Bericht erstellt, der sich zum Ziel gesetzt hat, die Entwicklung wesentlicher verkehrlicher Kenngrößen (Verkehrsaufkommen und -leistung für den Personen- und Güterverkehr) und zweier für den Individualverkehr entscheidender Telematikanwendungen (rundfunkbasierte Straßenverkehrsinformation und dynamische Zielführung über Navigationssysteme) zu beleuchten. Der begutachtete Zeitraum erstreckt sich von 2000 bis 2015, exemplarisch betrachtet auch darüber hinaus.

Als Basis für die Charakterisierung der Ergebnisse wurden verschiedene, bereits

Die Autoren

Univ.-Prof. Dr.-Ing. **Fritz Busch**, Dipl.-Geogr. **Andreas Hanitzsch**, TU München, Lehrstuhl für Verkehrstechnik, Arcisstraße 21, 80333 München

veröffentlichte Prognosen untersucht (BMVBW 2001 [1], Shell 2004 [2], IFMO 2005 [3], Acatech 2006 [4] und BMVBW 2005 [5]). Zudem wurde eine Umfrage unter Experten von Wissenschaft, Industrie und öffentlichen Entscheidungsträgern durchgeführt, welche aktuelle und künftige Entwicklungen entweder belegen oder widerlegen sollten.

1 Sozioökonomische Kenngrößen

In Abhängigkeit von sozioökonomischen Kenngrößen wie Bevölkerungsverteilung, Altersstruktur, Pkw-Bestand und Motorisierungsgrad ergeben sich wesentliche Erkenntnisse für die Entwicklung des öffentlichen und individuellen Verkehrs auf Straße und Schiene. Die Gesamtbevölkerung Deutschlands bleibt in den nächsten 20 Jahren mit ca. 82 Mio. Einwohnern weitgehend konstant, während sich ihre Zusammensetzung in den einzelnen Altersgruppen deutlich verschiebt. Der Anteil der Menschen über 60 Jahre erhöht sich bis 2015 um ca. 10 %, während sich der Anteil der Personen im nicht-fahrfähigen Alter (unter 18 Jahren) um etwa 9 % verringert. Der Anteil der Personen zwischen 19 und 59 Jahren bleibt weitgehend konstant (Abb. 1).

Dies hat Auswirkungen auf den Motorisierungsgrad (Pkw je 100 Einwohner). Ging man 1990 von einem durchschnittlichen von regionalen Disparitäten bereinigten Wert von 550 Kfz aus, wird sich dieser Wert bis 2015 um ca. 30 % auf 720 Kfz erhöht haben. Als Gründe für den Anstieg sind der Strukturwandel in den neuen Bundesländern, das weiterhin steigende Einkommen und das wachsende Bedürfnis an Mobilität v.a. bei Frauen und Senioren zu nennen. Der durchschnittliche Benzinspreis stieg zwischen 1988 und 2005 um ca. 150 % an, die durchschnittlichen Bruttolöhne erhöhten sich in ähnlichem Umfang (Abb. 2).

2 Verkehrliche Kenngrößen

Das Personenverkehrsaufkommen wird wie schon in den vergangenen Jahren auch

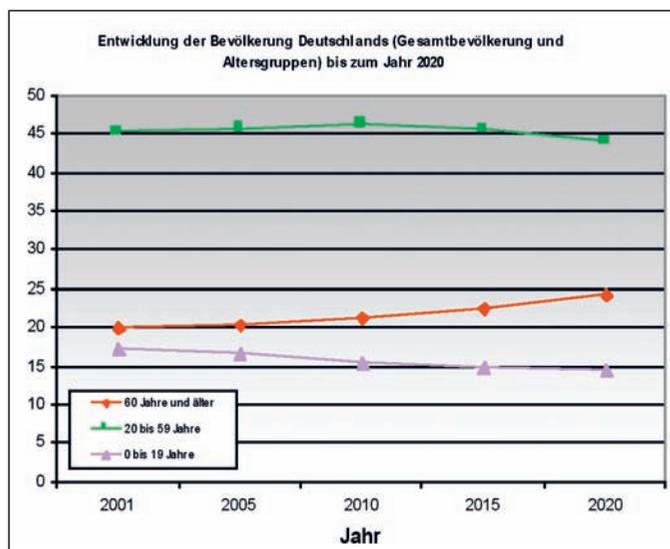


Abb. 1: Bevölkerungsentwicklung in Deutschland bis zum Jahr 2020 [6]

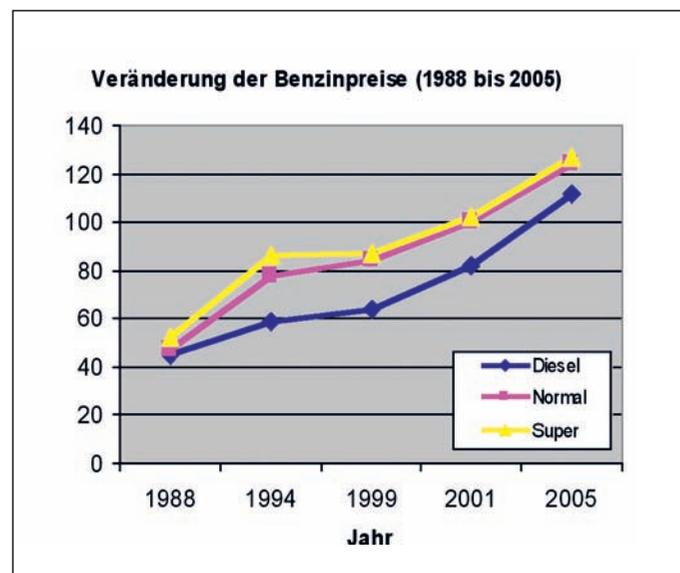


Abb. 2: Entwicklung der Benzinpreise seit 1988 [6]

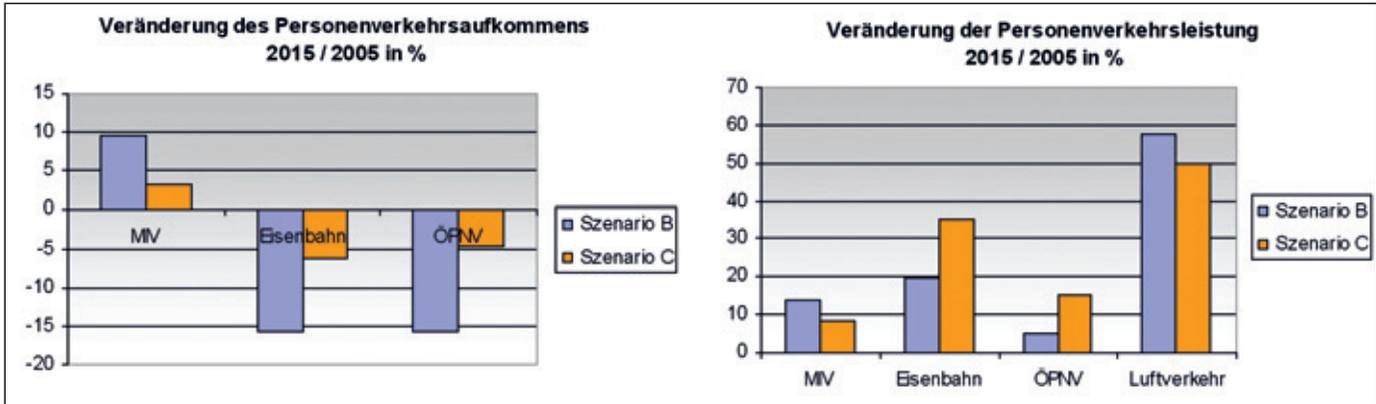


Abb. 3: Veränderung der verkehrlichen Kenngrößen im Personenverkehr 2015/2005 in Abhängigkeit zweier betrachteter Szenarien [1], [5]

in Zukunft kontinuierlich ansteigen. Je nach Studie und den zu Grunde liegenden unterschiedlichen Eingangsparametern wird der jährliche Anstieg zwischen 2 % und 6 % rangieren und im übernächsten Jahrzehnt (ab 2015) langsam geringer werden. Verkehrsträgerabhängig verringert sich jedoch das Aufkommen im ÖV geringfügig, während es im MIV und vor allem im Luftverkehr deutlich ansteigt.

Das Güterverkehrsaufkommen erhöht sich zwischen 2005 und 2015 um ca. 30 % und steigt somit wie erwartet schneller an als das Personenverkehrsaufkommen. Dies liegt vornehmlich am stark wachsenden innereuropäischen grenzüberschreitenden Verkehr und an der ansteigenden Leistungsfähigkeit von länderübergreifenden Verkehrswegen. Zu jedem Zeitpunkt ist der Straßengüterverkehr dominant, auch wenn für den Verkehrsträger Schiene weiterhin enorme Fördermittel bereitgestellt werden.

Die Personenverkehrsleistung erhöht sich bis zum Jahr 2015 um ca. 15 %, wobei im Eisenbahnfernverkehr (+ 35 %) und im Luftverkehr (+ 50 %) die höchsten Zuwachsraten festzustellen sind. Aktuell leicht abnehmende Werte im ÖV entsprechen nicht dem langfristigen, wohl aber dem aktuellen Trend. Die Güterverkehrsleistung wird bis 2015 um 25 % zunehmen, wobei die Verteilung der Zuwachsraten auf die einzelnen Verkehrsträger stark studien- und szenarioabhängig ist (Abb. 3) (entscheidendes Kriterium hierbei ist der Grad der Förderung des Schienennah- und -fernverkehrs) [1], [2], [4].

Bei älteren Studien, deren Prognosehorizont bereits erreicht oder absehbar ist, fällt auf, dass Vorausberechnungen teilweise zu optimistisch waren. Besonders im Personenverkehr und im Schienengüterverkehr wurden Schätzungen bei weitem nicht erreicht (z.B. ITP/IVT 1991 à 2010; IFO 1994 à 2010). Gründe für diese Diskrepanz sind stark gestiegene Benzinpreise, das in den vergangenen Jahren nur schwerfällige Wirtschaftswachstum und seine Auswirkungen auf nahezu alle Wirtschaftsbereiche.

Trotz deutlicher Steigerungen der Verkehrsleistungen bis 2006 sind zwischen 1991 und heute stark unterproportionale Anstiege oder sogar absolute Verringerungen von Energiebedarf und Schadstoffemissionen eingetreten (Abb. 4). Um diese Ergebnisse auch in Zukunft bestätigen zu können, ist es erforderlich, dass Konzepte und Entwicklungsschritte zur Verringerung der Umweltbelastung kontinuierlich fortgeführt, optimiert und unter Bereitstellung der erforderlichen finanziellen Mittel nachhaltig umgesetzt werden.

3 Telematikanwendungen

Straßenverkehrsinformation

Rundfunkbasierte Straßenverkehrsinformationen wurden 2006 fast ausschließlich über die RDS-TMC-Technologie kostenlos bereitgestellt. Verkehrsdaten werden über regional/lokal meist unterschiedlich aufgebaute Detektionssysteme an zentrale Meldestellen unter öffentlicher Verwaltung

übertragen und dort so weiterverarbeitet, dass der Nutzer im Kfz die für ihn relevanten Meldungen über ein Empfangsgerät (Radio oder Navigationsgerät mit entsprechender Technologie) abrufen kann. Einige Studien rechneten bereits früher als 2006 mit einer marktreifen Durchdringung von DAB-TPEG als es aktuelle Entwicklungen zeigen [1], [3]. Die aktuelle Verbreitung von DAB-TPEG liegt in einer Größenordnung von etwa 1 % aller Kfz, die Ausstattung in Neuwagen wird 2015 gemäß der Umfrage der TU München bei ca. 55 % liegen – die tatsächliche Nutzung innerhalb dieser Personengruppe jedoch nur bei 65 %.

Vordringlicher Forschungs- und Entwicklungsbedarf besteht aktuell in der Optimierung der Datenübertragung (Verringerung der Fehlerquote und Vermeidung von Datenlücken) und in der Erhöhung der Datenqualität durch verbesserte Messverfahren. Die Bereitschaft der öffentlich-privaten Zusammenarbeit bei Datenverbreitung und -bereitstellung kann ebenfalls zu verbesserter Zuverlässigkeit der Informationen beitragen. Insbesondere durch den Einsatz von DAB-TPEG entsteht die Möglichkeit der Übermittlung zusätzlicher Services wegen der deutlich erhöhten Übertragungskapazität.

In fernerer Zukunft (ab 2015) ist mit der Entwicklung von zuverlässigen kombinierten Geräten mit integrierter dynamischer Routenberechnung und Fahrerassistenzfunktionen zu rechnen. Die Entlastung der rundfunkbasierten Informationen wird ab 2015

	Personenverkehr	Güterverkehr
Verkehrsleistungen	+ 27 %	+ 36 %
Energieeinsatz	+ 0,3 %	+ 22 %
CO ₂ (Kohlendioxid)	- 7 %	+ 11 %
HC (Kohlenwasserstoffe)	- 70 %	- 60 %
CO (Kohlenmonoxid)	- 80 %	- 49 %
NO _x (Stickoxide)	- 61 %	- 11 %
SO ₂ (Schwefeldioxid)	- 56 %	- 67 %
Partikelemissionen	- 56 %	---

Abb. 4: Entwicklung der Emission der wichtigsten Schadstoffe (2004 gegenübergestellt mit 1991) [2]

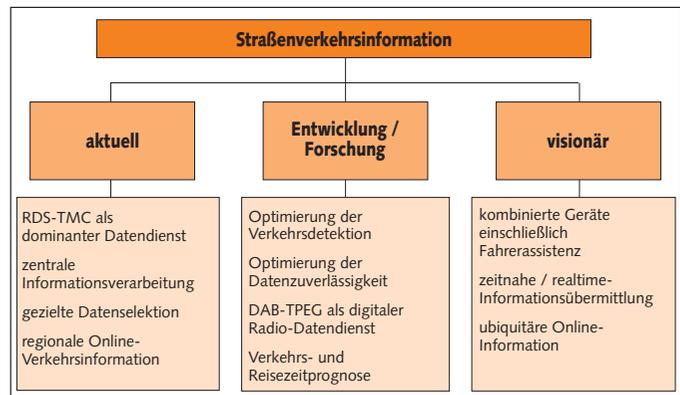


Abb. 5: Entwicklungsstand der Dienste zur Straßenverkehrsinformation

schrittweise durch C2C- und C2I-Kommunikation und verbesserte Detektionsverfahren erfolgen, wobei die Informationen idealerweise im Kfz selbst aufgenommen, zeitnah verarbeitet und visualisiert werden (Abb. 5, 6). Die bislang bekannten funktionalen Grenzen zwischen TMC- bzw. DAB-fähigen Radiogeräten und Navigationssystemen werden immer undeutlicher. Das herkömmliche Radio als Übertragungsmedium von Verkehrsinformationen wird in den Hintergrund gedrängt und schon 2015 nach Meinung der befragten Experten aus Wissenschaft und Industrie nur noch eine untergeordnete Rolle spielen.

Dynamische Zielführung

Dynamische Zielführungssysteme erfahren 2005 und 2006 einen starken und nicht von allen Studien für möglich gehaltenen Entwicklungsschub [1], [2]. Bis vor wenigen Jahren war Navigation nur als statische Zielführung auf Basis rasch veraltender digitaler Karten möglich. Zusätzliche Funktionen wie die meldungsabhängige Berücksichtigung von Störungen und die Bestimmung der Fahrzeugposition über GPS wurden möglich (Abb. 7). Demzufolge stiegen auch die Käuferzahlen deutschland- und europaweit exponentiell an (300 000 Geräte im Jahr 2001 gegenüber 6,8 Mio. Geräten 2005). In Deutschland waren im Sommer 2006 etwa 7 % aller Kfz mit Navigationsgeräten ausgestattet.

Aktuell ist der Autofahrer nicht ohne weiteres bereit, sowohl für fest im Fahrzeug installierte Endgeräte als auch für erforderliche Zusatzdienste (Kartenaktualisierung, Kartennachrüstung) hohe Kosten zu entrichten. Der Trend geht vielmehr weg von fest installierten Endgeräten hin zu mobilen Geräten wie Personal Digital Assistants (PDA), die neben der Navigation viele grundlegende Funktionen in sich vereinen (Telefonie, Terminverwaltung, Mobile Office) [1] (Abb. 8, 9).

Nach derzeitigem Entwicklungsstand hinsichtlich Funktionsspektrum und Durchdringungsgrad ist mit keinen erheblichen Effizienzsteigerungen auf Straße und Schiene durch den Einsatz von Telematikanwendungen zu rechnen. Das vor allem von Forschung und öffentlicher Verwaltung angestrebte Ziel eines multimodal vernetzten Verkehrsmanagements ist 2006 bei weitem nicht erreicht. Lediglich im MIV wurden räumliche und zeitliche Verlagerungseffekte in der Größenordnung von 2 bis 4 % erreicht.

4 Künftige technische Entwicklung

Für das nächste Jahrzehnt ist nicht zu erwarten, dass Telematikdienste ausreichen, um das eigentliche Ziel der integrierten Verkehrsforschung – nämlich eine Verringerung des Verkehrsaufkommens im MIV und der dadurch bedingten Umweltbelastungen – zu erreichen. Künftige Entwicklungen im Bereich der verkehrszustandsabhängigen Zielführung steuern auf eine Vernetzung aller denkbaren Informationsquellen und die Schaffung europaweit gleicher Daten- und Qualitätsstandards zu.

Existente und mögliche Funktionen von Diensten zur Straßenverkehrsinformation	
aktuell	<ul style="list-style-type: none"> • RDS-TMC als kostenloser digitaler Radio-Datendienst (in Deutschland existiert sowohl ein freier als auch seit Januar 2005 ein kommerzieller Dienst) • Verfügbarkeit dynamischer Verkehrsinformationen aus zentralen Meldestellen • Gezielte Selektion von Daten über das Endgerät (einschließlich einer Verfallszeit von Meldungen z.B. nach Verlassen des Empfangsbereichs eines Senders) • In Teilen Adaption der TMC-Meldungen durch Navigationsgeräte • Regionale Online-Verkehrsinformation (Rundfunk, Internet; z. B. www.bayerninfo.de)
Forschung und Entwicklung	<ul style="list-style-type: none"> • Optimierung der Verkehrsdetektion, der Informationsübertragung und -verarbeitung • Optimierung der Datenzuverlässigkeit • DAB-TPEG als digitaler Radio-Datendienst mit erhöhter Übertragungskapazität und verbesserten technischen Möglichkeiten der Informationsaufbereitung • Verfügbarkeit zusätzlicher Serviceinformationen (z. B. Hinweise zur intermodalen Verkehrsmittelwahl, Tür-zu-Tür-Infos, Beschreibung von Sehenswürdigkeiten, u. a.) • Verkehrs- und Reisezeitprognose (mono- und intermodal)
visionär	<ul style="list-style-type: none"> • Kombinierte Geräte mit integrierter dynamischer Routenberechnung (in Abhängigkeit von Störungen aller Art) und Funktionen zur Fahrerassistenz • Entlastung der rundfunkbasierten Information durch C2C- und C2I-Kommunikation • Optimale zeitnahe (realtime?) Informationsübermittlung und -verarbeitung • Ubiquitäre geräteunabhängige Online-Information möglich/verfügbar

Abb. 6: Aktuelles und zukünftiges Funktionsspektrum von Diensten zur Straßenverkehrsinformation

- **Erste Generation:** rein statische Zielführung auf Basis digitaler Karten; keine Ansätze dynamischer Informationsgewinnung und -verarbeitung
- **Zweite Generation:** Zielführung auf Basis digitaler Karten unter punktueller bzw. meldungsabhängiger Berücksichtigung von Verkehrsstörungen; kleinräumiges bzw. unkoordiniertes und nicht überregionales Verkehrsmanagement; keine Berechnung umfassender Fahrtstrategien
- **Dritte Generation:** Zielführung auf Basis digitaler Karten; intelligente Vernetzung von fahrzeugbasierten und detektorbasierten Informationsdiensten sowie der öffentlichen Verkehrslenkung; simultane Verarbeitung mehrerer Kriterien unter Einbezug der Entwicklung überregionaler Verkehrsstrategien

Abb. 7: Klassifizierung von Navigationsgeräten in drei Entwicklungsstufen [4]

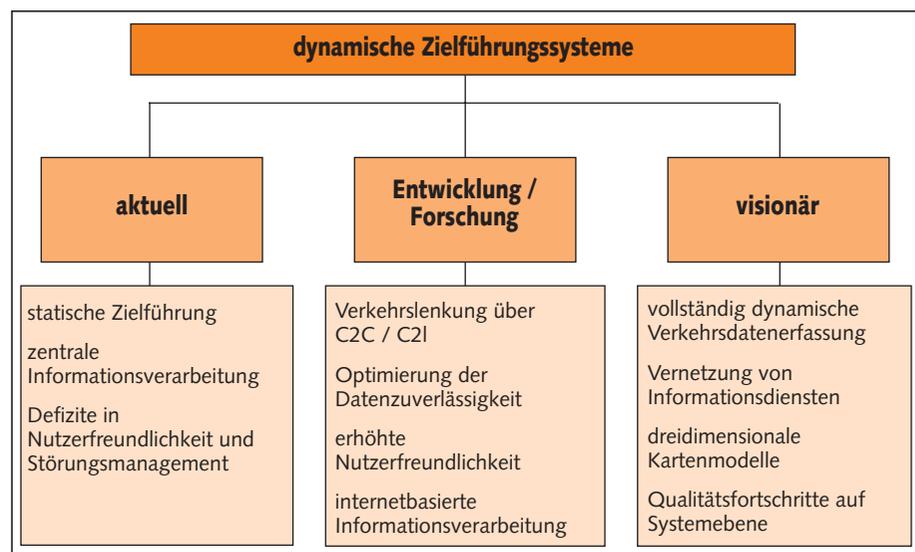


Abb. 8: Entwicklungsstand von dynamischen Zielführungssystemen

Nach den Ergebnissen der Expertenbefragung sind bis 2015 ca. 50 % aller Fahrzeuge mit fest installierten dynamischen Zielführungssystemen ausgestattet. Von dieser Anwendergruppe nutzen 2015 ca. 75 % auch tatsächlich die Geräte, 2005 lag der Nutzeranteil bei ca. 60 %.

Problematisch für den Nutzer dieses breit gefächerten Informations- und Servicespektrums könnten das Überangebot und eine daraus resultierende Überforderung hinsichtlich der Bedienbarkeit und der Nutzung aller Funktionen während der Fahrt werden. Wenn Funktionalität

Existente und mögliche Funktionen von dynamischen Zielführungssystemen	
aktuell	<ul style="list-style-type: none"> • Statische Zielführung (ohne Berücksichtigung von zeitnahen Störungen) auf Basis von digitalen Karten • Punktuelle und/oder meldungsabhängige Berücksichtigung von Verkehrsstörungen • Exakte Bestimmung der Fahrzeugposition in den meisten Fällen – Abweichungen um wenige Meter treten dennoch auf • Informationsverarbeitung über zentrale Meldestellen • Navigation über mobile Assistenten/Geräte möglich, aber (noch) nicht ausreichend komfortabel bzw. den Kundenbedürfnissen angepasst
Forschung und Entwicklung	<ul style="list-style-type: none"> • Individuelle, aber auch kollektive Verkehrslenkung (u. a. durch C2C- und C2I-Kommunikation) • Optimierung der Informationsqualität hinsichtlich Zeitnähe, Zuverlässigkeit und Aktualisierungshäufigkeit • Kontinuierliche Verbesserung der Datenübertragung und Datenverarbeitung • Navigation über mobile Assistenten nahezu ausgereift (lediglich kleinere Defizite bei Bedienbarkeit und Funktionsspektrum) • Zunehmende Verwendung internetbasierter Informationen (z. B. Hintergrundkarten, Störfallmanagement, Einbezug dynamischer Streckenbeeinflussungsanlagen)
visionär	<ul style="list-style-type: none"> • Berechnung umfassender Fahrtstrategien auf Basis von dynamischer Verkehrsdatenerfassung: auch intermodale Angebote durch Vernetzung von Informations- und Datenplattformen • Vernetzung von fahrzeug- und detektorbasierten Informationsdiensten • Informationsverarbeitung im Kfz selbst à Wegfall der Informationsübertragung und somit Verringerung des Risikos technischer Störungen (an Schnittstellen, Funkübertragung u.a.) • Datenerfassung über FCD- und C2C-Systeme • Dreidimensionale Kartenmodelle mit deutlich detaillierterer Darstellung von Stadtzentren, komplexen Knotenpunkten und „Points of Interest“ (POI) • Deutliche Fortschritte auf Systemebene à Public-Private-Partnership

Abb. 9: Aktuelles und zukünftiges Funktionsspektrum von dynamischen Zielführungssystemen (Navigationsgeräte)

- Weiterentwicklung der Mensch-Maschine-Schnittstelle auf internationaler Ebene unter Berücksichtigung zahlreicher technischer und technologischer Anpassungen
- Anpassung bisheriger länderspezifischer Informationssysteme an neue europäische Rahmenbedingungen und Standards unter besonderer Berücksichtigung der EU-Osterweiterung à Verbesserung der grenzüberschreitenden dynamischen Zielführung
- Erarbeitung eines europaweit einheitlichen Standards für automatischen Notruf in Fahrzeugen: Bereitstellung von gleichen technischen Einrichtungen und Funktionen, damit grenzüberschreitende Hilfeleistungen geleistet werden können
- Verknüpfung und Ausbau der länderspezifischen Straßenkarten zu einer europäischen Straßenkarte bzw. Datenbasis mit flächendeckender homogener Informationsbereitstellung
- Funktionsbereitschaft des europäischen Satellitennavigationssystems GALILEO bis zum Jahr 2008/2009

Abb. 10: Vordringlicher Handlungsbedarf aus Sicht der wissenschaftlichen Verkehrsforschung

und Detailreichtum in der Darstellung in gleichem Maß wie bisher weiterentwickelt werden, können Sicherheitsbedenken auftreten.

Die Verringerung der Reisezeit durch erhöhte Kapazität auf den Verkehrswegen bleibt ungewiss: induzierter Verkehr und Schwankungen in der Informationsqualität wirken dem aktuell entgegen und bleiben wohl auch im kommenden Jahrzehnt ein einschränkender Faktor für kapazitätserweiternde Effekte im Straßenraum.

Auf Basis des transeuropäischen Verkehrsnetzes, welches die wichtigsten europäischen Verkehrsachsen, Knotenpunkte und Bauvorhaben sowie deren technische

Infrastruktur einschließt, will die Europäische Union in den nächsten Jahrzehnten die Weiterentwicklung der intelligenten Nutzung von überregionaler Verkehrsinfrastruktur erreichen. Dies betrifft vor allem die Anwendungsbereiche „satellitengestützte Ortungs- und Navigationssysteme“ sowie „Straßenverkehrsmanagement“.

Einige wesentliche Ziele könnten aus heutiger Sicht bereits in den nächsten 15 Jahren umgesetzt sein (Abb. 10). Inwieweit diese Vorschläge und Empfehlungen tatsächlich durchzuführen sind, steht in Abhängigkeit von der Forschungsbereitschaft der beteiligten Einrichtungen und Unternehmen, also u. a. einem finanziellen

Mehraufwand, und dem tatsächlich greifbaren Nutzen für den Kunden.

Telematikanwendungen verringern die absolute Reisezeit und die Umweltbelastung durch Schadstoffemissionen aktuell nur in sehr geringen, nicht exakt quantifizierbaren Größenordnungen. Sie tragen lediglich zu einer schnelleren Wegweisung über Ausweichrouten bei. Um die Beanspruchung der Umwelt zu reduzieren, müssten vor allem die Anzahl der Störungen bzw. das Verkehrsaufkommen insgesamt verringert werden.

In Zukunft bleibt also hinsichtlich der Belastung der näheren Umgebung des Menschen und der globalen atmosphärischen Zirkulation das Ziel, dass auch durch die Fortentwicklung der elektronischen Verkehrssteuerung Kraftstoffverbrauch und Emissionsausstoß weiter verringert werden.

Literatur

[1] Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (Hrsg.): Verkehrsprognose 2015 für die Bundesverkehrswegeplanung. München, Freiburg, Essen, 2001

[2] Shell Deutschland Oil (Hrsg.): Shell Pkw-Szenarien bis 2030 – Flexibilität bestimmt Motorisierung. Szenarien des Pkw-Bestandes und der Neuzulassungen in Deutschland bis zum Jahr 2030, Hamburg, 2004

[3] Institut für Mobilitätsforschung / ifmo (Hrsg.): Zukunft der Mobilität – Szenarien für das Jahr 2025. Erste Fortschreibung, München, 2005

[4] Acatech Projektgruppe (Hrsg.): Mobilität 2020 – Perspektiven für den Verkehr von morgen. Schwerpunkt: Straßen- und Schienenverkehr, München, Berlin, 2006

[5] Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (Hrsg.): Verkehr in Zahlen 2005 / 2006, Berlin, Hamburg, 2005

[6] Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (Hrsg.): Statistik 2004, Köln, 2005

Summary

Prediction about traffic telematics 2015 +

A high number of industry and research establishments employ recent prognoses for traffic parameters and general technical developments to control the flow of traffic and to institute contemporary and adequate arrangements. Changes concerning the social structure and the mobility behaviour indicate that the traffic impact in the oncoming decade will rise in a distinct way. So dynamic route guidance systems and radio-based road traffic information will play a decisive role to ensure an accurate traffic situation. Furthermore it is possible to counter an increase of congestions and accidents in the road network by the consideration of the positive effects of advanced driver assistance systems and C2X-communication. In addition, on account of this the capacity of existing road network can be raised.