

# **Interoperabilität zwischen öffentlichem Verkehrsmanagement und individuellen Navigationsdiensten**

**Berichte der  
Bundesanstalt für Straßenwesen**

**Fahrzeugtechnik Heft F 108**



**bast**

# **Interoperabilität zwischen öffentlichem Verkehrsmanagement und individuellen Navigationsdiensten**

## **Maßnahmen zur Gewährleistung**

von

Stefan von der Ruhren  
Heribert Kirschfink  
Jens Ansorge

momatec GmbH, Aachen

Achim Reusswig  
Gerd Riegelhuth  
Tatiana Karina-Wedrich  
Hans Jürgen Schopf  
Jürg Sparmann  
Bettina Wöbbeking

Hessen Mobil Straßen- und Verkehrsmanagement, Wiesbaden

Oliver Kannenberg

TomTom Development Germany GmbH Berlin

**Berichte der  
Bundesanstalt für Straßenwesen**

**Fahrzeugtechnik Heft F 108**

**bast**

Die Bundesanstalt für Straßenwesen veröffentlicht ihre Arbeits- und Forschungsergebnisse in der Schriftenreihe **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen**. Die Reihe besteht aus folgenden Unterreihen:

- A - Allgemeines
- B - Brücken- und Ingenieurbau
- F - Fahrzeugtechnik
- M - Mensch und Sicherheit
- S - Straßenbau
- V - Verkehrstechnik

Es wird darauf hingewiesen, dass die unter dem Namen der Verfasser veröffentlichten Berichte nicht in jedem Fall die Ansicht des Herausgebers wiedergeben.

Nachdruck und photomechanische Wiedergabe, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Bundesanstalt für Straßenwesen, Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit.

Die Hefte der Schriftenreihe **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen** können direkt bei der Carl Schünemann Verlag GmbH, Zweite Schlachtpforte 7, D-28195 Bremen, Telefon: (04 21) 3 69 03 - 53, bezogen werden.

Über die Forschungsergebnisse und ihre Veröffentlichungen wird in der Regel in Kurzform im Informationsdienst **Forschung kompakt** berichtet. Dieser Dienst wird kostenlos angeboten; Interessenten wenden sich bitte an die Bundesanstalt für Straßenwesen, Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit.

Ab dem Jahrgang 2003 stehen die **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt)** zum Teil als kostenfreier Download im elektronischen BASt-Archiv ELBA zur Verfügung.  
<http://bast.opus.hbz-nrw.de>

## Impressum

**Bericht zum Forschungsprojekt FE:03.0484/2001/IRB**  
Maßnahmen zur Gewährleistung der Interoperabilität  
zwischen öffentlichem Verkehrsmanagement und individuellen Navigationsdiensten

**Fachbetreuung:**  
Lutz Rittershaus

**Herausgeber**  
Bundesanstalt für Straßenwesen  
Brüderstraße 53, D-51427 Bergisch Gladbach  
Telefon: (0 22 04) 43 - 0 · Telefax: (0 22 04) 43 - 674

**Redaktion**  
Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit

**Druck und Verlag**  
Fachverlag NW in der  
Carl Schünemann Verlag GmbH  
Zweite Schlachtpforte 7, D-28195 Bremen  
Telefon: (04 21) 3 69 03 - 53 · Telefax: (04 21) 3 69 03 - 48  
[www.schuenemann-verlag.de](http://www.schuenemann-verlag.de)

ISSN 0943-9307  
ISBN 978-3-95606-199-8

Bergisch Gladbach, Oktober 2015

## Kurzfassung – Abstract – Summary

### Interoperabilität zwischen öffentlichem Verkehrsmanagement und individuellen Navigationsdiensten

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden wesentliche Grundlagen für eine zukünftige Kooperation zwischen dem öffentlichen Verkehrsmanagement und privaten Navigationsdiensteanbietern vorbereitet und entsprechende Maßnahmen zur Gewährleistung der Interoperabilität zwischen öffentlichem Verkehrsmanagement und individuellen Navigationsdiensten erarbeitet.

Ein Ergebnis ist das vorgeschlagene „Strategische Konzept“. Dieses basiert auf einer Darstellung von Potenzialen einer Kooperation und einer hieraus entwickelten zweckmäßigen Abstufung der Kooperations- und der Integrationstiefe von Verkehrsmanagement-Strategien in einen Navigationsdienst. Dabei stellen die öffentlichen Infrastrukturbetreiber abgestimmte dynamische Strategierouten als Bestandteil situationsbezogener öffentlicher Strategien bereit. Die privaten Navigationsdiensteanbieter beziehen die öffentlichen Strategierouten in das individuelle Routing mit ein, wobei der Grad der Verbindlichkeit der Einbeziehung abhängig von der gewählten Ebene der Strategiekoooperation ist.

Parallel dazu wurde mit dem erarbeiteten „Technischen Konzept“ der technische Weg der Erschließung von Leitempfehlungen aus den Systemen des strategischen Verkehrsmanagements zur Bereitstellung an individuelle Navigationsdienste konzipiert und praktisch validiert. Die grundsätzliche Eignung des erarbeiteten technischen Konzeptes auf Basis einer weiter entwickelten DATEX II-Extension zum strategischen Routing konnte so nachgewiesen werden.

Als Ergebnis kann festgehalten werden, dass eine Kooperation in entsprechender Ausprägung ein großes Nutzenpotenzial für beide Seiten aufweist und bereits ohne einen sehr großen technischen Aufwand ein wirkungsvolles Ergebnis erzielt werden kann.

### Interoperability between public traffic management and individual navigation services

As part of the research project essential foundations for future cooperation between the public traffic management and private navigation services providers were prepared and appropriate measures to ensure the interoperability between the public traffic management and individual navigation services were developed.

One result is the proposed "strategic concept". The concept is based on a representation of the potential of a cooperation and on a developed gradation of the depth of the cooperation and of the integration of traffic management strategies in a navigation service. The public traffic management provide coordinated dynamic strategy routes as part of situation-specific public strategies. The private navigation service providers integrate public strategy routes in the individual routing, where the degree of the binding character of the integration is dependent on the actual level of the cooperation.

Parallel to the „strategic concept“ a „technical concept“ was designed to provide a technical solution to make collective strategic route recommendations from the systems of strategic traffic management accessible for private navigation service providers. The suitability of the developed technical concept based on a DATEX II-extension for strategic routing could be certified.

As a result, it can be stated that cooperation has large potential benefits for both sides and even without a huge technical effort an effective result can be obtained.



## Summary

### Interoperability between public traffic management and individual navigation services

#### 1 Background and Motivation of the Project

Collective actions of traffic management serve to influence traffic with the aim of ensuring the ease and safety of transport by distributing traffic volumes in the road network in an optimal way. Navigation systems aim primarily to the best possible achievement of an individual destination, with the benefit of individuals is paramount. With the increasing number of cars equipped with navigation equipment and the appropriate use more and more influence on the distribution of the traffic is exerted on the road network. An effect that does not always work in the same direction like the collective traffic management.

In addition the equipment of the road network with dynamic variable message signs (VMS) more is increasing. So it often happens, that the information displayed on the VMS may be in contradiction to the information given by individual navigation. The reason is, that the road or route guidance bases on different foundations and techniques as well as on

divergent objectives. This inconsistency can lead to uncertainty among road users, which should be avoided if possible.

Based on the assumption, that better coordination of procedures on both sides leads to avoidance of these inconsistencies and simultaneously leads to a mutual added value, a close cooperation between public infrastructure operators and providers of navigation services should be the logical consequence.

Under the project, the conditions for cooperation, the conceptual characteristics and technical feasibility were examined and an estimate of the potential benefits was made.

#### 2 Methodology and Main Results of the Project

As part of the research project the basis for future cooperation between the public traffic management and private navigation service providers were prepared, and appropriate measures to ensure interoperability between public traffic management and individual navigation services were developed.

In an analysis phase, the existing differences in the route guidance in the collective traffic management and individual navigation were analysed first. Furthermore, the results of completed and ongoing research and pilot projects in the subject area of the strategy management, strategy-driven routing and

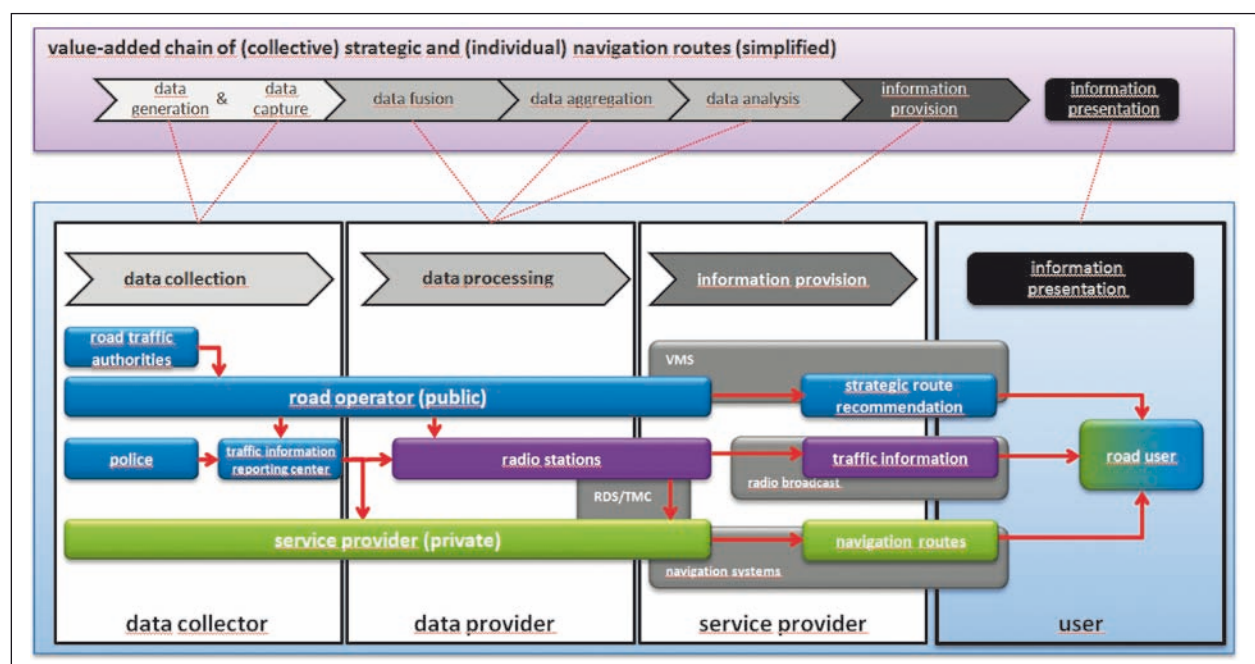


Fig. 1: Value chain and simplified role model for the creation of a strategy route/navigation route

exchange of dynamic traffic information were prepared and documented. Similarly, the initial situation regarding the legal and contractual aspects were evaluated. Here, the various existing standard contracts for the data transfer of public sector to the private sector have been considered in particular. Similarly, the applicable standards for the exchange of data and relevant policies in the field of traffic management and navigation were analysed and presented. The analysis process was accompanied by interviews with experts, creating a comprehensive analysis of the initial position on the different aspects of the project.

Based on the analysis phase a “strategic concept” for future cooperation between the public traffic management and private navigation service providers has been developed as an essential outcome of a research project. This is based on a representation of potential cooperation strategies and developed from this functional gradation of the depth of cooperation and integration of traffic management strategies in a navigation service.

The “strategic concept” distinguishes between a data collaboration and a strategy collaboration strategy, the latter may also include a data collaboration.

Objective of the data collaboration is the optimization of both public traffic management as well as the individual navigation routes through the improvement and completion of the data base by data of the respective cooperation partner. Here, the potential benefits for public operators are mainly in an extension of the traffic information by floating car data while they are for navigation service

providers primarily in a consideration of planning data to network constraints and capacity reductions.

The strategy cooperation seeks first on the integration of public strategies in the individual navigation. The public traffic management provide coordinated dynamic strategy routes as part of situation-specific public policies in accordance with the VMS-panels via the so called “Mobilitäts Daten Marktplatz” (mobility data marketplace, MDM). The private navigation service providers integrate public strategy routes in their individual routing, where the degree of the binding nature of the integration is dependent on the actual level of cooperation:

- (1) Cooperation level 1: Display of the public strategy route after positive evaluation: The public strategy route is received, evaluated by the navigation service provider and in accordance with the evaluation result either displayed or discarded.
- (2) Cooperation level 2: Compulsory display of public strategy route: The strategy route is received and must be displayed to the user as an option as route recommendation of the infrastructure manager. The user decides whether to accept the strategy route or to maintain the individual route.
- (3) Cooperation level 3: Mandatory takeover of public strategy route: The strategy route is received and must be displayed mandatory. The individual route is discarded.

Furthermore a bi-directional exchange of recommendations as well as a concerted propagation of routes (“load balanced routing”) as an instrument of a cooperative traffic management are also conceivable.

As part of the validation by the public road authorities the developed strategic concept for a cooperation between the public traffic management and private navigation service providers was generally seen as positive.

A data collaboration, particularly a provision of information on planned events and construction sites by the public traffic management to be used by the navigation service providers was regarded as self-evident in the interest of all parties. Therefore, the public traffic management providers have already completed developments to supply such data on the MDM.

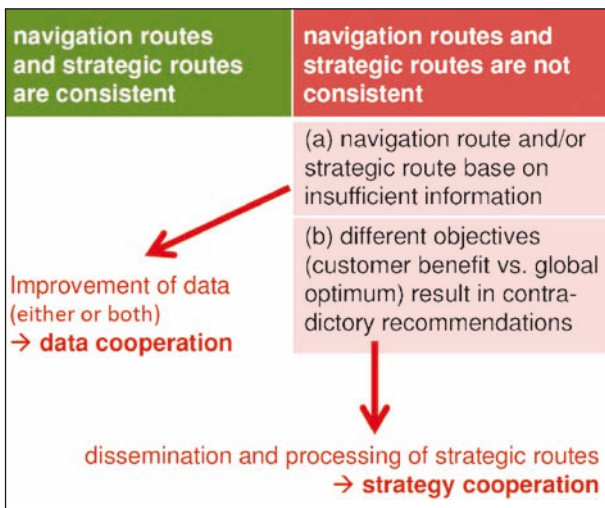


Fig. 2: Problem classification

In terms of strategy cooperation, the expectation was formulated that already the cooperation level 1 (display of public strategy routes after positive evaluation) will cover a large part of the relevant applications. In contrast the cooperation levels 2 and 3 are considered as critical in terms of short-term feasibility due to the necessary adaptations in the navigation devices and - in relation to level 3 – due to legal reasons. The perspective of a load-balanced routing is considered to be a very interesting and very ambitious solution, which is currently regarded as a future model.

A bilateral exchange of information at a strategic level, in which the navigation service providers give feedback on the use of the strategy routes, would be appreciated by the public traffic management as the evaluation result of the acceptance or rejection of the strategic routes by the navigation algorithm might serve as input for a quality improvement of the strategy routes. Feedback to user acceptance of public strategic routes would be particularly interesting to improve the assessment of impacts of traffic control strategies.

For the municipal representatives there is no need to define further contracts or agreements between public traffic management and navigation services. The intended use of data to improve the routing should not be complicated by additional regulation. Regarding to cooperation level 1 (integration of public strategy route after positive evaluation) also

the representatives of the federal states see no need for additional regulation. The cooperation should therefore generally take place on a voluntary basis in the context of user expectations of all partners. However, it is to be found an appropriate form of liability with the proviso of transparency and quality assurance.

Generally the validation of the strategic concept during workshops with traffic management operators showed that there is great interest in the implementation of the strategic concept from the federal states and the municipalities. The data cooperation as well as the first stage of a strategy cooperation are conceptually and technically reasonably practicable. Therefore a practice test, under which the additional benefit is quantified over a longer period, should be executed.

Also the private navigation service providers indicate the strategic concept for cooperation generally as positive. From the validation phase can be concluded that there are basically no distinct conflicts of interest between the individual navigation and the strategic routing. Necessary condition for the future implementation of the cooperation into products and services are a high availability of public data (strategies) and this both in spatial vision (nationwide range) and temporal perspective (timeliness). Data quality aspects are mentioned as a further important requirement to be fulfilled by public data. In particular, the availability

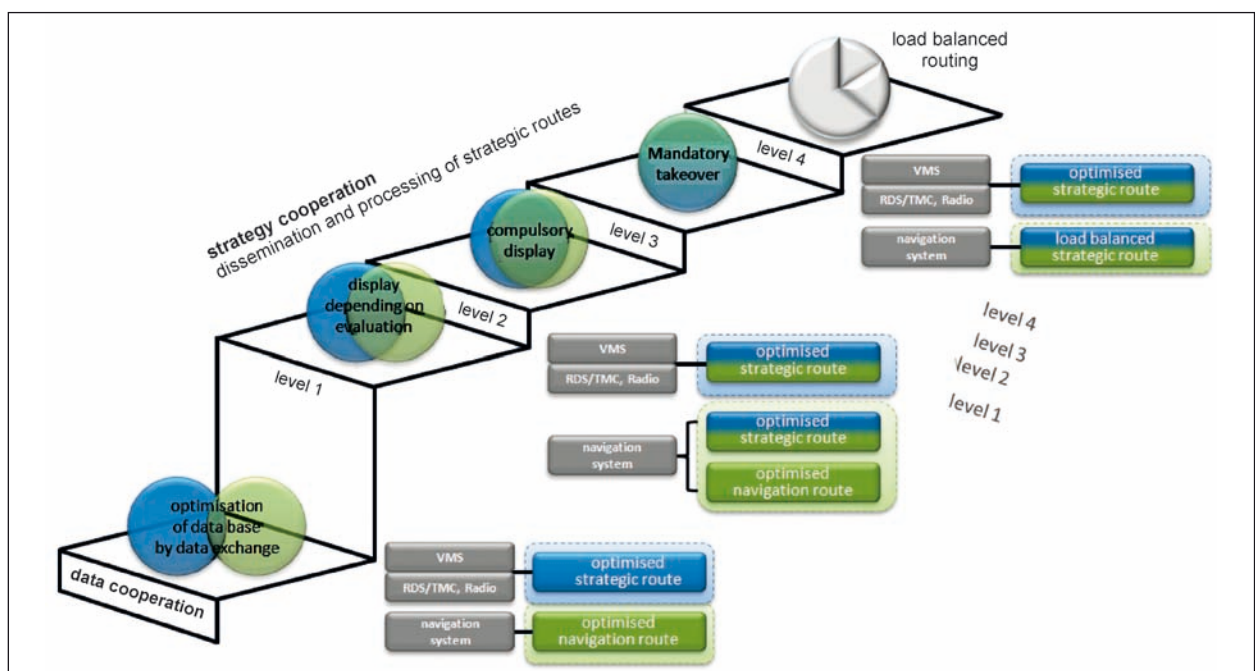


Fig. 3: Graded cooperation model



of information about the validity and the quality of the acquiring public strategies are mentioned by the navigation provider as an important prerequisite for integration the strategy routes into custom navigation.

Parallel to the “strategic concept” a “technical concept” was designed to provide a technical solution to make collective strategic route recommendations from the systems of strategic traffic management accessible for private navigation service providers. For the exchange of strategy routes the MDM provides a DATEX II-based data profile (data model for strategy-compliant routing). This DATEX II-profile was assessed regarding applicability to the problems of the current research project. Its fundamental suitability could be certified. However, a need of supplementation was found in relation to the provision of quality information on the strategy route (e.g. degree or reliability of the monitoring of the alternative route, differentiation between reactive and proactive strategy activation ...) as well as identification of the liability of the strategy route according to the commitment levels of the strategic concept. Based on the present MDM data profile for strategy-compliant routing, appropriate modifications and extensions have been proposed and implemented in the form of an expanded DATEX II profile for strategy-compliant routing. The extended data model formed the basis for the validation phase.

The suitability of the developed technical concept based on the extended DATEX II-profile for strategy-compliant routing could be proved during validation. The technical concept is basically valid; collective route recommendations can be disseminated through the MDM. Thus, the technical requirements for the acquisition of strategic routes in custom navigation services are available, in principle. Desirable is now a real testing with administrations, MDM and providers through a test field and a gradual roll-out (gradually scaling).

### 3 Conclusion and Outlook

Necessary precondition for the future implementation of the cooperation in products and services is a high availability of public data (strategies), that is a wide-ranging possible provision (nationwide and beyond). Furthermore, the availability of information, the validity and the quality of collective strategies to be taken over by

the navigation providers is called as an important prerequisite for integration into custom navigation in order to enable an assessment and a comparison with the customer preferences. These requirements for qualitative information are taken into account in developed technical concept.

Acceptance by the drivers / road users is an important criterion for a successful cooperation between the public traffic management and private navigation service providers. Corresponding effects and feedback effects from the user acceptance of individual route information that has been generated including collective strategies were not considered in the context of LENA4ITS project. For a possible follow-up projects a consideration of issues on user acceptance is recommended.

Further possible steps and perspectives are the consideration of intermodal travel chains and associated multimodal strategies and services. Another practice-relevant application, which should be considered in the context of a specific implementation, is the guidance “on the last mile” to a venue (e.g. route guidance to parking spaces at the stadium, exhibition or event). As part of future field trials also policies and aims of the public traffic management, that should be supported with the cooperation (e.g. reduction of noise and dust emissions), should be formulated and quantitatively evaluated. For quantification of the potential benefits of appropriate models of cooperation also potential assessments (e.g. equipment levels of fleets) and thus a total system approach is required. Not the least integration of components, which are required to implement the cooperation models, into a higher-level framework architecture for ITS services should be considered. For a further realisation in practice and a corresponding “rollout” both classic navigation service providers (vehicle industry and provider of navigation devices) and service provider for smartphones should to be taken into account.

As a result, it can be stated that cooperation has large potential benefits for both sides and even without a huge technical effort an effective result can be obtained. However, how large the actual achievable benefits in cases of application will actually be and how the behaviour of the users of navigation information will change, can only be established in a field trial, that includes the display in navigation devices.

## Inhalt

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	11	3.1.6	Datenkooperation .....	43
<b>2</b>	<b>Analyse, Stand der Technik und Forschung</b> .....	11	3.1.7	Strategiekoooperation .....	46
2.1	Kollektive Verkehrslenkung und individuelle Navigation .....	11	3.1.8	Dynamisierung der Datenbereitstellung .....	50
2.1.1	Kollektive Verkehrslenkung .....	11	3.2	Technisches Konzept .....	51
2.1.2	Individuelle Navigation .....	14	3.2.1	Strategieaustausch zwischen Akteuren des Verkehrsmanagements .....	51
2.2	Erkenntnisse aus Forschungsprojekten und Initiativen .....	16	3.2.2	Datenbereitstellung für Navigationsdienste .....	53
2.2.1	Zuständigkeitsübergreifendes Strategiemangement .....	16	3.2.3	Schnittstellen für den Strategieaustausch .....	53
2.2.2	Strategiekonformes Routing .....	18	3.2.4	Strategieeinbindung in die Navigation .....	55
2.3	Rahmenbedingungen .....	22	<b>4</b>	<b>Validierung</b> .....	56
2.3.1	Rechtsgrundlagen und Zuständigkeiten .....	22	4.1	Ablauf der Pilotphase .....	56
2.3.2	Vertragliche Regelungen zur Datenüberlassung .....	23	4.1.1	Vor-Untersuchung im Rahmen der IAA .....	56
2.4	Technische Standards, Richtlinien und Hinweis-papiere .....	24	4.1.2	Verarbeitung aktueller Strategiemeldungen .....	60
2.4.1	Übersicht .....	24	4.2	Verfahren und Kenngrößen der Validierung .....	61
2.4.2	Kollektive Netzbeeinflussung .....	24	4.2.1	Leitfragen der Untersuchung .....	61
2.4.3	Strategieentwicklung .....	25	4.2.2	Technischer Informationstransport .....	62
2.4.4	System- und Kommunikationslösungen .....	27	4.2.3	Umsetzung durch individuelle Empfehlungen im Navigationsdienst .....	63
2.4.5	Referenzierungsmethoden .....	29	4.2.4	Akzeptanz im Fahrerverhalten .....	63
<b>3</b>	<b>Strategisches und technisches Konzept</b> .....	30	4.2.5	Gesamtwirkung im Netz .....	63
3.1	Strategisches Konzept .....	30	<b>5</b>	<b>Ergebnisse</b> .....	64
3.1.1	Ziel und Methodik .....	30	5.1	Validierung des technischen Konzeptes .....	64
3.1.2	Wertschöpfungskette, Rollen und Akteure .....	31	5.1.1	Umsetzung der DATEX-II-Erweiterung und Ertüchtigung der technischen Systeme .....	64
3.1.3	Anforderungen aus Betreiber-, Dienstleister-, Rundfunk- und Fahrersicht .....	34	5.1.2	Erkenntnisse aus der technischen Validierung .....	65
3.1.4	Abgrenzung der Problemlage .....	36	5.2	Validierung des Nutzens der Kooperation .....	66
3.1.5	Analyse von Kooperationspotenzialen in typischen Verkehrssituationen .....	38	5.2.1	Konzeptionelle Beschreibung der Validierungsszenarien .....	66

5.2.2	Nutzen der Kooperation aus Sicht des öffentlichen Verkehrsmanagements.....	71
5.2.3	Nutzen der Kooperation aus Sicht der individuellen Navigationsdienste .....	74
5.2.4	Ergebnisse des Strategieforums .....	75
<b>6</b>	<b>Fazit und Ausblick .....</b>	<b>76</b>
<b>7</b>	<b>Literatur .....</b>	<b>78</b>

## 1 Einleitung

Kollektive Maßnahmen der Verkehrslenkung dienen der Beeinflussung des Verkehrs mit dem Ziel, die Leichtigkeit und Sicherheit des Verkehrsablaufs sicherzustellen, indem die Verkehrsmengen optimal im Straßennetz verteilt werden. Navigationssysteme dienen in erster Linie der bestmöglichen Erreichung eines individuellen Ziels, wobei der Nutzen des Einzelnen im Vordergrund steht. Mit zunehmender Ausstattung von Fahrzeugen mit Navigationsgeräten und entsprechender Nutzung wird immer mehr Einfluss auf die Verteilung des Verkehrs im Straßennetz ausgeübt, ein Effekt, der nicht immer in die gleiche Richtung wirkt, die mit der kollektiven Verkehrslenkung erzielt werden soll.

Hinzu kommt, dass es mit zunehmender Ausstattung des Straßennetzes mit dynamischen Wechselwegweisern immer öfter vorkommt, dass deren Anzeigen im Widerspruch zu den Anzeigen der individuellen Navigation stehen, weil die Wegweisung bzw. Routenführung auf unterschiedlichen Grundlagen und auf voneinander abweichenden Zielvorstellungen beruhen. Diese Widersprüchlichkeit kann zu einer Verunsicherung der Verkehrsteilnehmer führen, die es nach Möglichkeit zu vermeiden gilt.

Unter der Maßgabe, dass eine bessere Abstimmung der Verfahrensweisen beider Seiten zur Vermeidung dieser Widersprüchlichkeiten und gleichzeitig auch zu einem beiderseitigen zusätzlichem Nutzen führt, sollte eine enge Kooperation zwischen den öffentlichen Infrastrukturbetreibern und den Anbietern von Navigationdiensten die logische Konsequenz sein.

Im Rahmen der hier dargestellten Projektergebnisse wurden die Voraussetzungen für eine Kooperation, die konzeptionellen Ausprägungen und die technische Machbarkeit untersucht sowie eine Abschätzung der Nutzenpotenziale vorgenommen. Als Ergebnis kann festgehalten werden, dass eine Kooperation in entsprechender Ausprägung ein großes Nutzenpotenzial für beide Seiten aufweist und bereits ohne einen sehr großen technischen Aufwand ein wirkungsvolles Ergebnis erzielt werden kann. Wie groß der tatsächlich erreichbare Nutzen in konkreten Anwendungsfällen tatsächlich sein wird und wie sich das Verhalten der Nutzer von Navigationsinformationen ändern wird, lässt sich allerdings nur in einem Feldversuch feststellen, der die Anzeige in Endgeräten mit einschließt.

## 2 Analyse, Stand der Technik und Forschung

### 2.1 Kollektive Verkehrslenkung und individuelle Navigation

#### 2.1.1 Kollektive Verkehrslenkung

##### 2.1.1.1 Abgrenzung der Zielstellung

Kollektive Verkehrslenkung und individuelle Navigation dienen grundsätzlich dem Ziel der Optimierung von Reisezeiten. Ihrem grundsätzlichen Wirkprinzip nach richtet sich die kollektive Verkehrslenkung dabei im Interesse des Systemoptimums auf die Gesamtheit der Verkehrsteilnehmer an einem Entscheidungspunkt unter Nutzung allgemeiner, an der Wegweisung orientierter Zielangaben, während die individuelle Navigation die Routenwahl des einzelnen Verkehrsteilnehmers in Bezug auf das individuelle Fahrtziel nach der Maßgabe eines individuellen Optimums beeinflusst.

##### 2.1.1.2 Einsatzmöglichkeiten

Das kollektive Verkehrsmanagement verfolgt das Ziel, auf der bestehenden Straßeninfrastruktur das Verkehrsaufkommen möglichst störungsfrei abzuwickeln. Dazu werden straßenseitig telematische Systeme wie Streckenbeeinflussungsanlagen, Anlagen zur temporären Seitenstreifenfreigabe und Netzbeeinflussungsanlagen eingesetzt. Ergänzt werden diese Maßnahmen mit Verkehrsinformationen, die über verschiedene Medien, insbesondere dem Verkehrsfunk, verbreitet werden.

Die kollektive Verkehrslenkung erfolgt im Wesentlichen durch Netzbeeinflussungsanlagen. Diese arbeiten nach dem Grundprinzip, den Verkehrsteilnehmern an den wichtigsten Entscheidungspunkten im Verkehrsnetz straßenseitige Umleitungsempfehlungen zu geben. Die Mittel zur Anzeige dieser Umleitungsempfehlungen sind additive bzw. substitutive Wechselwegweiser (WWW), sowie die neueren dynamischen Wegweiser mit integrierter Stauinformation (dWiSta).

- Die additive Wechselwegweisung zeigt im Fall einer Störung auf der Hauptroute am Entscheidungspunkt auf deutlich von der Regelwegweisung unterscheidbaren zusätzlichen Wegweisern eine Alternativroutenempfehlung sowie in der Regel einen Störungsgrund an. Im weiteren Verlauf der Alternativroute wird diese in der

Regel durch den Delestage-Pfeil gekennzeichnet. Es kann auch eine Information über Staubildung angezeigt werden, ohne dass eine Empfehlung gegeben wird (Bild 2-1).

- Bei der substitutiven Wechselwegweisung besteht die Möglichkeit, in der regulären Wegweisung einzelne oder mehrere Ziele dynamisch zu verändern. Dies wird in der Regel mithilfe von Prismenwendern realisiert, auf denen eine eingeschränkte Anzahl von alternativen Zielangaben versorgt ist. Um im Fall der Aktivierung auf diesen Umstand hinzuweisen, werden in der Regel Blinklichter geschaltet, um die Aufmerksamkeit auf die geänderte Situation zu lenken. Weitere Informationen zur Störung können dem Verkehrsteilnehmer bei der substitutiven Wechselwegweisung in der Regel nicht mitgeteilt werden (Bild 2-2).
- Dagegen bieten dynamischen Wegweiser mit integrierter Stauinformation (dWiSta) aufgrund Ihrer variablen Freitextanzeige die Möglichkeit, zusätzlich zur Umleitungsempfehlung detaillierte Informationen zur Lage und Ausprägung der Störung zu geben, womit die Akzeptanz und

damit der Befolgungsgrad der Umleitungsempfehlung erhöht wird. Die dWiSta werden dabei



Bild 2-1: Additiver Wechselwegweiser



Bild 2-2: Substitutiver Wechselwegweiser

zusätzlich zur regulären statischen Wegweisung errichtet und ergänzen diese im Bedarfsfall mit ihren zusätzlichen Informationen unter Bezugnahme auf die statisch angezeigten Ziele (Bild 2-3).

Die Anlagen zur Netzbeeinflussung werden automatisiert oder per Hand aufgrund der aktuellen Verkehrslage im Verkehrsnetz geschaltet. Die Verkehrslage wird dabei in der Regel auf Basis von Verkehrsdaten, die mithilfe stationärer Detektoren im Straßennetz erhoben werden, mithilfe rechnergestützter Online-Verkehrsmodelle (z. B. Staula, ASDA/FOTO) in Echtzeit ermittelt. Bei der Netzbeeinflussung soll dabei grundsätzlich ein Systemoptimum erreicht werden, d. h. die Verkehrsströme sollen in einer Weise beeinflusst werden, dass die Summe der Reisezeiten aller Verkehrsteilnehmer so klein wie möglich wird.

Neben den verkehrstelematischen Anzeigesystemen an den wichtigsten Entscheidungspunkten im Verkehrsnetz stellen die gesprochenen Verkehrsmeldungen im Radioprogramm sowie der Traffic Message Channel (TMC-Verkehrsfunk) weitere Wege zur kollektiven Verbreitung von Verkehrsinformationen und Umleitungsempfehlungen dar. Über den TMC werden die Informationen unter Nutzung des nichthörbaren Bereichs des Ukw-Signals in digitaler Form gesendet. Die Daten werden nach dem Alert-C-Standard codiert, der eine Liste von rund 1.400 Ereignissen enthält. Die Verkehrsteilnehmer erhalten diese Meldungen auf Endgeräten angezeigt, die diese Daten empfangen können, und im Fall von Navigationssystemen können diese Daten bei der Routenberechnung berücksichtigt werden. Da es sich bei der Ausstrahlung um ein Broadcast handelt, werden die Meldungen für einen

großen geografischen Bereich abgegeben und der Verkehrsteilnehmer (bzw. das Navigationssystem) muss die Meldungen mit Relevanz für die individuelle Route herausfiltern.

### 2.1.1.3 Kollektive Netzbeeinflussung in Hessen

In Hessen werden als Grundlage der weitestgehend automatisierten Steuerung die mithilfe des Verfahrens ASDA/FOTO berechneten streckenabschnittsbezogenen Reise- und Verlustzeiten verwendet. Diese Daten werden minütlich aktualisiert und stellen zusammen mit den vordefinierten Strategien die Entscheidungsgrundlage für die darauf aufbauenden Softwareprozesse zur automatisierten Steuerung der Netzbeeinflussungsanlagen dar. Die Strategien bestehen dabei aus den strategieauslösenden Bedingungen und den dann notwendigen Schaltmaßnahmen. Größtenteils sind diese Maßnahmen Schaltungen von Anzeigen auf den kollektiven Verkehrsbeeinflussungsanlagen. Bei den dWiSta in Hessen werden grundsätzlich für die Situationen Stau und Vollsperrung dWiSta-Strategien entwickelt, die zum Teil im Automatikbetrieb, zum Teil manuell aktiviert werden (s. Bild 2-3).

Bei den dWiSta Anzeigen werden in Abhängigkeit von den aktuellen Reisezeiten Informationen wie Reisezeitverzögerungen zusammen mit Umleitungsempfehlungen angezeigt. Für die Automatikprogramme werden minütlich die Reisezeiten für das relevante Netz ermittelt. Liegt die Verlustzeit auf einer Route über einem festgelegten Schwellenwert (z. B. 5 min), wird ein Programm geschaltet, das die aktuelle Verlustzeit auf dieser Route anzeigt. Überschreitet die ermittelte Reisezeitverzögerung einen weiteren Schwellenwert (z. B.



Bild 2-3: dWiSta mit Stauinformation, Verlustzeitanzeige und Umleitungsempfehlung

10 min), werden die Voraussetzungen zur Aktivierung der Stauprogramme mit Umleitungsempfehlung geprüft. Diese sind erfüllt, wenn der Reisezeitvergleich zwischen Normal- und Alternativroute einen Zeitvorteil für die Alternativroute ergibt. Ist die Reisezeit auf der Alternativroute zum aktuellen Zeitpunkt nicht kürzer als auf der gestörten Hauptroute oder ist die Alternativroute ebenfalls überlastet wird ein Programm mit Anzeige der Reisezeitverzögerungen auf beiden Routen geschaltet. Aus Gründen der Wahrung einer hohen Akzeptanz der kollektiven Netzbeeinflussung wird damit das Prinzip verfolgt, eine Umleitungsempfehlung nur dann zu geben, wenn weitgehend sichergestellt ist, dass die Verkehrsteilnehmer auf der Alternativroute nicht ebenfalls von Störungen betroffen sein werden.

Bei Vollsperrungen werden in der Regel Programme geschaltet, die neben der Information über den Ort der Vollsperrung eine Umleitungsempfehlung enthalten. Darüber hinaus gibt es verschiedene Sonderprogramme, z. B. für Veranstaltungen.

Die Strategieauslösung für die substitutiven Wechselwegweiser erfolgt nach einem ähnlichen Schema, lediglich die Variationen bei den Anzeigen sind durch die Beschriftung auf den Drehprismen limitiert.

Die beschriebenen regelbasierten Grundentscheidungsprozesse der Strategieauslösung werden in der praktischen Anwendung aufgrund der Überlagerung von Einflüssen verschiedener Ereignisse wie Überlastungen, Baustellen, Veranstaltungen oder Störfällen in benachbarten Netzmaschen sowohl hinsichtlich der auslösenden Bedingungen als auch der zu ergreifenden Verkehrslenkungsstrategien zum Teil sehr komplex. Daher kommt in der Verkehrszentrale Hessen ein integriertes Netzmanagementsystem zum Einsatz, das die grundsätzlich automatisierten Entscheidungsprozesse visualisiert und die Operator bei der Entscheidung über Prioritäten unterstützt.

Überschreitet eine auf Grundlage der erkannten Situation auszulösenden Verkehrslenkungsstrategie den Zuständigkeitsbereich des Landes Hessen, oder ist im umgekehrten Fall aufgrund einer Störungslage außerhalb Hessens eine Umleitungsempfehlung an einem hessischen Entscheidungspunkt sinnvoll, werden im Rahmen der länderübergreifenden Zusammenarbeit LISA<sup>1</sup> vordefinierte Strategien nach Maßgabe eines vereinbarten Ab-

stimmungsprozesses unter den jeweils betroffenen Bundesländern geschaltet. Damit ist sichergestellt, dass durchgängige, konsistente Verkehrslenkungsstrategien auf zuständigkeitsübergreifenden Korridoren ergriffen werden. Zugleich stellt das eingesetzte Verfahren ein bewährtes Kooperationsmodell für ein abgestimmtes Zusammenwirken verschiedener Beteiligten dar, bei dem die spezifischen Handlungsmöglichkeiten, Zuständigkeiten und Interessen gewahrt bleiben (vgl. Kapitel 2.2.1.2).

### 2.1.2 Individuelle Navigation

Die individuelle Navigation hat grundsätzlich das Ziel, dem Nutzer eine Fahrtroute von einem Punkt A zu einem Punkt B innerhalb eines gegebenen Verkehrsnetzes zu berechnen und damit verbundene Fahratanweisungen zu geben. Die Routenberechnung beruht dabei auf den jeweiligen Kosten, die den einzelnen Segmenten und Knoten des Netzwerkes zugeordnet sind. In diesem Sinne ist Routing die Minimierung der Kosten. Typische Attribute sind hierbei die Reisezeit, die zu der Berechnung des schnellsten Weges (unter anderem) herangezogen wird, oder die Länge des Segmentes, die die Grundlage für die Berechnung des kürzesten Weges genutzt wird. Je nachdem, welche Kosten man hierbei betrachtet, können daraus unterschiedliche Routen resultieren. Darüber hinaus gibt es noch diverse Mischformen, auf die aber nicht weiter eingegangen wird. Diese Kosten können statischer und/oder dynamischer Natur sein und auf historischen und/oder Echtzeitdaten basieren.

Aus der Auswertung der durchschnittlichen Geschwindigkeiten bzw. Reisezeiten können zu unterschiedlichen Zeitpunkten unterschiedliche Routen entstehen. Ein Beispiel für die Verteilung der mittleren Geschwindigkeit für einen Straßenabschnitt zeigt Bild 2-4.

Die Reisezeiten variieren hierbei sowohl über den Tag als auch für die jeweiligen Wochentage. Für das Routing ergeben sich daher unterschiedliche Ergebnisse, wenn man eine Route für die Rushhour oder für mittags berechnet. Ein Beispiel ist das unten abgebildete Start-Ziel-Paar, welches für das Routing zur Mittagszeit einen anderen schnellsten Weg findet als zur Verkehrshauptlastzeit (Bild 2-5).

<sup>1</sup> LISA: Länderübergreifende Initiative für strategische Anwendungen im Verkehrsmanagement/auf Verkehrskorridoren.

Die dynamischen Daten lassen sich in Echtzeit- und statistische Daten klassifizieren. Die statistischen Daten beruhen in der Regel auf historischen

Erhebungen und sind entsprechend mit einem statistischen Fehler belegt.

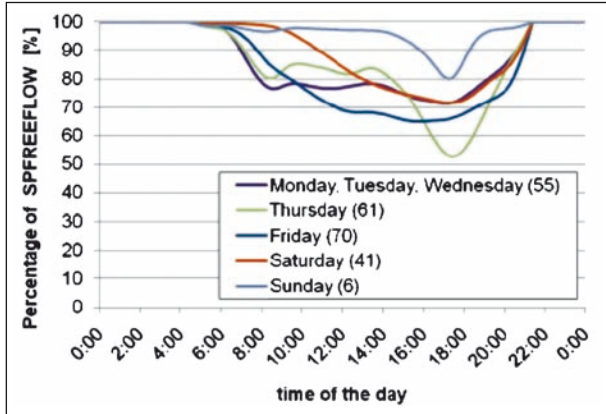


Bild 2-4: Zeitabhängige Wahrscheinlichkeiten für freien Verkehrsfluss

Die Echtzeitdaten erlauben einen detaillierten Blick auf die aktuelle Verkehrssituation auf den Straßen, wobei klassischerweise die Staumeldungen und Störungen sowie Warnungen im Vordergrund stehen. Mit fortschreitender Technologie gewinnen allerdings die Reisezeiten und Geschwindigkeiten immer mehr an Bedeutung.

Der klassische Weg, Echtzeitmeldungen bereitzustellen, basiert auf den RDS-Meldungen, die über den Rundfunk verbreitet werden. Diese klassischen Verkehrsmeldungen werden allerdings immer mehr durch die serverbasierten Dienste der Navigationsgeräte ergänzt und sogar je nach Einsatz ersetzt.



Bild 2-5: Unterschiedliche Routen je nach Tageszeit

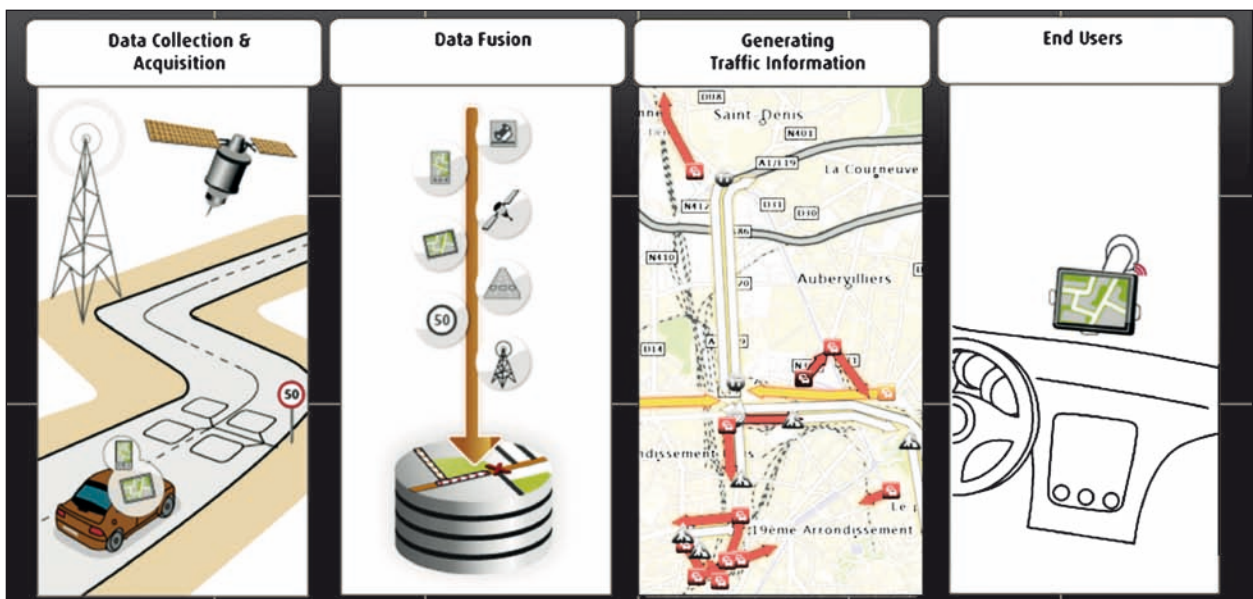


Bild 6: Generierung der Echtzeitdaten



Besonders in der Staudetektion wurden in den letzten Jahren erhebliche Fortschritte gemacht. Diese fast flächendeckenden Informationen basieren auf den Bewegungsdaten von Mobiltelefonen sowie der GPS-Informationen der mit dem Server verbundenen Navigationsgeräte. Diese übertragen in einem Intervall von wenigen Sekunden ihre Positionen und werden dementsprechend auf einem Straßenelement lokalisiert (Map-Matching), wodurch sich die Geschwindigkeit dieses Fahrzeugs auf einem Streckenabschnitt berechnen lässt. Wenn man diese mit der Freiflussgeschwindigkeit in Verbindung setzt, kann man eine Aussage über die jeweilige Stausituation treffen. In diesem Kontext sei besonders auf die Bedeutung des Datenschutzes hingewiesen; alle Daten werden anonymisiert übertragen und erlauben keinen Rückschluss auf den Nutzer, der diese Informationen abgibt.

Da die Berechnung und Versorgung mit aktuellen Reisezeiten eine kurze Latenzzeit hat, bieten sie bei der Routenkalkulation eine ziemlich genaue Sicht der Lage auf dem Straßennetz. Somit berechnet der Routingalgorithmus auch bei Störungen im Streckenverlauf dynamisch die schnellste Route.

## 2.2 Erkenntnisse aus Forschungsprojekten und Initiativen

### 2.2.1 Zuständigkeitsübergreifendes Strategiemangement

#### 2.2.1.1 WAYflow

Laufzeit: 1998 bis 2002

Im Rahmen des Projektes WAYflow wurden grundlegende Ansätze für ein zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement in der Region Rhein-Main unter Einbeziehung der Baulastträger Land Hessen und Stadt Frankfurt sowie weiterer Aufgabenträger entwickelt. Wesentliche Ergebnisse waren eine Methodik zur Strategieentwicklung und -umsetzung, ein dezentrales Organisationsmodell sowie ein Prototyp zur automatischen Entwicklung und Umsetzung von zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagementstrategien (Intermodaler Strategie-Manager ISM). Mit der prototypischen Realisierung des ISM war die Zielsetzung verbunden, sämtliche Prozesse von der Definition über die verkehrliche Bewertung bis hin zur Umsetzung und Optimierung zuständigkeitsübergreifender Strategien durch IT-Einsatz zu unterstützen.

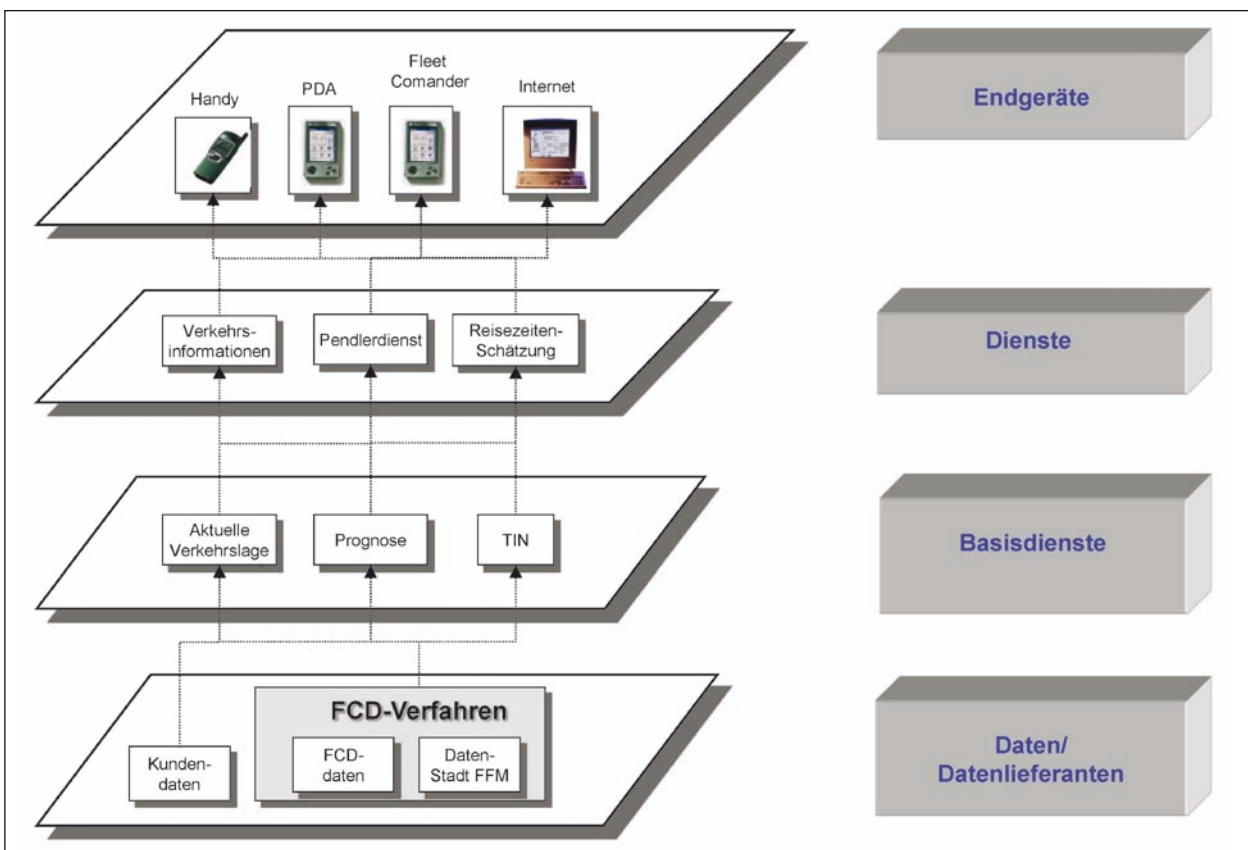


Bild 2-7: Systemkonzept „Dienste“, Feldversuch City-FCD [WAYFLOW-03]

Als ein methodisch-konzeptionelles Ergebnis von WAYflow ist der Vier-Ebenen-Ansatz des Integrierten Systemkonzepts hervorzuheben.

Dieser beschreibt im Falle der Dienste den Informationsveredlungsprozess über die Ebenen

- Daten/Datenlieferanten (z. B. Schleifendaten, FCD),
- Basisdienste (z. B. Verkehrslage, Prognose),
- Dienste (z. B. ISM/Netzmanager, Routingdienst),
- Endgeräte (z. B. dWiSta, Navigationsgerät).

Übertragen auf das gegenständliche Projekt ist festzustellen, dass die vier Ebenen auf Seiten des öffentlichen Straßenbetreibers und des privaten Navigationsdiensteanbieters heute als weitgehend unabhängig voneinander betrachtet werden können, wenngleich ein Datenaustausch auf der untersten Ebene teilweise stattfindet und durch den Mobilitätsdatenmarktplatz (MDM) künftig sicher intensiviert wird. Das Vier-Ebenen-Konzept kann für die Entwicklung von Kooperationsmodellen genutzt werden, um zu diskutieren, auf welcher Ebene ein Informationsaustausch künftig stattfinden kann und wie weit sich ein solcher Austausch auf die Konsistenz von Empfehlungen auf den verschiedenen Endgeräten auswirkt.

### **2.2.1.2 Long Distance Corridors (LDC) und Länderübergreifende Initiative für strategische Anwendungen im Verkehrsmanagement (LISA)**

Laufzeit: begonnen in 2005, seit 2008 im Regelbetrieb

Im Rahmen des von Hessen initiierten Projekts Long Distance Corridors (LDC) wurden auf den drei Korridoren West (Frankfurt – Köln), Nord (Dortmund – Hamburg) und Süd (Frankfurt – München) koordinierte länderübergreifende Verkehrsmanagementstrategien im Autobahnnetz geplant und erprobt. Ziel war es, bei größeren Störungen Umleitungsempfehlungen für den Fernverkehr zu geben. Für die Abstimmung und Aktivierung der großräumig wirkenden Netzsteuerungsstrategien zwischen den beteiligten Bundesländern kam eine Weiterentwicklung des ISM-Prototypen aus WAYflow zum Einsatz.

Die Strategieplanung einschließlich verkehrstechnischer Bewertung und Definition der Prozesse zur

Abstimmung und realen Auslösung erfolgte im Rahmen des LDC-Projekts in einem vorgeschalteten Planungsprozess zwischen den beteiligten Betreibern. Dieser Prozess mündete in die Generierung einer Strategie-Datenbank, in der sämtliche erforderliche Informationen zur Strategieanwendung in einer IT-gestützten interpretierbaren Form enthalten sind.

Im Bericht „Status und Rahmenbedingungen für IVS in Deutschland“ wird darauf verwiesen, dass eine einheitlich zu verwendende Spezifikation der Strategiebibliothek bisher nicht existiert: „Ein bundeseinheitlicher Standard/Spezifikation zu Aufbau und Inhalten der Strategiebibliotheken und zum Datenaustausch der Strategiebibliotheken zwischen den Partnern untereinander sowie ein bundeseinheitlicher Datenkatalog für das Abstimmungsverfahren und der hierfür zwischen den Partnern auszutauschenden Daten einschl. der als Maßnahmen auszulösenden Aktionen (z. B. Steuerungsbefehl an NBA-Anlagensteuerung zur evtl. automatischen Auslösung entsprechender Textanzeigen an dWiSta etc.) liegt noch nicht vor. Inwieweit die hierfür auszutauschenden Informationen in vollem Umfang evtl. durch DATEX II übermittelt werden können, ist noch zu prüfen“ [IVS-11, S. 52].

In der anschließenden Pilotphase im LDC-Projekt wurden die Strategien in Abhängigkeit der aktuellen Verkehrssituation von den beteiligten Partnern umgesetzt. Die Abstimmung von Strategien über das Internet wurde durch den Strategiemakler ermöglicht, der die folgenden Aufgaben und Funktionen wahrnimmt:

- Verwaltung des aktuellen Status der Strategien,
- Koordination der Abstimmungsprozesse zwischen den Partnern,
- Überwachung der Qualität der System-Kommunikation,
- Bereitstellung und Ausführung der webbasierten Benutzeroberfläche und
- Bereitstellung von Funktionen und Informationen für die Visualisierung der Strategien.

Für den Austausch von Informationen zum Aktivierungszustand der Strategien wurde ein XML-Schema entwickelt und angewandt. Da die Strategiebibliotheken der beteiligten Strategiemakler jeweils eine vollständige Strategiedefinition beinhalten, konnte dabei auf den Austausch von Strategiedetails verzichtet werden.

Seit 2008 wird die zuständigkeitsübergreifende Netzsteuerung in den drei Korridoren im Regelbetrieb fortgeführt und kontinuierlich weiterentwickelt. Der regelmäßige Austausch über Erfahrungen und die weitere Abstimmung künftiger Entwicklungen wird nunmehr durch die durch Hessen mobil koordinierte länderübergreifende Initiative für strategische Anwendungen im Verkehrsmanagement (LISA) gewährleistet. Im LISA-Prozess wurde unter anderem die Diskussion der Themen Stadt-Land-Kooperationen im Verkehrsmanagement, Nutzung privater Daten durch die öffentliche Hand und DATEX-II-Spezifikation für den Austausch von Strategieinformationen zwischen Zentralen und an Dritte aufgegriffen.

### 2.2.1.3 Dmotion

Laufzeit: 2005 bis 2009

Eines der wesentlichen Projektziele des Forschungsprojekts Dmotion war die Kooperation der Baulastträger Stadt Düsseldorf und Land NRW zur Optimierung des Verkehrsmanagements im Ballungsraum Düsseldorf. Dies sollte unter anderem erreicht werden durch:

- die Bereitstellung eines baulastträgerübergreifenden Verkehrslageberichts und Ableitung abgestimmter Strategien zur optimalen Nutzung von Kapazitätsreserven,
- einen Informationsverbund der Baulastträger durch dynamische Kopplung der ViD-Zentrale (Stadt) mit der VRZ (Land NRW) zur Schaffung eines durchgängigen und abgestimmten Strategie- und Informationsmanagements.

Grundlage für die Strategieentwicklung bildete die Auswertung historischer Störfälle auf Basis von MQ-Daten und RDS-TMC-Meldungen eines Jahres. Im weiteren Planungsprozess wurden die Szenarien Störung und Sperrung unterschieden. In der Detailplanung der Strategien wurden schließlich für zwölf baulastträgerübergreifende und weitere Strategien ohne gegenseitigen Abstimmungsbedarf die jeweiligen Ausprägungen definiert, einschließlich der auslösenden und verhindernden Bedingungen sowie Lösungen im Konfliktfall.

Das Kooperationsmodell von Dmotion folgte dem Ansatz gleichberechtigter Partner ohne Kompetenzabtretungen, d. h., die Hoheit über Daten und Aktorik sowie die Verantwortlichkeit für die Strategieumsetzung im eigenen Bereich blieben unbe-

rührt, eigene Analyseverfahren und Aktivierungsbedingungen konnten verwendet werden. Im Aktivierungsfall wurden vom auslösenden (aktiven) Partner Maßnahmen wie die Schaltung von dWiSta- bzw. Vario-Tafeln beim passiven Partner angefordert. Dabei blieben die konkreten Handlungen auf der Passiv-Seite dem aktiven Partner verborgen. Unter Berücksichtigung der jeweiligen Situation konnten Maßnahmen verhindert bzw. jederzeit zurückgenommen werden.

Für die Strategieumsetzung wurden zwei separate Strategiesysteme auf Landesseite und bei der städtischen Verkehrsleitzentrale mit jeweils 4 Komponenten aufgesetzt:

- regelbasierte Situationserkennung für die Strategieeinleitung,
- Workflow-System für die Koordinierung der Strategieprozesse und die Operatorinteraktion,
- Aktivitäten-Manager zur Konfliktlösung bei konkurrierenden Strategieanforderungen,
- Aktor-Verwaltung zur Überwachung der Schaltzustände und Funktionsfähigkeit der Aktoren sowie zur Umsetzung der einzelnen Schaltungen.

Um Anfragen von aktuell nicht schaltbaren Strategien zu verhindern (die Schaltbarkeit ist abhängig von der aktuellen Verkehrslage, von Störungen der Aktorik und von Konflikten mit höher priorisierten aktiven Strategien) und aktuelle Schaltungen und Schaltwünsche zu übermitteln, erfolgt ein ereignisbasierter Austausch von Maßnahmenauschlisten.

Mit Ausnahme der Verwendung von Maßnahmenauschlisten in Dmotion ist der Ansatz grundsätzlich mit dem ISM vergleichbar.

## 2.2.2 Strategiekonformes Routing

### 2.2.2.1 INVENT-Teilprojekt „Netzausgleich Individualverkehr“

Laufzeit: 2001 bis 2005

Hauptziel des INVENT-Teilprojekts „Netzausgleich Individualverkehr“ war es, die individuelle Information des Autofahrers sowie die strategische Lenkung der Verkehrsströme zu verbessern, um die zur Verfügung stehende Verkehrsinfrastruktur effizienter zu nutzen.

Untersuchungen im Rahmen des Forschungsprojekts INVENT haben gezeigt, dass individuell berechnete Routen und kollektive Umleitungsempfehlungen für eine Vielzahl untersuchter Relationen weitgehend identisch sind. Unterschiede traten insbesondere dann auf, wenn bei der Navigation Netzteile mit geringer Leistungsfähigkeit genutzt wurden. Ursächlich waren neben dem Unterschied der Optimierungskriterien zur Ermittlung der optimalen Route (System vs. Nutzer) auch die Vollständigkeit der Verkehrslageinformation.

Zur Einbindung öffentlicher Umleitungsempfehlungen in das individuelle Routing wurde das Instrument „Strategielayer“ entwickelt und eingesetzt, welches eine informationstechnische Umsetzung von Streckensperrungen und Umleitungsempfehlungen darstellt, die zur Nutzung durch die Routingsoftware geeignet ist. Im Strategielayer wurden Alternativroutenempfehlungen durch Streckenlisten abgebildet, wobei Kanten auf Umleitungsrouten mit einem Bonus und gesperrte bzw. gestörte Kanten mit einem Malus versehen wurden. Darüber hinaus wurden Auslöser definiert, sodass im Störfall der Strategielayer bei der Off-Board-Navigation berücksichtigt werden konnte.

Für die Berücksichtigung beim individuellen Routing wurden zwei Verfahren zur Routenoptimierung im Rahmen der hybriden Navigation entwickelt: das Teilnetzverfahren und das Wegepunktverfahren. Beim Teilnetzverfahren wird eine Routenempfehlung in eine erweiterte Verkehrsinformation (extended traffic message, XTM) umgesetzt und über DAB, das die Kommunikation allerdings nur in eine Richtung ermöglicht, ans Fahrzeug übermittelt, sodass dort die Routenberechnung erfolgen kann. Beim Wegepunktverfahren wird Standort und Ziel per GSM an die Routing-Zentrale übertragen. Dort wird zentral eine individuelle Route ermittelt und als Wegepunktliste ans Navigationsgerät im Fahrzeug zurückgesendet. Die Vervollständigung der Route zwischen den Wegepunkten erfolgt wiederum im Fahrzeugendgerät.

Im Ergebnis von INVENT wurde festgestellt, dass eine einfache, schnelle und konsistente Versorgung der öffentlichen Verkehrslenkungsstrategien im Strategielayer die Entwicklung und Nutzung einer entsprechenden Editierumgebung voraussetzt.

### 2.2.2.2 Dmotion

Laufzeit: 2005 bis 2009

In Dmotion wurden private Dienstleister am Informations- und Strategiaustausch beteiligt. In den Informationsaustausch waren auch private Floating Car Data (FCD) privater Anbieter zur Vervollständigung der Verkehrslage in der städtischen Verkehrsmanagement-Zentrale eingebunden. Durch „strategiekonformes Routing“ sollte die Konsistenz und Durchgängigkeit der Information bis zum Fahrzeugführer gewährleistet werden.

In Dmotion kam der Strategielayer-Ansatz aus INVENT in einer modifizierten Form zur Anwendung. Das Bonus-/Malus-Konzept zur Meidung von gestörten Normalrouten und Befolgung der Umleitungsrouten wurde beibehalten. Durch Trigger-Links, die die Ein- und Ausfahrten zu den von der Leitstrategie erfassten Netzbereichen bildeten, wurde sichergestellt, dass die Auf- und Abschlüge nur für Routenanfragen gelten, die beide Triggerkanten überfahren. Im Gegensatz zu INVENT mussten Measure- und Trigger-Links nur auf der öffentlichen Seite versorgt sein, da die Verortungsinformationen auf TMC-Basis mit übertragen wurden.

Die Einbindung der Strategien in das Routing wurde über unterschiedliche Dienste realisiert. Zum einen wurden vom Mobile Service Center (MSC) Routinganfragen über Smartphones entgegengenommen und unter Berücksichtigung von Strategielayer und der aktuellen Verkehrslage-Informationen (Geschwindigkeitsganglinien, abgeleitet aus Verkehrsdaten und Ereignismeldungen) ermittelt. Zum anderen fand eine Integration in die Fahrzeugnavigation durch BMW im Wegepunktverfahren statt. Die Übermittlung von Verkehrslage-Informationen und Routenempfehlungen an die Dienstleister wurde über eine OTS1-Schnittstelle realisiert.

Die Übernahme der Routenempfehlungen durch den Dienstleister bzw. dessen Kunden war im Projekt Dmotion freiwillig. Eine Zustimmung des Dienstleisters im Rahmen der Strategieumsetzung war nicht erforderlich.

### 2.2.2.3 AKTIV-VM

Laufzeit: 2005 bis 2009

Ziel des Teilprojekts „Netzoptimierer“ im Aktiv-Projekt „Verkehrsmanagement“ war die Entwicklung und Umsetzung kooperativer Strategien zur Netzsteuerung, die im aktiv-Testfeld Hessen für den Bereich des südhessischen Bergstraßenkorridors erprobt und evaluiert wurden. Auf Basis von historischen Verkehrsdaten wurden vorgeplante Lenkungsstrategien für die kollektive Wechselwegweisung, zur Beeinflussung der Lichtsignalsteuerung sowie für die adaptive Navigation für typische Verkehrssituationen vorbewertet. Im Anwendungsfall wurden die situationsspezifischen Strategien unter Berücksichtigung aktueller fusionierter Verkehrslagedaten in einem Verkehrsmodell zur Verkehrslagerekonstruktion und Simulation bewertet und die Strategie mit dem größten Wirkungspotenzial zur Aktivierung vorgeschlagen. Die einheitliche Netzreferenzierung auf der Informationsplattform wurde durch Verwendung von AGORA-C Georeferenzen sowie TMC-Location-codes hergestellt.

Im Teilprojekt „Adaptive Navigation“ sollte eine optimierte Routenberechnung auf Basis von aktuellen Verkehrsinformationen und Prognosedaten, aktiven Lenkungsstrategien und einer Fahrzeugwissensbasis erzielt werden. Dabei kam das Konzept des Strategielayers aus INVENT zur Anwendung. Zur Übertragung der Informationen zum Fahrzeug wurde das TPEG-Protokoll verwendet (TPEG-TFP für Verkehrsfluss- und Prognosedaten, TPEG-TEC für Verkehrsereignisse und Strategien).

In der Bewertung der Ergebnisse wurde unter Einsatz von Simulationsmodellen die Wirkung der Umlenkungsstrategien in Abhängigkeit vom Informationsmedium ermittelt. Dabei wurde festgestellt, dass bei gleichzeitiger Übermittlung der Lenkungsstrategien über Wechselwegweisung (WWW) und Navigationssysteme im betrachteten Korridor die Reduktion der Gesamtreisezeit geringer ausfallen kann, als bei ausschließlicher Anzeige der Empfehlungen auf WWW. In dem vergleichsweise stark belasteten Netz kam es in der Simulation aufgrund der höheren Befolgung der Umlenkempfehlung zur Überlastung der Alternativroute.

### 2.2.2.4 Wiki

Laufzeit: 2008 bis 2011

Im Forschungsvorhaben wiki wurden die Wirkungen von kollektiven (Verkehrsfunk, Wechselwegweisung) und individuellen Verkehrsbeeinflussungssystemen (verschiedene Ausprägungen von Navigationssystemen) auf Routenwahl untersucht. Dabei wurde auch betrachtet, wie häufig Routenempfehlungen einzelner Informationsquellen bzw. Dienste befolgt werden und wie sich eine Überlagerung unterschiedlicher Quellen auf das Befolgungsverhalten auswirkt. Es konnte nachgewiesen werden, dass die Befolgung von Verkehrsinformationen bei einem strategiekonformen Routing größer ist als bei widersprüchlichen Empfehlungen.

Aus den Erkenntnissen zu den Wirkungszusammenhängen von Verkehrsbeeinflussungssystemen leiten die Beteiligten Handlungsempfehlungen zum effektiven und abgestimmten Einsatz von Verkehrsbeeinflussungssystemen ab. Dabei wird festgestellt, dass eine hohe Qualität von Verkehrsinformationen im gesamten Wertschöpfungsprozess (Datenerhebung, Datenverarbeitung und Datenbereitstellung) die wesentliche Voraussetzung für eine hohe Nutzerakzeptanz bildet. Ferner werden eine verständliche Vermittlung von Reisezeiten und Reisezeitänderungen zur Beeinflussung der Routenwahl sowie die Nutzung von Reisezeitdaten für die Netzbeeinflussung empfohlen. Als technische Voraussetzungen für eine breite Anwendung der Einbindung kollektiver Umleitungsempfehlungen in individuellen Medien werden im wiki-Abschlussbericht die folgenden Aspekte genannt:

- „Identifikation und Versorgung der Umleitungsempfehlungen: Die zu versorgenden Umleitungen sind gemeinsam mit den für die Verkehrssteuerung zuständigen Verwaltungen zu identifizieren und die Haupt- und Umleitungsrouten geografisch zu referenzieren, z. B. TMC-Locations/WGS84-Koordinaten.
- Datenformate und Schnittstellen zum Provider: Um die allgemeine Nutzbarkeit der Routendaten durch verschiedene Systeme zu ermöglichen, muss die Datenübertragung auf bestehenden bzw. definierten Standards aufbauen.
- Physikalische Schnittstelle: Zur Bereitstellung der Informationen könnte ein Server eingesetzt werden, über den die verschiedenen Provider die Daten für die strategischen Routen abgreifen könnten.

- Kommunikationsstandards zum Fahrzeug: Für die Übertragung der Route ins Fahrzeug ist im Sinne der erforderlichen breiten Nutzbarkeit ein standardisiertes Format einzusetzen“ [WIKI-12, S. 117].

In wiki wurden darüber hinaus auch bestehende Zielkonflikte der beteiligten Akteure betrachtet. Die Betreiber von Verkehrsleitzentralen stehen demnach grundsätzlich vor der Aufgabe, Ziele des Verkehrsmanagements mit weitergehenden Anforderungen an den Verkehr in Einklang zu bringen. Die optimale Ausnutzung der verfügbaren Kapazitäten im Straßennetz zur Stauvermeidung kann dabei mit Zielen wie der Bündelung des Verkehrs auf das Hauptstraßennetz oder der Emissionsminderung in städtischen Gebieten im Widerspruch stehen. Private Dienstanbieter konkurrieren mit Lösungen, die ihren Kunden Reisezeitvorteile durch dynamisches Routing und Verkehrslageinformation ermöglichen. Wenngleich bislang die Optimierung der Genauigkeit von Verkehrsinformationen für den einzelnen Nutzer dominiert, setzt infolge der zunehmenden Marktdurchdringung mit Navigationssystemen eine Auseinandersetzung mit deren Wirkungen auf den Verkehrsablauf des Fahrerkollektivs ein. Von Autofahrern werden Verkehrsinformation zur Unterstützung eigener Erfahrungswerte über Reisezeiten und Störungsauswirkungen genutzt. Verkehrsinformation, die nicht dem persönlichen Nutzen des Autofahrers dient, würde langfristig nicht mehr nachgefragt. „Auf der anderen Seite verlangen Autofahrer jedoch nach einem zuverlässigen Verkehrsangebot, in dem Reisezeiten zu bestimmten Tageszeiten oder Wochentagen vorhersehbar sind. Dies schafft zu einem gewissen Grad Akzeptanz für Verkehrslenkungsstrategien innerhalb der Verkehrsmanagementziele“ [WIKI-12, S. 82].

### 2.2.2.5 Laufende Projekte und Initiativen

Das Verbundprojekt „Dynamics in Navigation“ (DiNav, Laufzeit: Juni 2010 – November 2012) im Rahmen des „EffizienzCluster LogistikRuhr“ fokussierte auf die Optimierung der Routenempfehlungen von Navigationssystemen. Ziel war es, einen verbesserten Dienst zur Verfügung zu stellen, der zum einen Daten aus Verkehrsprognosen und die verbleibenden freien Kapazitäten und zum anderen lokale Verkehrsinformationen, beispielsweise innerstädtische Sperrungen und die zugehörigen Umleitungsempfehlungen, berücksichtigt. Dabei sollte auch eine Rückkopplung von individuellen Leitemp-

fehlungen und kollektiven Steuerungsmaßnahmen realisiert und Verfahren zur Individualisierung und optimierten Verteilung der Routenempfehlungen entwickelt werden [DINAV-12a, DINAV-12b].

Im Forschungsprojekt „Testfeld Telematik“ in Österreich (Laufzeit: März 2011 bis März 2013) erprobt ein Konsortium bestehend aus 14 Partnern aus Forschung, Industrie und Öffentlichen Unternehmen, wie kooperative Dienste gestaltet und eingesetzt werden müssen, damit sie optimal zu mehr Sicherheit, Effizienz und umweltverträglicher Mobilität im Verkehrsnetz beitragen. Dazu werden relevante statische und dynamische Daten der Verkehrsinfrastruktur (z. B. Straßensensoren), Informationen von Betreibern von Öffentlichen Verkehrsmitteln, Straßenbetreibern und Fahrzeugen zusammengeführt und dann dem Verkehrsteilnehmer über Dienste direkt im Fahrzeug bereitgestellt. Zu den Diensten zählen unter anderem Reiseinformation und Mikro-Routing-Empfehlungen sowie Reisezeiten, Statusmeldungen und Routing-Updates [TT-12].

Das Teilprojekt „Regionales Netz“ im Themenbereich „Vernetztes Verkehrssystem“ des Forschungsprojekts UR:BAN (Laufzeit: Januar 2012 bis Dezember 2015) setzt sich insbesondere mit der Fragestellung auseinander, wie Umweltaspekte und unterschiedliche Antriebskonzepte (z. B. Diesel-Hybrid- und Elektro-Antriebe) bei der Entwicklung von städtischen Strategien und bei der Routenwahl im Fahrzeug im Rahmen eines erweiterten Verkehrsmanagements zu berücksichtigen sind [URBAN-12].

Relevante Forschungsergebnisse der drei genannten Projekte, an denen TomTom jeweils als Partner beteiligt ist, werden bei der weiteren Projektbearbeitung berücksichtigt.

Darüber hinaus befindet sich derzeit das Projekt simTD in der Feldversuchsphase. In diesem Projekt werden die Voraussetzungen für eine nachhaltige Steigerung der Effizienz und Sicherheit im Straßenverkehr durch Fahrzeug-Fahrzeug- und Fahrzeug-Infrastruktur-Kommunikation (die sogenannte C2X Kommunikation) geschaffen. In dem Projekt existiert neben der Funktion erweiterte Navigation, die Funktion Umleitungsmanagement. Die Ergebnisse dieser Funktionen können durch die Projektbeteiligten Stadt Frankfurt und Hessen Mobil im weiteren Projektverlauf entsprechend berücksichtigt werden.

## 2.3 Rahmenbedingungen

### 2.3.1 Rechtsgrundlagen und Zuständigkeiten

Maßnahmen des Verkehrsmanagements lassen sich im Wesentlichen in verkehrslenkende, -steuernde und -informierende Maßnahmen unterteilen. Die Steuerung und Lenkung des Verkehrs erfolgt im Rahmen verkehrsbehördlicher Anordnungen.

Die Umsetzung der Maßnahmen erfolgt durch den Einsatz von Polizeibeamten, die den Verkehr durch Zeichen und Weisungen regeln (§ 36 StVO), und durch Verkehrszeichen und Verkehrseinrichtungen (§ 37-43 StVO), die Rechtsnormen festlegen und Regelungen im Straßenverkehr nach sich ziehen (nach RIEGELHUTH-10b).

Die sachlichen Zuständigkeiten im dynamischen Verkehrsmanagement ergeben sich, soweit sie den Straßenverkehr betreffen, aus den rechtlichen Vorgaben, insbesondere aus der Straßenverkehrsordnung – der StVO, dem Bundesfernstraßengesetz und den Straßengesetzen der Länder.

Im Straßenverkehr nehmen auf Grund ihrer gesetzlich verankerten Zuständigkeiten die Straßenverkehrsbehörden und die Baulastträger eine zentrale Stellung im Verkehrsmanagement ein. Die Straßenverkehrsordnung – StVO einschließlich ihrer fachspezifischen Regelwerke stellt die rechtliche Grundlage für alle ordnenden und steuernden Maßnahmen für die Straßenverkehrsbehörde dar mit der Zielsetzung der Gewährleistung der Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs.

#### 2.3.1.1 Straßenverkehrsbehörden

Gemäß § 44 sind die Straßenverkehrsbehörden für den Vollzug der StVO zuständig. Gemäß § 45 StVO obliegt den Straßenverkehrsbehörden die Anordnung von Beschränkungen, Verboten bei Veranstaltungen und Umleitungen aus Gründen der Sicherheit und Ordnung des Verkehrs: „Die Straßenverkehrsbehörden können die Benutzung bestimmter Straßen oder Straßenstrecken aus Gründen der Sicherheit oder Ordnung des Verkehrs beschränken oder verbieten und den Verkehr umleiten ...“ (§ 45 StVO Abs. 1).

Bei Aufgaben des dynamischen Verkehrsmanagements ist die Straßenverkehrsbehörde demnach anordnungsbefugt. Neben den Maßnahmen, deren Befolgung durch die StVO vorgeschrieben ist, wie die Schaltung von Streckenbeeinflussungsanlagen,

sind für die vorliegende Fragestellung insbesondere die Maßnahmen, die die wegweisende Beschilderung betreffen, wie Umleitungsempfehlungen über eine Wechselwegweisung, hiervon betroffen.

Im Straßenverkehr werden daher die wesentlichen Maßnahmen der kollektiven Verkehrslenkung auf Basis von Entscheidungen der Straßenverkehrsbehörden umgesetzt. In der Regel sind dafür ausschließlich die Vorschriften der StVO maßgebend. Für die Umsetzung der Anordnungen sind die Straßenbaubehörden zuständig.

#### 2.3.1.2 Straßenbaulast und Straßenbaubehörde

„Die Straßenbaulast umfasst alle mit dem Bau und der Unterhaltung der Straßen zusammenhängenden Aufgaben. Die Träger der Straßenbaulast haben nach ihrer Leistungsfähigkeit die Bundesfernstraßen in einem dem regelmäßigen Verkehrsbedürfnis genügenden Zustand zu bauen, zu unterhalten, zu erweitern oder sonst zu verbessern; dabei sind die sonstigen öffentlichen Belange einschließlich des Umweltschutzes sowie behinderter und anderer Menschen mit Mobilitätsbeeinträchtigung mit dem Ziel, möglichst weit reichende Barrierefreiheit zu erreichen, zu berücksichtigen“ (§ 3 FStrG). Entsprechende Regelungen sind für nachrangige Straßen in den Straßengesetzen der Länder enthalten.

Die Aufgaben des Straßenbaulastträgers werden von den Straßenbaubehörden nach den gesetzlichen Vorschriften wahrgenommen. Die Aufgaben umfassen den Bau, die Unterhaltung und den Betrieb.

Im Einzelfall setzt die Straßenbaubehörde Maßnahmen nach StVO um, die Straßenverkehrsbehörde hat aber immer einen Eingriffsvorbehalt. Hierbei sind die Durchführung von Straßenbauarbeiten und die Verhütung von außerordentlichen Schäden an der Straße, die durch deren baulichen Zustand bedingt sind, von Bedeutung, da in diesen Fällen auch die Straßenbaubehörden – vorbehaltlich anderer Maßnahmen der Straßenverkehrsbehörden – Verkehrsverbote und -beschränkungen anordnen und den Verkehr umleiten können (§ 45 StVO).

Der Straßenbaulastträger ist in der Regel verpflichtet, die Anordnungen der Straßenverkehrsbehörde umzusetzen und die damit verbundenen Kosten zu tragen.

Für die Bundesfernstraßen sind die Länder im Auftrag des Bundes zuständig (Auftragsverwaltung gem. Art. 85 GG). Darüber hinaus sind die Länder für die Landesstraßen zuständig; für die übrigen Straßen sind die Landkreise, kreisfreien Städte und die Gemeinden zuständig.

### 2.3.1.3 Verkehrswarndienst

Über den Verkehrswarndienst werden in Zusammenarbeit von Polizei, Straßenverkehrsbehörden, Straßenbaubehörden, Rundfunkanstalten u. a. Verkehrsstörungen erfasst und Verkehrswarndiensten verbreitet. Die Aufgaben des Verkehrswarndienstes sind in den Rahmenrichtlinien für den Verkehrswarndienst (RVWD-00) definiert. Je Bundesland ist eine Landesmeldestelle (LMSt) als zentrale Sammel- und Ausgabestelle für akute, meldepflichtige Verkehrsstörungen (z. B. durch Verkehrsunfälle, Überlastung von Fernstraßen, außergewöhnliche und örtlich begrenzte Witterungsverhältnisse, Naturkatastrophen) eingerichtet. Aus den eingehenden Informationen über Ereignisse werden hier weitergabereife Meldungen abgefasst, die dann an die angeschlossenen Rundfunkanstalten übertragen werden.

Unterschieden wird grundsätzlich zwischen unvorhersehbaren (akuten) und vorhersehbaren Ereignissen. Als unvorhersehbar gelten u. a. Verkehrsunfälle, akute Überlastungen und außergewöhnliche Witterungsverhältnisse. Aus den aktuellen Datenbeständen der Verkehrsrechnerzentralen werden die Informationen zu Störungen in der Regel kontinuierlich und automatisiert an die Landesmeldestellen übertragen. Sie liefern auf diesem Weg den Großteil des Meldungsbestands. Darüber hinaus sind die örtlich zuständigen Polizeidienststellen meldepflichtig, in deren Bereich die Ursache für eine Verkehrsstörung liegt. Als vorhersehbar gelten alle Ereignisse, die den Verkehrsablauf voraussichtlich beeinträchtigen werden, wie Arbeiten im Straßenraum, Änderung der Verkehrsführung, Veranstaltungen, Versammlungen. Meldepflichtig hierfür sind grundsätzlich die Straßenverkehrsbehörden.

Neben der Verpflichtung, meldungsrelevante Verkehrsinformationen der LMSt zur Verfügung zu stellen, können die Beteiligten des Verkehrswarndienstes zur Wahrung der Aktualität den Meldebestand durch zusätzliche Meldungen ergänzen. Als Beispiel sind hier die Meldungen der Staumelder der

Rundfunkanstalten zu nennen. Diese nicht durch die LMSt autorisierten Quellen müssen jedoch entsprechend referenziert werden (z. B. Meldungsquelle Staumelder).

## 2.3.2 Vertragliche Regelungen zur Datenüberlassung

### 2.3.2.1 Musterdatenüberlassungsvertrag der Kommunen im Zuge des MDM

Die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) konzipierte, spezifizizierte und realisierte im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) den Mobilitätsdatenmarkt (MDM). Dieser soll als zentrale nationale Datenverteilungsplattform für Mobilitätsdaten dienen. Dazu wurden die Formate zum Datenaustausch unter Verwendung des Datex-II-Standards definiert sowie Instrumentarien geschaffen, um Daten anzubieten, zu suchen und zu abonnieren. Neben diesen IT-technischen Instrumentarien wurden aber auch organisatorische und rechtliche Bedingungen des Datenaustauschs beleuchtet. Dabei wurden unter anderem die MDM-Nutzungsbedingungen und die sogenannten Musterdatenüberlassungsverträge erarbeitet. Diese Musterverträge wurden für den kommunalen sowie für den überregionalen Bereich separat aufgestellt. Für den überregionalen Bereich existiert ein Entwurf von Hessen Mobil, der sich in Abstimmung befindet. Für den kommunalen Bereich existiert eine final verabschiedete Fassung dessen relevante Inhalte nachfolgend dargestellt sind.

Im Musterdatenüberlassungsvertrag der Kommunen (BASt-11) wurde in den „Rahmenbedingungen zur Datenüberlassung und Datennutzung“ Kriterien definiert, welche durch den Datenabnehmer bei Datenabnahme erfüllt werden müssen. Es sind in vier Kategorien folgende Bedingungen enthalten (nach BASt-11):

#### Kategorie I: Beachtung der bestehenden Verkehrsregelung

Zu unterbinden ist das

- I.1 Befahren oder die Einfahrt trotz bestehenden Verkehrsverbots für Kfz,
- I.2 Befahren oder Einfahrt entgegen bestehender Verkehrsbeschränkung,
- I.3 Wenden oder Abbiegen trotz Verbot.



## **Kategorie II: Beachtung anerkannter Regeln verkehrsmanagementvertraglicher Navigation**

Zu vermeiden ist

- II.1 das Durchfahren von verkehrsberuhigten Bereichen außerhalb der Nahorientierung, wenn Quelle und/oder Ziel mehr als 500 m vom verkehrsberuhigten Bereich entfernt sind,
- II.2 das Durchfahren von Umweltzonen außerhalb der Nahorientierung, wenn Quelle und/oder Ziel mehr als 500 m von der Umweltzone entfernt sind,
- II.3 das Durchfahren von Tempo-30-Zonen außerhalb der Nahorientierung wenn Quelle und/oder Ziel mehr als 1.000 m von der Tempo-30-Zone entfernt sind,
- II.4 die Stau-Umfahrung durch individuelles Routing auf alternativen Wegen durch überlastete Strecken.

## **Kategorie III: Übernahme aktueller (vorübergehender/dynamischer) straßenverkehrsbehördlicher Anordnungen**

Zu unterstützen

- III.1 ist die dynamische Schaltung von Alternativrouten zur gestörten Hauptroute,
- III.2 sind angeordnete Umleitungsstrecken zu einer Hauptroute bei Sperrungen.

## **Kategorie IV: Präferenz für vertragliche Routen**

Vorrang einzuräumen

- IV.1 sind Routen auf dem strategischen Netz,
- IV.2 ist dem Lkw-Vorrangnetz,
- IV.3 ist der empfohlenen Zielführung zu POI.

Zu beachten sind

- IV.4 die örtlichen Verkehrsleit- und Parkleitsysteme insbesondere bei Zufahrt zu Veranstaltungen

Der Datenanbieter kann ein Vorrangnetz seiner Gebietskörperschaft zur Verfügung stellen, das der Datenabnehmer zu beachten hat. Das alternative Routing mit Durchfahrung weniger leistungsfähiger Straßen in z. T. sensiblen Gebieten soll vermieden werden.

Die in der Kategorie III und IV genannten Bedingungen sind dabei von besonderer Bedeutung für das gegenständliche Projekt, da dort Bedingungen zur Umsetzung und Unterstützung kollektiver Verkehrsmanagementstrategien durch die Datenabnehmer bzw. Navigationsdienstleister enthalten sind. Von verschiedenen Seiten wird die Auffassung vertreten, dass diese Bedingungen nicht im Rahmen einer Datenüberlassung definiert werden sollten, sondern über andere Formen der Kooperation, um das angestrebte Ziel zu erreichen.

## **2.4 Technische Standards, Richtlinien und Hinweispapiere**

### **2.4.1 Übersicht**

Die Gestaltung der verkehrstelematischen Anlagen zur kollektiven Verkehrslenkung sowie die Planung und Ausführung von Netzbeeinflussungsstrategien sind Gegenstand verschiedener Hinweispapiere und Richtlinien, die überwiegend durch die BASt oder die FGSV erarbeitet wurden und die in der Regel – je nach Zuständigkeit – durch Allgemeine Rundschreiben des BMVBS und/oder Erlass der Obersten Landesbehörden eingeführt worden sind. Da in diesen Papieren der Stand der Technik der kollektiven Verkehrslenkung beschrieben wird, von dem aus eine Harmonisierung mit der individuellen Navigation zu betrachten ist, werden die wichtigsten Papiere in den Kapiteln 2.4.2 und 2.4.3 vorgestellt.

Der Austausch von Daten und Informationen zwischen unterschiedlichen Systemen und Systemkomponenten setzt geeignete Schnittstellen voraus, um die Daten verarbeiten und fehlerfrei interpretieren zu können. Darüber hinaus bedarf es geeigneter Georeferenzierungsmethoden, um die Daten auf die Netzmodelle der jeweiligen Akteure abbilden zu können. In den Kapiteln 2.4.4 und 2.4.5 werden die wichtigsten Standards mit Blick auf das zu bearbeitende Projekt aufgezeigt.

### **2.4.2 Kollektive Netzbeeinflussung**

#### **2.4.2.1 Richtlinien für Wechselverkehrszeichen an Bundesfernstraßen – RWVZ (Ausgabe 1997)**

Gegenstand der RWVZ ist die verkehrsrechtlich verbindliche Gestaltung von Wechselverkehrszeichen nach äußerer Gestalt und Inhalt in den verschiedenen Formen von Verkehrsbeeinflussungsanlagen. Für die Netzbeeinflussung wird die Ge-

staltung von additiven und substitutiven Wechselwegweisern beschrieben. Für die additive Wechselwegweisung werden u. a. ein Katalog unterschiedlicher Zeichentypen – unterschieden nach Inhalt und Aufstellungsort –, sowie die Ausführung in schwarzer Schrift auf weißem Grund mit der Verwendung des Delestage-Pfeils festgelegt. Für die substitutive Wechselwegweisung wird festgelegt, dass sich diese im äußeren Erscheinungsbild von der statischen Wegweisung nicht unterscheidet.

#### **2.4.2.2 Richtlinien für Wechselverkehrszeichenanlagen an Bundesfernstraßen – RWVA (Ausgabe 1997)**

Die RWVA enthalten die Hinweise zu Einsatzbereichen und Wirkungsweise sowie Festlegungen zu dem technischen Aufbau von Verkehrsbeeinflussungsanlagen. Im Zuge dessen werden auch die Netzbeeinflussungsanlagen in den Ausprägungen der additiven und der substitutiven Wechselwegweisung beschrieben. Der Systemaufbau, die Vernetzung sowie die Funktionalität der Komponenten wurden später in den aktuellen Fassungen der TLS und dem MARZ konkretisiert (vgl. Kapitel 2.4.4.1).

#### **2.4.2.3 Richtlinien für die wegweisende Beschilderung auf Autobahnen – RWBA (Ausgabe 2000)**

Da sich die Ausführung der kollektiven Netzbeeinflussungsanlagen weitgehend an den Gestaltungsgrundsätzen der statischen Wegweisung orientiert, entfalten die RWBA indirekt Wirkung auf die Anlagen zur Wechselwegweisung. In den RWBA sind u. a. Farbgebung, Abmessungen und Standorte sowie Schriftarten und Schriftgrößen, Abmessungen von Pfeilsymbolen, Nummernzeichen und grafischen Symbolen der wegweisenden Beschilderung ebenso wie die Definition der auf den Schildern anzuzeigenden Nah- und Fernziele, deren Anzeigereihenfolge und Priorisierung festgelegt. Die RWBA werden in einzelnen Bundesländern durch landesspezifische Leitfäden konkretisiert und erweitert.

#### **2.4.2.4 Dynamische Wegweiser mit integrierten Stauinformationen (dWiSta) Hinweise für die einheitliche Gestaltung und Anwendung an Bundesfernstraßen (2004)**

Mit dem allgemeinen Rundschreiben Straßenbau Nr. 20/2004 wurde das Hinweispapier „Dynamische Wegweiser mit integrierten Stauinformationen

(dWiSta) – Hinweise für die einheitliche Gestaltung und Anwendung an Bundesfernstraßen, Ausgabe 2004“ eingeführt. In den dWiSta-Hinweisen wurden Hinweise zur bundeseinheitlichen Gestaltung dieser Anlagen als Mittel zur kollektiven Netzsteuerung zusammengefasst. Die Inhalte dieses Papiers wurden seinerzeit im Wesentlichen unter Berücksichtigung praktischer Wegweisungserfordernisse und wahrnehmungspsychologischer Forschungsergebnisse erarbeitet, da zu dieser Zeit erst wenige dieser Anlagen im praktischen Einsatz waren. Derzeit werden die dWiSta-Hinweise in einer Bund/Länder-Arbeitsgruppe überarbeitet, wobei die Erkenntnisse des inzwischen fast sechsjährigen bundesweiten praktischen Einsatzes einbezogen werden sollen.

In den dWiSta Hinweisen werden die Themenfelder Hinweise zur Gestaltung, Inhalte und Wirkung, Platzierung von dWiSta im Straßennetz sowie Darstellung von Umlenkungsempfehlungen behandelt. Damit sind in diesem Hinweispapier alle wesentlichen Inhalte zur kollektiven Anzeige von Netzmanagementstrategien im strategischen Verkehrsnetz enthalten.

### **2.4.3 Strategieentwicklung**

#### **2.4.3.1 Hinweise zur Strategieentwicklung im dynamischen Verkehrsmanagement (FGSV, 2003)**

Die Hinweise zur Strategieentwicklung im dynamischen Verkehrsmanagement (FGSV-03) bereiten Forschungsergebnisse, Erkenntnisse und praktische Erfahrungen auf, um Grundlagen und Verfahrensweisen für die Entwicklung, Umsetzung und Bewertung von dynamischen Verkehrsmanagementstrategien zur Verfügung zu stellen. Dabei liegt der Schwerpunkt auf dem dynamischen Verkehrsmanagement mit zeitlich und situationsabhängig anpassungsfähigen Maßnahmen. Dabei wird grundsätzlich ein verkehrssystemübergreifender Ansatz verfolgt.

Das Hinweispapier enthält Grundlagen und Rahmenbedingungen zu Organisation, Technik, Forschung und Entwicklung, erklärt grundlegende Begriffe und zeigt die methodische Vorgehensweise bei der Erarbeitung von Strategien auf. In den einzelnen Schritten der Abgrenzung und Sektorierung des Untersuchungsgebiets, der Definition strategischer Netze und der Ermittlung der Verkehrsnachfrage werden die Grundlagen für die Strategieentwicklung dargestellt. Es werden Hinweise zur struk-

turierten Erfassung von Ereignissen und Problemen gegeben und eine Übersicht zu den verschiedenen Maßnahmenkategorien im dynamischen Verkehrsmanagement vorgelegt. Die Strategiebildung einschließlich der verkehrlichen Bewertung und Optimierung, die funktionalen Anforderungen an die organisatorischen Rahmenbedingungen, an den Datenverbund und an die Datenmodelle sind weitere Inhalte des Hinweispapiers.

Auch der als gelebte Praxis bei der Strategieentwicklung von der Verkehrszentrale Hessen angewandte Prozess der Strategieentwicklung (offline) und der Strategieumsetzung (online) ist grundlegend beschrieben.

Das Hinweispapier wurde zwischenzeitlich durch die Hinweise für die Strategieanwendung im dynamischen Verkehrsmanagement (FGSV-11) ergänzt, die die aktuellen Erkenntnisse aus der Forschung und Praxis zur Planung und Umsetzung von Verkehrsmanagementstrategien aufbereiten.

**2.4.3.2 Hinweise zu Planung und Betrieb von betreiberübergreifenden Netzsteuerungen in der Verkehrsbeeinflussung (FGSV, 2008)**

Ansatzpunkt der Hinweise zu Planung und Betrieb von betreiberübergreifenden Netzsteuerungen in der Verkehrsbeeinflussung ist der zunehmende Bedarf von Maßnahmen der Netzbeeinflussung in zuständigkeitsübergreifenden Netzmaschen. Hierzu gehören sowohl Netzsteuerungen in Ballungsräumen

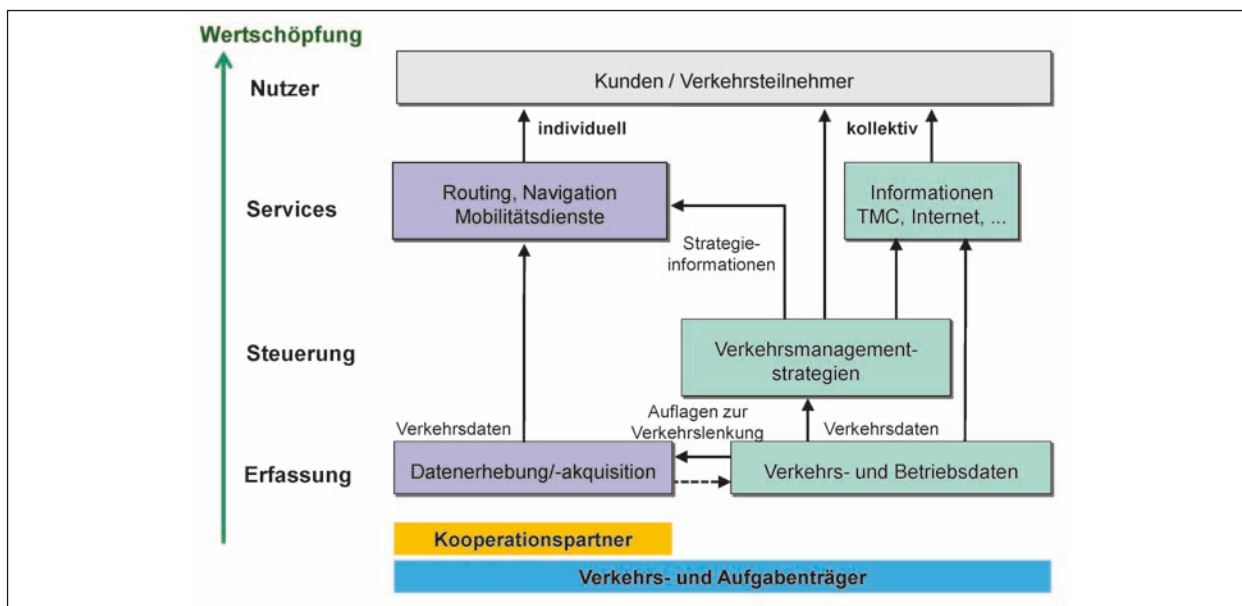
unter Einbeziehung der Autobahnen und nachgeordneter Straßen z. B. in kommunaler Baulast sowie die Netzsteuerungen über Bundesländergrenzen hinweg (LISA, vgl. Kapitel 2.2.1.2) oder Cross-Border-Management auf internationaler Ebene.

Zur zuständigkeitsübergreifenden Abstimmung der Netzsteuerungsstrategien werden in dem Hinweispapier technische Grundlagen wie Schnittstellen und Datenformate beschrieben. Darüber hinaus werden grundlegende Kooperationsformen und Organisationsmodelle, technisch-funktionale Kooperationsformen und Handlungsempfehlungen für die betreiberübergreifende Netzsteuerung aufgegriffen.

**2.4.3.3 Leitfaden Verkehrsmanagement Region Frankfurt RheinMain**

In dem 2012 von Hessen Mobil in Abstimmung mit den beteiligten Aufgaben- und Verkehrsträgern vorgelegten Handbuch Verkehrsmanagement Region Frankfurt RheinMain (HESSEN MOBIL-12) werden die Grundlagen und Verfahrensweisen für die Entwicklung und Umsetzung des zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagements in der Region Frankfurt RheinMain unter Einbeziehung der vorstehend genannten Hinweispapiere sowie aufbauend auf den seit Wayflow (Kapitel 2.2.1.1) entwickelten Strukturen und Methoden dargestellt und auf den aktuellen Stand der Technik und Anwendung fortentwickelt.

Neben den originär zuständigen Organisationen im Verkehrsmanagement werden dabei auch (private)



**Bild 2-8:** Zusammenwirken von Verkehrssteuerung und Verkehrsinformation (Quelle: RIEGELHUTH/HESSEN MOBIL-12)

Mobilitätsdienstleister betrachtet, die im Rahmen eines Kooperationsverbunds in das Verkehrsmanagement eingebunden werden können. Dies sind beispielsweise die Betreiber von Zielführungs- und Routingsystemen, Verkehrsmanagementgesellschaften, öffentliche Rundfunkanstalten bzw. Privatsender sowie Automobilverbände. Dabei könne eine Partnerschaft von der reinen Daten-/Informationsüberlassung bis hin zur Einbindung dieser Dienste in Verkehrsmanagementstrategien reichen. Eine solche Zusammenarbeit, wie sie in Bild 3-1 dargestellt ist, gewährleistet insbesondere die Widerspruchsfreiheit der angebotenen Mobilitätsdienste zu Maßnahmen der Verkehrssteuerung, weil sie die Strategien zur Lenkung und Steuerung des Verkehrs, berücksichtigt.

In der näheren Darstellung des Zusammenwirkens kollektiver Verkehrslenkung und individueller Navigation werden insbesondere die seitens der hoheitlichen Aufgabenträger als grundlegend betrachteten Anforderungen an die in Kooperationen einzubindenden Mobilitätsdienste benannt. Demnach sind bei einer Kooperation die folgenden Inhalte abzustimmen:

- die Berücksichtigung verkehrsplanerischer Ziele der Netzgestaltung sowie aktueller öffentlicher Informations- und Leitstrategien in den Informationsdiensten privater Anbieter, um der Optimierung des Gesamtsystems nicht zuwiderzulaufen,
- die Vermeidung von Widersprüchen zu öffentlichen Informationen,
- die Wahrung der Sicherheit der Endnutzer und anderer Verkehrsteilnehmer,
- die langfristige kostenfreie Grundversorgung der Endnutzer mit Verkehrsinformationen,
- die Schonung sensibler Netzbereiche über eine (dynamische) Einflussnahmemöglichkeit der Akteure auf die Netzattribute in den Navigationssystemen, z. B. über das Einführen von Strategieebenen in Navigationssystemen.

#### **2.4.3.4 Easyway-Deployment Guideline Traffic Management Plan Services for Corridors and Networks (Easyway-12), Ausgabe 2012**

Die im Rahmen der europäischen Kooperation von Straßenbetreibern EasyWay entstandenen Deploy-

ment Guidelines (DG) verfolgen das Ziel einer europäischen Harmonisierung von Maßnahmen und Diensten des Verkehrsmanagements.

Die DG Traffic Management Plan Services beinhaltet Anforderungen an das zuständigkeitsübergreifende Strategiemangement, das im Rahmen der Ausarbeitung und Anwendung von Verkehrsmanagementplänen umgesetzt wird. Konzeption und Vorgehensweise basieren dabei im Wesentlichen auf den langjährigen deutschen Erfahrungen des betreiberübergreifenden Strategiemagements und gehen insbesondere mit der Methodik der in LISA (vgl. Kapitel 2.2.1.2) koordinierten länderübergreifenden Netzsteuerung einher.

Über die grenzüberschreitende Zusammenarbeit von Straßenbetreibern hinaus nimmt die DG Traffic Management Plan Services perspektivisch die Einbindung privater Dienstanbieter und hierbei insbesondere individueller Navigationsdienste in den Blick. Daraus resultiert die Forderung, bereits von Beginn an Rundfunkgesellschaften und andere Dienstanbieter einzubinden. Private Dienstanbieter sollten in den Erarbeitungsprozess von Traffic-Management-Plänen eingebunden werden. Über Rahmenverträge zwischen öffentlichen Straßenbetreibern und privaten Dienstanbietern sollten die Voraussetzungen geschaffen werden, dass Verkehrsdaten gemeinsam genutzt werden können. Das gilt insbesondere für Rahmenverträgen mit Anbietern von Navigationssystemen, die spezielle Anforderungen und Bedürfnisse sowohl von Straßenbetreibern als auch von Navigationsdiensteanbietern berücksichtigen sollen, damit sich die Routeninformationen im Einklang mit den Traffic Management Plänen befinden.

### **2.4.4 System- und Kommunikationslösungen**

#### **2.4.4.1 TLS und MARZ**

Für den Bereich des Bundesfernstraßennetzes ist in den technischen Lieferbedingungen für Streckenstationen (TLS, aktuelle Fassung: 2002) und dem Merkblatt für die Ausstattung von Verkehrsrechnerzentralen und Unterzentralen (MARZ, aktuelle Fassung: 1999) die Architektur für Verkehrsbeeinflussungssysteme beschrieben. Auf der Ebene der Streckenstation umfasst dies sowohl die Erfassung von Verkehrs- und Umfelddaten, die Weitergabe von Schaltbefehlen an Wechselverkehrszeichen als auch die Kommunikation mit dem übergeordneten System (Unterzentrale, Verkehrsrechner-

zentrale). Die zu übertragenden Daten werden durch Kodierung beschrieben, die Daten stützen sich dabei nicht auf ein fest definiertes Datenmodell. Das MARZ liefert Vorschriften für die Aufbereitung der Daten sowie für die Ermittlung von Schaltvorschriften der Verkehrsbeeinflussungsanlagen in den Zentralen. Vorgaben im Hinblick auf den Austausch verkehrsbezogener Daten sind im MARZ nicht enthalten.

Der Arbeitskreis TLS, an dem Hersteller von Verkehrsbeeinflussungsanlagen, Ingenieurbüros, Straßenbauverwaltungen, das BMVBS und die BAST beteiligt sind, beschäftigt sich mit der Fortschreibung und Weiterentwicklung der TLS. Drei verschiedenen Untergruppen widmen sich den Themen „Neue Anwendungen“, „Übertragungstechnik“ und „Datenmodell“.

#### 2.4.4.2 DATEX II

DATEX II definiert eine standardisierte, formal spezifizierte Struktur für den Datenaustausch zwischen den Straßenbetreibern sowie zwischen den Straßenbetreibern und Dienstleistern. Der Austausch erfolgt über ein XML-Schema, wobei Informationen nach folgenden Kategorien unterschieden werden:

- Ereignisse, die sich auf Straße und Verkehrsablauf beziehen (z. B. Unfälle, Behinderungen oder außergewöhnliche Verkehrsbedingungen wie Stau),
- Betreibermaßnahmen (z. B. Straßenarbeiten oder Verkehrsbeeinflussung wie Umleitungen),
- Auswirkungen (z. B. verbleibende Kapazität oder nutzbare Fahrstreifen),
- Informationen, die sich nicht direkt auf die Straße beziehen (z. B. Informationen über Parkplätze),
- Abgeleitete/berechnete Daten (z. B. Reisezeiten oder Verkehrslage),
- Gemessene Daten, die von Anlagen oder Außenstationen direkt erfasst werden (z. B. Verkehrsdaten wie Geschwindigkeiten oder Belegungsgrad),
- Auf Wechselverkehrsschildern oder Wechseltextanzeigen angezeigte Informationen.

DATEX II verwendet auf HTTP und Web-Services basierende Austauschprotokolle und unterstützt so

eine anwendungsspezifische Weiterverarbeitung. Für die Ortsreferenzierung sind unterschiedliche Methoden, darunter TMC, TPEG-loc und geografische Koordinaten, nutzbar. Das Datenmodell von DATEX II ist flexibel erweiterbar. Für den praktischen Datenaustausch mittels DATEX II zwischen Datengeber und Datennehmer bietet es sich an, Profile zu definieren, die den Gesamtumfang des Datenschemas auf einen relevanten Ausschnitt eingrenzen und ggf. um erforderliche Erweiterungen ergänzen. Die Verwendung von Profilen reduziert den Entwicklungsaufwand auf der Datennehmerseite und kann auch dazu beitragen, bestehende Interpretationsspielräume zu minimieren.

DATEX II wird als Datenformat nativ vom MDM unterstützt. Um die Datenlieferungen über den MDM zu harmonisieren, wurden in Abstimmung mit den MDM-Nutzern für bestimmte Datenarten Profile erstellt. So ist auch für das Strategiekonforme Routing im Rahmen des MDM ein DATEX-Profil entwickelt worden.

#### 2.4.4.3 TPEG

Motivation für die TPEG-Technologie war es, ein Datenaustauschprotokoll zu entwickeln, das für die Bereitstellung multimodaler Verkehrsinformationen an Endnutzer geeignet ist. Da die digitale Ausstrahlung von Verkehrsinformationseinhalten (DAB) eine höhere Bandbreite ermöglicht, ist der übertragbare Informationsumfang von TPEG im Vergleich zu TMC höher.

Eine TPEG-Meldung besteht mindestens aus dem Message Management Container, der Steuerungs- und Verwaltungsinformationen (z. B. die Aufhebung einer vorangegangenen Meldung) enthält. Zur Übertragung von Nutzdaten müssen der applikationsspezifische Meldungscontainer (Application Container) und der Ortscontainer (Location Container) angehängt werden.

Grundsätzlich unterscheidet TPEG die beiden Profile für den Straßenverkehr (TPEG-RTM: Road Traffic Message) und für den öffentlichen Verkehr (TPEG-PTI: Public Transport Information). Für einzelne Sachverhalte von Verkehrsinformationen sind jeweils spezifische Applikationen zu verwenden, z. B. im Straßenverkehr:

- TEC – Traffic Event Compact: ereignisbezogene Informationen (z. B. Stau, Unfall, Baustellen), dabei können auch Auswirkung auf den Ver-

kehrfluss, Anweisungen an den Fahrer, Umleitungsempfehlungen und Einschränkungen für bestimmte Fahrzeugklassen gegeben werden; die TEC-Applikation deckt den Umfang der RDS/TMC-Inhalte ab und modelliert weitergehende Informationen,

- TFP – Traffic Flow Prediction: Informationen über den aktuellen und zukünftigen Verkehrszustand des Straßennetzes, die eine flächendeckende und kontinuierliche Übertragung erfordern,
- CTT – Congestion and Travel Time: Information zu Stau und Reisezeiten.

Für die Kodierung der Daten werden zwei unterschiedliche Formate unterstützt – das Binärformat und das XML-Format (mpegML). Die Inhalte beider Formate lassen sich 1:1 aufeinander abbilden.

Die Entwicklung von TPEG wird von der Traveller Information Services Association (TISA) vorangetrieben.

#### 2.4.4.4 RDS/TMC

Erfassung und Übertragung von Verkehrswarmmeldungen sind in der Rahmenrichtlinie für den Verkehrswarndienst (RVWD, aktuelle Fassung: 2000) geregelt. Die RVWD soll in Kürze entsprechend der Vorgaben auf Europäischer Ebene bezüglich der Sicherheitsrelevanz von Informationen über das „Harte Stauende“ überarbeitet werden. Die Übertragung von digitalen Verkehrswarmmeldungen im nicht-hörbaren Bereich von UKW-Signalen erfolgt über RDS/TMC. Zur Ortsreferenzierung wird eine Location Code List als Ortskatalog verwendet. Die Beschreibung der Störung erfolgt anhand eines Ereigniskatalogs, in dem konkrete Ereignisse aufgelistet sind. Orts- und Ereigniskatalog werden von der Bundesanstalt für Straßenwesen bereitgestellt.

Seit Ende 2007 wird der RDS/TMC-Standard von der TISA gepflegt.

### 2.4.5 Referenzierungsmethoden

#### 2.4.5.1 Location Code List (LCL)/TMC

Zur Ortsreferenzierung von Verkehrswarmmeldungen im RDS/TMS-Standard werden Location Codes aus der Location Code List (LCL) verwendet. Über die Location Table Number wird der nationale Bezug hergestellt und durch Angabe der

Version die jeweils zugrunde gelegt Ausgabe der LCL vermerkt. Locations sind den Kategorien Area Locations, Linear Locations und Point Locations zugeordnet. Durch Angabe eines Typs und eines Subtyps wird innerhalb der Kategorien die Charakteristik des jeweiligen Ortselementes beschrieben (z. B. Autobahnausfahrt oder Tunnel).

Die Location wird im Falle von punktuellen Gegebenheiten und Gebieten direkt referenziert, falls die Ortsreferenz durch eine Area Location oder eine Point Location beschrieben werden kann. Die Beschreibung von Straßenabschnitten erfolgt durch Angabe einer primären und einer sekundären Point Location, ggf. unter Ergänzung von Offset-Werten zur exakten Angabe der Ausdehnungsgrenzen.

Die Anzahl von Location Codes innerhalb einer Location Table ist begrenzt. Daraus resultiert eine unterschiedlich dichte Abdeckung in den verschiedenen Netzhierarchien. So sind im Autobahnnetz alle Knotenpunkte (insbesondere Anschlussstellen, Autobahnkreuze und –dreiecke) und alle Tank- und Rastanlagen sowie ausgewählte sonstige Markierungspunkte als Point Locations codiert. Im nachgeordneten Netz sind nur ausgewählte Netzknoten bzw. Markierungspunkte als Point Locations vorhanden.

DATEX II bietet die LCL-Referenzierung als eine Verortungsvariante (ALERT-C) an.

#### 2.4.5.2 TPEG-Loc

TPEG-Nachrichten enthalten Ortsreferenzen, die mit der On-the-fly-Referenzierungsmethode TPEG-Loc codiert werden. Anspruch von TPEG-Loc ist es, die Ortsreferenz sowohl automatisch verarbeiten als auch ohne das Hilfsmittel einer digitalen Karte zur Dekodierung interpretieren zu können. Dementsprechend enthält der Location Container für die Ortsreferenz einer TPEG-Nachricht die beiden Bereiche Location Coordinates (für die maschinelle Verarbeitung) und Location Descriptions (für die lesbare Darstellung).

Der Bereich Location Coordinates weist als erstes Element den Location Type Code auf, der festlegt, ob es sich um ein Gebiet, einen Straßenabschnitt oder einen Punkt handelt und welche Charakteristik dieses Objekt aufweist (z. B. Punkt abseits des Straßennetzes, der durch Koordinaten beschrieben wird). Die Struktur der nachfolgenden Elemente ist durch den Location Type festgelegt.

DATEX II bietet die Referenzierung mittels TPEG-loc als eine Verortungsvariante an.

### 2.4.5.3 AGORA-C

AGORA-C ist eine On-the-fly-Referenzierungsmethode, die im Rahmen der europäischen Projekten EVIDENCE und AGORA entwickelt worden ist. Da beim Kodieren und Dekodieren eine routingfähige Karte eingesetzt wird, können nicht nur Koordinaten (angegeben in WGS84), sondern auch zusätzliche Informationen verwendet werden, die zur Reduzierung der Fehlerquote beim Dekodieren beitragen.

Die abstrakte Basisklasse für alle Ortsreferenzen in AGORA-C heißt Dynamic Location Reference. Von dieser abgeleitet sind die Klassen Linear Location (für eine punktuelle oder lineare Ortsreferenz als Liste von Punkten), Implicit Area (für Straßennetze und Ausschnitte daraus) und Explicit Area (für Gebiete). Eine Linear Location besteht aus einer Core Location, die zur Referenzierung von Verkehrsinformationen verwendet werden kann, und beliebig vielen Extended Locations. Core Locations beinhalten einen oder mehrere Core Points, die einem der Typen Intersection Point, Location Point und Routing Point zugeordnet sind. Das Einfügen von Routing Points ermöglicht, das Dekodieren einer Ortsreferenz durch den Einsatz eines Routingalgorithmus zu verbessern.

AGORA-C enthält einen umfangreichen Regelsatz für die Kodierung und Dekodierung von Ortsreferenzen unter Nutzung der spezifischen Elemente und deren Attribute.

Die Verwendung von AGORA-C ist lizenzpflichtig.

### 2.4.5.4 OpenLR

OpenLR ist eine von TomTom entwickelte Methode zur Kodierung, Übertragung und Dekodierung von kartenunabhängigen Ortsreferenzen. Zur Kodierung und zur Dekodierung werden routingfähige Karten benötigt. Die Basis der Ortsreferenzierung bildet eine Abfolge von sogenannten Location Reference Points, die echte Knotenpunkte im Straßennetz abbilden sollen und neben einer WGS84-Koordinate folgende Attribute aufweisen:

- **Straßenklasse:** Klassifizierung der Wichtigkeit eines Straßenelements für das Routing; es sind acht verschiedene Kategorien definiert,

- **Art der Straße:** z. B. Autobahn, einbahnige Straße, Abfahrt, Kreisverkehr,
- **Himmelsrichtung:** angegeben als Winkel für den ersten Abschnitt einer definierten Länge entlang des Weges zum nachfolgenden Location Reference Point und Norden,
- **Abstand zum nächsten LRP:** Länge des kürzesten Weges zum nächsten LRP,
- **Niedrigste Straßenklasse zum nächsten LRP:** Die niedrigste Straßenklasse auf der Route bis zum nächsten LRP.

OpenLR ist als offener Standard frei verfügbar und ohne Lizenzkosten verwendbar.

OpenLR ist derzeit als Erweiterung in die Referenzierungsmethoden von DATEX II für lineare und punktuelle Verortungen eingebunden, die über die DATEX-Website abrufbar ist.

## 3 Strategisches und technisches Konzept

### 3.1 Strategisches Konzept

#### 3.1.1 Ziel und Methodik

Ziel des strategischen Konzepts ist die Erarbeitung erforderlicher nicht-technischer Rahmenbedingungen für die Kooperation und den Austausch zwischen den Betreibern kollektiver Verkehrsbeeinflussungsanlagen und den Anbietern individueller Navigationsdienste, die in den Entwurf verschiedener Kooperationsmodelle münden sollen.

Dazu bedarf es zunächst der Analyse von Erwartungen und Anforderungen aller am Prozess beteiligten Akteure. Zu diesen zählen im Wesentlichen die öffentlichen Verkehrsinfrastrukturbetreiber als Erzeuger von öffentlichen Umleitungsempfehlungen bzw. Verkehrslenkungsmaßnahmen im Rahmen von Verkehrsmanagementstrategien (Strategierouten), die Anbieter von Navigationsdiensten, die Rundfunkanstalten als Verbreiter von Verkehrsmeldungen und die Autofahrer als Informationsempfänger.

Die Analyse der Ausgangssituation, durch die der Kooperationsbedarf ermittelt werden soll, umfasst die Identifikation typischer Situationen (Fallbeispiele), in denen Strategierouten und Navigationsrou-

ten voneinander abweichen können, die Darstellung der Datengrundlagen und des Informationsangebots auf beiden Seiten und die Abschätzung der Verbesserungspotenziale, die durch den Austausch von Daten, Informationen und Strategien genutzt werden können.

Vor diesem Hintergrund werden verschiedene Kooperationsformen typisiert, hinsichtlich ihrer Randbedingungen, Einsatzkriterien, Abläufe und Konditionen beschrieben sowie einer ersten Bewertung mit Blick auf ihre Umsetzbarkeit unterzogen.

### 3.1.2 Wertschöpfungskette, Rollen und Akteure

#### 3.1.2.1 Wertschöpfungskette

Im Zentrum der Betrachtung steht der Verkehrsteilnehmer, dem in einer typischen Situation während der Fahrt eine Umleitungsempfehlung (Strategieroute) durch ein kollektives Medium und/oder eine individuelle Route auf seinem Navigationssystem (Navigationsroute) präsentiert wird. Unter der Voraussetzung, dass beide Routen dynamisch auf der Grundlage aktueller Informationen generiert und präsentiert werden, sind sie das Ergebnis einer komplexen Wertschöpfungskette.

Die vereinfachte und idealisierte Wertschöpfungskette zur Erzeugung einer Strategieroute bzw. Navigationsroute, die zur Grundlage der weiteren Betrachtungen herangezogen wird, beinhaltet eine Vielzahl von Prozessschritten, die sich gruppieren lassen in:

- Datenerfassung,
- Datenverarbeitung,
- Informationserstellung

sowie zugeordneten Teilschritten, die in Abhängigkeit von technischen Rahmenbedingungen verschieden gegliedert sein können.

Unter Datenerfassung werden je nach Datenart unterschiedliche Schritte der Datenerfassung oder Datengenerierung zusammengefasst. Die Datenverarbeitung fasst die Prozessschritte zur Aggregation, Fusion, Aufbereitung und Analyse einschließlich zuzuordnender Maßnahmen der Qualitätssicherung und des Monitoring zusammen. Unter Informationserstellung wird die zweckorientierte Datenauswahl, die Berechnung und die Präsentation eines Ergebnisses verstanden, an deren Ende im konkreten Fall eine Strategieroute bzw. eine Dienstleistung in Form eines individuellen Routings stehen.

Ein Beispiel für die Darstellung der Wertschöpfungskette zeigt Bild 3-1.

#### 3.1.2.2 Aktivitäten, Akteure und Rollenmodell

Die Durchführung jeder einzelnen Aktivität entlang der Wertschöpfungskette umfasst die Erstellung einer Leistung (d. h. Entscheidung über die Eigenschaften der Leistungen, deren Gestaltung sowie der Einhaltung bestimmter Qualitätsmerkmale) sowie die Bereitstellung der Leistung für einen oder mehrere Abnehmer.

Grundsätzlich lassen sich aus der in Kapitel 3.1.2.1 dargestellten Wertschöpfungskette vier Aktivitäten (Rollen) ableiten: Datenerfasser, Datenprovider, Serviceprovider und Nutzer. Die Aufgaben können von einem oder mehreren Akteuren ausgeübt werden. Sollte eine Aufgabe von mehreren Akteuren wahrgenommen werden, stehen diese mit ihrem Angebot im Wettbewerb zueinander.

Unter einem Akteur wird eine organisatorische Einheit verstanden, die mit bestimmten Ressourcen ausgestattet ist und bestimmte Ziele verfolgt. Innerhalb eines Wertschöpfungsprozesses können sie Anbieter oder Empfänger einer Leistung sein. Öffentliche Verkehrsinformationen bzw. Verkehrslenkungsstrategien und private Navigationsdienst-

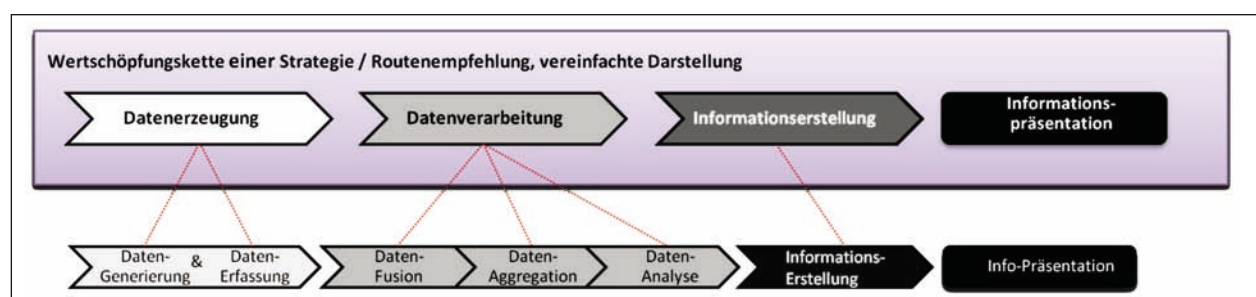


Bild 3-1: Vereinfachte Darstellung der Wertschöpfungskette einer Strategieroute/Navigationsroute



leistungen werden von mehreren Akteuren angeboten bzw. nachgefragt. Für die vorliegende Fragestellung kann die in Tabelle 3-1 angegebene Abgrenzung vorgenommen werden.

In der Auflistung ist erkennbar, dass Akteure auch mehrere Funktionen wahrnehmen können. Die Auflistung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit; der Markt entwickelt sich immer weiter.

Da die Akteure entlang der Wertschöpfungskette unmittelbar miteinander in Interaktion treten, existieren Beziehungen zwischen den Akteuren. Die auf die Prozessschritte bezogenen Aktivitäten und ihre Interaktionen sind Bestandteil eines sogenannten Rollenmodells. Eine vereinfachte Darstellung des Rollenmodells für die Erzeugung öffentlicher Strategierouten und individueller Navigationsrouten beinhaltet Bild 3-2.

Aktivitäten (Rollen)	Wahrnehmung durch Akteure	Akteursgruppe
<b>Datenerzeuger</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪Verkehrsinfrastrukturbetreiber</li> <li>▪Straßenverkehrsbehörden</li> <li>▪Polizei</li> <li>▪Navigationsdienstanbieter</li> <li>▪Automobilhersteller</li> <li>▪Flottenbetreiber</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>öffentliche Institutionen</li> <li>.....</li> <li>private Dienstanbieter</li> <li>.....</li> </ul>
<b>Datenprovider</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪Verkehrsinfrastrukturbetreiber</li> <li>▪Landesmeldestellen</li> <li>▪Navigationsdienstanbieter</li> <li>▪Automobilhersteller</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>öffentliche Institutionen</li> <li>.....</li> <li>private Dienstanbieter</li> <li>.....</li> </ul>
<b>Serviceprovider</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪Verkehrsinfrastrukturbetreiber</li> <li>▪Rundfunkanstalten</li> <li>▪Navigationsdienstanbieter</li> <li>▪Informationsdienstanbieter</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>öffentliche Institutionen</li> <li>.....</li> <li>Rundfunkanstalten</li> <li>private Dienstanbieter</li> <li>.....</li> </ul>
<b>Nutzer</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪Verkehrsteilnehmer</li> <li>▪Logistikunternehmen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verkehrsteilnehmer</li> <li>andere Nutzer</li> </ul>

Tab. 3-1: Aktivitäten (Rollen) und deren Wahrnehmung durch Akteure

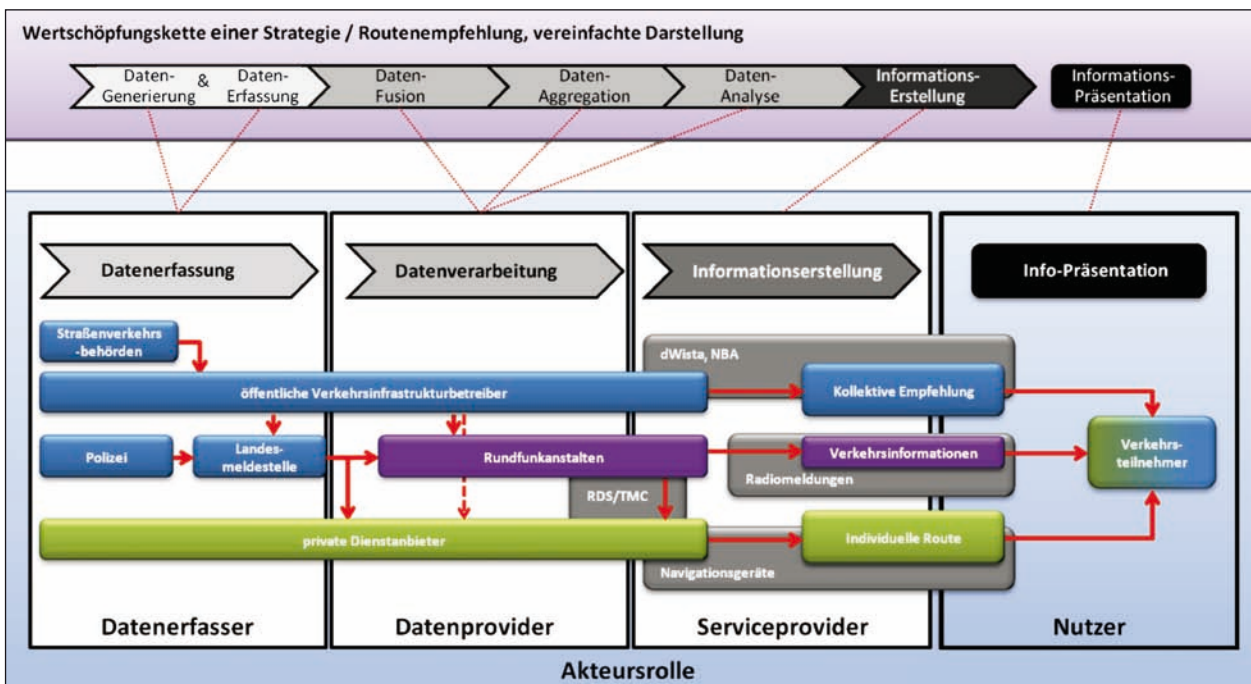


Bild 3-2: Wertschöpfungskette und vereinfachtes Rollenmodell für die Erzeugung einer Strategieroute (kollektive Empfehlung) bzw. einer Navigationsroute

### 3.1.2.3 Spezifische Interessen der beteiligten Akteursgruppen

Die Rollen, die die verschiedenen Akteure im Wertschöpfungsprozess einnehmen, sind von deren originären Zielvorstellungen und Interessenslagen geprägt. Aus diesen allgemein orientierten Zielvorstellungen leiten sich konkrete Anforderungen an eine Kooperation ab, die später zu betrachten sind.

Für die wichtigsten Akteursgruppen lassen sich auf Grundlage der rechtlich vorgegebenen Aufgaben und Zuständigkeiten, der jeweiligen Zielstellungen der Geschäftstätigkeit, empirischer Erkenntnisse sowie der Ergebnisse von Gesprächen mit den Akteursgruppen die folgende Interessenslagen beschreiben:

Das Ziel jeder Akteursgruppe ist die bestmögliche und langfristige Sicherung ihres eigenen Erfolgs. In einem abstrakten Erfolgsverständnis wird vom Erfolg als „Grad der Zielerreichung“ gesprochen (vgl. NÖCKER-99, S. 53). Die öffentlichen Institutionen sind dadurch gekennzeichnet, dass sie bestimmte öffentliche Aufgaben, darunter Hoheitsbefugnisse, wahrnehmen, die der Umsetzung des öffentlichen Interesses als Gemeininteresse dienen. Verkehrlich gesehen steht hier eine Optimierung des Gesamtverkehrssystems unter Berücksichtigung bestimmter gesellschaftlicher Wertvorstellungen und verkehrspolitischer Zielstellungen im Mittelpunkt, wobei in jedem Fall die Verpflichtung zur Förderung und Sicherstellung der Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs besteht. Die privaten Akteure verfolgen eigennützige, vor allem ökonomische Zielsetzungen. Unter wettbewerblichen Bedingungen orientieren sich diese primär an der Befriedigung der Interessen der eigenen Kunden, d. h. im verkehrlichen Sinn an dem Erreichen des so genannten „Nutzeroptimums“.

Die Verkehrsteilnehmer sind grundsätzlich an kurzen und verlässlichen Reisezeiten, einer störungsfreien Fahrt, und kurzen Fahrtstrecken im Sinne der Aufwandsminimierung interessiert. Zur Verringerung des Planungsaufwands und für zielgerichtete Entscheidungen sind situationsgerechte und verlässliche Informationen von Bedeutung, zu denen auch Hinweise und Empfehlungen über geeignete Routen gehören. Aufgrund der Dynamik des Verkehrsgeschehens kommt der Verfügbarkeit solcher Informationen in der Nähe der Entscheidungspunkte eine besondere Bedeutung zu. Dies erklärt den Erfolg mobiler Navigationssysteme und stellt gleichzeitig hohe Anforderungen an die räumliche

Verfügbarkeit kollektiver Systeme des Verkehrsmanagements.

Öffentliche Verkehrsinfrastrukturbetreiber sind an die Erfüllung ihrer gesetzlichen Aufgaben gebunden, die im Straßenrecht und im Straßenverkehrsrecht festgelegt sind. In Bezug auf die Aufgabe der Verkehrssteuerung und des Verkehrsmanagements steht die Gewährleistung der Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs im Mittelpunkt, flankiert von Anforderungen an die Reduzierung unerwünschter Auswirkungen auf die Umwelt sowie der Maßgabe eines wirtschaftlichen Umgangs mit öffentlichen Mitteln. Für die vorliegende Aufgabenstellung sind hierbei insbesondere relevant

- die Reduzierung des Risikos und der Auswirkungen von Verkehrsstörungen unter Ausnutzung vorhandener Kapazitäten,
- die Vermeidung von überlastungsbedingten Unfallrisiken,
- der Schutz sensibler Netzbereiche, wobei sich die Sensibilität in der Regel aus Schutzgütern wie Gesundheit und Umwelt ergibt.

Öffentliche Verkehrsinfrastrukturbetreiber erwarten, dass durch harmonisierte Routeninformationen, d. h. durch den Abgleich von öffentlichen und privaten Routenempfehlungen, die Sicherheitsrisiken als Folge einer geringeren Verunsicherung durch sich widersprechende Angaben reduziert werden können. Darüber hinaus wird erwartet, dass der Wirkungsgrad von Verkehrslenkungsmaßnahmen gesteigert werden kann, weil die Zuverlässigkeit der Information und damit die Akzeptanz der öffentlichen Strategien erhöht werden kann. Bei einem Routenabgleich kann außerdem erwartet werden, dass insbesondere bei hohem Verkehrsaufkommen die für den Verkehrsteilnehmer bestmögliche Route gewährleistet wird.

Ähnlich gelagert sind die Grundlagen – rechtlich verbindliche Aufgaben – und abgeleiteten Zielstellungen anderer öffentlicher Akteure wie Straßenverkehrsbehörden, Polizei und Landesmeldestellen, bei denen insbesondere die Gewährleistung der Verkehrssicherheit im Mittelpunkt steht.

Das Hauptinteresse von privaten Diensteanbietern ist vor allem der wirtschaftliche Erfolg, der sich im Wesentlichen über eine Erfüllung der Kundenerwartungen einstellt. Dabei entsprechen die Kundenerwartungen den oben genannten Zielen der Verkehrsteilnehmer, wobei hier eine wichtige Rolle

spielt, den eigenen Kunden einen Vorteil gegenüber anderen Verkehrsteilnehmern zu verschaffen und somit bessere Leistungen im Vergleich zu ihren Mitbewerbern anbieten zu können. Interesse an einer aktiven Mitwirkung an einer Harmonisierung von öffentlichem Verkehrsmanagement und individuellen Navigationsdienstleistungen kann daher insbesondere dann unterstellt werden, wenn die Qualität der eigenen Dienstleistungen in der Wahrnehmung des Kunden verbessert werden kann.

Auch Rundfunkanstalten generieren einen Teil ihres wirtschaftlichen Erfolgs durch die Erfüllung der Hörererwartungen, zu denen – wiederum orientiert an den Interessen der Verkehrsteilnehmer – die Bereitstellung aktueller und verlässlicher Verkehrsinformationen gehört. Dies gilt sowohl für private Rundfunkanbieter wie auch für öffentlich-rechtliche Rundfunkanstalten, bei denen neben der Maßgabe wirtschaftlichen Erfolgs auch ein gesetzlich definierter Programmauftrag zu erfüllen ist. Rundfunkanbieter sind an einer hohen Qualität der Informationen, die sie insbesondere im gesprochenen Wort verbreiten, interessiert, da dieses Merkmal eine große Bedeutung in der Kundenwahrnehmung genießt. Über die Bindung an die Rahmenrichtlinie für den Verkehrswarndienst (RVWD), der die öffentlich-rechtlichen Rundfunkanstalten direkt unterliegen, die aber auch den privaten Rundfunkanbietern als verbindlicher Handlungsrahmen dient, sind Rundfunkanstalten dem Ziel der Erhöhung der Verkehrssicherheit verpflichtet und bei der Verbreitung von Verkehrsinformationen an bestimmten Prozesse und Inhalte gebunden. Aus der Annahme, dass die Harmonisierung von öffentlichem Verkehrsmanagement und individueller Navigation zu einer höheren durch den Verkehrsteilnehmer wahrzunehmenden Qualität von Umleitungs- und Routingempfehlungen führt, leitet sich das Interesse der Rundfunkanstalten an einer Beteiligung und Mitwirkung an einer solchen Kooperation ab.

### 3.1.3 Anforderungen aus Betreiber-, Dienstleister-, Rundfunk- und Fahrersicht

Die Anforderungen der beteiligten Akteure an die Ausgestaltung einer Kooperation zwischen öffentlichen Verkehrsinfrastrukturbetreibern und privaten Navigationsdienstleistern mit dem Ziel einer Harmonisierung kollektiver und individueller Routenempfehlungen leiten sich aus den jeweiligen Verantwortlichkeiten und Interessenlagen ab, die be-

reits in Kapitel 3.1.2.3 dargestellt wurden. Diese werden von den bestehenden Rahmenbedingungen beeinflusst.

#### 3.1.3.1 Anforderungen seitens der öffentlichen Verkehrsinfrastrukturbetreiber

Die Anwendung von strategischem Verkehrsmanagement und die dafür erforderliche technische Ausstattung sind bei den öffentlichen Infrastrukturbetreibern auf den verschiedenen Netzebenen (Kommunen und Bundesländer) sehr unterschiedlich. Die Rahmenbedingungen für das Verkehrsmanagement sind in den verschiedenen Städten aufgrund ihrer Größe und Struktur sehr heterogen.

Während im BAB-Netz auf stärker belasteten Abschnitten durch die hohe Detektionsdichte in der Regel bereits sehr gute Kenntnisse der über die Verkehrslage vorliegen, fehlen diese in vielen Kommunen oder sind nur im begrenzten Umfang verfügbar. Verkehrslenkungsempfehlungen innerhalb des BAB-Netzes können somit auf einer abgesicherten Entscheidungsgrundlage gegeben werden.

In die Aufbereitung der Anforderungen an eine Kooperation mit privaten Navigationsdienstleistern sind Meinungsbilder aus der LISA-Gruppe<sup>2</sup> und ausgewählten Städten eingeflossen. Folgender Kooperationsbedarf wird gesehen:

- Gewährleistung einheitlicher und aktueller Kartengrundlagen auf privater Seite, insbesondere bei baulichen und ordnungsrechtlichen Änderungen wie Tunnelfreigabe, Beschränkung der nutzbaren Brückenhöhe und Brückenlast, Einrichtung von Tempo-30-Zonen, Festlegung eines Lkw-Führungsnetzes, navigationstaugliche POI-Aufbereitung (z. B. Parkflächen oder Veranstaltungsareal statt VIP-Zufahrt an Veranstaltungsorten),
- Verbesserung und damit Harmonisierung bei der Bild der Verkehrslage durch (bidirektionalen) Informationsaustausch unter Berücksichtigung bestehender Leistungsreserven im Netz und der erwarteten Dauer von Störungen,
- Vermeidung von Routingkonflikten.

<sup>2</sup> LISA: Länderübergreifende Initiative für strategische Anwendungen im Verkehrsmanagement/auf Verkehrskorridoren (zu weiteren Informationen s. Kapitel 2.2.1.2).

Dabei werden von kommunaler Seite insbesondere die folgenden Anlassfälle benannt:

- Unfallstörungen, Baustellenstörungen (auch spontane Baustellen),
- Veranstaltungen, insbesondere Messe (mit hohem Verkehrsaufkommen und besonderen Verkehrsführungen),
- Anordnung von Verkehrsbeschränkungen (Lkw-Beschränkung, Verkehrsnetzänderung), Navigation vornehmlich auf „Vorrangnetz“, frühzeitiges Um-Routen (vor Erreichen der Kapazitätsgrenze),
- dynamische Kapazitätsänderungen (z. B. Freischalten von Sonderspuren),
- Verdrängungseffekte von der Autobahn vermeiden,
- geänderte Verkehrsführung (aktivierte Strategie), Wechsel der Verkehrsrichtung, geänderte Abbiegeverbote/-gebote, (von Belegung abhängige) Führung zu (temporären) Parkflächen an Veranstaltungsarealen.

Von städtischer Seite werden folgende Anforderungen an eine Kooperation mit privaten Navigationsdienstleistern genannt:

- einfache Prozesse, geringe Kosten bei gesicherter Finanzierung, möglichst keine Mehrbelastung für das Personal,
- Standard für automatisierten Datenaustausch erforderlich,
- Verfahren und Schnittstellen müssen intern durchsetzbar sein,
- geeignete Kartenreferenzierung und diesbezüglich zuverlässiger Datenaustausch,
- Routingmethoden sollten transparent sein.

Die Einführung und Umsetzung von Kooperationsmodellen sollten aus Sicht der kommunalen Akteure durch bundesweite Harmonisierungen unterstützt werden. Die folgenden Aspekte wurden benannt:

- Datenübermittlungs-Standards (Herstellerunabhängigkeit),
- Standard für Geo-Referenzierung,
- Nutzung des MDM,
- einheitliche Regelung über Deutschen Städte-tag, z. B. durch Datenüberlassungsvertrag.

Aus den aufgezeigten Anforderungen wird deutlich, dass der Austausch von Verkehrslenkungsmaßnahmen nur einen Teil des in einer Kooperation zu leistenden Informationsaustauschs zwischen öffentlichen Betreibern und privaten Anbietern darstellt. Bisher existieren auf kommunaler Ebene vielfach noch gar keine datentechnisch aufbereiteten Lenkungsstrategien; in großen Städten wie Berlin bietet das Netz für explizite Lenkungsempfehlungen in der Regel keine ausreichenden Kapazitäten, weshalb allenfalls eine weiträumige Umfahrung empfohlen werden kann. Die Bereitstellung und Umsetzung von Strategierouten sollte daher aus kommunaler Sicht nicht den Kern eines Kooperationsmodells bilden, vielmehr sollte es bereits an den Grundlageninformationen ansetzen. Eine vergleichbare Einschätzung wurde auch auf Länderebene gegeben, wobei nicht zuletzt wegen der limitierten Auswahl von Fernzielen bei Lenkungsempfehlungen über dWiSta individuellen Empfehlungen ein größerer Spielraum eingeräumt wird.

### 3.1.3.2 Anforderungen seitens der privaten Navigationsdienstleister

Navigationsdienste binden unterschiedliche Arten von Verkehrsinformationen ein: neben kostenfrei verfügbaren Meldungen des Verkehrswarndienstes werden zum Teil aus den Fahrzeugen übermittelte „Live-Daten“ zur Ermittlung individueller Routen herangezogen<sup>3</sup>. Unterschiede in der Qualität (Vollständigkeit, Aktualität, Korrektheit) der Datengrundlagen sowie in der weiteren Verarbeitung und Bewertung bei der Ableitung von Empfehlungen können zu Widersprüchen zwischen öffentlichen Lenkungsempfehlungen und der optimalen Route des Navigationsdienstes führen. Vor diesem Hintergrund sind aus Sicht der Navigationsdienstleister die folgenden Fragen im Rahmen eines Kooperationsmodells zu klären:

- Welche Qualität haben Routenempfehlungen (und die zugehörigen Entscheidungsgrundlagen) der öffentlichen Infrastrukturbetreiber?
- Wie werden Routen auf den verschiedenen administrativen Ebenen abgestimmt, um Wider-

<sup>3</sup> Einige private Rundfunkanstalten strahlen beispielsweise den Dienst „Navteq Traffic“ (früher: TMCpro) aus, der sich unter anderem auf FCD-Daten abstützt. Der TomTom-Dienst HD Traffic ermittelt auf Basis von FCD-Daten aktuelle Reisezeiten, die Eingang in das individuelle Routing auf entsprechenden Endgeräten finden.

sprüchlichkeiten zwischen Empfehlungen der öffentlichen Hand zu vermeiden?

- Gibt es Gründe, dass Nutzer eine Route wählen sollen, die voraussichtlich länger dauert? Bedarf es dazu der Schaffung von Anreizen?

Unter dem Aspekt, einen Navigationsdienst wirtschaftlich erfolgreich anzubieten und sich im Wettbewerb von den Mitbewerbern abzuheben, bestehen für den privaten Navigationsdienstleister Optimierungspotenziale bei der Einbindung von Informationen über geplante Einschränkungen innerhalb des Verkehrsnetzes (z. B. Baustelleninformationen, Events, Sperrungen). Als technische Anforderungen sind zu nennen:

- geringe Latenzzeiten bei der Informationsverarbeitung, abhängig vom Ereignis,
- gesicherte Informationsübertragung (Verhinderung von Ausfallzeiten),
- Nutzung einheitlicher/standardisierter Schnittstellen zur Einbindung externer Informationen (Protokolle, Austausch- und Netzreferenzierungsverfahren sind vorhanden).

### 3.1.3.3 Anforderungen seitens der Rundfunkbetreiber

Wie in Kapitel 3.1.2.3 dargestellt, bilden Verkehrsnachrichten einen wichtigen Bestandteil im Gesamtangebot der Rundfunkstationen, das an den Erwartungen der Hörer ausgerichtet ist. Einer hohen Qualität der Verkehrsinformationen wird dabei große Bedeutung beigemessen. Verschiedene Rundfunkanstalten betreiben daher eigene Verkehrsredaktionen, die die öffentlichen Verkehrsmeldungen anhand von Informationen aus weiteren Quellen, z. B. Staumelder und Hörer-Feedback, validieren und ergänzen.

Vor dem Hintergrund der Etablierung des digitalen Rundfunks und der bevorstehenden Überarbeitung der Richtlinie für den Verkehrswarndienst sind strategische Überlegungen der Rundfunkanbieter bzgl. der künftigen Verbreitung von Verkehrsinformationen bei der Entwicklung eines Kooperationsmodells zwischen öffentlichen Verkehrsinfrastrukturbetreibern und privaten Navigationsdiensteanbietern zu berücksichtigen. Die höhere Datenrate des Digitalradios und die bessere Abbildbarkeit von Verkehrsereignissen auf lokale Netze mit TPEG im Vergleich zu RDS-TMC schaffen die technischen Vorausset-

zungen dafür, auch regionale und lokale Informationen hin zum Navigationsendgerät zu verbreiten.

Grundlegende Anforderungen sind daher:

- Entgegennahme aktueller, zuverlässiger Informationen,
- Verwendung einheitlicher, standardisierter Schnittstellen.

### 3.1.3.4 Anforderungen seitens der Fahrzeugführer

Fahrzeugführer treffen Entscheidungen zur Routenwahl auf Basis eigener Erfahrungen, akuter Wahrnehmungen des Verkehrsgeschehens sowie aktueller Informationen und Empfehlungen aus Rundfunk, Navigationsdienst und Anzeigetafeln im Straßenraum. Der Abwägungsprozess ist individuell verschieden und richtet sich nach den persönlichen Präferenzen. Grundsätzlich tragen deckungsgleiche Informationen zu mehr Glaubwürdigkeit und damit auch zu einer stärkeren Befolgung bei (vgl. WIKI-12).

Folgende Forderungen werden vom Fahrzeugführer an den Informationsaustausch zwischen öffentlichen Verkehrsinfrastrukturbetreibern und privaten Navigationsdienstleistern gestellt:

- frühzeitige, zuverlässige und widerspruchsfreie Information über Störungen, einschließlich Ursache und Auswirkung, und geeignete Ausweichrouten,
- transparente Information über die Vorteilhaftigkeit empfohlener Alternativen,
- Optimierung der Reisezeit und Strecke bei der Navigation,
- zuverlässige Planbarkeit der Reisedauer und Ankunftszeit,
- sichere Reise durch Warnung vor Gefahren und Behinderungen,
- Entlastung von Entscheidungen/Unsicherheiten,
- einfache Bedienbarkeit und Interpretation des Dienstes (darunter: Auswahl von Routingkriterien).

### 3.1.4 Abgrenzung der Problemlage

Zur Eingrenzung der Fragestellung und zur Fokussierung auf die Problemlage sind die Fälle zu identifizieren, für die ein Handlungsbedarf zur Harmoni-

sierung des öffentlichen Verkehrsmanagements und der individuellen Navigation überhaupt besteht.

Die Analyse des Problemfelds ergibt, dass bei einem Vergleich der Routenempfehlungen von öffentlichen Infrastrukturbetreibern und privaten Dienstleistern drei Konstellationen entstehen können:

- (1) Die individuelle Navigationsroute und die öffentliche Empfehlung stimmen überein. Aufgrund von Erfahrungswerten besteht die Erwartung, dass dies in den meisten Fällen, in denen öffentliche Umleitungsempfehlungen gegeben werden, der Fall ist<sup>4</sup>, insbesondere wenn die Datengrundlage vergleichbar ist.
- (2) Die individuelle Navigationsroute und die öffentliche Empfehlung stehen zueinander im Widerspruch.
- (3) Es werden keine öffentlichen Empfehlungen ausgesprochen. In diesem Fall gibt es Routeninformationen ausschließlich über Navigationssysteme; ein Widerspruch kann nicht entstehen. Ungeachtet dessen können auch in diesen Fällen Konflikte zwischen individueller Navigation und dem öffentlichen Verkehrsmanagement entstehen, wenn z. B. geschützte

Bereiche, mit zusätzlichem Verkehr belastet werden.

Tabelle 3-2 zeigt in einer Übersicht diese drei Konstellationen, denen mögliche Ursachen zugeordnet sind.

Die Ereignisse, bei denen die individuelle Navigationsroute und die öffentliche Empfehlung im Widerspruch zueinander stehen, werden als Ansatzpunkte im Projekt betrachtet:

- (a) die Navigationsroute und/oder die öffentliche Empfehlung beruhen auf fehlenden oder fehlerhaften Daten;
- (b) Unterschiede in Zielsetzungen – im Wesentlichen die Differenz zwischen dem Nutzeroptimum und dem Systemoptimum – führen zu unterschiedlicher Bewertung der Situation und abweichenden Empfehlungen.

Lösungsansatz für Fälle gemäß (a) ist eine Verbesserung der jeweiligen Datengrundlage, die durch eine Übernahme von fehlenden Daten in einer Datenkooperation erreicht werden kann. Es besteht für diese Fälle die Erwartung, dass auf einer vergleichbaren Datengrundlage die Widersprüche beseitigt oder verringert werden können, zumindest aber auf die Abweichungen reduziert werden, die sich aus unterschiedlichen Zielstellungen der Optimierung ergeben (Fall (b)).

Der Fall (b) liefert den Ansatzpunkt für eine Kooperation zur Harmonisierung der Routenempfehlungen auf dem Weg einer Bereitstellung und Verarbeitung von öffentlichen Strategien in der Navigation. Dies führt zu einer Strategiekooperation, deren Einsatzbereiche, Grundlagen und Ausgestaltung Gegenstand der folgenden Konzeptentwicklung sind.

<sup>4</sup> Im Rahmen einer Voruntersuchung zur Validierung wird untersucht, wie der Routingalgorithmus im Fall von realen Situationen, in denen Umleitungsempfehlungen über dWiSta gegeben wurden, reagiert hat/hätte und ob und in welchem Maß es zu Abweichungen gekommen wäre. Aus dem Ergebnis dieser Untersuchung können Anhaltspunkte gewonnen werden, in welchem Maß das für die vorliegende Aufgabenstellung postulierte Problem der Nichtübereinstimmung überhaupt gegeben ist.

Individuelle Navigationsroute und öffentliche Empfehlung stimmen überein	Individuelle Navigationsroute und öffentliche Empfehlung stehen im Widerspruch	Es werden keine öffentlichen Empfehlungen ausgesprochen
(1)	(2)	(3)
Die Situationsbewertung und die Bewertung möglicher Alternativrouten kommen bei öffentlichen Infrastrukturbetreibern und privaten Dienstleistern zu übereinstimmenden Ergebnissen	(a) Navigationsroute und/oder öffentliche Empfehlung beruht auf fehlenden oder fehlerhaften Daten	Geeignete Alternativroute für eine öffentliche Empfehlung steht nicht zur Verfügung Infrastruktur zur straßenseitigen Informationsbereitstellung ist nicht vorhanden
	(b) Unterschiede in den Zielsetzungen (Nutzeroptimum vs. Systemoptimum) führen zu unterschiedlicher Bewertung der Situation und abweichenden Empfehlungen	Kollektive Umleitungsempfehlungen können nicht verbreitet werden, da sie zu differenziert und komplex sind (Informationsmenge)

Tab. 3-2: Abgrenzung der Problemlage aus Sicht der Verkehrsteilnehmer

### 3.1.5 Analyse von Kooperationspotenzialen in typischen Verkehrssituationen

#### 3.1.5.1 Typisierung der Verkehrssituationen

In diesem Kapitel wird eine Analyse der Rahmenbedingungen und Merkmale strategieauslösender Situationen vorgenommen, um die Erfolgchancen einer Strategieabstimmung besser einschätzen zu können. Ziel dieser Analyse ist die Identifikation typischer, im Weiteren zu untersuchender Fälle.

#### Merkmale einer Verkehrssituation

In Tabelle 3-3 ist eine Fallgruppenmatrix dargestellt. Die Spalten bilden verschiedene Merkmale einer Verkehrssituation ab: Art, Dauer, Zeit und Vorhersehbarkeit eines Verkehrsereignisses, Vorhandensein und Eignung einer Umleitungsstrecke sowie Strategiezuständigkeit. Die Elemente innerhalb einer Spalte der Matrix geben eine bestimmte Ausprägung des jeweiligen Merkmals wieder. Eine Verkehrssituation wird als Kombination dieser Elemente beschrieben.

Bei der Analyse der Merkmale steht die Frage im Mittelpunkt, wie diese die Voraussetzungen für eine Kooperation insbesondere mit Blick auf einen denkbaren Nutzen (WIN-Situation) für die Beteiligten beeinflussen:

#### Charakter des Verkehrsereignisses

Bei der Charakterisierung des Verkehrsereignisses können folgende typische Merkmale unterschieden werden:

- Bei einer Vollsperrung steht das betroffene Streckensegment für einen bestimmten Zeitabschnitt nicht zur Verfügung. Für den Bereich der Autobahnen existiert für diesen Fall eine ausgewiesene Umleitungsstrecke (U-Strecke), auf die an den Anschlussstellen statisch hingewiesen wird. Im dynamischen Verkehrsmanagement kann ein Hinweis auf diese Route erfolgen; bei

Verfügbarkeit von dWiSta oder Wechselwegweisung werden diese aktiviert, wobei in die Entscheidung hierüber in der Regel die Dauer der Vollsperrung – sofern bekannt – und die Verkehrslage auf der Alternativroute einfließt. Das Navigationssystem wird auf den Eingang der Information unmittelbar mit der Berechnung einer neuen Route reagieren, wenn zum Bezugszeitpunkt die gesperrte Strecke nicht zur Verfügung steht.

- Zu Kapazitätseinschränkungen kommt es überwiegend aufgrund von Unfällen und Pannen als ungeplante Ereignisse sowie von Baustellen als in der Regel geplante Ereignisse. Maßgebend für die Entscheidung zu einer Umleitungsempfehlung oder zur Berechnung einer neuen Navigationsroute sind hier die Auswirkungen, die durch den Kapazitätsengpass entstehen.
- Ein außerordentlicher Anstieg der Verkehrsnachfrage resultiert in der Regel aus einem punktuellen Großereignis wie einer Veranstaltung oder einer Messe, aber auch dem Ferientraffic. In Netzbereichen mit hoher Auslastung kann bereits die regelmäßige Verkehrsnachfrage zu den Spitzenzeiten zur Überlastung führen, die in Abhängigkeit von statistischen Schwankungen unterschiedlich stark ausfallen kann.
- Kooperationspotenziale lassen sich nicht allein vom Charakter des Verkehrsereignisses, sondern erst in Verbindung mit weiteren zu betrachtenden Attributen ableiten.

#### Dauer des Verkehrsereignisses

Die vor oder während eines Ereignisses bekannte oder einzuschätzende Dauer einer Situation wirkt sich darauf aus, in welchem Umfang sich der Einsatz koordinierter Strategien lohnt.

- Ereignisse mit (bekannter oder erwarteter) kurzer Dauer: Ein typisches Beispiel ist das Anhal-

Verkehrsereignis	Dauer	Vorhersehbarkeit	Zeit	Umleitungsstrecke	Zuständigkeit für Strategie
Vollsperrung	kurz	langfristig planbar	Hauptverkehrszeit	verfügbar/ ausreichende Kapazität	in einheitlicher Zuständigkeit
Kapazitätseinschränkung	lang	mittelfristig planbar		verfügbar/ geringe Kapazität	zuständigkeitsübergreifend
Anstieg der Verkehrsnachfrage	unbekannt	spontan/ nicht planbar	Schwachverkehrszeit	nicht verfügbar/ nicht erwünscht	netzebenenübergreifend

Tab. 3-3: Fallgruppenmatrix

ten des Verkehrs durch die Polizei. Dieses Ereignis tritt geplant ein im Rahmen von Baumaßnahmen, wenn aus Sicherheitsgründen für kurze Zeiträume, typischerweise bis zu 10 Minuten, nicht unter Verkehr gebaut wird. Ein ungeplantes Anhalten des Verkehrs mit zu erwartender kurzer Dauer wird ebenfalls im Zuge von Polizeimaßnahmen erforderlich, z. B. bei der Sicherung und Beseitigung verlorener Ladung. Im öffentlichen Verkehrsmanagement wird in der Regel bewusst auf Umleitungsempfehlungen verzichtet, zumal die Auswirkungen gering bleiben und/oder auf einer Alternativroute kein Reisezeitvorteil zu erwarten ist. Voraussetzung für eine Berücksichtigung im Navigationssystem ist, dass die Dauer des Ereignisses bekannt ist.

- Ereignisse mit (bekannter oder erwarteter) langer Dauer: In diesen Fällen sind in der Regel Maßnahmen des öffentlichen Verkehrsmanagements erforderlich und zielführend, da weitreichende verkehrliche Auswirkungen zu erwarten sind. Art und Umfang der Maßnahmen hängen jedoch stark von der Vorhersehbarkeit und Verfügbarkeit von Informationen ab.
- Ereignisse mit unbekannter Dauer: Typische Beispiele für Situationen unbekannter Dauer sind Unfälle, bei denen zum Zeitpunkt des Bekanntwerdens in der Regel noch nicht zuverlässig eingeschätzt werden kann, wie lange eine Einschränkung in welchem Ausmaß sie besteht. Aufgrund von Erfahrungswerten und des sich anfangs darstellenden Schadensbildes wird der Infrastrukturbetreiber in der Regel Strategien ergreifen.

#### **Vorhersehbarkeit eines Verkehrereignisses**

- Die Vorhersehbarkeit einer Situation ist von wichtiger Bedeutung für das Strategiemangement. Sie beeinflusst, ob, zu welchem Zeitpunkt, mit welchen Mitteln und in welchem Maß der Kooperation zwischen verschiedenen Beteiligten Verkehrslenkungs- und Verkehrsinformationsmaßnahmen ergriffen werden. Bei langfristig planbaren Ereignissen können differenzierte Maßnahmen mit allen Beteiligten (zuständigkeits-/netzebenenübergreifend) geplant, abgestimmt und nach definierten Prozessen aktiviert werden. Neben Umleitungsempfehlungen können flankierende Maßnahmen einbezogen werden (Kapazitätserhöhungen, Verzicht auf ver-

meidbare Einschränkungen z. B. durch Baustellen). Es ist davon auszugehen, dass unter diesen Rahmenbedingungen entwickelte öffentliche Strategien eine hohe Qualität und einen großen Nutzen für die Verkehrsteilnehmer aufweisen. Schaltungen von Empfehlungen können bereits vor dem Beginn des Ereignisses erfolgen und haben somit einen Zeitvorteil gegenüber Navigationsrouten, die erst mit einem zeitlichen Verzug auf Verkehrsbeeinträchtigungen reagieren können.

- Auch bei mittelfristig planbaren Ereignissen ist eine Vorausplanung möglich, die in typisierter Form erfolgt, um bei Eintreten des Ereignisses geeignete und abgestimmte Strategien ergreifen zu können.
- Bei spontan eintretenden Ereignissen entfallen die Planbarkeit und insbesondere auch der zeitliche Vorlauf für ein vorbeugendes Ergreifen einer Maßnahme. Hier sind Infrastrukturbetreiber auf die Möglichkeit der Reaktion beschränkt, wobei diese bereits unmittelbar bei Bekanntwerden des Ereignisses erfolgen kann.

#### **Zeitpunkt des Eintritts eines Verkehrereignisses**

Im vorliegenden Kontext ist der Zeitpunkt eines Ereignisses vor dem Hintergrund der periodisch sich verändernden Verkehrsnachfrage zu betrachten, da damit der Umfang der Betroffenheit von Verkehrsteilnehmern sowie die Verfügbarkeit einer Alternativroute zusammenhängen.

- Ereignisse, die in der Hauptverkehrszeit auftreten, führen in der Regel innerhalb kürzerer Zeit zu spürbaren Auswirkungen, zugleich sind aufgrund der hohen Auslastung des Verkehrsnetzes typischerweise die verfügbaren Alternativen gering. Darüber hinaus ist in Ballungsräumen zur Hauptverkehrszeit ein deutlich höherer Anteil an ortskundigen Pendlern unterwegs. Da dieses Fahrerkollektiv in der Regel mit eigenen, erfahrungsgeliteten Strategien auf Situationen reagiert, wird in der Summe eine geringere Akzeptanz kollektiver Verkehrslenkungsstrategien zu erwarten sein.
- Bei Ereignissen in der Schwachverkehrszeit bieten sich in der Regel Alternativrouten an, die Restkapazitäten aufweisen, sodass Umleitungsempfehlung gegeben werden können.



**Verfügbarkeit von Alternativrouten**

Die Verfügbarkeit geeigneter Alternativrouten ist eine wesentliche Voraussetzung für ein kollektives Verkehrsmanagement, um die Auswirkungen einer Umleitungsempfehlung auf das betroffene Streckennetz zu beurteilen.

- Im Fall, dass eine oder mehrere Alternativrouten mit hoher Kapazität verfügbar sind, können Strategien aktiviert werden, die Umleitungsempfehlungen beinhalten. Bei Alternativrouten mit hohen Restkapazitäten ist damit zu rechnen, dass die Navigationssysteme für die betrachteten Routen hohe Reisezeitvorteile ermitteln. Strategieroute und Navigationsroute stimmen daher weitgehend überein.
- Entsprechend sind im Fall, dass die Alternativroute nur eine geringe Restkapazität aufweist oder sogar ausgelastet ist und auch dort ggf. bereits Reisezeitverluste ermittelt werden, in der Regel keine kollektiven Umleitungsempfehlungen möglich.
- Wenn die Nutzung einer Alternativroute nicht erwünscht ist, so leitet sich dies in der Regel aus übergeordneten verkehrsplannerischen Rahmenbedingungen (z. B. Schutz sensibler Bereiche) ab. Hier kann es zu einem Zielkonflikt mit der Navigation kommen, wenn diese Festlegungen durch den Routingalgorithmus nicht berücksichtigt werden.

**Zuständigkeit für die Strategie**

Die Zuständigkeit für die Strategiefestlegung ist von Bedeutung, weil es darum geht, mit wem und in welchem Maß die Strategien zwischen verschiedenen Beteiligten abgestimmt werden müssen.

- Bei Strategien in eigener Zuständigkeit eines Infrastrukturbetreibers können Maßnahmen ohne weitere Abstimmung bei entsprechender Vorbereitung (technische Umsetzung geplanter Stra-

tegien) unmittelbar und in eigener Entscheidungshoheit ergriffen werden.

- Bei zuständigkeitsübergreifenden Strategien ist eine vorherige Abstimmung von Maßnahmen und Triggern mit allen Beteiligten erforderlich, die zur Einrichtung einer Strategiebibliothek führt, aus der in einer konkreten Situation bestimmte Maßnahmen angefordert werden können. Durch die erforderliche Zustimmung aller Beteiligten kann sichergestellt werden, dass keine Maßnahmen ergriffen werden, die dem Ziel der Strategie zuwider laufen. Die Information, dass eine Strategie abgestimmt ist und somit bestimmte qualitative Anforderungen erfüllt, erhöht die Erwartung ihrer Übernahme in die individuelle Navigation.
- Netzebenenübergreifende Situationen stellen den weitergehenden Fall der zuständigkeitsübergreifenden Situationen dar, in denen auch andere Netzebenen (Autobahnen, Landesstraßen, Kreisstraßen, Gemeindestraßen) einbezogen werden müssen.

**3.1.5.2 Typische Fallbeispiele**

**Fallbeispiel: Unfallverursachte Vollsperrung im Autobahnnetz**

Dieses Fallbeispiel ist eine typische Situation, in der seitens der Infrastrukturbetreiber eine abgestimmte zuständigkeitsübergreifende Strategie innerhalb des Autobahnnetzes aktiviert wird, die vorab geplant ist und auf der Grundlage festgelegter Prozesse unter Zustimmung aller zu Beteiligten aktiviert wird. Da bei großräumigen Umleitungen der Anteil des zu beeinflussenden Verkehrs in der Regel gering ist, werden diese Strategien nicht nur in Schwachverkehrszeiten mit großen Kapazitäten auf Alternativrouten, sondern auch in Hauptverkehrszeiten eingesetzt.

Bei einer Strategieauslösung auf der Grundlage von aktuellen Reisezeiten kann unterstellt werden,

Verkehrereignis	Dauer	Vorhersehbarkeit	Zeit	Umleitungsstrecke	Zusändigkeit für Strategie
Vollsperrung	kurz	langfristig planbar	Hauptverkehrszeit	verfügbar/ ausreichende Kapazität	in einheitlicher Zuständigkeit
Kapazitätseinschränkung	lang	mittelfristig planbar		verfügbar/ geringe Kapazität	zuständigkeitsübergreifend
Anstieg der Verkehrsnachfrage	unbekannt	spontan/ nicht planbar	Schwachverkehrszeit	nicht verfügbar/ nicht erwünscht	netzebenenübergreifend

Tab. 3-4: Fallbeispiel „Unfallverursachte Vollsperrung im Autobahnnetz“

dass es in hohem Maß zu einer Übereinstimmung der Situationsbewertung seitens der Infrastrukturbetreiber und seitens der privaten Dienstleister kommt. Auf dieser Grundlage sind auch Strategierouten und Navigationsrouten über leistungsfähige Alternativrouten für den großräumigen Verkehr in vielen Fällen in Übereinstimmung.

Zu Abweichungen kann es bei großen Abständen zwischen Entscheidungspunkten in großräumigen Korridoren und der Störungsstelle kommen. Fahrzeuge, die sich kurz nach Eintritt der Störung vor dem Entscheidungspunkt befinden, werden durch den Navigationsalgorithmus noch nicht großräumig umgeleitet, so lange auf der kleinräumigen Umfahrung noch keine Behinderungen gemessen werden; die öffentliche Strategie wird jedoch bereits eine Umleitungsempfehlung am Entscheidungspunkt geben. Diese zu befolgen, kann auch aus individueller Nutzersicht von Vorteil sein, da die kleinräumige Umfahrung bis zum Zeitpunkt des Erreichens des Störungsbereichs bereits überlastet sein kann.<sup>5</sup>

Außerdem kann die öffentliche Strategie sowohl unterstützende Maßnahmen zur Kapazitätssteigerung bzw. zur Vermeidung von Einschränkungen (z. B. durch Aufhebung von Arbeitsstellen kürzerer Dauer auf der Alternativroute) umfassen.

Die Kenntnis und Einbeziehung einer qualitätsgesicherten öffentlichen Strategie bietet demnach einen potenziellen Nutzen für den Navigationsdienstleister. Zugleich kann die Übernahme durch Navigationssysteme die Akzeptanz der Umleitungsempfehlung erhöhen und die Verkehrslage im Störungsbereich sowie im Nahumfeld entlasten. Insbesondere wird aber ein Widerspruch zwischen öffentlicher Umleitungsempfehlung und Navigationsroute in der Entscheidungssituation vermieden.

<sup>5</sup> Im Zuge der Validierung soll im Rahmen einer ex-post-Bewertung von Strategien und Navigationsrouten dieser Zusammenhang näher untersucht werden.

### Fallbeispiel: Unfall während der Hauptverkehrszeit im städtischen Netz

Dieses Fallbeispiel ist eine typische Situation, in der ein für das kommunale Straßennetz zuständiger Infrastrukturbetreiber in der Regel keine öffentliche Umleitungsempfehlung ausspricht, da zur Hauptverkehrszeit nur geringe Kapazitäten auf möglichen Alternativrouten zur Verfügung stehen, Ziele und denkbare Routen im engmaschigen Netz sehr differenziert sind und in der Regel auch die Möglichkeit zur differenzierten Informationsübermittlung auf dynamischen Verkehrszeichen oder in der gesprochenen Empfehlung fehlt. Die Infrastrukturbetreiber zielen daher auf eine möglichst schnelle und akkurate Information der Verkehrsteilnehmer ab, die zu überwiegendem Anteil zur Hauptverkehrszeit ortskundig sind und nutzeroptimierte Alternativen ergreifen können.

Das individuelle Routing kann, sofern es über dynamische Informationen zur Verkehrslage verfügt, zur Situationsverbesserung beitragen, sofern bestimmte Rahmenbedingungen bezüglich des Routings im kommunalen Netz eingehalten (z. B. Schutz sensibler Bereiche) und aktuelle Ereignisse im Straßennetz (z. B. Baustellen, Veranstaltungen) berücksichtigt werden.

### Fallbeispiel: Kurzzeitiges Anhalten des Verkehrs im Zuge von Bauarbeiten

Dieses Fallbeispiel repräsentiert Situationen, in denen bei einem geplanten, kurzen Ereignis gezielt keine Maßnahmen der Verkehrslenkung seitens des Infrastrukturbetreibers ergriffen werden: Das Ereignis tritt typischerweise zu einem geplanten Zeitpunkt im Rahmen von Baumaßnahmen ein, wenn aus Sicherheitsgründen für kurze Zeiträume, z. B. 10 Minuten, nicht unter Verkehr gebaut werden kann. Der Verzicht auf eine Umleitungsempfehlung beruht einerseits auf der Erwartung, dass die Auswirkungen gering sind und das Ableiten in das nachgeordnete Netz nicht mit einem Reisezeit-

Verkehrereignis	Dauer	Vorhersehbarkeit	Zeit	Umleitungsstrecke	Zusändigkeit für Strategie
Vollsperrung	kurz	langfristig planbar	<b>Hauptverkehrszeit</b>	verfügbar/ ausreichende Kapazität	<b>in einheitlicher Zuständigkeit</b>
<b>Kapazitätseinschränkung</b>	lang	mittelfristig planbar		<b>verfügbar/ geringe Kapazität</b>	zuständigkeitsübergreifend
Anstieg der Verkehrsnachfrage	<b>unbekannt</b>	<b>spontan/ nicht planbar</b>	Schwachverkehrszeit	nicht verfügbar/ nicht erwünscht	netzebenenübergreifend

Tab. 3-5: Fallbeispiel „Unfall während der Hauptverkehrszeit im städtischen Netz“

Verkehrereignis	Dauer	Vorhersehbarkeit	Zeit	Umleitungsstrecke	Zusändigkeit für Strategie
<b>Vollsperrung</b>	<b>kurz</b>	langfristig planbar	Hauptverkehrszeit	verfügbar/ ausreichende Kapazität	<b>in einheitlicher Zuständigkeit</b>
Kapazitäts-einschränkung	lang	<b>mittelfristig planbar</b>		verfügbar/ geringe Kapazität	zuständigkeits- übergreifend
Anstieg der Verkehrsnachfrage	unbekannt	spontan/ nicht planbar	<b>Schwachverkehrszeit</b>	<b>nicht verfügbar/ nicht erwünscht</b>	netzebenen- übergreifend

Tab. 3-6: Fallbeispiel „Kurzzeitiges Anhalten des Verkehrs zum Einheben einer SBA-Brücke“

Verkehrereignis	Dauer	Vorhersehbarkeit	Zeit	Umleitungsstrecke	Zusändigkeit für Strategie
Vollsperrung	kurz	<b>langfristig planbar</b>	<b>Hauptverkehrszeit</b>	<b>verfügbar/ ausreichende Kapazität</b>	in einheitlicher Zuständigkeit
Kapazitäts-einschränkung	<b>lang</b>	mittelfristig planbar		verfügbar/ geringe Kapazität	zuständigkeits- übergreifend
<b>Anstieg der Verkehrsnachfrage</b>	unbekannt	spontan/ nicht planbar	Schwachverkehrszeit	nicht verfügbar/ nicht erwünscht	<b>netzebenen- übergreifend</b>

Tab. 3-7: Fallbeispiel „Besucherverkehre zu Veranstaltungen“

vorteil gegenüber dem Warten auf der Hauptroute kompensiert werden kann. Da solche Maßnahmen in der Regel nachts ergriffen werden, soll eine Belastung des nachgeordneten Netzes ohnehin vermieden werden. Somit ist ein Verbleiben auf der Hauptroute seitens des Infrastrukturbetreibers ausdrücklich gewünscht.

Eine Navigationsroute, die aufgrund der Information über eine Sperrung auf der Hauptstrecke unabhängig von deren Dauer in das nachgeordnete Netz führt, wird möglicherweise nicht immer das Nutzeroptimum erzielen.

Nutzenpotenziale einer Kooperation liegen demnach in einer Übermittlung der Strategie „Verbleib auf der Hauptroute“ unter Bezug auf die Begründung, dass die Dauer des Ereignisses bekannt ist. Eine entsprechende Einbeziehung und Weitergabe dieser Strategie kann damit auch dem Erreichen des Nutzeroptimums dienen.

### Fallbeispiel: Besucherverkehre zu Veranstaltungen

Dieses Fallbeispiel repräsentiert Situationen, in denen netzebenenübergreifend bis hin zu kleinteiligen Zielrouten im nachgeordneten Netz aufgrund der sehr guten Planbarkeit detaillierte öffentliche Strategien aktiviert werden können. Dabei können Maßnahmen mit empfehlendem Charakter – Wegweisung zu Parkplätzen – einhergehen mit verkehrsbehördlichen Anordnungen (z. B. zeitweilige Einrichtung von Einbahnstraßen). Eine regelmäßige

verkehrliche Aufgabenstellung ist die Befüllung von Parkplätzen bei Großveranstaltungen. An regelmäßig genutzten Veranstaltungsorten können für diesen Zweck kollektive dynamische Maßnahmen über die wegweisende Beschilderung ergriffen werden.

In der Regel ist es für den – hier typischerweise zu einem größeren Anteil nicht ortskundigen – Verkehrsteilnehmer vorteilhaft, den öffentlichen Strategien zu folgen, da Alternativen in der Regel mit Restriktionen belegt sind (keine frei verfügbaren Parkplätze unmittelbar am Veranstaltungsort). Dabei ergibt sich die zusätzliche Schwierigkeit, dass – im Gegensatz zu Umleitungen auf einer Strecke – in solchen Fällen im Nahumfeld das Ziel der Route angepasst werden muss.

Nutzenpotenziale einer Kooperation ergeben sich für den Navigationsdienstleister dadurch, dass Fehlrouting, das aus Kundensicht möglicherweise als fehlerhafte Funktion interpretiert wird, vermieden werden kann. Für den Infrastrukturbetreiber liegt ein Interesse an einer akzeptanz erhöhenden Übernahme der Strategien durch die Navigationssysteme vor, da auf diesem Weg die Effektivität der Maßnahmen erhöht werden kann (WIN-WIN).

### Fallbeispiel: Veranstaltungen – Umlenkung nicht veranstaltungsbezogener Verkehre

Für dieses Fallbeispiel gelten die gleichen Rahmenbedingungen wie für das zuvor beschriebene Beispiel, es werden jedoch die nicht-veranstaltungs-

Verkehrereignis	Dauer	Vorhersehbarkeit	Zeit	Umleitungsstrecke	Zusändigkeit für Strategie
Vollsperrung	kurz	langfristig planbar	Hauptverkehrszeit	verfügbar/ ausreichende Kapazität	in einheitlicher Zuständigkeit
Kapazitäts- einschränkung	lang	mittelfristig planbar		verfügbar/ geringe Kapazität	zuständigkeits- übergreifend
Anstieg der Verkehrsnachfrage	unbekannt	spontan/ nicht planbar	Schwach- verkehrszeit	nicht verfügbar/ nicht erwünscht	netzebenen- übergreifend

Tab. 3-8: Fallbeispiel „Veranstaltung – Umlenkung nicht veranstaltungsbezogene Verkehre“

tungsbezogenen Verkehrsströme betrachtet, die durch die vorhersehbaren Änderungen der Verkehrsnachfrage dennoch betroffen sind. Im Rahmen abgestimmter öffentlicher Strategien kann es Ziel sein, diese Verkehrsströme auf ggf. mit längeren Fahrtstrecken verbundenen Alternativrouten umzuleiten, um Bereiche mit erhöhter Überlastungsanfälligkeit zu umgehen und die Konflikte mit dem Veranstaltungsverkehr zu minimieren. Mit der Trennung der Zielverkehre soll ein Gesamtoptimum erreicht werden, bei denen der Verkehr auf allen Routen bestmöglich fließt.

Das individuelle Routing wird Alternativrouten für den nicht veranstaltungsbezogenen Verkehr in der Regel erst dann berücksichtigen, wenn auf der Hauptroute bereits Störungen und Reisezeitverzögerungen aufgetreten sind, da zuvor bei individueller Betrachtung die Nutzung einer Restkapazität auf der (kürzeren) Hauptroute noch einen Reisezeitvorteil erwarten lässt. In diesen Situationen, die die typischen Merkmale hoher Auslastungsgrade und geringer Restkapazitäten aufweisen, besteht ein Zielkonflikt zwischen individuellem Nutzen und dem Systemoptimum eines Netzausgleichs.

Nutzenpotenziale einer Kooperation liegen auf Seiten der öffentlichen Infrastrukturbetreiber in der als Systemoptimum angestrebten Aufrechterhaltung des Verkehrsflusses für alle Verkehrsteilnehmer. Für Navigationsdienstleister sind die Nutzenpotenziale durch vermiedene Verkehrsflusseinbrüche und damit einer insgesamt höheren Verlässlichkeit für die Gesamtheit seiner Kunden gegeben.

### 3.1.6 Datenkooperation

Ein effizientes Verkehrsmanagement ist nur auf der Grundlage eines aktuellen und zuverlässigen Datenbestands möglich, der die aktuelle Verkehrslage im Straßennetz abbildet und wichtige Ereignisse und Störungen sowie sonstige Einflüsse auf das Verkehrsgeschehen umfasst. Fehlerhafte oder unvollständige Daten sind gemäß der Problemab-

grenzung nach Tabelle 3-2 eine mögliche Ursache für auftretende Differenzen zwischen öffentlichem Verkehrsmanagement und individueller Navigation. Während im übergeordneten Straßennetz – insbesondere auf den Autobahnen – in der Regel eine gute Kenntnis der aktuellen Verkehrslage beim Infrastrukturbetreiber vorliegt, fehlt es in bestimmten Bereichen im nachgeordneten Straßennetz an Informationen zur Verkehrslage, sodass hier auf aktive dynamische Verkehrslenkungsmaßnahmen ganz verzichtet wird. Bei den Erwartungen und Anforderungen von Infrastrukturbetreibern – insbesondere den Kommunen – an eine öffentlich-private Kooperation nimmt daher die Verbesserung des Daten- und Informationsbestands eine wichtige Position ein.

Auf der anderen Seite sind das Fehlen von Informationen zu statischen Beschränkungen, Planungen und dynamischen Entscheidungen der Infrastrukturbetreiber – dies umfasst auch den Fall der Ausführung straßenverkehrsbehördlicher Anordnungen – mögliche Ursachen für suboptimale oder fehlerhafte Routingentscheidungen der Navigationssysteme, die nicht nur hinsichtlich planerischer Zielsetzungen – z. B. beim Routing durch sensible Bereiche – sondern auch angesichts der Kundenerwartungen – z. B. beim Fehlrouting in temporär gesperrte Bereiche – nachteilig sind.

Die Frage einer Datenkooperation wird daher häufig als notwendige oder zumindest sinnvolle Voraussetzung für eine Kooperation im Bereich der Strategien und Navigationsrouten angesehen, um sicherzustellen, dass eine Harmonisierung auf hohem Qualitätsniveau der Strategierouten und Navigationsrouten stattfindet.

Bei der Erörterung der Kooperationsmöglichkeiten und Kooperationschancen soll daher an dieser Stelle auch die Datenkooperation berücksichtigt werden. Grundlage hierfür ist eine Betrachtung des Datenportfolios der öffentlichen Infrastrukturbetreiber sowie der Navigationsdienstleister sowie









eine Analyse der Potenziale, die eine Nutzung der Daten durch den jeweiligen Kooperationspartner für dessen verbesserte Aufgabenerfüllung mit sich bringt.

### 3.1.6.1 Öffentliches Informationsportfolio




Öffentliche Infrastrukturbetreiber betreiben in der Regel ein umfassendes Netz ortsfester Verkehrserfassungseinrichtungen, deren Daten zur Ermittlung der Verkehrslage und zur Erkennung von Störungen verwendet werden. Dabei kommen vielfach Verkehrsmodelle zum Einsatz, die den ortsbezogenen Informationsbestand auf einen Streckenbezug und orientiert am Anwendungsfall auch hinsichtlich des zeitlichen Betrachtungshorizonts erweitern.

Im Zuge von Verkehrsbeeinflussungsanlagen fließen die erfassten Daten unmittelbar in die automatische Anlagensteuerung ein. Ergänzend liegen Planungs- und Zustandsdaten aus Verwaltungsprozessen wie beispielsweise der verkehrsbehördlichen Anordnung von Baustellen vor, welche für das Verkehrsmanagement verwendet werden. Schließlich ist der Gesamtdatenbestand eine wesentliche Grundlage für die Bereitstellung von Verkehrsinformationen.



Die Nutzung dieser Daten und Informationen hat Potenzial, zu einer Qualitätsverbesserung beim individuellen Routing beizutragen. Tabelle 3-9 bietet einen Überblick über die wesentlichen Datenbestände im öffentlichen Informationsportfolio und eine Einschätzung des potenziellen Nutzens für eine verbesserte individuelle Navigation.

Daten	Erfassung/Generierung	Potenzieller Nutzen für eine verbesserte individuelle Navigation
 Detektorrohdaten (q, v)	Querschnittbezogene Verkehrsdatenerfassung	Verkehrsstärken (q) und abzuleitende Restkapazitäten können in Verbindung mit Ganglinien bzw. streckenbezogener Vorausschau zur Prognose genutzt werden
LOS Level of Service	Aus Detektorrohdaten ermittelt	
 Reisezeiten, Verlustzeiten	Ermittlung über Modell	
 Witterungsbezogene Straßenzustandsdaten	Warnmeldungen	Anzeige als Warnhinweis (sicherheitsrelevante Verkehrsinformation)
RDS- TMC Verkehrsmeldungen (RDS-TMC-Meldungen)	Aus automatischer Verkehrsdatenerfassung generiert und durch weitere Meldungsquellen (Polizei) ergänzt	Die Meldungen über Verkehrsstörungen stehen im RDS-TMC-Format öffentlich bereit und werden bereits heute übernommen
 Parkinformationen (Parkleitsysteme)	Örtliche Verkehrsdatenerfassung	Information über Restkapazitäten von Parkflächen können zur Verbesserung der Navigation genutzt werden (Warnung, Alternativvorschläge)
 Baustelleninformationen (AkD, AID) (Ort, Beginn, Ende, Art der Einschränkung)	Übernahme von Planungsdaten/Anordnungen in Baustellenmanagement-/informationssystemen; Aktuelle Zustandsdaten über Erfassung von Sperrhängern	Informationen sind in Teilen bereits öffentlich verfügbar (RDS-TMC); in konsistenter und aktueller Form liegen sie jedoch nur dem Infrastrukturbetreiber vor (kurzfristige Planungsänderungen, Meldungen zu aktiven Baustellen) und können zur Verbesserung der Navigation genutzt werden
 Sonstige geplante Sperrungen bzw. Einschränkungen (z. B. Veranstaltungen) (Ort, Beginn, Ende, Art der Einschränkung)	Planungsdaten/verkehrsbehördliche Anordnungen	Informationen sind in Teilen bereits öffentlich verfügbar (RDS-TMC); in konsistenter und aktueller Form liegen sie jedoch nur dem Infrastrukturbetreiber vor und können zur Verbesserung der Navigation genutzt werden
 Unfälle und Großschadensereignisse	Aus automatischer Verkehrsdatenerfassung generiert und durch weitere Meldungsquellen (Polizei, Leitstellen, Meistereien) verifiziert und ergänzt	Zusatzinformationen zu Dauer, Maßnahmen, Art und Ausmaß der Einschränkungen → Relevanz für die Prognose
 Großräumige flächendeckende Verkehrseinschränkungen	Verkehrsbehördliche Anordnung	Erhebliche Bedeutung für Navigation (Vermeidung von Fehlrouting)

Tab. 3-9: Öffentliches Informationsportfolio und sein potenzieller Nutzen für eine verbesserte individuelle Navigation

Daten	Erfassung/Generierung	Potenzieller Nutzen für eine verbesserte individuelle Navigation
 Betriebsdaten von Lichtsignalanlagen	Verkehrsrechnerzentralen (Betriebsdaten, Schaltdaten)	Rückschlüsse auf verfügbare Kapazitäten (Sonderprogramme) bzw. Kapazitätseinschränkungen → Relevanz für Prognose
 Betriebsdaten von Streckenbeeinflussungsanlagen (einschließlich TSF)	Verkehrsrechnerzentralen (Betriebsdaten, Schaltdaten)	Rückschlüsse auf verfügbare Kapazitäten (z. B. TSF = temporäre Seitenstreifenfreigabe) → Relevanz für Prognose
 eingerichtete Umleitungen bzw. empfohlene Alternativroute	Planungsdaten/verkehrsbehördliche Anordnungen	→ ist über die Kooperationsmodelle zu verifizieren
<b>Events</b> Veranstaltungswegweisung (zum Veranstaltungsort bzw. Parkplätzen)	Planungsdaten/verkehrsbehördliche Anordnungen	→ ist über die Kooperationsmodelle zu verifizieren
<b>NBA, dWiSta</b> Dynamische Umleitungsempfehlungen (NBA, dWiSta)	Schaltdaten	→ ist über die Kooperationsmodelle zu verifizieren

Tab. 3-9: Fortsetzung

Daten	Erfassung/Generierung	Potenzieller Nutzen für eine verbesserte kollektive Empfehlung
 Einzelfahrzeugdaten	Position, Zeitstempel, Geschwindigkeit	Erst in aggregierter Form können FCD für das Verkehrsmanagement verwendet werden. Aus aggregierten x-FCD können Straßenzustandsinformationen abgeleitet werden.
 streckenbezogene Durchschnittsgeschwindigkeit	Berechnung auf Grundlage der Einzelfahrzeugdaten	Ergänzung der Verkehrslageinformation insbesondere in Bereichen mit fehlender stationärer Erfassung
 streckenbezogene Reisezeit und Verlustzeit	Berechnung auf Grundlage der Einzelfahrzeugdaten	Potenzial zur Erweiterung des Handlungsspielraums und zur Qualitätssicherung für Verkehrsmanagementstrategien
<b>LOS</b> Level of Service (Verkehrssituation)	Kategorisierung der Geschwindigkeiten, Reise- und Verlustzeiten	
 Navigationsrouten	Berechnung gemäß Navigationsalgorithmus auf Grundlage der ermittelten Verkehrssituation unter Berücksichtigen der Nutzerpräferenzen	<i>Nutzung von aggregierten Informationen aus den individuellen Navigationsrouten im Rahmen des Qualitätsfeedbacks, vgl. Kapitel 3.1.7.1, Kooperationsebene 1</i>

Tab. 3-10: Privates Informationsportfolio und sein potenzieller Nutzen für eine verbesserte kollektive Empfehlung

### 3.1.6.2 Privates Informationsportfolio

Zum Informationsportfolio der privaten Dienstleister gehören Bewegungsdaten aus Einzelfahrzeugen bzw. Daten aus den Endgeräten mit Navigationsanwendungen. Die Verkehrsdaten werden mittels Floating Car Data (FCD-)Technologie streckenbezogen gewonnen, wobei die einzelnen Fahrzeuge im Gesamtverkehrsstrom als mobile Messflotte (Position, Zeit, Geschwindigkeit) agieren. Die FCD-Technologie liefert keine genauen querschnittsbezogenen Informationen, da die FCD-Flotte nur eine Stichprobe des gesamten Verkehrsaufkommens darstellt, deren Größe die Datenqualität beeinflusst. Die Systeme ermöglichen die Berechnung von streckenbezogenen Verkehrsdaten wie mittlere Reisezeiten oder Geschwindigkeiten. Diese beide Parameter stellen die maßgebenden Eingangsgrößen

zur Klassifizierung der aktuellen Verkehrssituation mittels eines „Level of Service“-Konzeptes dar (vgl. LINAUER-06, S. 1-18).

Tabelle 3-10 bietet einen Überblick über die wesentlichen Datenbestände im privaten Informationsportfolio und eine Einschätzung des potenziellen Nutzens für eine verbesserte öffentliche Routenempfehlung.

### 3.1.6.3 Optimierung der Datengrundlage durch Datenkooperation

Zielsetzung der Datenkooperation ist die Optimierung sowohl der öffentlichen Strategien einerseits als auch der individuellen Navigationsrouten andererseits durch die gezielte Verbesserung und Vervollständigung der Datengrundlage durch Daten

des jeweiligen Kooperationspartners. Im Idealfall werden die Potenziale zur Verbesserung der Datengrundlage voll ausgeschöpft, sodass eine optimierte Route, d. h. eine Route unter Einbeziehung sämtlicher erforderlichen Informationen, ermittelt werden kann.

Die Datenkooperation kann vielfältige Ausprägungen haben. Sie ist grundsätzlich für eine bilaterale Datenweitergabe offen, deren Ausprägungen sich an den jeweiligen Erfordernissen orientieren. Für die Akteure ergeben sich die folgenden typischen Aufgaben:

- Die öffentlichen Infrastrukturbetreiber beziehen Daten der privaten Dienstleister (aggregierte Daten auf Grundlage von FCD/xFCD) zur Ergänzung der stationären Verkehrserfassung für eine verbesserte Verkehrslageerkennung ein.
- Die privaten Navigationsdienstleister beziehen insbesondere öffentliche Planungs- und Ereignisdaten aus dem öffentlichen Datenportfolio ein, um damit das Spektrum der in das individuellen Routing einzubeziehenden Informationen zu vergrößern und damit das Ergebnis des Routings zu optimieren.

In Bild 3-3 ist die Datenkooperation schematisch dargestellt.

Die Weitergabe der Daten kann über den Mobilitätsdatenmarktplatz erfolgen.

Das zu erwartende Resultat der Datenkooperation kann wie folgt umrissen werden:

- Öffentliche Infrastrukturbetreiber: Die Verkehrslagebeurteilung wird insbesondere in Bereichen mit fehlender stationärer Verkehrserfassung ergänzt. Damit erweitert sich zum Einen der Handlungsspielraum für eigene Strategien, in dem zusätzliche Bereiche durch Kenntnis der Ver-

kehrslage einbezogen werden können. Zum Anderen unterstützt die Informationsweitergabe die Ausschöpfung von Potenzialen einer verbesserten Navigation, was zur Vermeidung nachteiliger Wirkungen auf Verkehrssicherheit und Verkehrsfluss beiträgt.

- Private Dienstleister: Verbesserte individuelle Navigationsrouten berücksichtigen aktuelle Informationen insbesondere zu Ereignissen, aktuellen Netzeinschränkungen etc. Damit wird der Kundennutzen erhöht und Navigationsfehler werden vermieden.

### 3.1.7 Strategiekoooperation

#### 3.1.7.1 Weitergabe und Verarbeitung von Strategierouten

Die Strategiekoooperation beschreibt die Zusammenarbeit öffentlicher Infrastrukturbetreiber und privater Navigationsdienstleister in dem Prozessschritt der Informationserstellung mit dem Ziel einer unmittelbaren Harmonisierung der generierten Empfehlungen. Ziel der Strategiekoooperation ist dabei vornehmlich eine Einbindung öffentlicher Strategien in die individuelle Navigation, wenngleich perspektivisch auch ein bidirektionaler Austausch der Empfehlungen bis hin zu einer untereinander abgestimmten dosierten Routenweitergabe als Instrument eines kooperativen Verkehrsmanagements denkbar ist.

Die Strategiekoooperation ist grundsätzlich unabhängig davon, ob zusätzlich eine Datenkooperation besteht; es kann allerdings zunächst angenommen werden, dass eine Kooperation zur Harmonisierung von Empfehlungen, die auf Grundlage eines aneinander angeglichenen und optimierten Datenbestands generiert worden sind, mit geringeren Risiken, höheren Chancen auf Übereinstimmung und einem besseren Ergebnis verbunden sein werden

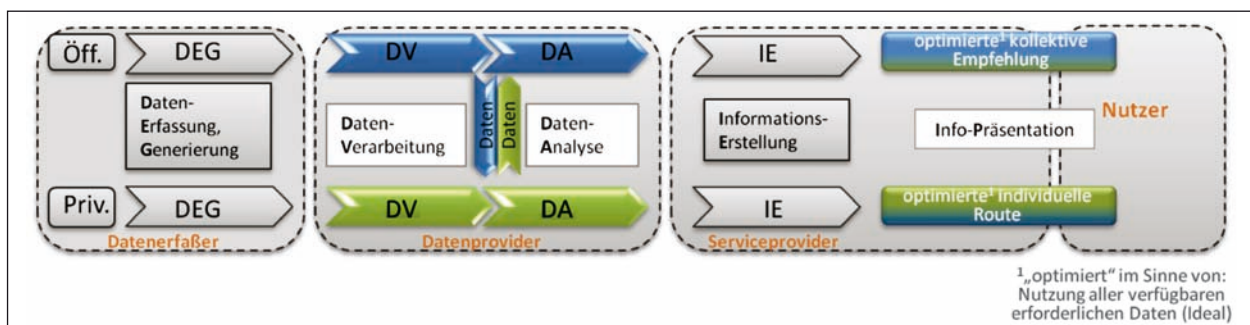


Bild 3-3: Datenkooperation – Optimierung der Datengrundlage

als eine Kooperation, bei der vollkommen unabhängig voneinander generierte Resultate in Einklang gebracht werden müssen.

Die Strategiekoooperation umfasst bei der Weitergabe und Verarbeitung von Strategierouten die folgenden zusätzlichen Aufgaben der Akteure in dem Prozessschritt der Servicebereitstellung:

- Die öffentlichen Infrastrukturbetreiber stellen abgestimmte dynamische Strategierouten als Bestandteil situationsbezogener öffentlicher Strategien in Übereinstimmung mit den über dWiSta-Tafeln, Wechselwegweisung oder kollektive Rundfunkmeldungen im gesprochenen Wort verbreiteten Informationen bereit.
- Die privaten Navigationsdienstleister beziehen die öffentlichen Strategierouten nach bestimmten Maßgaben bzw. auf Grundlage konkreter Vereinbarungen in das individuelle Routing mit ein.

In Bild 3-4 ist die Einarbeitung von Strategierouten in den Prozess der Bereitstellung von individuellen Navigationsdiensten dargestellt. Dabei bietet es sich an, wie auch bei der Datenkooperation diese Bereitstellung über die Plattform des Mobilitätsdatenmarktplatzes (MDM) zu realisieren.

Entscheidend für die konkrete Ausgestaltung der Kooperation und damit Gegenstand erforderlicher Vereinbarungen ist der Umgang des Navigationssystems bzw. des Routingalgorithmus mit einer empfangenen Strategieroute. Dieser in der Bild mit „Routen- und Strategiecheck“ bezeichnete Prozessschritt zeigt die verschiedenen Ebenen der Strategiekoooperation, die durch eine unterschiedliche Ausprägung der Interoperabilität zwischen den Parteien gekennzeichnet sind. Hierbei sind im Wesentlichen die folgenden Fälle (Kooperationsebenen) voneinander zu unterscheiden:

- (1) Kooperationsebene 1: Anzeige der öffentlichen Strategieroute nach positiver Bewertung

Die öffentliche Strategieroute wird empfangen, durch den Navigationsdienstleister bewertet und nach Maßgabe dieser Bewertung angezeigt oder verworfen.

- (2) Kooperationsebene 2: obligatorische Anzeige der öffentlichen Strategieroute

Die Strategieroute wird empfangen und muss dem Nutzer als Option, gekennzeichnet als Routenempfehlung des Infrastrukturbetreibers, angezeigt werden. Der Nutzer trifft die Entscheidung, ob er die Strategieroute annimmt oder die individuelle Route beibehält.

- (3) Kooperationsebene 3: verpflichtende Übernahme der öffentlichen Strategieroute

Die Strategieroute wird als Vorschrift empfangen und muss angezeigt werden.

Die individuelle Route wird verworfen.

Neben der Übermittlung der Strategien vom öffentlichen Infrastrukturbetreiber an den Navigationsdienstleister ist ein Informationsrückfluss über die Bewertung und Verarbeitung der Strategien durch die Navigation denkbar (Feedback), der Eingang in die Strategievalidierung und ggf. -modifizierung beim öffentlichen Infrastrukturbetreiber finden kann.

### Kooperationsebene 1: Anzeige der öffentlichen Strategieroute nach positiver Bewertung

In der ersten Kooperationsebene wird die öffentliche Strategieroute von den privaten Dienstleistern empfangen, durch den Navigationsdienstleister bewertet und nach Maßgabe dieser Bewertung angezeigt oder verworfen. Im Falle einer positiven Bewertung wird die öffentliche Strategieroute automatisch, d. h. ohne Nutzerinteraktion in die Na-

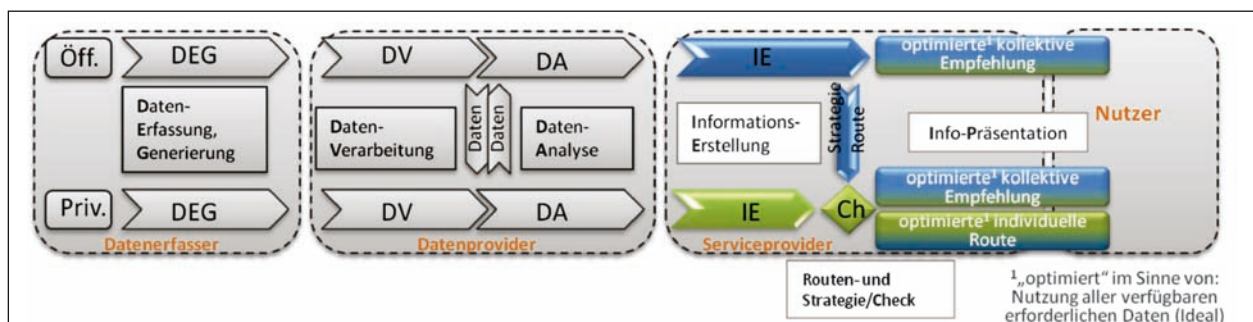


Bild 3-4: Strategiekoooperation – Weitergabe und Verarbeitung von Strategierouten



vigation integriert, oder – alternative Umsetzung im Navigationsgerät – der Nutzer erhält eine Mitteilung seines Navigationssystems, dass eine öffentliche Strategieroute vorliegt, die durch das Navigationssystem zur Übernahme empfohlen wird. Nach Bestätigung durch den Nutzer wird die individuelle Route unter Berücksichtigung der Strategieroute neu berechnet und dargestellt.

Einen wesentlichen Einfluss auf den Prozessablauf und auf das dem Verkehrsteilnehmer präsentierte Ergebnis haben in diesem Kooperationsfall die Bewertungsvorschrift des Routingalgorithmus sowie die Kriterien, auf die sich die Bewertungsvorschrift bezieht. Dabei sind unterschiedliche Gruppen von Kriterien möglich, die auch miteinander kombiniert werden können:

#### 1. Mitgelieferter Qualitätsindex

Die Bewertung erfolgt auf der Grundlage eines mit der öffentlichen Strategieroute übergebenen Qualitätsindex, der die der Strategieroute zugrunde liegenden Daten und Prozesse bewertet. Hierin können insbesondere einfließen:

- ein Qualitätsmaß der Datengrundlage für die Situationsbeurteilung im betroffenen Straßennetz, sowohl bezogen auf die Situationserkennung auf der Hauptroute als auch auf die Beurteilung der Verkehrslage auf der Alternativroute,
- ein Qualitätsattribut zur Kennzeichnung einer erfolgten Strategieplanung und Strategieabstimmung im Rahmen eines etablierten Strategie-managements; sowohl bezogen auf benachbarte Zuständigkeiten (z. B. Steuerung auf bundeslandübergreifenden Autobahnkorridoren, den sogenannten Long Distance Corridors) als auch auf netzebenenübergreifenden Strategien (z. B. im Rahmen der Land-Stadt-Kooperation zwischen übergeordnetem und kommunalem Straßennetz),
- ein Attribut der Verbindlichkeit, insbesondere in Bezug auf eine verkehrsrechtliche Anordnung (vgl. hierzu auch Kooperationsebene 2).

#### 2. Vertrauensindex

Den Vertrauensindex generiert der Navigationsdienstleister selbst auf der Grundlage einer fortlaufenden Bewertung der vom öffentlichen Infrastrukturbetreiber gelieferten Strategierouten; hierbei können auch aggregierte Qualitätsmaße der mitgelieferten Qualitätsindices (siehe oben) mit eingehen.

#### 3. Bestimmte Fallgruppen gemäß Nutzereinstellung

Die eingehenden Strategierouten werden auf der Grundlage von Nutzereinstellungen durch das Navigationssystem dann übernommen, wenn sie bestimmten Anlässen/Ursachen für die Strategieaktivierung zugeordnet werden können. Denkbar sind hier beispielsweise Maßnahmen aus Gründen des Lärmschutzes oder der Luftreinhaltung im nachgeordneten Netz. Voraussetzung hierfür ist, dass die entsprechende Begründung in der Strategiemeldung enthalten ist.

Die Festlegung der Kriterien ist für die Kooperationsebene 1 ein maßgebender Bestandteil der abzuschließenden Kooperationsvereinbarung.

Ein vom Navigationsdienstleister an den Infrastrukturbetreiber zu übergebendes Feedback kann in der Kooperationsebene 1 die über bestimmte Zeitintervalle aggregierten Ergebnisse der Bewertung der öffentlichen Strategien sowie die Akzeptanz durch den Nutzer (annehmen/ablehnen) beinhalten.

#### **Kooperationsebene 2: Obligatorische Anzeige der öffentlichen Strategieroute**

In der Kooperationsebene 2 wird die vom öffentlichen Infrastrukturbetreiber herausgegebene Strategieroute durch die privaten Navigationsdienstleister empfangen und muss auf dem Navigationssystem als Option angezeigt werden. Der Nutzer trifft die Entscheidung, ob er die öffentliche Strategieroute annimmt oder die individuelle Route beibehält.

Grundlegend für den Prozessablauf und das dem Verkehrsteilnehmer präsentierte Ergebnis ist in diesem Kooperationsfall die Definition der Fälle (Situationen), in denen die obligatorische Anzeige der Strategie erfolgen soll. Voraussetzung ist, dass hierzu ein entsprechendes Attribut im Datensatz der Strategie gesetzt wird.

Die Kooperationsebene 2 eignet sich insbesondere in solchen Situationen, in denen die öffentliche Strategieroute maßgeblich von besonderen Rahmenbedingungen abhängig ist, die durch Planungsprozesse der öffentlichen Infrastrukturbetreiber beeinflusst sind. Beispielhaft ist hier die Verkehrslenkung zu Veranstaltungsstätten in Verbindung mit den abgestimmten Planungen zur Befüllung von Parkflächen. Hier und in vergleichbaren Fällen ist die Bereitschaft des Nutzers zur Übernahme einer öffentlichen Empfehlung als hoch einzuschätzen, da bei großen Verkehrsmengen mit übereinstim-

memdem Ziel eine am Systemoptimum orientierte kollektive Verkehrslenkung in der Regel auch das reale Nutzeroptimum abbildet, zumal in solchen Fällen in der Regel unterstützende Maßnahmen der Verkehrslenkung, der Verkehrssteuerung oder der zeitweiligen Kapazitätserhöhung ergriffen werden, die durch den Navigationsalgorithmus nicht vollständig berücksichtigt werden können.

Darüber hinaus bietet sich die obligatorische Anzeige öffentlicher Strategierouten immer dann an, wenn ein besonderes öffentliches Interesse an einer Beeinflussung der Routenwahl besteht, z. B. aus städtebaulichen und verkehrspolitischen Gründen oder aufgrund besonderer Situationen im Umfeld von Veranstaltungen (nicht veranstaltungsbezogene Verkehre) und Baumaßnahmen. In diesem Kontext können Anreizsysteme die Akzeptanz der öffentlichen Strategieroute durch den Nutzer gezielt erhöhen.

Die Festlegung und Abgrenzung der maßgeblichen Situationen und Ereignisse ist ein maßgebender Bestandteil einer für die Kooperationsebene 2 abzuschließenden Kooperationsvereinbarung.

Ein vom Navigationsdienstleister an den Infrastrukturbetreiber zu übergebendes Feedback kann in der Kooperationsebene 2 die über bestimmte Zeitintervalle aggregierten Ergebnisse der Akzeptanz der angezeigten Strategie durch den Nutzer (annehmen/ablehnen) beinhalten.

**Kooperationsebene 3: Verpflichtende Übernahme der öffentlichen Strategieroute**

In der Kooperationsebene 3 wird die vom öffentlichen Infrastrukturbetreiber herausgegebene Strategieroute als Vorschrift durch den privaten Dienst-

anbietern empfangen und muss in Navigationssystemen für die individuelle Route übernommen werden, d. h., für den betreffenden Abschnitt ersetzt die Strategieroute den entsprechenden Bestandteil der individuellen Route, der hierbei verworfen wird.

Wie bereits bei Kooperationsebene 2 ist auch hier die Definition der Fälle (Situationen), in denen die Übernahme der öffentlichen Strategieroute verpflichtend gemacht werden soll, grundlegend für den Prozessablauf und für das dem Verkehrsteilnehmer präsentierte Ergebnis. Dabei sind insbesondere die verkehrs- und ordnungsrechtlichen Rahmenbedingungen zu berücksichtigen, mit denen ein solcher Eingriff begründet werden kann.

Als typische Fallbeispiele für die Strategieanwendung sind Maßnahmen der Verkehrslenkung im Katastrophenfall oder die Berücksichtigung von Fahrverboten – z. B. witterungsbedingte flächendeckende Fahrverbote für Lkw.

Voraussetzung ist auch hier, dass ein entsprechendes Attribut im Datensatz der Strategie gesetzt wird.

**3.1.7.2 Erweiterte Strategiekoooperation: Lastenverteiltes Routing**

Das lastenverteilte Routing ist eine vierte Kooperationsebene, die eine denkbare mittel- bis langfristige Option des Zusammenwirkens zwischen öffentlichem Verkehrsmanagement und individueller Navigation darstellt. Dabei werden die Verkehrsströme unter Einbeziehung ihrer individuellen Fahrtziele sowie unter Berücksichtigung freier Restkapazitäten auf verschiedene Routenalternativen verteilt. Das Grundschemata solcher Zusammenarbeit zwischen den öffentlichen Institutionen und privaten Navigationsdiensteanbietern ist in Bild 3-5 dargestellt.

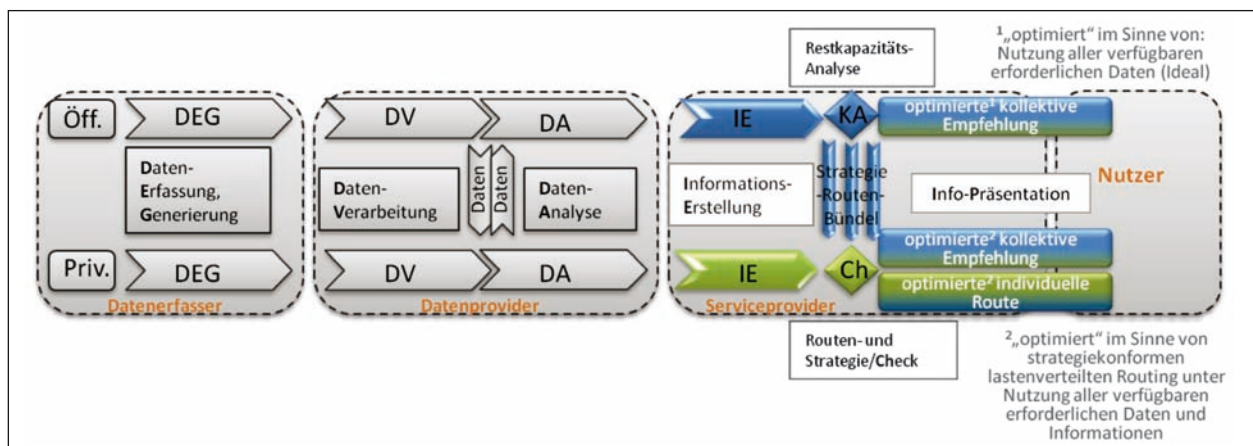


Bild 3-5: Erweiterte Strategiekoooperation – Lastenverteiltes Routing

Die Strategieroute wird in Form einer anteilig dosierten Routenempfehlung an die Navigationssysteme weitergegeben. Die Algorithmen der Navigationssysteme berücksichtigen die Routinganteile durch (zufallsgesteuerte) Zuweisung unter Berücksichtigung des individuellen Ziels.

Mit der als mittelfristige Zukunftsoption anzusehenden Entwicklung eines lastenverteilten Routings ergeben sich erweiterte Handlungsspielräume in einem kooperativen Verkehrsmanagement. Der grundlegende Unterschied zu den zuvor beschriebenen Kooperationsebenen ist, dass im Fall des lastenverteilten Routings die Strategien zu erweitern sind, da die bisher genutzten Anzeigesysteme und Medien keine lastverteilten Umleitungsempfehlungen ermöglichen. Zudem muss bei dieser Kooperationsebene die Frage geklärt werden, ob eine zufällige Abweichung vom Nutzeroptimum durch den Navigationssdienst umsetzbar bzw. für den Nutzer akzeptabel ist.

**3.1.7.3 Zusammenfassender Überblick über die Kooperationsmodelle**

Bild 3-6 gibt eine Übersicht über das in verschiedenen Ebenen gegliederte Kooperationsmodell.

**3.1.7.4 Bewertung der Kooperationsmodelle**

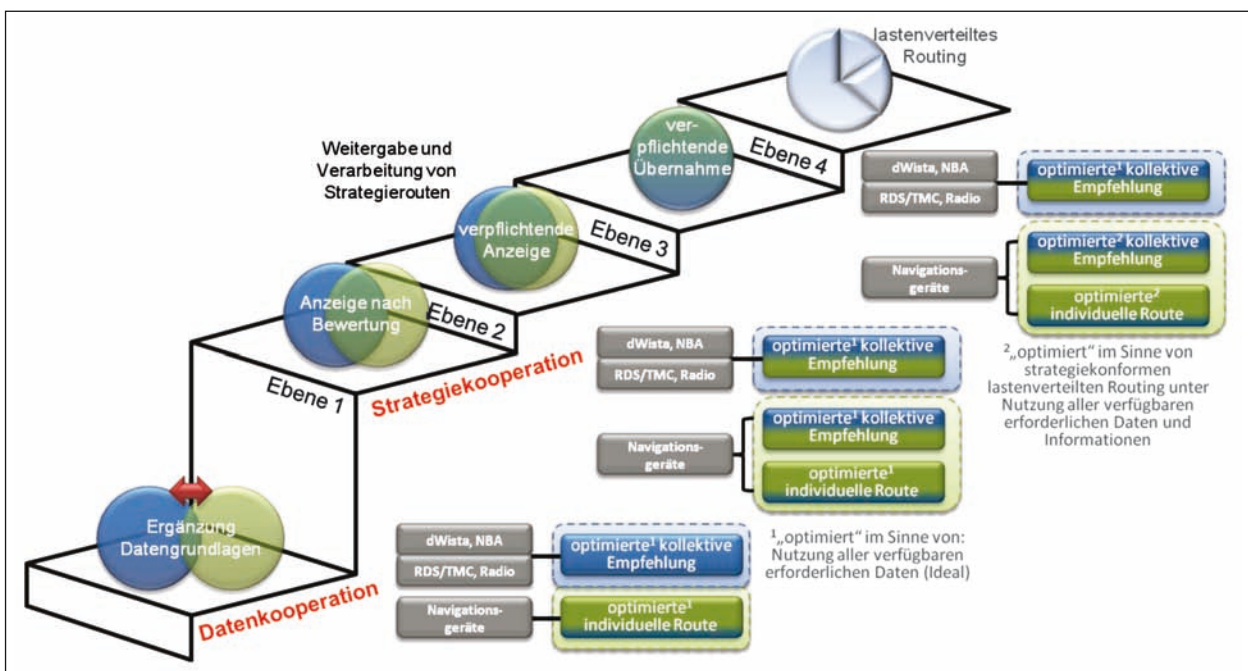
Die entwickelten Kooperationsmodelle zur Strategiekoope- ration erzeugen mit jeder höheren Ebene

ein stärkeres Maß an Verbindlichkeit und Intensität der Kooperation zwischen öffentlichem Infrastrukturbetreiber und privatem Navigationssdienstleister. Ohne rechtliche oder normative Vorgaben setzt dies ein fundiertes Interesse auf beiden Seiten und die entsprechende Ausgestaltung bilateraler Kooperationsverträge voraus. Ein bestehendes Interesse wurde durch alle in den bisherigen Entwicklungsprozess eingebundenen Stakeholder deutlich bejaht. Im erweiterten Projektkonsortium wurden ferner die gebildeten Ebenen als praxisrelevant bewertet. Hierbei liegen keine Erkenntnisse vor, die eine praktische Umsetzbarkeit der Kooperationsmodelle grundsätzlich in Frage stellen.

**3.1.8 Dynamisierung der Datenbereitstellung**

Die Kooperation zwischen öffentlichem Verkehrsmanagement und individuellen Navigationssdiensten auf der Grundlage des entwickelten Kooperationsmodells umfasst die Bereitstellung von Daten unterschiedlicher Dynamik. Hieraus entstehen Anforderungen an die Dynamik der Datenbereitstellung, die wiederum Rahmenbedingungen für die erforderliche Datenhaltung bzw. Datenverarbeitung auf Seiten der Datenbereitsteller haben.

In der Tabelle 3-11 sind für die Kooperationsarten Datenkooperation und Strategiekoope- ration sowie für die erforderliche Bereitstellung von Grundinformationen zum Netz die wesentlichen Datengruppen hinsichtlich ihrer Dynamik und der daraus fol-



**Bild 3-6:** Gestuftes Kooperationsmodell

Dynamik	Anlass/ Datengruppe	Dateninhalt	Datenquelle <sup>1</sup>	Kooperationsart
gering/statisch Aktualisierung: inkrementell, ggf. gebündelt	Netzinformationen	Dauerhafte flächendeckende Fahrverbote (z. B. Umweltzonen) Streckenbezogene Verkehrsbeschränkungen (zul. Gesamtgewicht, Höhe/Breite)	Anordnung	Bereitstellung Netzinformation
wochenaktuell Aktualisierung: täglich	geplante Veranstaltungen (Anordnung)	Streckensperrungen Streckenbezogene Kapazitätsveränderungen	Datenbank (EMS) Anordnungen	Datenkooperation
		Veranstaltungswegweisung Umleitungen	Datenbank (EMS) Anordnungen	Strategiekoope- ration
	Arbeitsstellen längerer Dauer (Anordnung)	Streckensperrungen Kapazitätseinschränkungen/Fahstreifen- sperrungen Verkehrsbeschränkungen (zul. Gesamtgewicht, Höhe/Breite)	Datenbank (BMS/EMS) Anordnungen	Datenkooperation
		Umleitungen	Datenbank (BMS/EMS) Anordnungen	Strategiekoope- ration
tagesaktuell Aktualisierung: halbtäglich	Arbeitsstellen kürzerer Dauer (Anordnung)	Ort der Arbeitsstelle Art der Verkehrseinschränkung (Fahstreifensperrung)	Datenbank (BMS/EMS) Anordnungen	Datenkooperation
Echtzeit Aktualisierung: ein- bis fünf- minütlich	Verkehrs- und Umfelddaten	Verkehrsdaten (q, v) Reisezeiten, Verlustzeiten , witterungsbezogene Straßenzustands- daten Parkinformationen	Datenbank	Datenkooperation
	Betriebsdaten	Lichtsignalanlagen VBA	Datenbank	Datenkooperation
	Verkehrsstörungen, ungeplante Ereignisse	Ort der Störung Art der Störung Maß der Beeinträchtigung (vsl.) Dauer der Störung	Datenbank (Verkehrsmeldungen)	Datenkooperation
		Strategierouten (aktiviert)	Datenbank (Strategie- management; Schalt- daten VBA)	Strategiekoope- ration
	Arbeitsstellen kürzerer Dauer (Durchführung)	Ortungsdaten von Sperranhängern	Datenbank	Datenkooperation
	geplante Ereignisse (Durchführung)	Strategierouten (aktiviert)	Datenbank (Strategie- management; Schalt- daten VBA)	Strategiekoope- ration

<sup>1</sup> EMS = Ereignismanagementsystem, BMS = Baustellenmanagementsystem, VBA = Verkehrsbeeinflussungsanlage

Tab. 3-11: Dynamik der Datenbereitstellung

genden Aktualisierungsrate gruppiert. Dazu sind die Dateninhalte und ihre jeweiligen Quellen benannt.

Die technische Umsetzung einer Kooperation ist mit zunehmender Dynamik davon abhängig, dass die Daten über Datenbanken bereitgestellt werden können. Sofern diese fehlen, müssen zumindest – sofern die Datenmenge und die zeitlichen Prozesse dies erlauben – Eingabesysteme/Informationssysteme zur Verfügung stehen, in die einzelne Informationen händisch eingegeben und zur weiteren

Verarbeitung im Rahmen der Kooperation zur Verfügung gestellt werden können.

## 3.2 Technisches Konzept

### 3.2.1 Strategieaustausch zwischen Akteuren des Verkehrsmanagements

Wie im Kapitel 2.2.1 dargestellt, sind bisher zwei verschiedene Ansätze für die zuständigkeitsübergreifende Strategieabstimmung praktisch umge-

setzt worden: Der ISM-Ansatz und der dmotion-Ansatz. Der operative Prozess beim ISM-Ansatz ist charakterisiert durch:

- Aktivierungsverfahren bei zuständigkeitsübergreifenden Strategien:
  - Anfrage,
  - Prüfung und Zustimmung/Ablehnung durch angefragte Partner,
  - Maßnahmenumsetzung und Bestätigung von allen Partnern
- Einleitung der Deaktivierung: gleichberechtigt ohne Zustimmung,
- separate Strategie-Datenbanken für jedes eigenständige ISM-System,
- Austausch einer Strategie-ID und der Art der Anfrage bzw. Rückmeldung (Statusinformation) im Online-Prozess der Strategieumsetzung ausreichend (Austauschformat: StrategyXML).

Durch Einsatz eines Strategiemanagers werden beim ISM-Ansatz Konflikte mit aktiven Strategien automatisch geprüft, sodass ein effizienter Online-Prozess abgesichert wird.

Der dmotion-Ansatz integriert den Austausch schaltbarer Maßnahmen in die Strategieabstimmung:

- Verfahren zur Strategieumsetzung:
  - (1) Maßnahmenanforderung durch aktiven Partner nach Prüfung der Schaltbarkeit intern und extern,
  - (2) Prüfung der Schaltbarkeit durch passiven Partner,
  - (3) Schaltung und Rückmeldung an aktiven Partner,
  - (4) Schaltung durch aktiven Partner; fortlaufende Kontrolle und Abstimmung mittels Maßnahmen austauschliste (MAL),
- MAL (Maßnahmen austauschliste): enthält Parameter „Schaltbarkeit“, „Geschaltet“ und „Schaltwunsch“ je Maßnahme und wird ereignisorientiert übertragen.

Konflikte werden auf der Grundlage einer im Vorfeld planerisch definierten Prioritätenmatrix automatisiert geprüft, sodass keine manuellen Eingriffe er-

forderlich sind. Diese Prüfungen erfolgen durch die Strategiemanager des Landes NRW und der Stadt Düsseldorf und werden über die MAL kommuniziert. Weiterhin werden sämtliche Schaltungen automatisiert umgesetzt. Somit ist ein Online-Prozess etabliert, der vollkommen automatisiert abläuft.

Im Rahmen des gegenständlichen Vorhabens soll die technische Machbarkeit des Austausches von Workflowdaten zur Strategieabstimmung über den MDM untersucht werden. Vorteile durch Einbindung in den Austausch-Prozess sind insbesondere bei einer hohen Zahl beteiligter Partner durch Reduzierung der Kommunikationsverbindungen zu erwarten.

Workflow-Daten im Strategiemanagement umfassen grundsätzlich Anfragen zur Aktivierung einer (inaktiven) Strategie und Rückmeldungen der beteiligten Partner im laufenden Abstimmungsprozess bis zur Wiedererlangung des inaktiven Strategiezustandes. Der anfragende Akteur ist zugleich Koordinator der Strategieanfrage. Im ISM-Verfahren ist vereinbart worden, dass Strategieanfragen ausschließlich vom Besitzer der jeweiligen Strategie<sup>6</sup> gestellt werden können.

Eine Differenzierung von DATEX-II-Meldungen in Anfragen, die im Laufe des Abstimmungsprozesses fortzuschreiben sind, und Rückmeldungen erscheint wegen der notwendigen Koordination der verteilten Rückmeldungen und der Bezugnahme auf die jeweilige Anfrage notwendig.

Zudem ist der Funktionsumfang des MDM zu beachten, der lediglich eine vollständige Lieferung aller Datensätze und nicht nur der Änderungen gegenüber der letzten Lieferung unterstützt. Daraus erwächst die Notwendigkeit, sämtliche Strategien, die aktuell nicht den Zustand inaktiv aufweisen, in die Publikation einzubinden. Durch die ergänzende Einbeziehung der inaktiven Strategien in die Publikation der Strategie-Anfragen wäre gleichzeitig die Möglichkeit gegeben, zwischen verschiedenen beteiligten Systemen einen Statusabgleich über alle relevanten Strategien durchzuführen und somit die Konsistenz auch nach einem Kommunikationsausfall sicherzustellen. Von diesem erweiterten Ansatz wird im Folgenden ausgegangen.

<sup>6</sup> Die Lage eines auslösenden Störfalls („Triggerbereich“) definiert den dafür zuständigen Netzbetreiber als Strategie-Besitzer.

Anforderungen an die beiden Publikationen „Strategie-Anfrage“ (bzw. „Strategie-Status“) und „Strategie-Feedback“ lauten damit:

Strategie-Status:

- Datengeber ist der Strategie-Besitzer (bzw. Strategie-Koordinator).
- Die Information umfasst zu allen relevanten Strategien
  - den aktuellen Status (z. B. inaktiv, angefragt, bestätigt, aktiviert),
  - ggf. eine laufende Strategieanfrage, referenzierbar mittels entsprechender ID mit Anfragezeitpunkt,
  - im Falle einer Aktivierungsanfrage: alle offenen und bereits eingetroffenen Rückmeldungen der Partner zum aktuellen Vorgang (jeweils mit den entsprechenden Informationen aus den Strategie-Feedbacks).

Strategie-Feedback:

- Jeder beteiligte Strategiepartner ist Datengeber einer eigenständigen Publikation.
- Die Rückmeldungen auf laufende Strategie-Abstimmungen umfassen:
  - die handelnde Person,
  - ggf. Kommentar,
  - ggf. ergänzenden Key-Value-Zusatzinformationen und
  - Zeitpunkt der Rückmeldung.

Im Februar 2013 wurde von einer italienischen Arbeitsgruppe auf der DATEX-II-Homepage ein Vorschlag zur Modellierung von Workflowdaten im Strategiemangement veröffentlicht (vgl. AUTOSTRADE-13). Dieser Vorschlag deckt einen Großteil der oben genannten Anforderungen ab und bezieht teilweise weitergehende Informationen in den Datenaustausch ein. Es erscheint daher zweckmäßig, im Rahmen einer zukünftigen Umsetzung den vorliegenden Vorschlag anzuwenden und ggf. zu modifizieren.

### 3.2.2 Datenbereitstellung für Navigationsdienste

Wie bereits in den vorherigen Kapiteln ausführlich dargestellt sollten spontane Ereignisse, die sowohl

die „optimale“ Route (schnellste, kürzeste, usw.) beeinflussen bzw. verändern als auch sicherheitsrelevante Faktoren über spezielle Dienste den Navigationsalgorithmen zur Verfügung gestellt werden. Hierbei werden auf den Kanten des Netzwerkes die Reisezeiten bei freier Fahrt durch die aktuellen veränderten Reisezeiten überschrieben, und zur Routenplanung hinzugezogen. Je nach Reisezeitverlust auf den Kanten der geplanten Fahrtstrecke kann es bei der Routenplanung zu einer Änderung der gerechneten Strecke kommen, da die Zunahme der Reisezeit so stark ist, dass Alternativrouten schneller bzw. effizienter sind.

Bei Vollsperrungen sind Kanten des Verkehrsnetzes nicht mehr für das Routing verfügbar, sodass, für den Fall dass diese auf einer aktuell geplanten Route liegen, eine neue Route über die freien Kanten des Netzes berechnet wird.

Neben diesen spontanen Ereignissen können bereits im Vorfeld geplante Ereignisse wie Großveranstaltungen (Fußballspiele, Konzerte usw.) eine Rolle spielen.

Grundsätzlich existieren für diese Anwendungsfälle Standards und Protokolle, um diese Einschränkungen im Netz sowohl aktuell, als auch im Voraus zu publizieren, und für Informationszwecke verfügbar zu machen bzw. in die Routingalgorithmen einfließen zu lassen. Hier sei auf den aktuellen DATEX II Standard (<http://www.datex2.eu>) verwiesen, der als Standard für den Austausch von Verkehrsmeldungen etabliert wurde, und ständig weiter entwickelt wird. In diesem Standard wird auch das Problemfeld der Georeferenzierung behandelt. Für die Verortung der Verkehrsmeldungen existieren bereits ausgereifte statische und dynamische Methoden wie TMC, OpenLR (<http://www.openlr.org/>) oder Agora-C.

Zu dem in Kapitel 3.1.5.2 diskutierten Szenario einer dynamischen Füllung von Parkplätzen bei Großveranstaltungen wie Messe existieren noch keine ausreichend abgestimmten Protokolle und Datenmodelle. Voraussetzung wäre eine eindeutige Ortsreferenzierung, die bei Bedarfsparkplätzen wahrscheinlich auch dynamisch sein müsste, sowie eine Zuordnung zu einem bestimmten „Point of Interest“ (POI).

### 3.2.3 Schnittstellen für den Strategieaustausch

Bei der Informationsbereitstellung des öffentlichen Verkehrsinfrastrukturbetreibers an private Navigationsdienstleister sind neben eventueller Rückmel-

dungen hinsichtlich dauerhafter Netzanpassungen die folgenden beiden Ebenen relevant:

- Netznahe Daten: Teil-/Sperrungen, Unfälle, Veranstaltungen, temporäre Verkehrsführungen und Umwidmungen,
- Beeinflussende Daten: Strategiemeldungen mit auslösendem Ereignis, empfohlener Route und Kapazitätsinformationen.

Im MDM-Projekt wurde auf Grundlage von DATEX II das MDM Datenmodell für Verkehrsmeldungen erarbeitet, welches für den Austausch von netznahen Daten und Ereignismeldungen herangezogen werden kann. Soweit eine Implementierung der Schnittstelle durch den öffentlichen Verkehrsinfrastrukturbetreiber erfolgt, ist es möglich, die entsprechenden Informationen zeitnah an den MDM bereitzustellen.

Für den Austausch von Strategierouten ist im MDM-Projekt ebenfalls ein DATEX-II-basiertes Datenprofil erstellt worden (Datenmodell für strategiekonformes Routen, vgl. FREUDENSTEIN-12). Dies beinhaltet:

- Gültigkeitszeitraum (Startzeit verpflichtend, „beliebig“ komplex),
- Ursache angegeben durch Enumeration oder Verweis auf andere Meldung,
- Strategierouten: Eingangs- und Ausgangstrigger, Normalroute und Alternativroute(n) mit Gewichtung (Summe 100 %), Unterscheidung von Fahrzeugklassen möglich, Angabe von Reisezeiten möglich, Angabe einer zusätzlichen Maßnahme möglich (ggf. durch Verweis auf weitere Meldung),
- Kapazitätssteigernde Maßnahmen als separate Meldung: Grüne Welle und Grünzeitverlängerung, Spurfreigaben, Angabe der freien Kapazitäten (ohne weitere VM-Maßnahme),
- Varianten der Georeferenzierung: Verortung nach ISO 19148, Punktkoordinaten, OpenLR, ALERT C, TPEG-Loc, vordefinierte Lokationen.

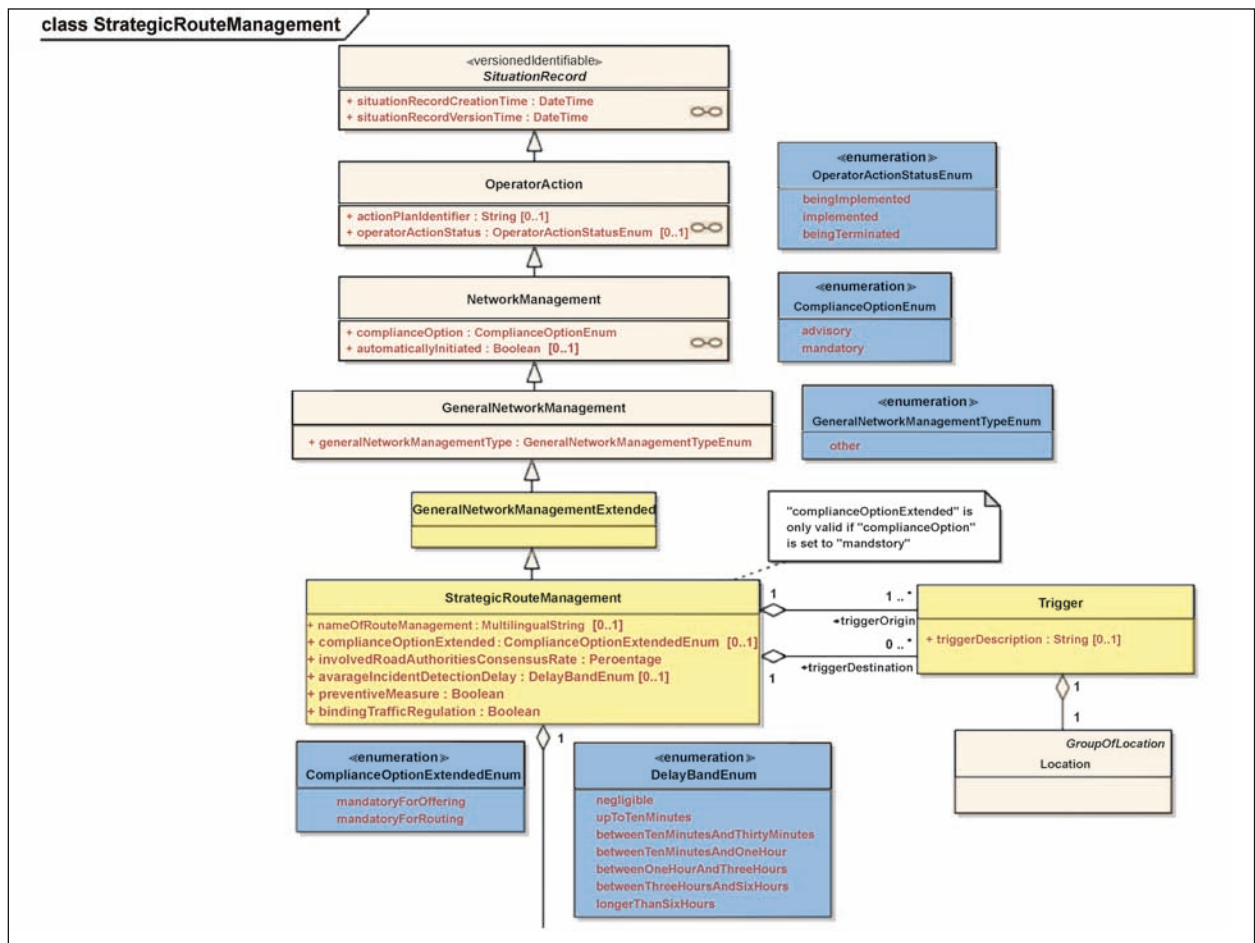
Das Datenmodell wurde aus technischer Sicht hinsichtlich Anwendbarkeit auf die Fragestellungen des aktuellen Forschungsprojekts bewertet, wobei dessen grundsätzliche Eignung attestiert werden konnte. Im Sinne der in Kapitel 3.2.2 aufgeführten Anforderungen sind insbesondere die Verknüpfung einer Strategiemeldung zu einer auslösenden Er-

eignismeldung sowie die Ergänzung von Informationen über kapazitätssteigernden Maßnahmen zu begrüßen. Ergänzungsbedarf besteht jedoch in Bezug auf die beiden Aspekte des strategischen Konzepts:

- Bereitstellung von Qualitätsinformation zur Strategieroute wie
  - Beteiligung aller betroffenen Netzbetreiber an der Strategieabstimmung,
  - Grad bzw. Zuverlässigkeit der Überwachung der Alternativroute (bspw. Dichte der stationären Detektion oder erwartete Latenz bei Störfallerkennung),
  - Art der Strategieauslösung (manuell, automatisch),
  - Hinweis auf Nutzung von Prognosen bzw. Kennzeichnung einer störungsvermeidenden Strategieauslösung,
  - Kennzeichnung der Strategieroute als verkehrsrechtliche Anordnung.
- Kennzeichnung der Verbindlichkeit der Strategieroute mit den Ausprägungen
  - Einbindung in das individuelle Routing freigestellt,
  - Route ist als Alternative anzuzeigen – ggf. in Abhängigkeit von der jeweiligen Nutzerkonfiguration,
  - Route ist auf relevanten Fahrtbeziehungen als individuelle Route zu übernehmen,

Ausgehend vom vorliegenden Datenprofil für das strategiekonforme Routing werden folgende Änderungen vorgeschlagen:

- Berücksichtigung der Verbindlichkeit durch eine Erweiterung des Attributs `complianceOption`, welches lediglich die beiden Ausprägungen „mandatory“ und „advisory“ annehmen kann, durch Hinzufügen des Attributes `complianceOptionExtended` (`ComplianceOptionExtendedEnum: „mandatoryForOffering“/„mandatoryForRouting“`) in der Erweiterung „StrategicRoute-Management“,
- Kennzeichnung der automatischen Auslösung durch Nutzung des Attributs `automaticallyInitiated` aus dem Gesamtmodell DATEX II (bei `NetworkManagement`),
- Kennzeichnung der Beteiligung aller betroffenen Netzbetreiber in der Erweiterung „Strategic-



**Bild 3-7:** Auf Basis des Datenprofils „Strategiekonformes Routing“ des MDM erweitertes UML-Modell (Ausschnitt)

RouteManagement“ durch das zusätzliche Attribut `involvedRoadAuthorityConsensusRate` (in Prozent),

- Kennzeichnung der Güte der Verkehrslageüberwachung in der Erweiterung „StrategicRouteManagement“ durch das zusätzliche Attribut `avarageIncidentDetectionDelay`, das aus erfahrungsbasierten Informationen eine mittlere Verzögerung bei der Störfallerkennung wiedergibt; da die Werte der Enumeration „DelayBandEnum“ recht große Zeitspannen darstellen, könnte zukünftig möglicherweise durch einen zusätzlichen Enumerationstyp eine feinere Differenzierung sinnvoll sein,
- Kennzeichnung einer Präventiv-Maßnahme in der Erweiterung „StrategicRouteManagement“ durch das zusätzliche Attribut `preventiveMeasure` (boolesch),
- Kennzeichnung einer verkehrsrechtlichen Anordnung in der Erweiterung „StrategicRouteManagement“ durch das zusätzliche Attribut `bindingTrafficRegulation` (boolesch).

Das um die genannten Aspekte erweiterte UML-Modell ist dem Bild 3-7 zu entnehmen.

Das erweiterte Datenmodell bildet die Grundlage für die Validierungsphase.

### 3.2.4 Strategieeinbindung in die Navigation

Wie im vorherigen Kapitel bereits ausgeführt, existieren sowohl Modelle für den Austausch von Verkehrsinformationen, als auch für die Bereitstellung von strategischen Routen. Während die Nutzung der Verkehrsmeldungen bereits von den Navigationsanbietern in den technischen Prozess integriert ist, finden strategische Routen noch keine Verwendung in den bestehenden Systemen. Es wurde zwar z. B. im deutschen DINAV Forschungsprojekt prototypisch die Integration einer strategischen Route umgesetzt, diese ist aber weit entfernt von einer produktnahen Implementierung. Die Problematik liegt hierbei auch nicht in der Umsetzung der strategischen Route beim Navigationsdienstleister sondern eher in der Bewertung dieser Route im Gesamtkontext. Davon ausge-



hend, dass eine Route gewissen Anforderungen folgt (kürzeste, schnellste, ökologischste usw.), muss eine externe strategische Route sicherstellen, dass diese Bedingungen erfüllt werden. Des Weiteren wurde auch im Projekt dmotion prototypisch eine Integration von strategischen Routen in den Navigationsalgorithmus der Dienstleister BMW und PTV umgesetzt.

Im Bereich der Bewertung der externen strategischen Route existieren zurzeit noch keine Erfahrungswerte. Für eine Validierung kann sicherlich der Vergleich der eigenen ermittelten Verkehrslage mit der strategischen Route herangezogen werden. Allerdings kann dies nur funktionieren, wenn die Empfehlung auf selbst messbaren Daten beruht, z. B. Staus oder Sperrungen. Wenn es eine Routenempfehlung ist, die auf Grund von ökologischen Gründen wie beispielsweise Luftverschmutzung vorgegeben wird, dann ist eine Überprüfung von Seiten des Navigationsanbieters nicht möglich.

Darüber hinaus ist die Bildung eines Vertrauensindex für den Provider der strategischen Route denkbar. Dieser könnte entweder auf internen Erfahrungswerten des Navigationsanbieters beruhen,

und würde z. B. auf einer rückschauenden Qualitätsüberprüfung der strategischen Route während seiner Gültigkeit beruhen. Es wäre auch denkbar, dass ein Qualitätssiegel durch eine externe Stelle nach definierten Kriterien ausgestellt wird.

## 4 Validierung

### 4.1 Ablauf der Pilotphase

#### 4.1.1 Vor-Untersuchung im Rahmen der IAA

Die 65. Internationale Automobilausstellung (IAA, 12.-22.09.2013) ist die größte Messeveranstaltung im Untersuchungsraum während der Projektlaufzeit. Am 12. und 13.09. 2013 fanden die Fachbesuchertage statt. Die öffentlichen Besuchertage haben am 14.09.2013 angefangen und endeten am 22.09.2013. Der Veranstaltungsort war das Frankfurter Messegelände: Frankfurt, Ludwig-Erhard-Anlage 1, siehe Bild 4-1. Beispielhaft für zuständigkeitsübergreifende Strategien ist hier die besondere Verkehrslenkung zum Messegelände in Verbindung mit den abgestimmten Planun-

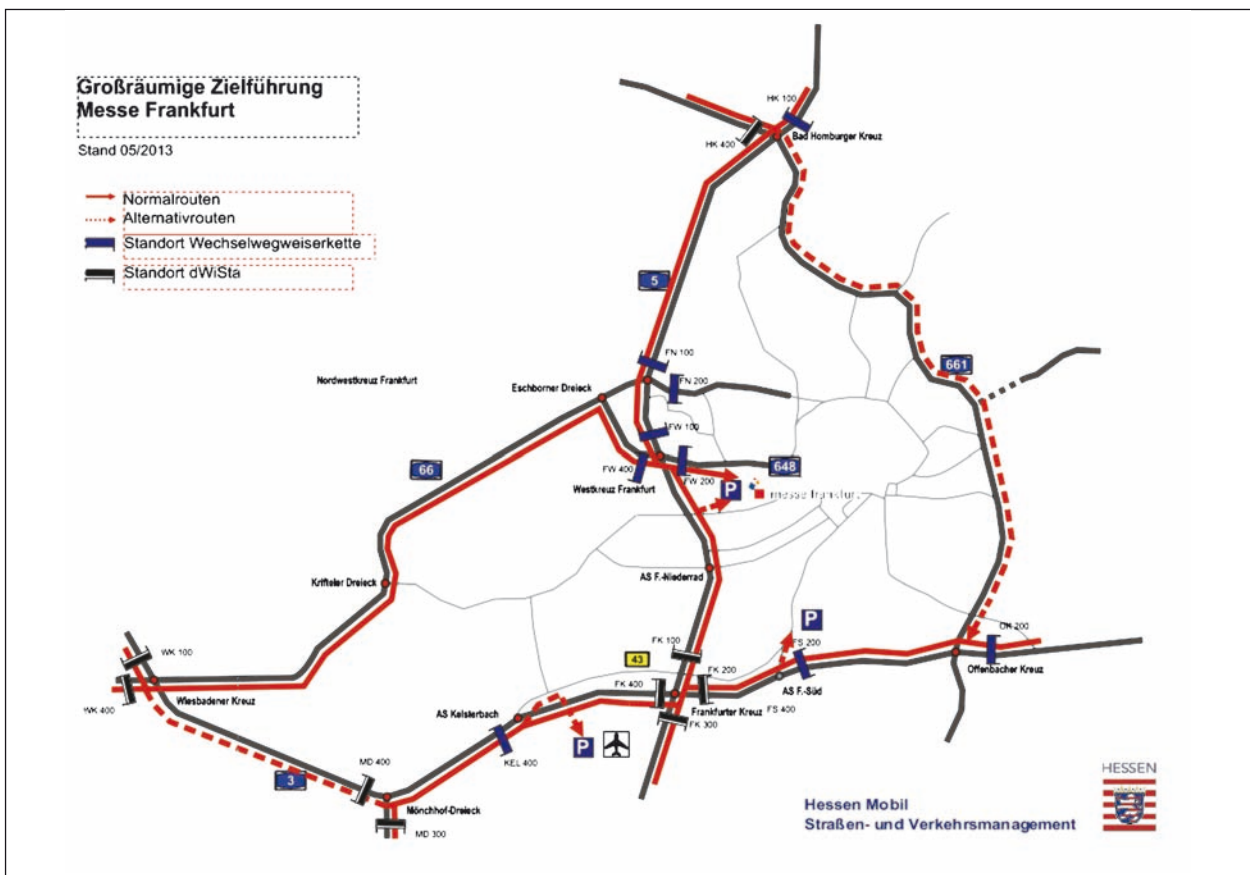


Bild 4-1: Großräumige Messeverkehrsführung

gen zur Befüllung von Parkflächen, da bei Veranstaltungen dieser Größenordnung mit deutlich erhöhtem Verkehrsaufkommen im Umfeld des Messegeländes zu rechnen ist, das die normalwerktaglichen Verkehrsströme – insbesondere Pendlerverkehr und Wirtschaftsverkehr zu den Stadt- und Gewerbezentren des Raums Frankfurt RheinMain sowie dem Flughafen Frankfurt – überlagert.

Laut Statistiken kamen rund 900.000 Besucher zur IAA 2013. Die Messungen registrierten eine Verkehrszunahme um 3 % bis 10 % zu den Referenzwerten<sup>7</sup> an aussuchten Zählstellen (siehe Bild 4-2).

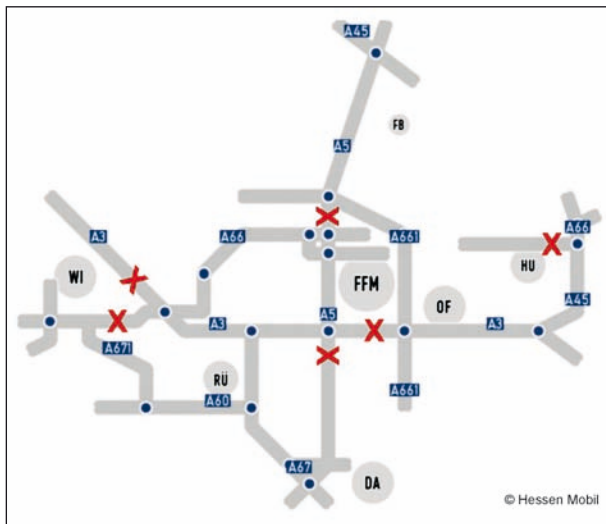


Bild 4-2: Übersicht über die Zählstellen im Autobahnnetz

Das Ziel dieser Untersuchung war die Identifizierung von Differenzen in der Verkehrslenkung und der Navigation sowie ein Erkenntnisaufbau für die Methodik im Rahmen der bevorstehenden Validierung.

Seitens Hessen Mobil wurden folgende Daten als Grundlage für die Validierung zur Verfügung gestellt:

- Standorte der kollektiven Wegweisung WWW und dWiSta (siehe Bild 4-3),
- Schaltprotokolle der o.g. Anlagen im vordefinierten Untersuchungsraum,
- Inhalt der kollektiven Empfehlung in Form von Abbildungen der Schaltprogramme (siehe Bild 4-4 als Beispiel).

Im Zuge der Vor-Validierung wurden die öffentlichen Verkehrslenkungsstrategien (Schaltungen der dWiSta sowie der Wechselwegweiser) Hessen Mobils den in den entsprechenden Verkehrssituationen durch TomTom generierten Navigationsrouten gegenübergestellt.

Basierend auf den protokollierten Schaltzuständen der Wechselwegzeichen und die Anzeigen der dWiSta wurden Routenvorschläge identifiziert, für

<sup>7</sup> Referenzwert-Werte an drei gleichartigen Tagen außerhalb von Messezeiten.

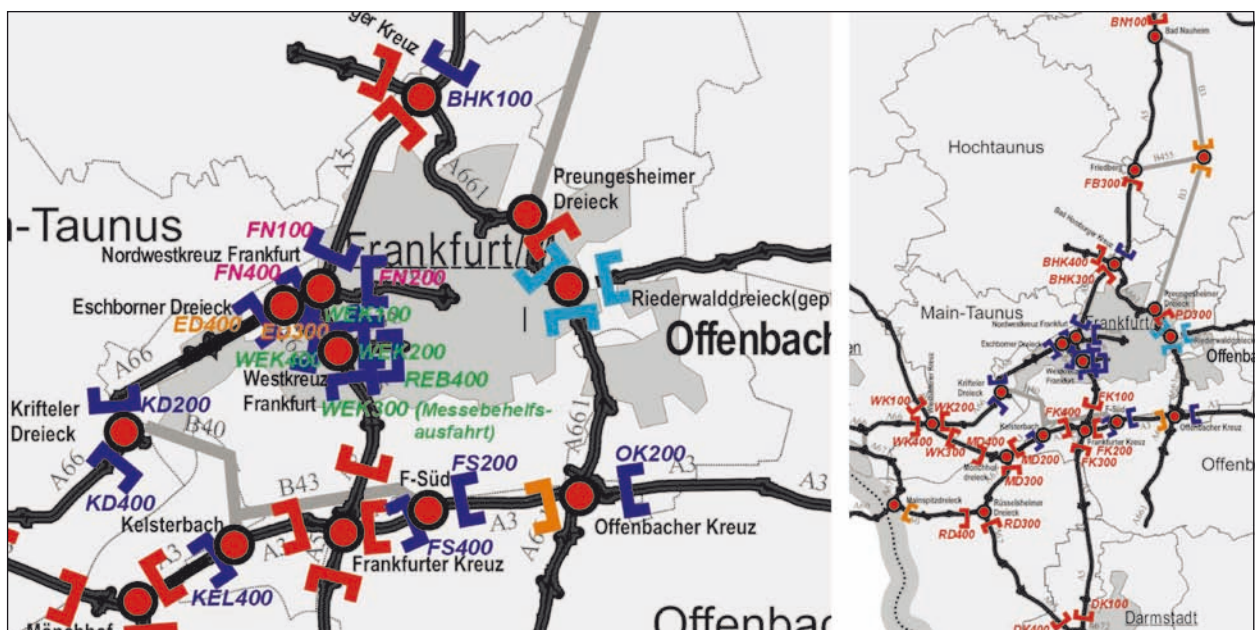


Bild 4-3: Lageplan WWW (links), dWiSta (rechts)

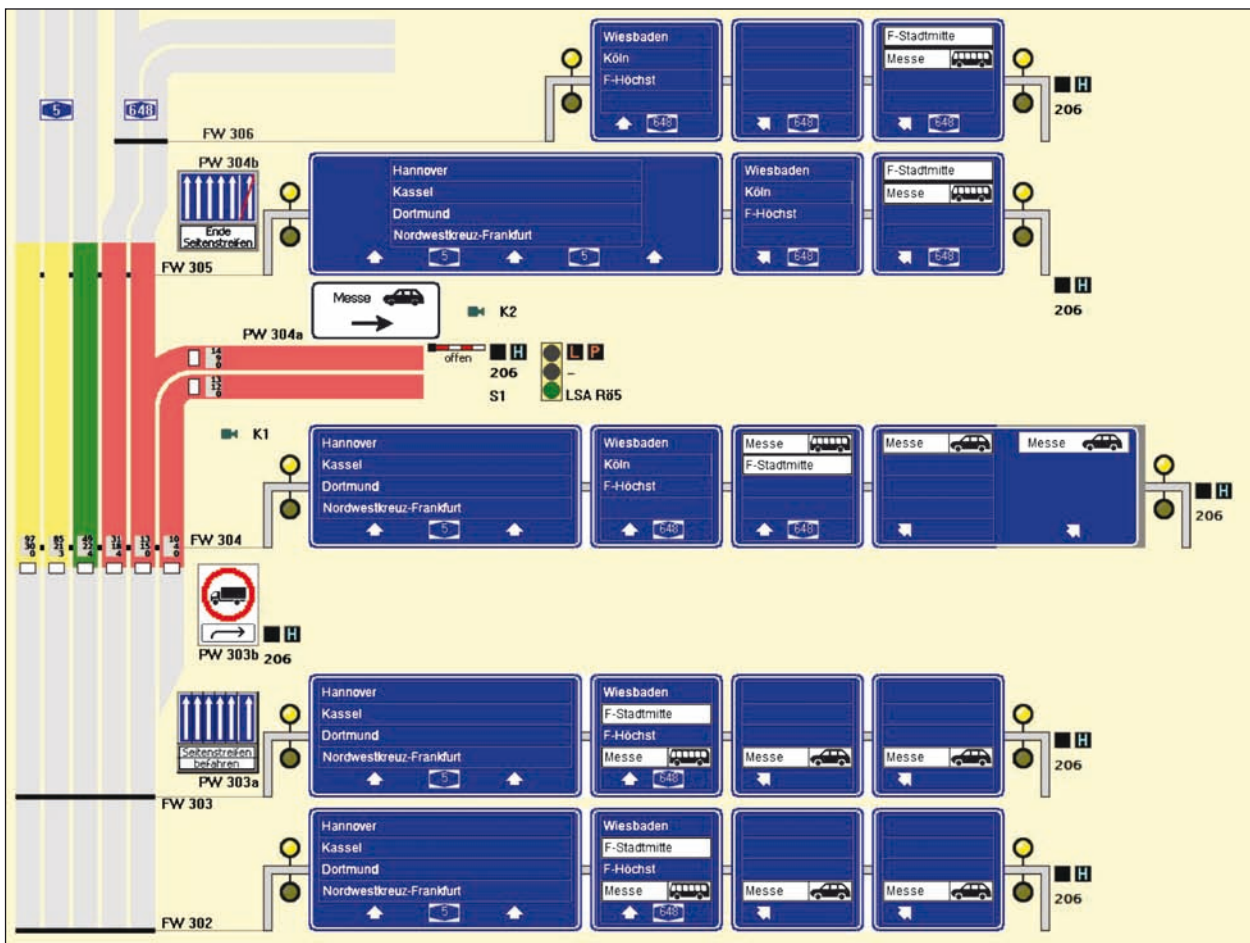


Bild 4-4: WWW-Anlage WEK300\_P206\_Messebehelfsausfahrt

die großräumig Alternativrouten zu Verfügung stehen. In Zeitabschnitten, in denen auf den dWiSta Sperrungen bzw. Reisezeitverzögerungen sowie ggf. Alternativrouten angezeigt wurden, wurden ex post auf Grundlage der zu den jeweiligen Zeitpunkten bei TomTom vorliegenden Verkehrsdaten Routen für den Individualverkehr berechnet. Der zu betrachtende Zeitraum umfasste dabei auch den zeitlichen Vor- und Nachlauf zu dWiSta-Schaltungen, um ggf. frühere oder länger andauernde Abweichungen zwischen öffentlichen Strategien und Navigationsempfehlungen zu erfassen. Mit dieser Vorgehensweise wurde verglichen, wie sich die individuelle Route gegenüber der strategischen Route verhält.

In dem betrachteten Zeitraum vom 14.09.13 bis 22.09.13 wurden auf diese Weise acht zusammenhängende Zeiträume mit dWiSta-Schaltungen ausgewertet, die sich insgesamt zu einer zeitlichen Dauer von 48 Stunden ergänzen.

Beispielhaft wurde deshalb die Verkehrssituation am Morgen des 16.09.2013 im Frankfurter Westen untersucht, und eine Route und eine Alternativroute

von der A 66 zum Messeparkhaus Rebstock zu verschiedenen Zeiten kalkuliert. Hierzu wurden die Anzeigen auf der dWiSta an der A 66 westlich des Wiesbadener Kreuzes analysiert.

Von 07:38:37 bis 08:37:03 wird auf der A 66 ein Stauereignis auf dem Streckenabschnitt zwischen Wiesbadener Kreuz und Nordwestkreuz Frankfurt gemeldet. Hieraus resultiert zunächst die Anzeige einer Verlustzeit; als bei wachsendem Stau eine Verlustzeit von 15 Minuten überschritten wird, wird die Alternativroute über das Frankfurter Kreuz empfohlen und zugleich angezeigt, bis zu welcher Anschlussstelle die A 66 noch frei befahrbar ist. Beim Rückgang des Staus wird zunächst die Alternativroutenempfehlung zurückgenommen, später auch die Information über die Verlustzeit.

Von 08:38:08 bis um 9:26:04 wird die Empfehlung gegeben Richtung Messe über das Frankfurter Kreuz zu fahren. Die Aufzeichnungen wurden bis 9:27 Uhr betrachtet, d. h. danach werden keine untersuchungsrelevanten Verkehrsmeldungen auf der dWiSta mehr angezeigt.



Bild 4-5: Schaltung: 16.09.2013, 08:30:28; He-W2DB-AQ66/1;-32768;0; „Nordwestkreuz Frankfurt 9 Minuten; Ein“

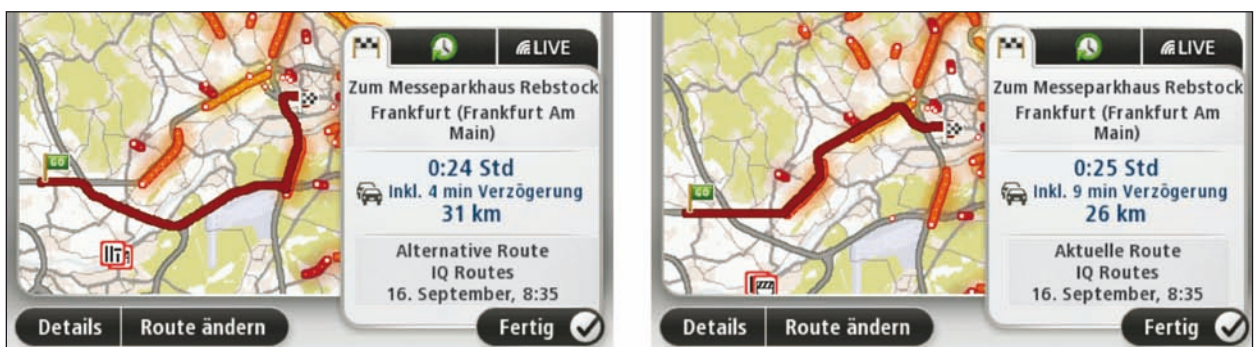


Bild 4-6: Schaltung: 16.09.2013, 08:35:04; He-W2DB-AQ66/1;-32768;0; „Nordwestkreuz Frankfurt 10 Minuten; Ein“



Bild 4-7: Schaltung: 16.09.2013, 08:40:35; He-W2DB-AQ66/1;-32768;0; „Nordwestkreuz Frankfurt 12 Minuten F. Messe via F. Kreuz; Ein“

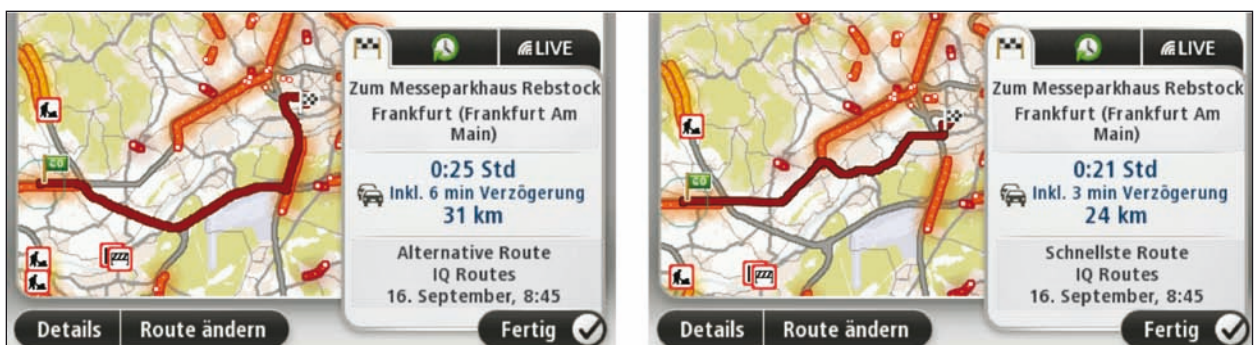


Bild 4-8: Schaltung: 16.09.2013, 08:45:05; He-W2DB-AQ66/1;-32768;0; „Stau hinter Hofheim 18 Minuten Hannover Frankfurt Messe via F. Kreuz; Ein“



Bild 4-9: Anzeige dunkel: 16.09.2013, 09:45 – keine Meldungen

Auf dem Navigationsgerät werden dann jeweils Routen berechnet, die allerdings je nach Einstellung des Gerätes variieren können. Standardmäßig wird die schnellste (aktuelle) Route gewählt, wobei die Streckenlänge in den Hintergrund tritt. Bei der Auswahl der alternativen Route hingegen wird versucht, eine optimale schnellste Strecke in einem anderen großräumigen „Korridor“ zu finden.

Ohne Verzögerung ist die nördliche Route über die A 66 schneller und kürzer als die südliche Route über die A 3. Bei der Betrachtung des Routenvorschläge, bei der die Reisezeiten sich verlängern, führen die beiden Hauptrouten der individuellen Navigation über die Nord- und Südroute, nur zum Zeitpunkt, an dem beide Achsen sehr stark belastet sind, wird eine Strecke durch die Mitte (B 40) vorgeschlagen.

Die Grundlage für die Strategieschaltungen der öffentlichen Hand und der privaten Navigationsdienstleister sind die Reisezeiten auf den Strecken. Deshalb soll jeweils beispielhaft untersucht werden, ob und wie weit die Reisezeiten im Zuständigkeitsnetz von Hessen Mobil mit den ermittelten Reisezeiten von TomTom Unterschiede aufweisen.

#### 4.1.2 Verarbeitung aktueller Strategiemeldungen

In der anschließenden Pilotphase sollen strategie-basierte Lenkungsempfehlungen von Hessen Mobil zur Nutzung durch private Navigationsdienstleister sowie durch Rundfunkanstalten über den MDM zur Verfügung gestellt werden. Die für die Umsetzung erforderlichen Prozessschritte sind nachfolgend dargestellt.

#### Veröffentlichung aktiver Strategiemeldungen von Hessen Mobil

Während in der Voruntersuchung Schaltprotokolle in einer manuellen Ex-post-Betrachtung ausgewertet wurden, werden in der Pilotphase aktive Strategiemeldungen im zuvor entwickelten DATEX-II-Profil bereitgestellt, das insbesondere Informationen über die aktive Umleitungsroute, die gestörte Normalroute sowie die Störungsursache bzw. das Störungsausmaß beinhaltet. Die Schnittstelle zur Strategieveröffentlichung wird dazu als Web-Service in das Strategiemanagementsystem von Hessen Mobil integriert. Statische Daten wie Normal- und Alternativroute liegen in der Strategie-Datenbank vor, dynamische Daten werden auf Grundlage der aktuellen Verkehrssituation im Online-Betrieb ergänzt. Sämtliche in der Pilotphase relevanten Strategien müssen zuvor in der Strategie-Datenbank versorgt werden, um im Anwendungsfall über den MDM verbreitet zu werden.

Im Weiteren ist eine entsprechende Publikation auf dem MDM einzustellen, der die Strategiemeldungen zugeordnet sind und die von interessierten Datennehmern bezogen werden kann.

#### Abholung der Strategiemeldungen durch den Dienstleister

Um Strategiemeldungen auf Seiten des Dienstleisters (hier: TomTom, BMW, Rundfunkanstalten) nutzen zu können, bedarf es zunächst der Einrichtung eines Abonnements der Daten über den MDM, wobei die Einigung bilateral zwischen Datennnehmer und Datengeber erfolgt und die Datenlieferung vom Datennnehmer im MDM konfiguriert wird. Ferner ist eine korrekte Interpretation der Daten erforderlich, was durch die Realisierung einer Schnittstelle auf Seiten des Dienstleisters gewährleistet wird, die dem DATEX-II-Profil entspricht.

### Einbindung der Strategien in das Routing

Die Einbindung der Strategien in das individuelle Routing erfolgt entsprechend der Vorgaben der Kooperationsebenen:

- Ebene 1: als Vorschlag nach positiver Bewertung durch das Navigationsmodell,
- Ebene 2: als Alternative zur individuellen Route,
- Ebene 3: als Ersatz der individuellen Route.

In der Pilotphase wird von TomTom keine prototypische Umsetzung vorgenommen, sondern lediglich eine Betrachtung in einem theoretischen Modell angedeutet. Das bedeutet:

TomTom wird eine Schnittstelle implementieren, um die Strategiemeldungen während der Pilotphase vom MDM abzuholen, und exemplarisch auszuwerten. Die Route kann dann über Tools visualisiert, und entsprechend demonstriert werden. Eine Einbindung und Verarbeitung der Meldung in die Datenfusion sowie eine prototypische Umsetzung wird aufgrund des sehr hohen Aufwandes und der erwarteten geringen Aussagekraft nicht stattfinden.

### Einbindung der Strategien in Verkehrsmeldungen des Rundfunks

Die mit Hessen Mobil in enger Kooperation stehenden Rundfunkbetreiber erhalten ebenfalls die Möglichkeit, die Strategiemeldungen beim MDM abzuholen. Dazu ist es notwendig, eine entsprechende Schnittstelle zu realisieren. Die strategischen Routenempfehlungen können wegen der technischen Limitierungen von RDS-TMC-Meldungen<sup>8</sup> zunächst lediglich Eingang in den gesprochenen Verkehrsfunk halten. Da der Hessische Rundfunk bereits Anwendungserfahrungen mit dem TPEG-Format gesammelt hat, ist hier denkbar, eine weitergehende Analyse zur Eignung von TPEG für die Aussendung der Strategiemeldungen anzuschließen mit dem Ziel, einen Umsetzungsvorschlag für die künftige Anwendung zu entwickeln.

## 4.2 Verfahren und Kenngrößen der Validierung

Ziel der Validierung des strategischen und technischen Konzepts ist es, die Anwendbarkeit und den

<sup>8</sup> Eine Kodierung des spezifischen Verlaufs einer empfohlenen Umlenkungsroute ist in RDS-TMC beispielsweise nicht möglich. Zudem ist die geringe Datenrate von RDS für komplexe Meldungen ungeeignet.

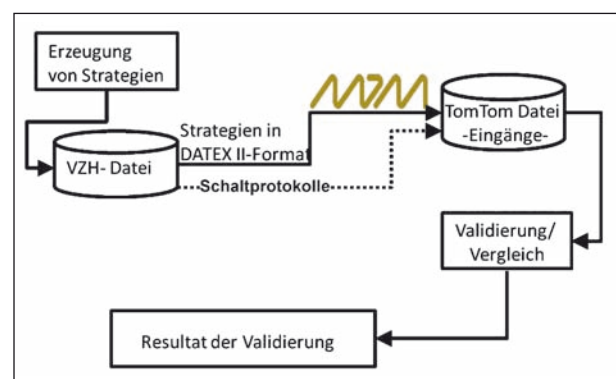
Nutzen der Einbindung öffentlicher Verkehrslenkungsstrategien in die individuelle Navigation zu prüfen. Dabei sollen Antworten auf die nachfolgend aufgeführten Leitfragen gefunden werden.

### 4.2.1 Leitfragen der Untersuchung

1. Trägt die Kooperation zu einer Harmonisierung der kollektiven Strategien und der individuellen Routenempfehlung bei?
2. Lässt sich mit dem Kooperationsmodell eine Win-Win-Situation erzielen?
3. Welche Aussagen können für die einzelnen betrachteten Ebenen des Kooperationsmodells getroffen werden?
4. Gibt es besondere Auffälligkeiten hinsichtlich auftretender Abweichungen zwischen kollektiven Strategien und individuellen Routen?
5. Welche Erkenntnisse können in Bezug auf das technische Konzept gewonnen werden?

#### Zu Leitfrage 1:

Inwieweit eine Harmonisierung zwischen kollektiven Strategien und individuellen Routen durch die Kooperation erzielt werden kann, wird davon beeinflusst, welche Abweichungen im Vorfeld der Kooperation auftreten. Zur Beantwortung dieser Frage tragen die Vorvalidierung im Zuge der IAA und der Vergleich kollektiver Strategien mit individuellen Routen im weiteren Verlauf der Pilotphase bei (vgl. Bild 4-10). Ferner ist entscheidend, inwieweit es auf der Kooperationsebene 1 den kollektiven Strategien gelingt, ihre situationsabhängigen Vorteile gegenüber individuellen Routenempfehlungen nachzuweisen bzw. mit diesen zumindest „auf Augenhöhe zu konkurrieren“.



**Bild 4-10:** Informationsfluss zum Abgleich kollektiver Strategien und individueller Routen

**Zu Leitfrage 2:**

Im Rahmen einer „freiwilligen“ Kooperation muss eine Win-Win-Situation erzielt werden, die einen zusätzlichen Nutzen generiert (der mittel- oder langfristig den zusätzlichen Aufwand übersteigen muss) und bei der sich dieser Nutzen in angemessener Weise auf die Beteiligten verteilen lässt. Der Nutzen für die Kooperationspartner ist unter anderem zu erwarten durch:

- Harmonisierung von Routenempfehlungen,
- Verbesserte Wahrnehmung/verbessertes Ranking durch die Nutzer (Verkehrsteilnehmer),
- Konzentration der Partner auf bestimmte Kompetenzen,
- Sicherung bzw. Steigerung der Position im Markt infolge zukunftsorientierter Entwicklungen/Sicherung eigener Marktchancen,;
- Nutzung des Mehrwertes eines Verbunds (gemeinsam etwas realisieren, was alleine nicht geht).

Das Ziel der Validierung besteht in Bezug auf die Leitfrage 2 weniger in der Quantifizierung einzelner Nutzenkomponenten, sondern vielmehr in der Ausartierung der Win-Win-Situation durch Festlegung relevanter Eckpunkte für die Kooperation

**Zu Leitfrage 3:**

Die Win-Win-Potenziale sind auf den einzelnen Kooperationsebenen unterschiedlich ausgeprägt. In der Pilotphase sollen daher von den beteiligten Kooperationspartnern Aussagen dahingehend getroffen werden, welche Voraussetzungen zu schaffen sind, um das entwickelte strategische und technische Konzept in die Praxis umzusetzen. Dabei ist auch eine abgestufte Einführung denkbar, die es ermöglicht, bei der bestehenden Flexibilität der 1. Kooperationsebene Erfahrungen und gegenseitiges Vertrauen aufzubauen, die die Grundlage für eine nachfolgend höhere Verbindlichkeit schaffen.

**Zu Leitfrage 4:**

Ergänzend zur Leitfrage 1 ist zu klären, ob konkrete Abweichungen zwischen kollektiven Strategien und individuellen Routenempfehlungen auf systematische Zusammenhänge zurückzuführen sind. Denkbar sind hier beispielsweise bestimmte Netzstrukturen, deren Elemente aus Sicht des öffent-

lichen Betreibers bzw. des privaten Dienstleisters unterschiedlich bewertet werden, oder zeitliche Besonderheiten wie Verzicht auf kollektive Umlenkung bei überlastungsbedingten Störungen in der Hauptverkehrszeit. Die Ergebnisse der Analyse sind abhängig von der Vielfalt von Strategiedefinitionen und der Häufigkeit der Strategieanwendungen in der Pilotphase.

**Zu Leitfrage 5:**

Zur Validierung des technischen Konzepts ist einerseits die Auswertung von Kenngrößen in Bezug auf den technischen Informationstransport (vgl. Kapitel 4.2.2), andererseits die konkrete Umsetzung der Strategiemeldungen im Navigationsdienst relevant. Dabei ist unter anderem zu klären, ob die qualitätsbeschreibenden Attribute der Strategiemeldungen für eine Bewertung im Navigationsdienst ausreichend sind.

**4.2.2 Technischer Informationstransport**

In Bezug auf den technischen Informationstransport ist die Absicherung der folgenden Kriterien maßgeblich:

- Interpretierbarkeit der Daten, d. h., sind die Daten syntaktisch korrekt und entsprechen sie dem vereinbarten Datenschema – hierzu können die Billing-Daten des MDM herangezogen werden, da bei der Datenanlieferung bereits eine Validierung der Datenpakete gegenüber einem zu hinterlegenden Datenschema erfolgt.
- Vollständigkeit der Information, das umfasst die beiden Fragestellungen, ob alle Strategiemeldungen vom öffentlichen Betreiber beim privaten Dienstleister eintreffen und ob alle für die Einbindung in den Navigationsdienst erforderlichen Informationen in den einzelnen Meldungen enthalten sind.
- Aktualität der Information – Durch Abgleich des Zeitstempels der Meldung mit dem Zeitpunkt, zu dem die Information über den Dienst den Endkunden erreicht, ist einerseits eine Abschätzung der verbleibenden, zeitlich bedingten Differenzen zwischen öffentlichen Lenkungsempfehlungen und individueller Navigation möglich, andererseits kann daraus das Nutzenpotenzial für den einzelnen Anwendungsfall abgeleitet werden.

Abhängig von der Umsetzung der Kenngrößenermittlung als automatisiertes oder manuelles Verfahren auf Seiten des Informationsempfängers ist eine fortlaufende oder stichprobenhafte Prüfung möglich.

#### 4.2.3 Umsetzung durch individuelle Empfehlungen im Navigationsdienst

Die Kooperationsebene gibt vor, wie eine Lenkungsempfehlung in die Navigation einzubinden ist:

- Ebene 1: als Vorschlag nach positiver Bewertung durch das Navigationsmodell,
- Ebene 2: als Alternative zur individuellen Route,
- Ebene 3: als Ersatz der individuellen Route.

Die Umsetzung dieser Vorgaben ist auf Basis des theoretischen Modells bzw. Prototypen zu prüfen. Ferner ist das Verfahren zur Bewertung der Strategie für die Kooperationsebene 1 zu definieren und eine geeignete Form der Nutzereinbindung bei der Entscheidung über eine veränderte Routenführung zu entwickeln.

#### 4.2.4 Akzeptanz im Fahrerverhalten

Ein Nutzen der Einbindung öffentlicher Empfehlungen in die individuelle Navigation ist letztlich nur dann zu erwarten, wenn die Dienstnutzer den jeweiligen Empfehlungen folgen. Daher spielt die Akzeptanz im Fahrerverhalten für die Bewertung des Gesamtkonzepts eine bedeutende Rolle. Der Versuch, auf Grund von historischen Daten im Tom-Tom-Datenbestand Aussagen über den Befolgungsgrad bzw. die Akzeptanz im Fahrerverhalten zu machen, führte jedoch bei stichprobenhaften Untersuchungen zu keinem sinnvollen Ergebnis. Letztendlich ist das „Rauschen“ in den Daten zu groß und die Stichprobe zu klein. Quantitative Aussagen zur Akzeptanz können daher erst im Rahmen einer Pilotumsetzung bis in die Endgeräte eines marktbedeutenden Navigationsdienstanbieters gemacht werden, indem anhand von Daten der VZH (Schleifen oder ASDA/Foto) die Befolgung der Empfehlungen auf den dWiSta in einem mit/ohne-Vergleich der Übernahme in das individuelle Routing analysiert wird. Hierzu werden jeweils die Daten vor und nach der Schaltung auf der ankommenden Strecke und den verschiedenen wegführenden Strecken gegenübergestellt und eventuelle Veränderungen untersucht.

#### 4.2.5 Gesamtwirkung im Netz

Die Gesamtwirkung im Netz kann auf Basis der umgelenkten Verkehrsanteile und der damit erzielten Änderungen ermittelt werden, wobei als wesentliche Wirkungskomponenten

- Fahrzeit,
- Betriebskosten und
- Klima

zu betrachten sind, für die in Anlehnung an die EWS<sup>9</sup> eine Monetarisierung des Nutzens erfolgt. Hierbei kann ein Verfahrensansatz aus dem Forschungsprojekt VODAMS<sup>10</sup> angewandt werden, an dem die Projektpartner Hessen Mobil und momatec GmbH beteiligt waren. Dieser ist nachfolgend in seinen Grundzügen dargestellt, für eine detaillierte Darstellung wird auf VODAMS-10 verwiesen.

Bei jeder Strategieaktivierung werden über den Aktivierungszeitraum die Verlustzeiten aus dem ASDA/FOTO-System sowie die Verkehrsmengen unmittelbar hinter dem Entscheidungspunkt ermittelt. Durch eine Differenzbetrachtung der Verkehrsmenge zur Referenzganglinie kann der Umlenkungseffekt beziffert werden.

Um mit diesem Modell den zusätzlichen Nutzen einer Einbindung strategischer Lenkungsempfehlungen in die Navigation auf der theoretischen Ebene abbilden zu können, ist eine Abschätzung der Marktdurchdringung bezogen auf das Fahrerkollektiv sowie eine Aussage zur Fahrerakzeptanz unter Berücksichtigung des Einflusses durch andere Informationsmedien erforderlich.

#### Wirkungskomponente Fahrzeit

Zur Ermittlung der Wirkungskomponente Fahrzeit werden die Reisezeiten auf der Normal- und der Alternativroute unter Berücksichtigung der situationsbedingten Verlustzeiten betrachtet. Der Zeitvorteil ergibt sich aus der Fahrzeitendifferenz zwischen Alternativ- und Normalroute.

<sup>9</sup> EWS = Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen.

<sup>10</sup> Offline-ISM-Komponente zur Validierung, Optimierung und Definition von Ad-hoc-Maßnahmen und Verkehrsmanagementstrategien zur Entscheidungsunterstützung in Verkehrsleitzentralen, ein vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung im Rahmen der Initiative „Mobilität 21“ gefördertes Forschungsprojekt.



Die Anzahl der von diesem Reisezeitvorteil betroffener Fahrzeuge entspricht der Anzahl umgeleiteter Fahrzeuge und kann aus der Differenz zwischen der aktuellen Verkehrsnachfrage (Verkehrsbelastung) und einer Referenzganglinien am Akzeptanzquerschnitt im Aktivierungszeitraum der Strategie abgeschätzt werden.

Der monetäre Nutzen aus Reisezeitvorteil ergibt sich durch Multiplikation des Reisezitvorteils mit den Zeitkostensätzen und der Anzahl umgeleiteter Fahrzeuge.

### Wirkungskomponente Betriebskosten

Die Wirkungskomponente Betriebskosten besteht aus einem geschwindigkeitsabhängigen Anteil der Betriebskosten und einem geschwindigkeitsunabhängigen Anteil der Betriebskosten.

In den geschwindigkeitsabhängigen Anteil gehen die Geschwindigkeiten, die aus den Reisezeiten auf den Routen abgeleitet werden, sowie geschwindigkeits- und fahrzeuggruppenspezifische Kraftstoffverbrauchs-faktoren ein.

Der monetäre Nutzen über Betriebskosten kann dann wiederum über die abgeschätzte Anzahl umgeleiteter/betroffener Fahrzeuge ermittelt werden.

### Wirkungskomponente Klima (CO<sub>2</sub>)

Die Wirkungskomponente Klima (Nutzen aus Klimaentlastung) wird ebenfalls über den geschwindigkeitsabhängigen Kraftstoffverbrauch ermittelt und analog über die Anzahl umgeleiteter/betroffener Fahrzeuge hochgerechnet.

### Gesamtnutzen je Aktivierungsfall

Unter Berücksichtigung von Zeit-, Betriebskosten- und Klima-Wirkungen kann der Gesamtnutzen je Strategieaktivierungsfall durch Aufsummierung der oben genannten Nutzenkomponenten berechnet werden.

## 5 Ergebnisse

### 5.1 Validierung des technischen Konzeptes

#### 5.1.1 Umsetzung der DATEX-II-Erweiterung und Ertüchtigung der technischen Systeme

##### 5.1.1.1 Erstellung des DATEX-II-Profiles

Die Ergänzung der zusätzlichen Verbindlichkeits- und Qualitätsattribute im DATEX-II-Profil für das strategische Routing ist entsprechend der Dokumentation des technischen Konzeptes (vgl. Kapitel 3.2.3) als Level-B-Erweiterung erfolgt. Grundlage war hierzu dasselbe UML-Modell, das für die Erstellung des Profils für den MDM genutzt wurde. Damit sind die Identität aller übrigen Attribute und die Verwendung der MDM-seitig unterstützten DATEX-II-Version sichergestellt, manuelle Übertragungsfehler wurden so vermieden.

Die Erstellung des (erweiterten) DATEX-II-Profiles als XML-Schema erfolgt mit dem Schema Generation Tool (D2Conversion.exe), welches auf der DATEX-II-Website bereitgestellt wird. Die Vorgehensweise zur Profilerstellung ist ebenfalls auf der DATEX-II-Website dokumentiert [DII-12a, DII-12b].

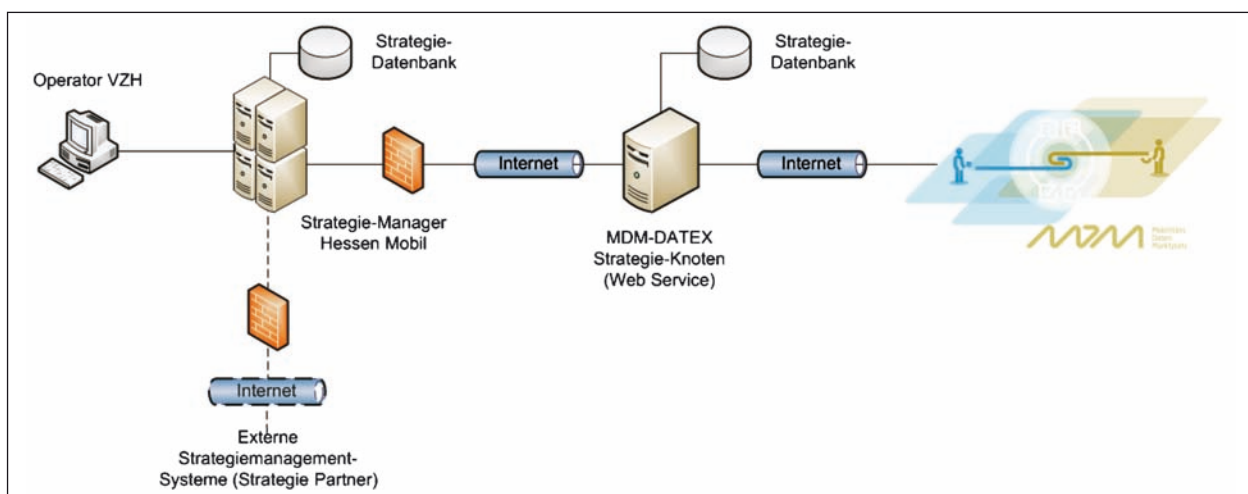


Bild 5-1: IT-Umsetzung zur Validierung des technischen Konzeptes

### 5.1.1.2 Einrichten eines Web-Services zur Meldungsbereitstellung

Die Aufbereitung von Strategiemeldungen und deren Übermittlung an den MDM wird über einen Web-Service realisiert, der in das Strategiemangement-System von Hessen Mobil angebunden wurde (vgl. Bild 5-1). Diese Web-Service „lauscht“ jeden Statuswechsel der für die Pilotphase relevanten Strategien mit und erzeugt bei Strategie-Aktivierungen und -Deaktivierungen eine DATEX-II-Meldung. Die Inhalte der Strategie-Meldungen werden aus den Informationen der Strategie-Datenbank, Reisezeit-Informationen aus ASDA/Foto und dem aktuellen Log-File der Strategieanwendung generiert. Die Übertragung an den MDM erfolgt anschließend unter Verwendung eines Maschinenzertifikats, das eine Authentifizierung als Datengeber gewährleistet.

### 5.1.1.3 Veröffentlichung über den MDM

Zur Veröffentlichung der Strategiemeldungen wurde eine Publikation im MDM (derzeit, im Rahmen der Validierungsphase (noch) nicht recherchierbar und somit nicht öffentlich) angelegt und die Anlieferung so konfiguriert, dass Meldungen im Push-on-Occurence-Verfahren zum MDM gesendet werden (vgl. Bild 5-2). Die Auslieferung an Datennehmer ist dann durch Einrichtung einer entspre-

chenden Subskription und Konfiguration der Datenübertragung vom MDM (Protokoll, Auslieferungsmodus) vorzubereiten.

### 5.1.2 Erkenntnisse aus der technischen Validierung

Der technische Weg der Erschließung von strategischen kollektiven Leitempfehlungen aus den Systemen des strategischen Verkehrsmanagements der Straßenbetreiber über den MDM zur Bereitstellung an Navigationsdiensteanbieter wurde im Rahmen des Projektes am Beispiel des Netzmanagersystems von Hessen Mobil erfolgreich realisiert. Für ausgewählte veranstaltungsbedingte Verkehrsmanagementstrategien werden kollektive Leitempfehlungen zur Verkehrslenkung der Anreiserverkehr zum Stadion in Frankfurt zur Verfügung gestellt, in das Format DATEX II gemäß den Festlegungen des MDM (DATEX-II-Profil für das strategische Routing) konvertiert und testweise über den MDM publiziert. Dabei wurde das MDM-DATEX-II-Profil für strategische Routing um zusätzliche Verbindlichkeits- und Qualitätsinformationen, die im Rahmen des Projektes zwischen den Straßennetzbetreibern und den Navigationsanbietern erarbeitet wurden, erweitert, um entsprechende Informationen mit den kollektiven Leitempfehlungen mitliefern zu können.

The screenshot shows the MDM (Mobilitäts Daten Marktplatz) web interface. The top header includes the MDM logo, the text 'Mobilitäts Daten Marktplatz', and a user login status: 'Sie sind angemeldet als Stefan von der Ruhren'. Below the header, there are navigation buttons: 'Recherchieren', 'Abmelden', and 'Hilfe'. The main content area is titled 'Publikation verwalten' and contains several sub-sections: 'Subskription anlegen', 'Zugehörige Subskriptionen', 'E-Mail an Subskribenten', and 'Sichtbarkeit konfigurieren'. The 'Subskription anlegen' section is active and shows the following configuration details:

- Name:** Strategien-Hessen
- ID:** 2313000
- Beschreibung:** aktive Strategien des Netzmanagers Hessen
- Gültig von:** 26.05.2014
- Gültig bis:** [empty field]
- Gültigkeit Datenpaket (Min.):** [empty field]
- Recherchierbar:**
- Datenart:** Verkehrsinformationen
- Vertragsfrei:**
- Format:** DATEXII
- Aktiv:**
- Protokoll:** SOAP
- Anlieferungsmodus:** PUSH\_ON\_OCCURENCE
- Aktualisierungsintervall:** Ereignisbasiert
- URL:** https://service.mac.mdm-portal.de/BAST-MDM-Interface/srv/2313000/supplierPushService

Below the configuration fields, there is a section for 'Qualitätssicherung' (Quality Assurance) with fields for 'URL:' and 'Text:'.

Bild 5-2: Publikation zur Veröffentlichung der Strategiemeldungen im MDM

Im Rahmen der Validierungsphase wurden die kollektiven Leitempfehlungen von den Projektpartnern TomTom und BMW übernommen und im Hinblick auf formale und inhaltliche Interpretierbarkeit und Nützlichkeit zur Verwendung in ihren Navigationsdiensten validiert und qualitätsgesichert.

Die grundsätzliche Eignung des erarbeiteten technischen Konzeptes auf Basis der im Rahmen des Projektes weiter entwickelten DATEX-II-Extension zum strategischen Routing konnte so nachgewiesen werden. Derzeit können jedoch vom angebotenen Quellsystem noch nicht sämtliche zusätzlich eingeführten Verbindlichkeits- und Qualitätsinformationen geliefert werden, sodass in den DATEX-II-Testpublikationen noch nicht alle entsprechenden Attribute gefüllt sind und somit die vollständige Mächtigkeit des erweiterten MDM-DATEX-II-Profiles in der Praxis noch nicht vollumfänglich genutzt werden kann.

Die derzeitigen Testpublikationen beschränken sich auf die im Rahmen des Projektes eigens für die Validierungsphase entwickelten Leitstrategien für den Anlassfall Veranstaltungsverkehr im Zulauf zur Arena in Frankfurt. Prinzipiell lassen sich der Ansatz und die realisierte technische Umsetzung aber auch mit geringem Aufwand auf weitere kollektive Leitstrategien von Hessen Mobil oder auf die länderübergreifende Korridorsteuerung im Bundesfernstraßennetz (LISA-Korridore) erweitern.

## 5.2 Validierung des Nutzens der Kooperation

### 5.2.1 Konzeptionelle Beschreibung der Validierungsszenarien

Dieses Kapitel beschreibt verschiedene Validierungsszenarien, die im Rahmen der Validierung zu realisieren sind. Die hier dargestellten Fälle dienen lediglich als Muster-Fall-Beispiele. Generell können beliebig komplexe Validierungsszenarien durch die beliebig tiefe Verschachtelung auf Basis von eingesetzten Zielen realisiert werden. Die Fälle wurden vom öffentlichen Infrastrukturbetreiber Hessen Mobil vorgeschlagen und sind in konkreten Strategien abgebildet. Im Rahmen der Validierung werden die Strategiemeldungen zur Validierung zur Verfügung gestellt. Eine genauere Anpassung der Validierungsszenarien ist auch in der späteren Projektphase durch die Projektpartner möglich.

### 5.2.1.1 Fallbeispiel zur Validierung der 1. Ebene

#### 1. Kooperationsebene:

Anzeige der öffentlichen Strategieroute nach positiver Bewertung

- Die öffentliche Strategieroute wird empfangen, durch den Navigationsdienstanbieter bewertet und nach Maßgabe dieser Bewertung angezeigt oder verworfen.

#### Strategiebeschreibung: Zielführung in Richtung Frankfurt am Wiesbadener Kreuz

Für das vorliegende Beispiel wurde als Entscheidungspunkt das Wiesbadener Kreuz ausgewählt. Mit den dort seit 2005 im Einsatz befindlichen dWiSta kann der Verkehr in der Netzmasche A 66/A 3/A 5/A 648 gesteuert werden (siehe Bild 5-3). Dafür werden die dWiSta-Anlagen WK 100 und WK 400 genutzt, die mit jeweils zwei Standorten in die Wegweiserketten vor dem Wiesbadener Kreuz integriert sind.

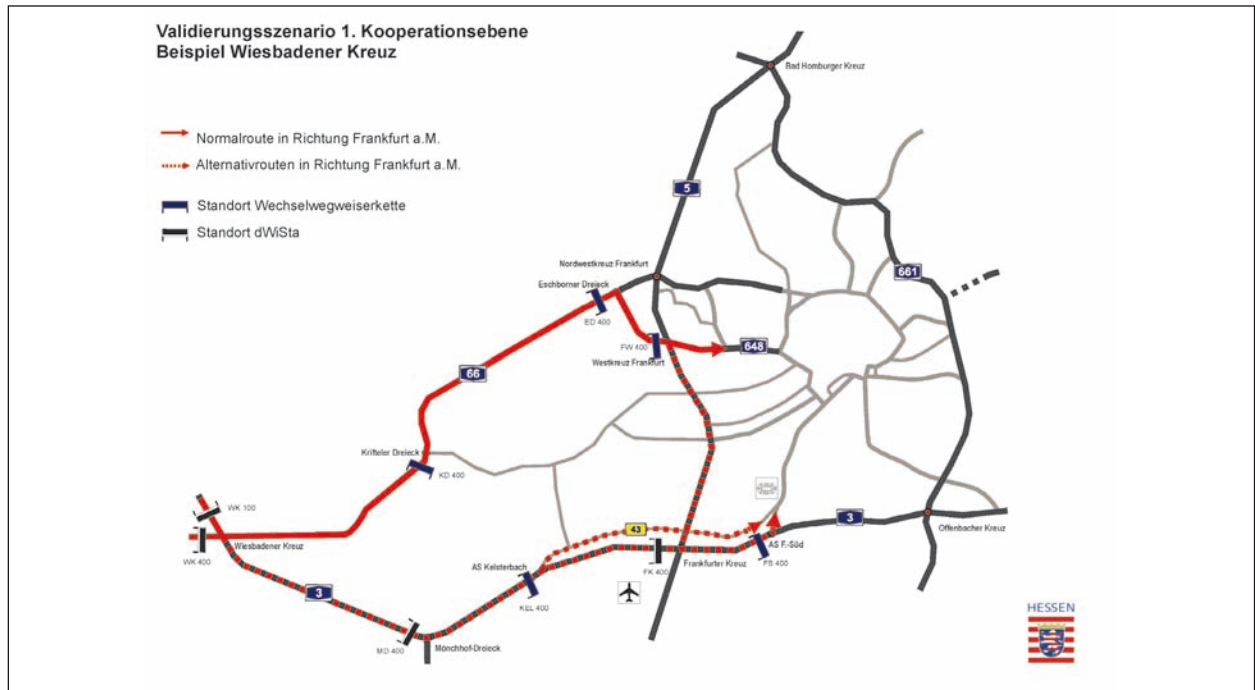
Die Netzbeeinflussungsanlagen lenken rechtzeitig vor Eintreten eines prognostizierten Staus bzw. sofort nach Eintreten eines unvorhersehbaren Störfalles beeinflussbare Zielverkehrsströme von den Bundesautobahnen A 3 und A 66 auf die jeweiligen Alternativrouten um. Voraussetzung ist, dass dort noch freie Kapazitäten vorhanden sind.

Grundlage für die Netzsteuerung ist die Kenntnis der aktuellen Verkehrslage im Zuge der einbezogenen Netzmasche. Auf Basis von Messdaten aus Induktivschleifendetektoren werden mithilfe der Softwaretools ASDA/FOTO die aktuellen Verlustzeiten für die Normal- und Alternativrouten ermittelt. Auf dieser Grundlage werden automatisch geeignete Steuerungsstrategien ausgewählt und aktiviert. Darüber hinaus können bei Vollsperrungen oder vorab definierten veranstaltungsbedingten Situationen Handschaltungen durch die Operatoren vorgenommen werden.

Für die Situationen Stau und Vollsperrung wurden dWiSta-Anzeigen versorgt, die sich den folgenden Programmgruppen zuordnen lassen:

Automatikprogramme: 000 Verlustzeiten  
100 Stau

Handprogramme: 200 Vollsperrung  
ggf. Sonderprogramme



**Bild 5-3:** Zielführungsrouten am Wiesbadener Kreuz in Richtung Frankfurt a. M.

Im Regelbetrieb werden, sofern Vollsperrungen oder andere Ereignisse keine spezielle Wegweisung erfordern, die dWiSta automatisch aufgrund der Verkehrslage gesteuert. In Abhängigkeit von den aktuellen Reisezeiten werden auf den betroffenen dWiSta Verlustzeiten oder Staus mit Umleitungsempfehlungen angezeigt. Für die Automatikprogramme werden minütlich die Reisezeiten für das relevante Netz ermittelt. Liegt die Verlustzeit auf einer Route über einem festzulegenden Schwellenwert (hier: 5 min) wird ein geeignetes Programm der Gruppe 000 geschaltet, das die Information über die aktuelle Verlustzeit auf dieser Route beinhaltet. Überschreitet die ermittelte Verlustzeit einen weiteren Schwellenwert (hier: 10 min), werden die Voraussetzungen für die Programme der Gruppe 100 (Stau) geprüft. Diese sind erfüllt, wenn der Reisezeitvergleich zwischen Normal- und Alternativroute ergibt, dass die Alternativroute einen Zeitvorteil bietet. Die Programme der Gruppe 100 enthalten eine Information über den Ort des Staus, die Verlustzeit sowie eine Umleitungsempfehlung. Lohnt sich die Alternativroute nicht oder ist sie ebenfalls überlastet, wird ein Programm der Gruppe 000 (Verlustzeiten) geschaltet. Bei Vollsperrungen werden Handprogramme geschaltet, die neben der Information über den Ort der Vollsperrung eine Umleitungsempfehlung enthalten. Darüber hinaus sind Sonderprogramme für Veranstaltungen oder Strategien in Long-Distance-Korridoren versorgt.

### 5.2.1.2 Fallbeispiel zur Validierung der 2. Ebene

#### 2. Kooperationsebene:

Obligatorische Anzeige der öffentlichen Strategieroute als Option

- Die Strategieroute wird empfangen und muss dem Nutzer als Option, gekennzeichnet als Routenempfehlung des Infrastrukturbetreibers, angezeigt werden. Der Nutzer trifft die Entscheidung, ob er die Strategieroute annimmt oder die individuelle Route beibehält.

#### Strategiebeschreibung: Großräumige Zielführung bei Veranstaltungen in der Arena Frankfurt

Bei Veranstaltungen in der Arena Frankfurt (z. B. Spiele der Fußball-Bundesliga, Konzerte o. Ä.) müssen die veranstaltungsbezogenen Verkehrsströme zu den Parkflächen im Umfeld des Stadions geführt werden. Zielsetzung der Verkehrsführung bei Veranstaltungen in der Arena Frankfurt ist

- die möglichst störungsfreie Zielführung der veranstaltungsbezogenen Verkehrsströme zu den Parkplätzen,
- die optimale Befüllung der Parkflächen und
- die möglichst störungsfreie Abwicklung des übrigen Verkehrs im Autobahnnetz rund um Frankfurt trotz des erhöhten Verkehrsaufkommens.

Da bei größeren Veranstaltungen die Parkplätze im näheren Umfeld der Arena nicht ausreichen (s. Bild 5-4), werden zusätzliche Parkflächen in der Bürostadt Niederrad oder am Flughafen einbezogen. Welche Parkflächen für die jeweilige Veranstaltung genutzt werden und in welcher Reihenfolge die



Bild 5-4: Parkflächen im näheren Umfeld der Arena Frankfurt

Parkflächen beschickt werden, wird vorab zwischen den beteiligten Akteuren (Stadt Frankfurt a. M., Hessen Mobil, Polizei, ggf. Parkplatzbetreiber u. a.) abgestimmt. Es wird also vorab ein Rahmen definiert, der die geplante zeitliche Abfolge von Strategien für die An- und Abreisensituation definiert. Während die Anreise zur Veranstaltung läuft, werden dann anhand der aktuellen Verkehrslage, der aktuellen Parkplatzauslastung sowie ggf. der Witterung geeignete Netzsteuerungsstrategien ausgewählt.

Die Netzsteuerungsstrategien wurden vorab mit den beteiligten Akteuren definiert und abgestimmt, um im Einsatzfall schnell reagieren zu können. Grundlage für die Strategien sind abgestimmte Zielführungsrouten zu den einzelnen Parkflächen. Die zurzeit bestehenden großräumigen Zielführungsrouten für das Autobahnnetz sind in Bild 5-5 bis Bild 5-8 dargestellt. Darüber hinaus gibt es im näheren Umfeld des Stadions ab der Anschlussstelle Frankfurt-Süd zahlreiche weitere kleinräumige Routen. Die Wegweisung im Zuge der An- und Abreiserrouten erfolgt im Wesentlichen mithilfe von dynamischen Wegweisern (dWiSta oder substitutive Wechselwegweiseranlagen, je nach Bedarf auch mobile Informationstafeln oder temporäre statische Wegweiser). Die Strategien für Veranstaltungen in



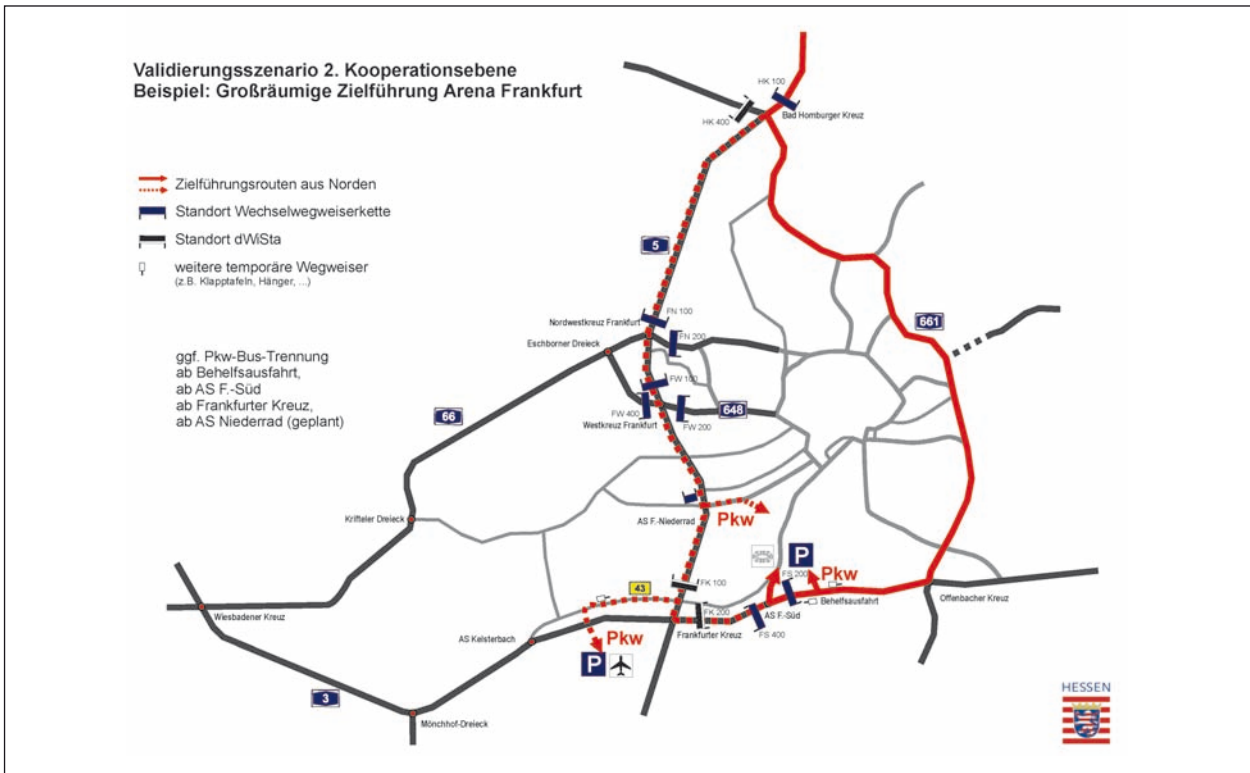
Bild 5-5: Großräumige Zielführungsrouten zur Arena Frankfurt aus Westen

der Arena Frankfurt enthalten neben den Zielführungsrouten die zugehörigen Programme der dynamischen Wegweiser. Ein Beispiel ist für die Anreise

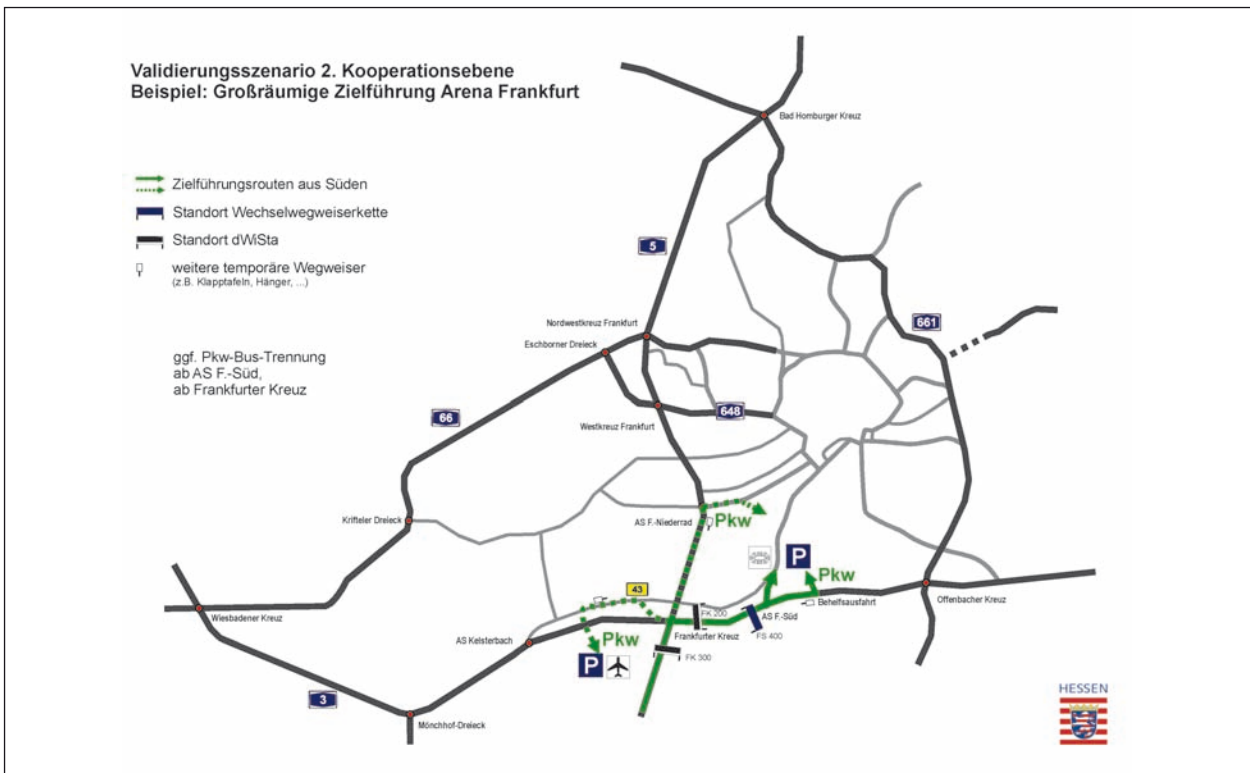
aus Richtung Westen in Tabelle 5.1 dargestellt. Für die anderen Richtungen gibt es entsprechende Strategien.

Situation				Maßnahmen VZH		
Problemkategorie	Beschreibung	Trigger	Name, Nr.	Netzbeeinflussung	Anlagen/Systeme	Programme/ Aktion
Veranstaltungs- bedingte Verkehrs- steuerung	Veranstaltung Arena Frankfurt, großr. Ziel- führung aus Ri. <b>Westen:</b> Wiesbadener Kreuz	manuell	F-80.0-A	Arena ab WK über A3 Ri. Frankfurter Kreuz	dWiSta WK 100 dWiSta WK 400	301 301
		manuell	F-80.1-A	Arena ab WK über A66 Ri. Frankfurt	dWiSta WK 100 dWiSta WK 300 dWiSta WK 400	302 301 302
		manuell	F-81.0-A	Arena ab Mönchhof-Dreieck über A3 Ri. Frankfurt	dWiSta MD 300 dWiSta MD 400	302 301
Veranstaltungs- bedingte Verkehrs- steuerung	Veranstaltung Arena Frankfurt, großr. Ziel- führung aus Ri. <b>Westen:</b> Mönchhof-Dreieck	manuell	F-81.1-A	Arena ab Mönchhof-Dreieck über A3/A66 Ri. Wiesbadener Kreuz	dWiSta MD 300	301
		manuell	F-81.2-A	Arena ab Mönchhof-Dreieck über A3/B43 Ri. P Flughafen	dWiSta MD 300 dWiSta MD 400	330 330
		manuell	F-82.0-A	Arena ab KEL über B43 Ri. Stadion	WWW KEL 400	10
Veranstaltungs- bedingte Verkehrs- steuerung	Veranstaltung Arena Frankfurt, großr. Ziel- führung aus Ri. <b>Westen:</b> AS Kelsterbach	manuell	F-82.1-A	Arena ab KEL über A3 Ri. Frankfurter Kreuz	WWW KEL 400	9
		manuell	F-82.2-A	Arena ab KEL über B43, P Flughafen	WWW KEL 400	10
		manuell	F-83.0-A	Arena ab FK über A3 Ri. AS F.- Süd	dWiSta FK 400	301
Veranstaltungs- bedingte Verkehrs- steuerung	Veranstaltung Arena Frankfurt, großr. Ziel- führung aus Ri. <b>Westen:</b> Frankfurter Kreuz	manuell	F-83.1-A	Arena Pkw ab FK über A5 Ri. AS F.-Niederrad Arena Bus ab FK über A3 Ri. AS F.-Süd	dWiSta FK 400	302
		manuell	F-84.0-A	Arena ab AS F.-Süd über B43 Ri. Stadion	WWW FS 400	2101
		manuell	F-84.1-A	Arena Pkw ab AS F.-Süd über A3 Ri. Behelfsausfahrt, Arena Bus ab AS F.-Süd über B43 Ri. Stadion	WWW FS 400	2103
Veranstaltungs- bedingte Verkehrs- steuerung	Veranstaltung Arena Frankfurt, großr. Ziel- führung aus Ri. <b>Westen:</b> AS F.-Süd	manuell	F-84.2-A	Arena ab AS F.-Süd über A3 Ri. Behelfsausfahrt	WWW FS 400	2105
		manuell	F-85.0-A	Arena ab Krielteler Dreieck über A66 Ri. Frankfurt	WWW KD 400	20
		manuell	F-86.0-A	Arena ab Eschborner Dreieck über A648 Ri. Westkreuz F.	WWW ED 400	30

Tab. 5-1 : Strategien für die großräumige Zielführung zur Arena Frankfurt aus Westen



**Bild 5-6:** Großräumige Zielführungsrouten zur Arena Frankfurt aus Norden



**Bild 5-7:** Großräumige Zielführungsrouten zur Arena Frankfurt aus Süden



**Bild 5-8:** Großräumige Zielführungsrouten zur Arena Frankfurt aus Osten

### 5.2.1.3 Validierung der 3. Ebene

#### 3. Kooperationsebene:

Verpflichtende Übernahme der öffentlichen Strategieroute

- Die Strategieroute wird als Vorschrift empfangen und muss angezeigt werden. Die individuelle Route wird verworfen.

#### Strategiebeschreibung: Katastrophensituation, Havarie

Im Rahmen der Netzbeeinflussung im hessischen Autobahnnetz werden bei Katastrophenszenarien oder Havarien die für andere Störungssituationen bestehenden Programme verwendet, wie sie beispielhaft unter Kapitel 5.2.1.1 für das Wiesbadener Kreuz beschrieben wurden. Bezogen auf die jeweilige Situation werden in Abstimmung mit der Polizei und ggf. anderen Akteuren die Vollsperrungsprogramme mit Umleitungsempfehlungen an den dWiSta oder Umleitungen über die substitutiven Wechselwegweiser geschaltet.

Auf eine Vereinbarung von Strategien auf Ebene 3 wird im Rahmen der Validierung verzichtet. Aus der Forderung der Strategiezugehörigkeit zu der Ebene 3 geht hervor, dass die festgelegten Strategien als

Vorschrift versendet, empfangen und angezeigt werden sollen. Der Nachweis der technischen Realisierbarkeit der Ebene 3 wird mit dem Nachweis der Realisierbarkeit der Ebene 1 und 2 erbracht. Mit der Validierung von Ebene 1 und 2 wird dann eine hinreichende Bedingung für die 3. Ebene erfüllt.

### 5.2.2 Nutzen der Kooperation aus Sicht des öffentlichen Verkehrsmanagements

Angesichts der aus den gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Prozessen zu erwartenden weiterhin wachsenden Verkehrsnachfrage sehen sich öffentliche Verkehrsinfrastrukturbetreiber vor wachsenden Herausforderungen, ein leistungsfähiges Gesamtverkehrssystem zur Verfügung zu stellen, dessen Qualität sich in Kenngrößen einer optimalen Verkehrssicherheit, einer hohen Qualität des Verkehrsablaufs sowie einer Minimierung von Ressourcenverbrauch und Umweltauswirkungen bemisst.

Die kollektive Verkehrsbeeinflussung im Straßennetz ist dabei wesentlicher Baustein einer effizienten Nutzung der Verkehrsinfrastruktur. Sie basiert grundsätzlich auf einer Gesamtbetrachtung aller Verkehrsteilnehmer im Netz und unterliegt dem Prinzip einer Optimierung des Systems, wobei



davon ausgegangen wird, dass für die große Mehrzahl der Verkehrsteilnehmer auch ein individuelles Optimum erreicht wird und in jedem Fall Störungen im System vermieden werden, von denen alle Verkehrsteilnehmer nachteilig betroffen wären.

Mit dem sukzessiven Aufbau intelligenter straßenseitiger Systeme zur Verkehrsbeeinflussung sowie deren Vernetzung in Verkehrszentralen wurden in den zurückliegenden Jahren in bedeutenden Bereichen des Straßennetzes die Voraussetzungen für eine dynamische Optimierung der Verkehrsabläufe erheblich erweitert. Diese Systeme haben sich bewährt und tragen wesentlich und mit nachweisbarer Wirkung zu mehr Effizienz und Sicherheit im Verkehr bei.

Eine optimierte Netzbeeinflussung auf Basis aktueller gemessener Reisezeiten und unter Berücksichtigung geplanter Ereignisse und unter Nutzung von dWiSta und substitutiver Wegweisung ist heute ein wesentlicher Bestandteil des Repertoires an Maßnahmen, die von Verkehrszentralen zur optimalen Auslastung des Netzes und damit zur Verringerung der Summe der Reisezeiten aller Verkehrsteilnehmer (Systemoptimum) eingesetzt werden. Zur schnellen und gezielten Reaktion auf unerwartete Störungen im Verkehrsnetz, aber insbesondere auch im Kontext geplanter Ereignisse und Eingriffe in den Verkehr – z. B. im Zuge eines optimierten Baustellenmanagements – besteht aus Sicht der öffentlichen Verkehrsinfrastrukturbetreiber der Anspruch und die Notwendigkeit, Verkehrslenkung im Netz mithilfe kollektiver Systeme aktiv zu betreiben. Dies korrespondiert mit der Erwartungshaltung der Verkehrsteilnehmer, vor dem Hintergrund einer präzisen und verlässlichen Planung optimal informiert und gegebenenfalls auch präventiv seitens der Infrastrukturbetreiber auf eine günstigere Route gelenkt zu werden.

Auch angesichts zunehmender Intelligenz in den Fahrzeugen betonen Verkehrsinfrastrukturbetreiber den Anspruch und die Notwendigkeit der kollektiven Verkehrsbeeinflussung auf Grundlage einer Gesamtoptimierung. Sie ergreifen daher im Kontext eines Aufbaus Kooperativer Verkehrssysteme die Initiative, um die Intelligente Straße mit Intelligenten Fahrzeugen zu vernetzen und in notwendigem Umfang Daten und Informationen auszutauschen, die einer Erhöhung der Verkehrssicherheit und einer Optimierung des Verkehrsflusses dienen.

Von den seitens Hessen Mobil benannten wichtigsten Handlungsfeldern zur Erschließung von Potenzialen durch kooperativen Verkehr

- eine flächendeckende Verfügbarkeit von Verkehrsdaten zu erreichen,
- aktuelle Baustellen- und Gefahrenwarnungen sowie -informationen bereitzustellen und in die Fahrzeuge zu übermitteln,
- die Längsführung der Fahrzeuge präventiv zu adaptieren und
- die Verkehrslenkung und die Navigation im Fahrzeug zu harmonisieren,

werden durch die beschriebene Daten- und Strategiekoooperation bereits zwei Bereiche direkt adressiert und sind somit grundsätzlich zeitnah realisierbar.

Die Nutzenerwartungen einer Daten- und Strategiekoooperation haben je nach betrachteter Netzebene unterschiedliche Ausprägungen, die auch von der vorhandenen Ausstattung mit straßenseitigen kollektiven Netzsteuerungseinrichtungen abhängig ist.

So steht für den großräumigen Verkehr innerhalb von Korridoren zwischen Ballungsräumen sowie im Fernverkehrsstraßennetz innerhalb der Ballungsräume die Unterstützung und Wirkungsgraderhöhung öffentlicher Strategien im Vordergrund, die erreicht wird, wenn die Verkehrslenkungsstrategien in den individuellen Routen berücksichtigt werden und keine Widersprüche zwischen straßenseitiger Anzeige und Anzeige im Fahrzeug auftreten. Die in weiterer Zukunft denkbare gezielte strategiekonforme Ausdifferenzierung der Verkehrslenkung durch die Navigationssysteme wird hierbei als interessanter ergänzender Aspekt betrachtet.

Für den Verkehr in den verdichteten städtischen Netzen sowie im nachgeordneten Netz steht bei den Nutzenerwartungen die qualitative Verbesserung der Navigation im Fall von Störungen und geplanten Ereignissen aufgrund einer verbesserter Datengrundlage im Vordergrund, soweit verkehrsplanerische Zielsetzungen bzw. Vorgaben berücksichtigt werden.

Im Rahmen der Validierung durch die Infrastrukturbetreiber wurde vor diesem Hintergrund das entwickelte strategische Konzept einer Kooperation zwischen öffentlichem Verkehrsmanagement und Navigationsdiensten in Bezug auf den Umfang der

auszutauschenden Informationen sowie die Abstufung der Verbindlichkeit grundsätzlich positiv bewertet.

Eine Datenkooperation, insbesondere eine Bereitstellung von Planungsdaten zu Ereignissen und Baustellen seitens der Infrastrukturbetreiber zur Nutzung und Berücksichtigung durch die Navigationsdiensteanbieter, wird dabei als im selbstverständlichen Interesse aller Beteiligten angesehen. Daher wurden hier auf Seiten der Infrastrukturanbieter bereits Entwicklungen vollzogen, die eine konsistente Bereitstellung solcher Daten über den Mobilitäts Daten Marktplatz zum Ziel haben.

In Bezug auf die Strategiekoooperation wurde die Erwartung formuliert, dass die Kooperationsstufe 1 (Anzeige der öffentlichen Strategierouten nach positiver Bewertung) bereits einen großen Teil der Anlassfälle abdeckt, während die Kooperationsstufen 2 und 3 aufgrund der notwendigen Maßnahmen im Endgerät und – in Bezug auf Stufe 3 – aus rechtlichen Gründen hinsichtlich kurzfristiger Umsetzbarkeit kritisch gesehen werden. Aufgrund der örtlich/regional unterschiedlichen Voraussetzungen im Verkehrsmanagement werden allgemeingültige Vorgaben zur Zuordnung von Anlassfällen zu Kooperationsstufen als nicht realistisch und auch nicht notwendig angesehen. Die Perspektive eines lastenverteilten Routings wird als sehr interessante und sehr ambitionierte Lösung angesehen, die jedoch zurzeit als Zukunftsmodell anzusehen ist.

In der Frage einer Qualitätsbewertung der öffentlichen Strategie durch die Navigationsdienste auf Grundlage bereitgestellter differenzierter Qualitätsinformationen wird seitens der Infrastrukturbetreiber auf die internen Prozesse hingewiesen, die einer Alternativroutenempfehlung vorausgehen. So wird eine Strategieroute nur dann erzeugt, wenn die Datengrundlage hierfür ausreichend ist. In Bezug auf die aus Verkehrsteilnehmersicht besonders wichtige zuständigkeitsübergreifende Abstimmung von Verkehrslenkungsstrategien wird auf die erprobte und erfolgreiche Verfahren und Instrumente des Strategiemanagements hingewiesen, die im Zuge der bundesländerübergreifenden Kooperation (LISA) verbindlich eingeführt sind und die auch in der Zusammenarbeit in Ballungsräumen angewandt werden.

Ungeachtet dessen können allgemeine Informationen weitergegeben werden, soweit diese verfügbar sind. Hierzu gehören Begründungen für eine Rou-

tenempfehlung, allgemeine Angaben zur Qualität der Datengrundlage oder Informationen, die zu einer proaktiven Reaktion vor dem Eintreten eines Überlastungsfalles führen sollen (Erwartung einer Überlastung an einer Engstelle). Informationen zur Verbindlichkeit einer Strategieroute können nur bei verkehrsbehördlicher Anordnung gegeben werden. Eine besondere Beachtung verdient die Frage der Information über nicht aktivierte Strategierouten (Schattenstrategien), z. B. wegen fehlender Alternativrouten, da diese für das individuelle Routing von Bedeutung sein können.

Ein bilateraler Informationsaustausch auf Strategieebene, bei dem seitens der Navigationsdiensteanbieter ein Feedback über die Verwendung der Strategierouten gegeben wird, würde seitens der öffentlichen Verkehrsinfrastrukturbetreiber begrüßt werden, da ein Bewertungsergebnis für die Annahme oder Ablehnung durch den Navigationsalgorithmus einer Analyse und Qualitätsverbesserung von Strategierouten dienen könnte. Besonders interessant wäre eine Rückmeldung zur Nutzerakzeptanz, um auf Basis erweiterter Informationen zur Befolgung von Routenempfehlungen die Wirkungsabschätzung von Verkehrslenkungsstrategien verbessern zu können.

Hinsichtlich der Notwendigkeit und Ausgestaltung von Vereinbarungen zwischen Infrastrukturbetreibern und Navigationsdiensten halten die kommunalen Vertreter weitergehende vertraglich festzulegende Anforderung an die Nutzung der Daten, wie sie ursprünglich vom Städtetag vorgesehen wurden, für entbehrlich, auch um die gewollte Nutzung der Daten zur Verbesserung des Routings nicht zu erschweren. Die Vertreter der Bundesländer sehen bei der Stufe 1 (Anzeige der öffentlichen Strategieroute nach positiver Bewertung) ebenfalls keinen zusätzlichen Regelungsbedarf. Die Kooperation sollte somit grundsätzlich auf freiwilliger Basis vor dem Hintergrund von Nutzenerwartungen aller Partner stattfinden. Es ist jedoch eine geeignete Form der Verbindlichkeit mit der Maßgabe von Transparenz und Qualitätssicherung zu finden.

Generell lässt sich aus der Validierung des strategischen Konzepts im Rahmen der Workshops mit Verkehrsinfrastrukturbetreibern die Erkenntnis ziehen, dass seitens der Länder und Kommunen ein großes Interesse an der Umsetzung des Strategiekonzeptes besteht, auch wenn nicht verkannt wird, dass aufgrund der unterschiedlichen Ausstattung der Infrastrukturbetreiber noch viel getan werden

muss, um den vollen Nutzen der angestrebten Kooperationen flächendeckend sichtbar zu machen. Die Datenkooperation sowie die erste Stufe einer Strategiekoooperation sind konzeptionell und technisch sinnvoll durchführbar. Daher sollte sich nun eine Praxiserprobung anschließen, im Rahmen derer über einen längeren Zeitraum den Zusatznutzen quantitativ ermittelt wird.

### 5.2.3 Nutzen der Kooperation aus Sicht der individuellen Navigationsdienste

#### 5.2.3.1 Ergebnisse des Fallbeispiels

Im Rahmen der Validierung wurden die Routenvorschläge der individuellen Navigation und die Empfehlungen auf den dWiStas dargestellt, die beide auf der aktuellen Reisezeit basieren. Wenn man die ermittelten Reisezeiten gegenüberstellt, kann man erkennen, dass diese keine großen Abweichungen aufweisen; ein leichter Versatz ist wahrscheinlich auf die verschiedenen Messmethoden zurückzuführen (s. Bild 5-9).

Bei der Gegenüberstellung der Routenempfehlungen lässt sich hingegen in dem selben Zeitraum feststellen, dass grundsätzlich die Routen in dem hochrangigen Netz über die A 66 und über die A 3 Vorrang genießen, allerdings bei zunehmenden Reisezeiten auf den beiden Achsen die Alternativroute über die B 40 gewählt wird (s. Bild 5-10).

#### 5.2.3.2 Anforderungen und Auswirkungen

Grundsätzlich gibt es keine ausgeprägten Interessenskonflikte zwischen der individuellen Navigation und dem strategischen Routing. Wie im vorherigen Kapitel bereits beispielhaft dargestellt, werden bei vergleichbaren Basisdaten ähnliche Routen als Empfehlung ermittelt. Voraussetzung für eine Kooperation ist hierbei eine zeitlich und räumlich hohe Verfügbarkeit der strategischen Routen, und die Möglichkeit, die Qualität bewerten zu können. Dies bezieht sich sowohl auf eine technische als auch inhaltliche Nachvollziehbarkeit. Es ist zu erwarten, dass es auf den verschiedenen Ebenen der Länder und Kommunen eine große Bandbreite bezüglich der Qualität als auch der Abstimmung der Strategien untereinander gibt. Von daher ist davon auszugehen, dass anfänglich der Abnehmer der strategischen Route für die Qualitätsbewertung und Zusammenführung der gesammelten Informationen ist – denkbar wäre ein interner „Vertrauenswert“ für die einzelnen Datenlieferanten, optimalerweise mit

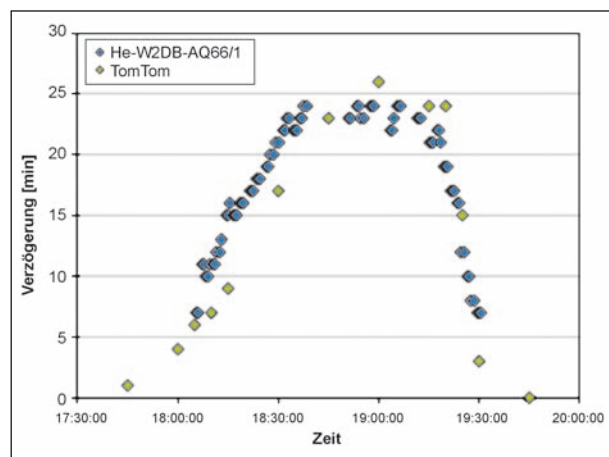


Bild 5-9: Routenvorschläge basierend auf die Reisezeit

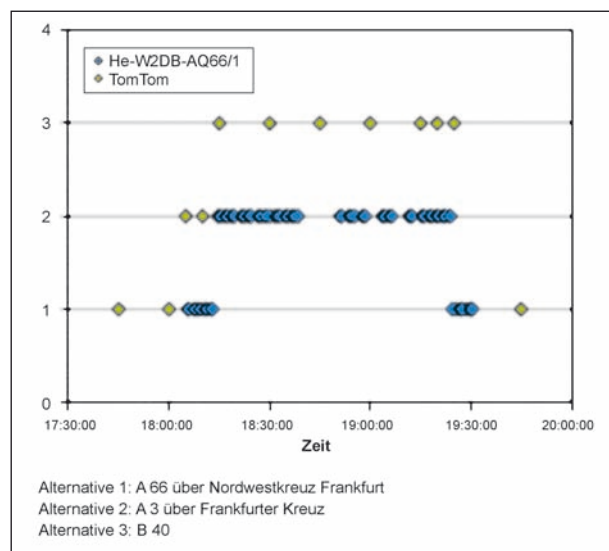


Bild 5-10: Gegenüberstellung der Routenempfehlungen

einer damit verbundenen Feedbackschleife, um die Qualität kontinuierlich zu verbessern. Wünschenswert wäre eine Art mitgelieferter „Qualitätssiegel“, der bereits eine Vorabbewertung erlauben würde. Bei der ganzen Betrachtung muss man allerdings unterscheiden, ob der Datennehmer über eine breite Datenbasis verfügt, um eine Bewertung vorzunehmen, und gegeben falls zu filtern, oder ob diese Daten nicht qualitätsgesichert werden können, und in der bestehenden Form übernommen werden.

Den positiven Effekt einer Zunahme der Navigationsgeräte im Verkehr wird in der folgenden Bild dargestellt. Bei steigender Ausstattungsrate nimmt zwar der Vorteil der individuellen Route ab, allerdings sinkt dabei auch die durchschnittliche Reisezeit der nicht mit einem Navigationsgerät ausgestatteten Verkehrsteilnehmer, was zu einer Entlastung des gesamten Verkehrs führt, zumindest bei einer durchschnittlichen Netzbelastung; bei

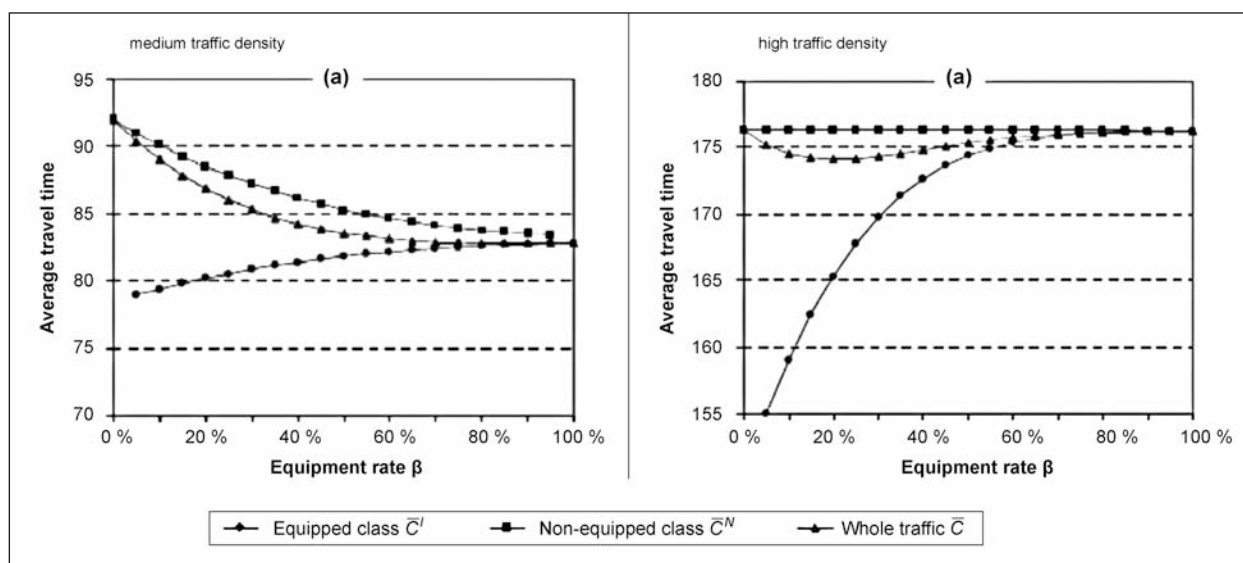


Bild 5-11: F. LEURENT, T.-P. NGUYEN (2010)

einer hohen Verkehrsdichte ist die Auswirkung auf den Gesamtverkehr gering. Bei beiden Verkehrssituationen allerdings sind ab einer Ausstattungsrate von 50-60 % keine weiteren Reisezeitgewinne im System mehr feststellbar.

#### 5.2.4 Ergebnisse des Strategieforums

Am 11. September 2014 fand bei der Bundesanstalt für Straßenwesen in Bergisch-Gladbach das Strategieforum „Interoperabilität zwischen öffentlichem Verkehrsmanagement und individuellen Navigationsdiensten“ als öffentliche Abschlussveranstaltung des Projektes LENA4ITS statt. In diesem Rahmen wurden die erarbeiteten Ergebnisse und erzielten Erkenntnisse durch das LENA4ITS-Projekt-konsortium dem interessierten Fachpublikum präsentiert und mit Vertretern aus dem Projekt sowie aus Forschung, Wirtschaft und Verwaltungen intensiv diskutiert.

Die Kooperation zwischen öffentlichen Verkehrsmanagement und privaten Navigationsanbietern wird grundsätzlich als sinnvolle und wünschenswerte Aktivität angesehen. Das im Rahmen des Projektes entwickelte strategische Konzept mit der Vorgehensweise einer stufenweisen Kooperation mit den drei Ebenen der Kooperation wird als ein gutes und sinnvolles Ergebnis gewertet. Als Einstieg in die Kooperation wird insbesondere die erste Stufe (Datenkooperation) als prinzipiell schnell und verhältnismäßig aufwandsarm umsetzbar mit gleichzeitig hohem Nutzen für die Verkehrsteilnehmer erachtet.

Der Nutzen einer Kooperation liegt für die Verkehrsteilnehmer insbesondere in der Konsistenz der Informationen zu kollektiven Leitempfehlungen (Beschilderung, Verkehrsmeldung) und individueller Navigation. Dadurch können gleichzeitig eine erhöhte Kundenzufriedenheit für den Dienstleister und erhöhte Befolgungsquoten für das öffentliche Verkehrsmanagement erreicht werden.

Im Rahmen der Datenkooperation werden neben den kollektiven Leitempfehlungen insbesondere Informationen zu Fahrverboten, zu Sperrungen im Netz und zu aktuellen und geplanten Baustellen als wichtig angesehen. Im Bereich entsprechender Informationen zu Netzänderungen (insbesondere auch aus dem nachgeordneten Netz) werden verbesserte Möglichkeiten der Informationserschließung und -verbreitung benötigt.

Das technische Konzept ist grundsätzlich valide, kollektive Leitempfehlungen können über den MDM verbreitet werden. Somit sind die technischen Voraussetzungen zur Übernahme von strategischen Routen in individuelle Navigationsdienste prinzipiell gegeben. Wünschenswert sind nun eine reale Erprobung mit Verwaltungen, MDM und Dienstleistern im Rahmen eines Testfeldes und ein sukzessives Ausrollen (stufenweise Skalierung). Das im Rahmen des Projektes weiterentwickelte und erweiterte MDM-DATEX-II-Profil zum strategischen Routing sollte nach Sammlung von weiteren Erfahrungen im Rahmen einer realen Erprobung möglichst in die internationale DATEX-II-Standardisierung eingebracht werden.

Notwendige Voraussetzung für die zukünftige Umsetzung der Kooperation in Produkten und Diensten sind eine hohe Verfügbarkeit der öffentlichen Daten (Strategien) und dies sowohl in räumlicher Sicht (möglichst flächendeckendes Angebot) als auch in zeitlicher Sicht (Aktualität). Als eine weitere wichtige Anforderung an entsprechende öffentliche Daten werden qualitative Aspekte genannt. Insbesondere die Verfügbarkeit von Informationen zur Validität und zur Qualität der zu übernehmenden kollektiven Strategien werden seitens der Navigationsanbieter als wichtige Voraussetzung für eine Einbindung in die individuelle Navigation genannt, um eine Bewertung und einen Abgleich mit den Kundenpräferenzen zu ermöglichen.

Als ein wichtiges Kriterium für eine erfolgreiche Kooperation zwischen öffentlichem Verkehrsmanagement und privaten Navigationsdiensteanbietern wird die Akzeptanz durch den Nutzer/Verkehrsteilnehmer angesehen. Entsprechende Wirkungs-/Rückkopplungseffekte aus der Nutzerakzeptanz von individuellen Routeninformationen, die unter Einbeziehung kollektiver Leitstrategien erzeugt wurden, wurden im Rahmen des Projektes LENA4ITS nicht betrachtet. Für mögliche Folgeaktivitäten/Folgeprojekte wird daher eine Berücksichtigung von Fragestellungen zur Nutzerakzeptanz empfohlen.

Als weitere mögliche Schritte und Perspektiven werden von den Teilnehmern des Strategieforums die Betrachtung von intermodalen Reiseketten und damit verbunden von multimodalen Strategien und Diensten angeregt. Ein weiterer praxisrelevanter Anwendungsfall, welcher im Rahmen einer konkreten Einführung betrachtet werden sollte, ist die Zielführung „auf der letzten Meile“ bis zum Veranstaltungsort (z. B. Zielführung zu Parkflächen bei Stadion, Messe oder Veranstaltungen). Im Rahmen zukünftiger Feldversuche sollten zudem konkrete Ziele, die aus Sicht des öffentlichen Verkehrsmanagement mit der Kooperation unterstützt werden sollen (z. B. Reduzierung von Lärm oder Feinstaubemissionen), formuliert und auch quantitativ evaluiert werden. Für eine Quantifizierung des möglichen Nutzens entsprechender Kooperationsmodelle sind zudem Potenzialabschätzungen (z. B. Ausstattungsgrade von Flotten) und somit eine Gesamtsystembetrachtung erforderlich. Nicht zuletzt sollte die Berücksichtigung und Einbindung von Komponenten, die zur Realisierung der Kooperationsmodelle erforderlich sind, in eine übergeordnete Rahmenarchitektur für IVS-Dienste erfolgen. Für eine weitere Umsetzung und ein entsprechendes

„Rollout“ sollten neben den klassischen Navigationsdienstleistern (Fahrzeugindustrie und Anbieter von Navigationsgeräten) auch Diensteanbieter auf Smartphones zu berücksichtigt werden.

## 6 Fazit und Ausblick

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden wesentliche Grundlagen für eine zukünftige Kooperation zwischen dem öffentlichen Verkehrsmanagement und privaten Navigationsdiensteanbietern vorbereitet und entsprechende Maßnahmen zur Gewährleistung der Interoperabilität zwischen öffentlichem Verkehrsmanagement und individuellen Navigationsdiensten erarbeitet.

Ein wesentliches Ergebnis ist dabei zum einen das vorgeschlagene „Strategische Konzept“. Dieses basiert auf einer Darstellung von Potenzialen einer Kooperation und einer hieraus entwickelten zweckmäßigen Abstufung der Kooperationstiefe und der Integration von Verkehrsmanagement-Strategien in einen Navigationsdienst.

Zielsetzung der Datenkooperation ist die Optimierung sowohl der öffentlichen Strategien als auch der individuellen Navigationsrouten durch die gezielte Verbesserung und Vervollständigung der Datengrundlage durch Daten des jeweiligen Kooperationspartners. Hierbei liegen die Nutzenpotenziale für öffentliche Betreiber vornehmlich in einer Erweiterung der Verkehrslageinformationen durch Floating Car Daten, während sie für Navigationsdiensteanbieter im Wesentlichen in einer Berücksichtigung von Planungsdaten zu Netzeinschränkungen bzw. Kapazitätsminderungen liegen.

Die Strategiekoooperation zielt zunächst auf die Einbindung öffentlicher Strategien in die individuelle Navigation ab. Dabei stellen die öffentlichen Infrastrukturbetreiber abgestimmte dynamische Strategierouten als Bestandteil situationsbezogener öffentlicher Strategien in Übereinstimmung mit den über dWiSta-Tafeln und Wechselwegweisung verbreiteten Umleitungen über den MDM bereit. Die privaten Navigationsdiensteanbieter beziehen die öffentlichen Strategierouten in das individuelle Routing mit ein, wobei der Grad der Verbindlichkeit der Einbeziehung abhängig von der gewählten Ebene der Strategiekoooperation ist:

- (4) Kooperationsebene 1: Anzeige der öffentlichen Strategieroute nach positiver Bewertung: Die

öffentliche Strategieroute wird empfangen, durch den Navigationsdiensteanbieter bewertet und nach Maßgabe dieser Bewertung angezeigt oder verworfen.

- (5) Kooperationsebene 2: obligatorische Anzeige der öffentlichen Strategieroute: Die Strategieroute wird empfangen und muss dem Nutzer als Option, gekennzeichnet als Routenempfehlung des Infrastrukturbetreibers, angezeigt werden. Der Nutzer trifft die Entscheidung, ob er die Strategieroute annimmt oder die individuelle Route beibehält.
- (1) Kooperationsebene 3: verpflichtende Übernahme der öffentlichen Strategieroute: Die Strategieroute wird als Vorschrift empfangen und muss angezeigt werden. Die individuelle Route wird verworfen.

Perspektivisch ist darüber hinaus ein bidirektionaler Austausch der Empfehlungen bis hin zu einer untereinander abgestimmten dosierten Routenweitergabe als Instrument eines kooperativen Verkehrsmanagements denkbar.

Parallel dazu wurde mit dem erarbeiteten „technischen Konzept“ der technische Weg der Erschließung von strategischen kollektiven Leitempfehlungen aus den Systemen des strategischen Verkehrsmanagements der Straßenbetreiber zur Bereitstellung an individuelle Navigationsdienste konzipiert und praktisch validiert. Die grundsätzliche Eignung des erarbeiteten technischen Konzeptes auf Basis der im Rahmen des Projektes weiter entwickelten DATEX-II-Extension zum strategischen Routing konnte so nachgewiesen werden. Das technische Konzept ist grundsätzlich valide, kollektive Leitempfehlungen können über den MDM verbreitet werden. Somit sind die technischen Voraussetzungen zur Übernahme von strategischen Routen in individuelle Navigationsdienste prinzipiell gegeben. Wünschenswert sind nun eine reale Erprobung mit Verwaltungen, MDM und Dienstleistern im Rahmen eines Testfeldes und ein sukzessives Ausrollen (stufenweise Skalierung).

Notwendige Voraussetzung für die zukünftige Umsetzung der Kooperation in Produkten und Diensten sind eine hohe Verfügbarkeit der öffentlichen Daten (Strategien), d. h. eine möglichst flächendeckende Bereitstellung (bundesweit und auch darüber hinaus). Weiterhin werden die Verfügbarkeit von Informationen zur Validität und zur Qualität der

zu übernehmenden kollektiven Strategien seitens der Navigationsanbieter als wichtige Voraussetzung für eine Einbindung in die individuelle Navigation genannt, um eine Bewertung und einen Abgleich mit den Kundenpräferenzen zu ermöglichen. Diese Anforderungen an qualitative Informationen sind im entwickelten technischen Konzept entsprechend berücksichtigt.

Als ein wichtiges Kriterium für eine erfolgreiche Kooperation zwischen öffentlichem Verkehrsmanagement und privaten Navigationsdiensteanbietern wird die Akzeptanz durch den Nutzer/Verkehrsteilnehmer angesehen. Entsprechende Wirkungs-/Rückkopplungseffekte aus der Nutzerakzeptanz von individuellen Routeninformationen, die unter Einbeziehung kollektiver Leitstrategien erzeugt wurden, wurden im Rahmen des Projektes LENA4ITS nicht betrachtet. Für mögliche Folgeaktivitäten/Folgeprojekte wird daher eine Berücksichtigung von Fragestellungen zur Nutzerakzeptanz empfohlen.

Weitere mögliche Schritte und Perspektiven sind die Betrachtung von intermodalen Reiseketten und damit verbunden von multimodalen Strategien und Diensten. Ein weiterer praxisrelevanter Anwendungsfall, welcher im Rahmen einer konkreten Einführung betrachtet werden sollte ist die Zielführung „auf der letzten Meile“ bis zum Veranstaltungsort (z. B. Zielführung zu Parkflächen bei Stadion, Messe oder Veranstaltungen). Im Rahmen zukünftiger Feldversuche sollten zudem konkrete Ziele, die aus Sicht des öffentlichen Verkehrsmanagement mit der Kooperation unterstützt werden sollen (z. B. Reduzierung von Lärm oder Feinstaubemissionen), formuliert und auch quantitativ evaluiert werden. Für eine Quantifizierung des möglichen Nutzens entsprechender Kooperationsmodelle sind zudem Potenzialabschätzungen (z. B. Ausstattungsgrade von Flotten) und somit eine Gesamtsystembetrachtung erforderlich. Nicht zuletzt sollte die Berücksichtigung und Einbindung von Komponenten, die zur Realisierung der Kooperationsmodelle erforderlich sind, in eine übergeordnete Rahmenarchitektur für IVS-Dienste erfolgen. Für eine weitere Umsetzung und ein entsprechendes „Rollout“ sollten neben den klassischen Navigationsdienstleistern (Fahrzeugindustrie und Anbieter von Navigationsgeräten) auch Diensteanbieter auf Smartphones zu berücksichtigt werden.

## 7 Literatur

- Aktiv-Konsortium (AKTIV-12): Aktiv – gemeinsam die Zukunft erfahren. Ergebnisbericht der Forschungsinitiative „Adaptive und kooperative Technologien für den intelligenten Verkehr“; 2011
- Autostrade Tech S.p.A. (AUTOSTRADE-13): TMP Management by DATEX Exchange. Vorschlag einer Modellierung von Workflowdaten beim Strategieaustausch in DATEX II – Version 1.0; 08.02.2013
- BOGENBERGER, K., KONHÄUSER, P. (BOGENBERGER-05): Verkehrsmanagement der Zukunft, INVENT – Verkehrsmanagement 2010. In: Straßenverkehrstechnik, 4/2005, S. 183-188
- Bundesanstalt für Straßenwesen (Hrsg.) (BAST-04): Dynamische Wegweiser mit integrierten Stauinformationen (dWiSta) Hinweise für die einheitliche Gestaltung und Anwendung an Bundesfernstraßen, Ausgabe 2004
- Bundesanstalt für Straßenwesen (Hrsg.) (BAST-11): Muster des MDM-Datenüberlassungsvertrages der Kommunen. Finale und verabschiedete Fassung, Mai 2011
- Bundesanstalt für Straßenwesen (Hrsg.): Merkblatt für die Ausstattung von Verkehrsrechnerzentralen und Unterzentralen (MARZ-99), 1999
- Bundesanstalt für Straßenwesen (Hrsg.): Technische Lieferbedingungen für Streckenstationen (TLS-02), 2002
- Bundesanstalt für Straßenwesen/Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Richtlinien für Wechselverkehrszeichenanlagen an Bundesfernstraßen (RWVA-97), Ausgabe 1997
- Bundesanstalt für Straßenwesen: Richtlinien für Wechselverkehrszeichen an Bundesfernstraßen (RWVZ-97), Ausgabe 1997
- Bundesfernstraßengesetz (FStrG-07) vom 28.06.2007 (BGBl. I S. 1206), zuletzt geändert durch Gesetz vom 31.07.2009 (BGBl. I S. 2585) m. W. v. 01.03.2010
- Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung: Information an die EU-Kommission – IVS-Maßnahmen, die für den folgenden Fünfjahreszeitraum geplant sind (IVS-12). Bericht gemäß Artikel 17(2) der Richtlinie 2010/40/EU; 2012
- Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung: Richtlinien für die wegweisende Beschilderung auf Autobahnen (RWBA-00), Ausgabe 2000
- Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen: Rahmenrichtlinie für den Verkehrswarndienst (RVWD-00) in der Fassung vom 09. November 2000
- BUSCH, F., DINKEL, A., SCHIMANDL, F., BOLTZE, M., JENTSCH, H. (BUSCH-07): Leitfaden für die Vernetzung dynamischer Verkehrsbeeinflussungssysteme im zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagement. Erstellt im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung durch die Technische Universität München, Lehrstuhl für Verkehrstechnik sowie die Technische Universität Darmstadt, Fachgebiet Verkehrsplanung und Verkehrstechnik; 2007
- DENAES, S. (DANAES-08): Aktiv VM – Teilprojekt Netzoptimierer. Vortrag auf dem 1. Kooperations- und Innovationsforum; 13. März 2008
- Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW-12): DIW Wochenbericht Nr. 47/2012 vom 21. November 2012
- Dmotion-Konsortium (DMOTION-09): Dmotion – Düsseldorf in Motion. Mehr Mobilität mit integriertem Strategiemanagement; 2009
- EasyWay (EASYWAY-12): Datenaustausch-Schnittstellen DATEX II, Einsatzempfehlung. Übersetzung der Deployment Guidelines DTX-DG01, Version 01-02-00, 2012
- European Commission, Directorate General for Transport and Energy (DII-12a): DATEX II Profile guideline; Version: 31.05.2012
- European Commission, Directorate General for Transport and Energy (DII-12b): DATEX II Schema Generation Tool Guide; Version: 31.05.2012
- FISCHER, P., HECHT, Chr., KEßLER, D., STADLER, M. (FISCHER-04): Kooperation von Verkehrsmanagement und Routing – Interaktion kollektiver Lenkungsstrategien und individueller

- Telematikdienste im Fahrzeug. In: Internationales Verkehrswesen, 10/2004, S. 454-456
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (EWS-97): Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen; Ausgabe 1997
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV-03): Hinweise zur Strategieentwicklung im dynamischen Verkehrsmanagement, Ausgaben 2003
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV-08): Hinweise zu Planung und Betrieb von betreiberübergreifenden Netzsteuerungen in der Verkehrsbeeinflussung, Ausgabe 2008
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV-11): Hinweise für die Strategieanwendung im dynamischen Verkehrsmanagement, Ausgabe 2011
- FREUDENSTEIN, J. (FREUDENSTEIN-12): Datenmodell für strategiekonformes Routing. Dokumentation des DATEX-II-Datenprofils für den MDM – Version 01-00-00; 23.05.2012
- Hessen Mobil Straßen- und Verkehrsmanagement (HESSEN MOBIL-12): Verkehrsmanagement Region Frankfurt RheinMain – Leitfaden zur Anwendung. Im Entwurf vorliegend, 2012
- INVENT-Konsortium (INVENT-05): INVENT „erfahren“ – mobil mit 8 Sinnen, Ergebnisbericht; 2005
- IVS-Beirat (IVS-11): Status und Rahmenbedingungen für Intelligente Verkehrssysteme (IVS) in Deutschland. Bericht gemäß Artikel 17 (1) der Richtlinie 2010/40/EU; 2011
- KOCHS, A., WEIDNER, B., SCHOLTES, W. (KOCHS-11): Analyse der Regelwerke und Ordnungssysteme/Ortsreferenzierungssysteme der Bereiche Straßeninformationssysteme und Verkehrssysteme. Projektbericht im Auftrag der BASt, 2011
- Krafftahrt-Bundesamt (KBA-13): Der Fahrzeugbestand im Überblick am 1. Januar 2013 gegenüber 1. Januar 2012; URL: [http://www.kba.de/clin\\_031/nn\\_125396/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/bestand\\_\\_node.html?\\_\\_nnn=true](http://www.kba.de/clin_031/nn_125396/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/bestand__node.html?__nnn=true), Zugriff: 13.11.2013
- LEURENT, F., NGUYEN, T.-P. (2010), Dynamic Information and Its Value to the Individual User and to the Traffic: a Probabilistic Model with Economic Analysis, Proceedings of the 89<sup>th</sup> TRB Meeting Washington, US
- LINAUER, M. (LINAUER-06): Generierung streckenbezogener Verkehrsdaten als Basis für den Einsatz in Verkehrstelematiksystemen. Doktorarbeit. GRIN Verlag: 2006
- MANN, M. (MANN-08): Informationsverteilung. Vortrag auf dem 2. Kooperations- und Innovationsforum (Aktiv); 17. März 2009
- NÖCKER, R. (NÖCKER-99): Erfolg von Unternehmen aus betriebswirtschaftlicher Sicht. In: MOSER, K.; BATINIC, B.; ZEMPEL, J. (Hrsg.): Unternehmerisch erfolgreiches Handeln. Verlag für Angewandte Psychologie, Göttingen: 1999, S. 53-68
- OFFERMANN, F. (OFFERMANN-08): Baulasträgerübergreifendes Strategiemanagement: Stadt-Land-Kopplung und strategiekonformes Routing. Textfassung zum Vortrag auf der Fachkonferenz „Verkehrsmanagement und Verkehrstechnologien“; 21. Mai 2008
- RIEGELHUTH, G. (RIEGELHUTH-10b): Sicher und staufrei in die Zukunft. In: Straßenverkehrstechnik 4/2010, S. 225-238
- RIEGELHUTH, G., KIRSCHFINK, H., DÖLGER, R., STÜBEN, G., BOHLANDER, F. (RIEGELHUTH-10a): Technische Grundlage des ISM-basierten Korridormanagements und erste Anwendungserfahrungen. In: Straßenverkehrstechnik, 8/2010, S. 484-489
- Straßenverkehrs-Ordnung (StVO-70) vom 16. November 1970 (BGBl. I S. 1565), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 1. Dezember 2010 (BGBl. I S. 1737)
- TISA Executive Office (TISA-12): TPEG – What is it all about? A guideline for understanding TPEG quickly! April 2012
- TomTom International B.V. (TOMTOM-12): OpenLR™ White Paper, Version: 1.5 revision 2, 2012
- Umweltbundesamt (UBA-07): Praktische Anwendung der Methodenkonvention: Möglichkeiten der Berücksichtigung externer Umweltkosten bei Wirtschaftlichkeitsrechnungen von öffentlichen Investitionen, Forschungsbericht; 2007



VODAMS-Konsortium (VODAMS-10): Offline-ISM-Komponente zur Definition, Optimierung und Validierung von Verkehrsmanagementstrategien und Ad-hoc-Maßnahmen zur Entscheidungsunterstützung in Verkehrsleitzentralen. Schlussbericht, 2010 (verfügbar unter <http://www.mobilitaet21.de/programme/m21/vodams/>)

WAYflow-Konsortium (WAYFLOW-03): WAYflow-Gesamtsachbericht; 2003

Wiki-Konsortium (WIKI-12): Forschungsprojekt wiki – Wirkungen von individueller und kollektiver ontrip Verkehrsbeeinflussung auf den Verkehr in Ballungsräumen, Gemeinsamer Schlussbericht; 2012

## Quellen im Internet

Aral (ARAL-13): Aral Kraftstoffpreis-Archiv 2013; URL: <http://www.aral.de/kraftstoffe-und-preise/kraftstoffpreise/kraftstoffpreis-archiv.html>, Zugriff: 13.11.2013

DATEX-II-Website (DATEX-12): Aktuelle Informationen zum Standard DATEX II, URL: <http://www.datex2.eu/>, Stand: 06.11.2012

EffizienzCluster LogistikRuhr (DINAV-12a): Informationen zum Projekt Dynamics in Navigation, URL: [http://www.effizienzcluster.de/de/leitthemen\\_projekte/projekt.php?proPid=9](http://www.effizienzcluster.de/de/leitthemen_projekte/projekt.php?proPid=9); Stand 20.11.2012

Lehrstuhl für Verkehrstechnik der TU München (URBAN-12): Informationen zur Projekt URBAN, URL: [http://www.vt.bv.tum.de/index.php?option=com\\_content&task=view&id=266&Itemid=213](http://www.vt.bv.tum.de/index.php?option=com_content&task=view&id=266&Itemid=213); Stand: 21.11.2012

Testfeld Telematik (TT-12): Internetauftritt des Projekts Testfeld Telematik, URL: <http://www.testfeld-telematik.at/>; Stand: 20.11.2012

Universität Duisburg (DINAV-12b): Informationen zum Projekt Dynamics in Navigation, URL: <http://www.uni-due.de/zlv/effizienzcluster/dynamics-in-navigation.php>; Stand 21.11.2012

## Schriftenreihe

### Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen

#### Unterreihe „Fahrzeugtechnik“

## 2005

F 55: 1st International Conference on ESAR „Expert Symposium on Accident Research“ – Reports on the ESAR-Conference on 3rd/4th September 2004 at Hannover Medical School € 29,00

## 2006

F 56: Untersuchung von Verkehrssicherheitsaspekten durch die Verwendung asphärischer Außenspiegel  
Bach, Rüter, Carstengerdes, Wender, Otte € 17,00

F 57: Untersuchung von Reifen mit Notlaufeigenschaften  
Gail, Pullwitt, Sander, Lorig, Bartels € 15,00

F 58: Bestimmung von Nutzfahrzeugemissionsfaktoren  
Steven, Kleinebrahm € 15,50

F 59: Hochrechnung von Daten aus Erhebungen am Unfallort  
Hautzinger, Pfeiffer, Schmidt € 15,50

F 60: Ableitung von Anforderungen an Fahrerassistenzsysteme aus Sicht der Verkehrssicherheit  
Vollrath, Briest, Schießl, Drewes, Becker € 16,50

## 2007

F 61: 2nd International Conference on ESAR „Expert Symposium on Accident Research“ – Reports on the ESAR-Conference on 1st/2nd September 2006 at Hannover Medical School € 30,00

F 62: Einfluss des Versicherungs-Einstufungstests auf die Belange der passiven Sicherheit  
Rüter, Zoppke, Bach, Carstengerdes € 16,50

F 63: Nutzerseitiger Fehlgebrauch von Fahrerassistenzsystemen  
Marberger € 14,50

F 64: Anforderungen an Helme für Motorradfahrer zur Motorradsicherheit  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann kostenpflichtig unter [www.nw-verlag.de](http://www.nw-verlag.de) heruntergeladen werden.  
Schüler, Adolph, Steinmann, Ionescu € 22,00

F 65: Entwicklung von Kriterien zur Bewertung der Fahrzeugbelastung im Hinblick auf ein NCAP für aktive Fahrzeugsicherheit  
Manz, Kooß, Klinger, Schellinger € 17,50

## 2008

F 66: Optimierung der Beleuchtung von Personenwagen und Nutzfahrzeugen  
Jebas, Schellinger, Klinger, Manz, Kooß € 15,50

F 67: Optimierung von Kinderschutzsystemen im Pkw  
Weber € 20,00

F 68: Cost-benefit analysis for ABS of motorcycles  
Baum, Westerkamp, Geißler € 20,00

F 69: Fahrzeuggestützte Notrufsysteme (eCall) für die Verkehrssicherheit in Deutschland  
Auerbach, Issing, Karrer, Steffens € 18,00

F 70: Einfluss verbesserter Fahrzeugsicherheit bei Pkw auf die Entwicklung von Landstraßenunfällen  
Gail, Pöppel-Decker, Lorig, Eggers, Lerner, Ellmers € 13,50

## 2009

F 71: Erkennbarkeit von Motorrädern am Tag – Untersuchungen zum vorderen Signalbild  
Bartels, Sander € 13,50

F 72: 3rd International Conference on ESAR „Expert Symposium on Accident Research“ – Reports on the ESAR-Conference on 5th / 6th September 2008 at Hannover Medical School € 29,50

F 73: Objektive Erkennung kritischer Fahrsituationen von Motorrädern  
Seiniger, Winner € 16,50

## 2010

F 74: Auswirkungen des Fahrens mit Tempomat und ACC auf das Fahrerverhalten  
Vollrath, Briest, Oeltze € 15,50

F 75: Fehlgebrauch der Airbagabschaltung bei der Beförderung von Kindern in Kinderschutzsystemen  
Müller, Johannsen, Fastenmaier € 15,50

## 2011

F 76: Schutz von Fußgängern beim Scheibenanprall II  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann kostenpflichtig unter [www.nw-verlag.de](http://www.nw-verlag.de) heruntergeladen werden.  
Bovenkerk, Gies, Urban € 19,50

F 77: 4th International Conference on ESAR „Expert Symposium on Accident Research“  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann kostenpflichtig unter [www.nw-verlag.de](http://www.nw-verlag.de) heruntergeladen werden. € 29,50

F 78: Elektronische Manipulation von Fahrzeug- und Infrastruktursystemen  
Dittmann, Hoppe, Kiltz, Tuchscheerer € 17,50

F 79: Internationale und nationale Telematik-Leitbilder und IST-Architekturen im Straßenverkehr  
Boltze, Krüger, Reusswig, Hillebrand € 22,00

F 80: Untersuchungskonzepte für die Evaluation von Systemen zur Erkennung des Fahrerzustands  
Eichinger € 15,00

F 81: Potential aktiver Fahrwerke für die Fahrsicherheit von Motorrädern  
Wunram, Eckstein, Rettweiler € 15,50

F 82: Qualität von on-trip Verkehrsinformationen im Straßenverkehr – Quality of on-trip road traffic information – BAST-Kolloquium 23. & 24.03.2011  
Lotz, Luks € 17,50  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann kostenpflichtig unter [www.nw-verlag.de](http://www.nw-verlag.de) heruntergeladen werden.

## 2012

F 83: Rechtsfolgen zunehmender Fahrzeugautomatisierung – Gemeinsamer Schlussbericht der Projektgruppe  
Gasser, Arzt, Ayoubi, Bartels, Bürkle, Eier, Flemisch, Häcker, Hesse, Huber, Lotz, Maurer, Ruth-Schumacher, Schwarz, Vogt € 19,50

F 84: Sicherheitswirkungen von Verkehrsinformationen – Entwicklung und Evaluation verschiedener Warnkonzepte für Stauendwarnungen  
Bogenberger, Dinkel, Totzke, Naujoks, Mühlbacher € 17,00

F 85: Cooperative Systems Stakeholder Analysis  
Schindhelm, Calderaro, Udin, Larsson, Kernstock,  
Jandrisits, Ricci, Geißler, Herb, Vierkötter € 15,50

## 2013

F 86: Experimentelle Untersuchung zur Unterstützung der Entwicklung von Fahrerassistenzsystemen für ältere Kraftfahrer  
Hoffmann, Wipking, Blanke, Falkenstein € 16,50

F 87: 5<sup>th</sup> International Conference on ESAR „Expert Symposium on Accident Research“  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

F 88: Comparative tests with laminated safety glass panes and polycarbonate panes  
Gehring, Zander € 14,00

F 89: Erfassung der Fahrermüdigkeit  
Platho, Pietrek, Kolrep € 16,50

F 90: Aktive Systeme der passiven Fahrzeugsicherheit  
Nuß, Eckstein, Berger € 17,90

F 91: Standardisierungsprozess für offene Systeme der Straßenverkehrstelematik  
Kroen € 17,00

F 92: Elektrofahrzeuge – Auswirkungen auf die periodisch technische Überwachung  
Beyer, Blumenschein, Bönninger, Grohmann, Lehmann, Meißner, Paulan, Richter, Stiller, Calker € 17,00

## 2014

F 93: Entwicklung eines Verfahrens zur Erfassung der Fahrerbeanspruchung beim Motorradfahren  
Buld, Will, Kaussner, Krüger € 17,50

F 94: Biokraftstoffe – Fahrzeugtechnische Voraussetzungen und Emissionen  
Pellmann, Schmidt, Eckhardt, Wagner € 19,50

F 95: Taxonomie von Fehlhandlungen bei der Fahrzeugführung  
Oehme, Kolrep, Person, Byl € 16,50

F 96: Auswirkungen alternativer Antriebskonzepte auf die Fahrdynamik von Pkw  
Schönemann, Henze € 15,50

F 97: Matrix von Lösungsvarianten Intelligenter Verkehrssysteme (IVS) im Straßenverkehr  
Matrix of alternative implementation approaches of Intelligent Transport Systems (ITS) in road traffic  
Lotz, Herb, Schindhelm, Vierkötter  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

F 98: Absicherungsstrategien für Fahrerassistenzsysteme mit Umfeldwahrnehmung  
Weitzel, Winner, Peng, Geyer, Lotz Sefati € 16,50

F 99: Study on smoke production, development and toxicity in bus fires  
Hofmann, Dülsen € 16,50

## 2015

F 100: Verhaltensbezogene Kennwerte zeitkritischer Fahrmanöver  
Powelleit, Muhrer, Vollrath, Henze, Liesner, Pawellek € 17,50

F 101: Altersabhängige Anpassung von Menschmodellen für die passive Fahrzeugsicherheit  
Wagner, Segura, Mühlbauer, Fuchs, Peldschus, Freßmann € 19,00

F 102: 6<sup>th</sup> International Conference on ESAR „Expert Symposium on Accident Research“  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

F 103: Technische Möglichkeiten für die Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen von Nutzfahrzeugen  
Süßmann, Lienkamp  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

F 104: Abbiege-Assistenzsystem für Lkw – Grundlagen eine Testverfahrens  
Schreck, Seiniger € 14,50

F 105: Abgasverhalten von in Betrieb befindlichen Fahrzeugen und emissionsrelevanten Bauteilen – Feldüberwachung  
Schmidt, Georges € 14,50

F 105b: Examination of pollutants emitted by vehicles in operation and of emission relevant components – In-service conformity  
Schmidt, Johannsen  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

F 106: Untersuchung des Abgasverhaltens von in Betrieb befindlichen Fahrzeugen und emissionsrelevanten Bauteilen – Austauschkatalysatoren  
Schmidt, Johannsen € 13,50

F 106b: Examination of pollutants emitted by vehicles in operation and of emission relevant components – Replacement catalytic converters  
Schmidt, Johannsen  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

F 107: Sicherheitsaspekte beim Laden von Elektrofahrzeugen  
Vogt, Link, Ritzinger, Ablingyte, Reindl in Vorbereitung

F 108: Interoperabilität zwischen öffentlichem Verkehrsmanagement und individuellen Navigationsdiensten – Maßnahmen zur Gewährleistung  
von der Ruhren, Kirschfink, Ansorge, Reusswig, Riegelhuth, Karina-Wedrich, Schopf, Sparmann, Wöbbeking, Kannenberg € 17,50

Alle Berichte sind zu beziehen im:

Carl Schünemann Verlag GmbH  
Zweite Schlachtpforte 7  
28195 Bremen  
Tel. (0421) 3 69 03-53  
Fax (0421) 3 69 03-48  
[www.schuenemann-verlag.de](http://www.schuenemann-verlag.de)

Dort ist auch ein Kompletverzeichnis erhältlich.