

Einbindung städtischer Verkehrsinformationen in ein regionales Verkehrsmanagement

**Berichte der
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Verkehrstechnik Heft V 194

bast

Einbindung städtischer Verkehrsinformationen in ein regionales Verkehrsmanagement

von

Jens Ansorge
Heribert Kirschfink
Stefan von der Ruhren

momatec GmbH
Aachen

Christoph Hebel
Katja Johanning

Institut für Stadtbauwesen und Stadtverkehr
der RWTH Aachen

**Berichte der
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Verkehrstechnik Heft V 194

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 beim Wirtschaftsverlag NW, Verlag für neue Wissenschaft GmbH, Bgm.-Smidt-Str. 74-76, D-27568 Bremerhaven, Telefon: (04 71) 9 45 44 - 0, bezogen werden.

Über die Forschungsergebnisse und ihre Veröffentlichungen wird in Kurzform im Informationsdienst **BAST-Info** berichtet. Dieser Dienst wird kostenlos abgegeben; Interessenten wenden sich bitte an die Bundesanstalt für Straßenwesen, Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit.

Impressum

Bericht zum Forschungsprojekt 77.483/2006:
Einbindung städtischer Verkehrsinformationen
in ein regionales Verkehrsmanagement

Projektbetreuung

Jessica Kleine

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

Wirtschaftsverlag NW
Verlag für neue Wissenschaft GmbH
Postfach 10 11 10, D-27511 Bremerhaven
Telefon: (04 71) 9 45 44 - 0
Telefax: (04 71) 9 45 44 77
Email: vertrieb@nw-verlag.de
Internet: www.nw-verlag.de

ISSN 0943-9331
ISBN 978-3-86918-010-6

Bergisch Gladbach, Mai 2010

Kurzfassung – Abstract

Einbindung städtischer Verkehrsinformationen in ein regionales Verkehrsmanagement

Ziel dieses Forschungsprojekts ist die Entwicklung und prototypische Umsetzung eines Konzeptes zur Bereitstellung von Verkehrsinformationen, die von verschiedenen Institutionen angeboten werden mit dem Schwerpunkt auf dem städtischen bzw. regionalen Bereich.

Zur Realisierung bietet sich der Aufbau einer verteilten serviceorientierten Architektur unter Nutzung von Web-Services an. Im Rahmen dieses Projektes wird der Einsatz von OGC Web-Services empfohlen.

Das vorgeschlagene Konzept wurde im Rahmen eines Demonstrators umgesetzt und anhand ausgewählter Informationsbereiche am Beispiel eines Verkehrsinformationsportals für die Städteregion Aachen praktisch geprüft. In diesem Kontext wurde eine Nutzer-Evaluation mit den beteiligten Kommunen durchgeführt, um Informationen zu Erfahrungen und zur Weiterentwicklung des Konzeptes zu ermitteln.

Die Erfahrungen zeigen, dass der vorgeschlagene Ansatz eine geeignete Vorgehensweise für eine gebietskörperschaftsübergreifende Integration von verkehrsbezogenen Daten und Informationen für ein regionales Verkehrsmanagement ist. Vorteile der Verwendung OGC-konformer Web-Services sind die freie Verfügbarkeit sowie die einfache Integrationsfähigkeit bestehender Systeme. Somit sind die Eintrittsbarrieren zur Teilnahme an einem regionalen Verkehrsmanagement für Kommunen als gering zu bewerten.

Die Bereitstellung kommunaler Daten in einem regionalen Verkehrsdatenmanagement, welches auf dem Prinzip einer verteilten serviceorientierten Architektur beruht, erschließt für die beteiligten Gebietskörperschaften weitergehende Nutzenpotenziale (z. B. zur Schaffung von Fachinformationssystemen oder die Realisierung von Workflow-Support-Services zur Unterstützung von Abstimmungs- und Genehmigungsprozessen).

Zur Gewährleistung eines Regelbetriebes sind organisatorische Fragestellungen zum Betrieb der zentralen Applikation (Applikationsserver), Betrieb der WMS der einzelnen Content-Provider, Begleitung des Ausbaus in die Fläche und in die Tiefe zu klären.

Integration of urban traffic information into a regional traffic management

The goal of this research project is the development and prototypical implementation of a concept to provide traffic information, which are offered by different institutions. Hereby the focus is on urban and regional traffic information.

For the realisation we suggest a distributed service-oriented architecture using web services. In the context of this project the use of OGC Web services is recommended.

The suggested concept was implemented in the context of a demonstration application. The approach was examined using selected information areas by the example of a traffic information internet portal for the Aachen region. In this context a user evaluation with the involved municipalities was accomplished, in order to gather information about experiences with the demonstrator and for the future advancement of the concept.

The experiences show that the recommended approach is a suitable solution for the integration of traffic related data from various regional or local authorities as well as of information for a regional traffic management. Advantages of the use of OGC-conform web-services are the open approach, the free availability and the easy integration of existing systems. Thus the entrance barriers for the participation of authorities in a regional traffic management are quite low.

The provision of communal/urban data in a regional traffic data management, which is based on the principle of a service-oriented architecture, can open up new benefits for the involved authorities (e.g. creation of expert knowledge information systems or the realization of a workflow support services to support coordination processes).

To operate a regional traffic information services also organizational questions concerning the operation of the central application (application server) and the operation of the WMS of the various content providers have to be considered.

Inhalt

1	Einleitung	9	4.1.2 Vorteile und Grenzen einer web-basierten serviceorientierten Systemarchitektur auf Basis von OGC Webservices	36	
2	Stand der Technik und Analyse der Ist-Situation	10	4.1.3 Applikation auf ein zuständigkeitsübergreifendes regionales Verkehrsinformationsmanagement	37	
2.1	Forschungsaktivitäten und Praxis-Anwendungen	10	4.1.4 Georeferenzierung	39	
2.2	Städtische/regionale Verkehrsdaten und -informationen	15	4.2 Betriebliche und organisatorische Aspekte	44	
2.2.1	Systematisierung	15	4.2.1 Rollen, Akteure, Betreibermodelle	44	
2.2.2	Zuständigkeiten	16	4.2.2 Aufgaben für ein zuständigkeitsübergreifendes VerkehrsInformationsmanagement	45	
2.2.3	Datenverfügbarkeit	16	4.2.3 Betriebskonzepte für ein zuständigkeitsübergreifendes VerkehrsInformationsmanagement	47	
2.2.4	Formate für den Verkehrsdatenaustausch	18			
2.2.5	Technische Realisierung des Datenzugriffs	20			
3	Analyse des Informationsbedarfs ...	20	5	Aufbau und Betrieb eines Demonstrators in einem Testgebiet	48
3.1	Nutzerebenen	21	5.1 Schritte zum Aufbau des Demonstrators	48	
3.2	Verkehrsinformationsbedarf	21	5.1.1 Ziel des Demonstrators	48	
3.3	Allgemeine Anforderungen an Verkehrsinformationen	23	5.1.2 Auswahl eines Testgebietes zum Aufbau des Demonstrators	48	
3.4	Verkehrsinformationsmedien	23	5.1.3 Beteiligte Kommunen und verfügbare Datenquellen	49	
3.5	Verkehrsmittelspezifische Verkehrsinformationen	27	5.2 Aufbau und Betrieb des Demonstrators	53	
3.5.1	MIV	27			
3.5.2	ÖV	28	6	Evaluation des Konzeptes und Ableitung der erforderlichen Weiterentwicklungen	57
3.5.3	NMIV	29	6.1 Evaluationskonzept und Ergebnisse	57	
3.5.4	Verkehrsmittelübergreifende Verkehrsinformationen	29	6.1.1 Organisatorische Aspekte	58	
3.5.5	Zusatzinformationen	29	6.1.2 Technische Aspekte	58	
3.6	Verkehrsinformationsdienste	29	6.1.3 Nutzen des Systems	60	
			6.1.4 Akzeptanz des Systems	61	
4	Entwicklung eines Datenmanagement- und Organisationskonzeptes	30	6.2 Weitergehende Anwendungspotenziale	61	
4.1	Technisches Konzept zum Datenmanagement im regionalen Kontext ...	30			
4.1.1	Technische Grundlagen einer web-basierten serviceorientierten Systemarchitektur	30			

7	Zusammenfassung und Handlungsempfehlungen	64
7.1	Empfehlungen zur technischen Architektur	64
7.2	Anforderungen an datenmäßige Voraussetzungen	66
7.2.1	Allgemeine Anforderungen an datenmäßige Voraussetzungen	66
7.2.2	Dateninhalte	66
7.2.3	Anforderungen an Georeferenzierung und Standards	67
7.3	Empfehlungen zu Organisation und Ablauf	68
7.3.1	Motivation der beteiligten Kommunen	68
7.3.2	Organisation, Betreibermodelle	69
7.4	Fazit	69
	Literatur	70

Abkürzungen/Glossar

ALERT-C	Advice and Problem Location for European Road Traffic – version C; für Verkehrsmeldungen genutztes Übertragungsprotokoll
ASCII	American Standard Code for Information Interchange; auf Bitmustern basierende Zeichenkodierung (umfasst 27 = 128 Zeichen)
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
CALM	Communication Air-Interface Long and Medium Range; in der Entwicklung befindlicher Kommunikationsstandard zwischen Fahrzeugen bzw. zwischen Fahrzeug und Infrastruktur
CP	Content-Provider; Datenanbieter
DAB	Digital Audio Broadcast; digitaler Übertragungsstandard für terrestrischen Empfang von Hörfunkprogrammen
DATEX II	Europäische standardisierte Schnittstellenspezifikation für den Austausch dynamischer Verkehrsdaten im Straßenverkehr
DAV BLAK	Datenverteiler des Bund-Länder-Arbeitskreises Verkehrsrechnerzentralen
DB	Deutsche Bahn
DSL	Digital Subscriber Line; digitaler (Telefon-)Teilnehmer-Anschluss mit hohen Übertragungsraten
FCD	Floating Car Data; Methode zur mobilen Erfassung von Fahrzeugdaten (insbesondere Fahrzeugpositionen)
FOPS	Forschungsprogramm Stadtverkehr
FTP	File Transfer Protocol; Netzwerkprotokoll zur Dateiübertragung
GATS	Global Automotive Telematics Standard; de-facto-Standard zur Kommunikation zwischen Telematik-Endgeräten und Dienstzentralen
GDI	Geodateninfrastruktur; komplexes Netzwerk zum Austausch von Geodaten und Grundlage für die notwendi-

	gen Standardsetzungen und Optimierung zukünftiger Nutzungen von Geoinformationen	OASIS	Organisation for the Advancement of Structured Information Standards; internationale Organisation zur Entwicklung von Standards in den Bereichen automatisierte Geschäftsprozesse und Web-Services
GIS	Geografisches Informationssystem		
GML	Geography Markup Language; Datenformat zum Austausch geobezogener Objekte („Features“)	OCIT	Open Communication Interface for Road Traffic Control Systems; offene Schnittstellen für die Straßenverkehrstechnik, die Standardisierung erstreckt sich auf Kommunikationsprotokolle, Funktionen und Daten
GPS	Global Positioning System; satellitengestütztes Navigationssystem, wird meist mit dem US-amerikanischen NAVSTAR-GPS gleichgesetzt		
GSM	Global System for Mobile Communications; Standard für voll-digitale Mobilfunknetze	OGC	Open Geospatial Consortium; internationale gemeinnützige Vereinigung zur Standardisierung auf den Gebieten Geodatenverarbeitung und ortsbezogene Dienste
HTTP	Hypertext Transfer Protocol; Netzwerkprotokoll zur Datenübertragung, meist zum Laden von Webseiten verwendet	OKSTRA	Objektkatalog für das Straßen- und Verkehrswesen; grundlegender Standard des deutschen Straßen- und Verkehrswesens, der die Objektstrukturen der verschiedenen Fachbereiche des Straßen- und Verkehrswesens beschreibt, um den Datenaustausch zwischen unterschiedlichen Softwareanwendungen zu ermöglichen
ISDN	Integrated Services Digital Network (ursprünglich: integriertes Sprach- und Datennetz); Standard für ein digitales Telekommunikationsnetz		
IP	Internet Protocol; Netzwerkprotokoll		
ISP	Internet-Service-Provider; Dienstanbieter im Internet	OTS 2.0	Open Traffic Systems 2.0; offener Schnittstellenstandard für den herstellergemischten Datenaustausch in Systemen der Verkehrssteuerung und des Verkehrsmanagements
IT	Informationstechnik		
IV	Individualverkehr		
JAVA	Objektorientierte Programmiersprache, zu deren Ausführung eine definierte Ablaufumgebung erforderlich ist	ÖV/ÖPNV	Öffentlicher Verkehr/Öffentlicher Personennahverkehr
LDC	Long Distance Corridors; Initiative zum zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagement im Straßenfernverkehr, hervorgegangen aus den euro-regionalen Projekten CENTRICO, CORVETTE, STREETWISE	PDA	Personal Digital Assistant; kompakter, tragbarer Computer, der hauptsächlich für die Kalender-, Adress- und Aufgabenverwaltung genutzt wird
LOS	Level of Service; Maß der Verkehrsqualität	PLS	Parkleitsystem
MARZ	Merkblatt für die Ausstattung von Verkehrsrechnerzentralen und Unterzentralen (aktuelle Ausgabe 1999)	PNA	Personal Navigation Assistant; tragbares Navigationsgerät
MIV	Motorisierter Individualverkehr	PPP	Public Private Partnership; Öffentlich-Private Partnerschaft
NMIV	Nicht-motorisierter Individualverkehr	PR	Public Relations; Öffentlichkeitsarbeit
NRW	Nordrhein-Westfalen	RBL	Rechnergestütztes Betriebsleitsystem
		RDS/TMC	Radio Data System/Traffic-Message-Channel; standardisierte Technologie

zur Übertragung kodierter aktueller Verkehrsinformationen über UKW-Rundfunkfrequenzen

RIS	Reisenden-Informationssystem
SIRI	Service Interface for Real-time Information; europäischer Zugriffsstandard für dynamische Informationen des öffentlichen Verkehrs
SLD	Styled Layer Descriptor; Standard zur nutzerdefinierten grafischen Ausgestaltung der Elemente einer netzbasierten Anfrage von Geodaten
TLS	Technische Lieferbedingungen für Streckenstationen; Standard für den Aufbau von Verkehrsbeeinflussungsanlagen an Bundesfernstraßen (aktuelle Ausgabe 2002)
TPEG	Transport Protocol Experts Group: offener internationaler Standard zum Aussenden von sprachunabhängigen und multimodalen Verkehrs- und Reiseinformationen
UML	Unified Modeling Language; semiformale grafische Modellierungssprache mit Objektorientierung
VDV	Verband Deutscher Verkehrsunternehmen
VIZ	Verkehrsinformationszentrale
VRZ	Verkehrsrechnerzentrale
WFS	Web Feature Service; netzbasierter Dienst, der den internetgestützten Zugriff auf Geodaten ermöglicht, WFS wird auch für Web Feature Server, also die Hardware, verwendet
WMS	Web Map Service; netzbasierter Dienst, der eine Auskunft über notwendige Metainformation zu Geodaten, die Visualisierung dieser Geodaten und eine allgemeine Abfrage der zugrunde liegenden Sachdaten ermöglicht, WMS wird auch für Web Map Server, also die Hardware, verwendet
XACML	eXtensible Access Control Markup Language; Standard zur Darstellung und Verarbeitung von Zugriffsrechten
XML	Extensible Markup Language; Metasprache zur Definition hierarchisch strukturierter Daten in Form von Textdateien

1 Einleitung

Wege bzw. Wegeketten im regionalen Umfeld erstrecken sich zu einem erheblichen Teil Gemeindegrenzen überschreitend. Dabei werden von den Verkehrsteilnehmern – ohne dass dies bewusst wahrgenommen wird – Teilnetze verschiedener Baulastträger genutzt. Um den Verkehrsteilnehmern geeignete Informationen und Entscheidungsgrundlagen über verfügbare Wahlmöglichkeiten (Routen, Verkehrsmittel, Fahrtzeitpunkt etc.) bereitstellen zu können, ist sowohl eine zuständigkeitsübergreifende Koordination der Informationen aus Verkehrslageerfassung als auch der darauf aufbauenden Erstellung von Verkehrsinformationen und des Verkehrsmanagements erforderlich.

Ziel dieses Forschungsprojekts ist die Entwicklung und prototypische Umsetzung eines technischen und betrieblich-organisatorischen Konzeptes zur Bereitstellung von Verkehrsinformationen, die von verschiedenen Institutionen angeboten werden und einen Schwerpunkt auf den städtischen bzw. regionalen Bereich legen. Das zu entwickelnde Datenmanagementkonzept zur Koordinierung der ver-

kehrlichen Daten und Informationen sollte alle geeigneten, bei den verschiedenen Zuständigkeitsbereichen verfügbaren Datenquellen berücksichtigen. Das Konzept sollte daher einen zuständigkeitsübergreifenden Austausch von verkehrlichen Daten, die für ein zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement relevant sind, und eine zuständigkeitsübergreifende Koordinierung der Verkehrsinformationen ermöglichen. Dem Verkehrsteilnehmer sind abgestimmte Verkehrsinformationen ohne inhaltliche Einschränkungen aufgrund der unterschiedlichen Zuständigkeiten bereitzustellen.

Das zu entwickelnde Konzept soll für ein Testgebiet prototypisch umgesetzt (Demonstrator) und anhand eines ausgewählten Informationsbereiches (z. B. Baustelleninformationen oder Veranstaltungsinformationen) praktisch geprüft werden. Ziel der prototypischen Umsetzung ist es, Erfahrungen mit dem entwickelten Konzept in der Praxis zu sammeln sowie ein Feedback von potenziellen Betreibern zu erhalten. Aufbauend auf den Erfahrungen der prototypischen Umsetzung sind Handlungsempfehlungen für die Implementierung sowie für weitere Entwicklungen abzuleiten.

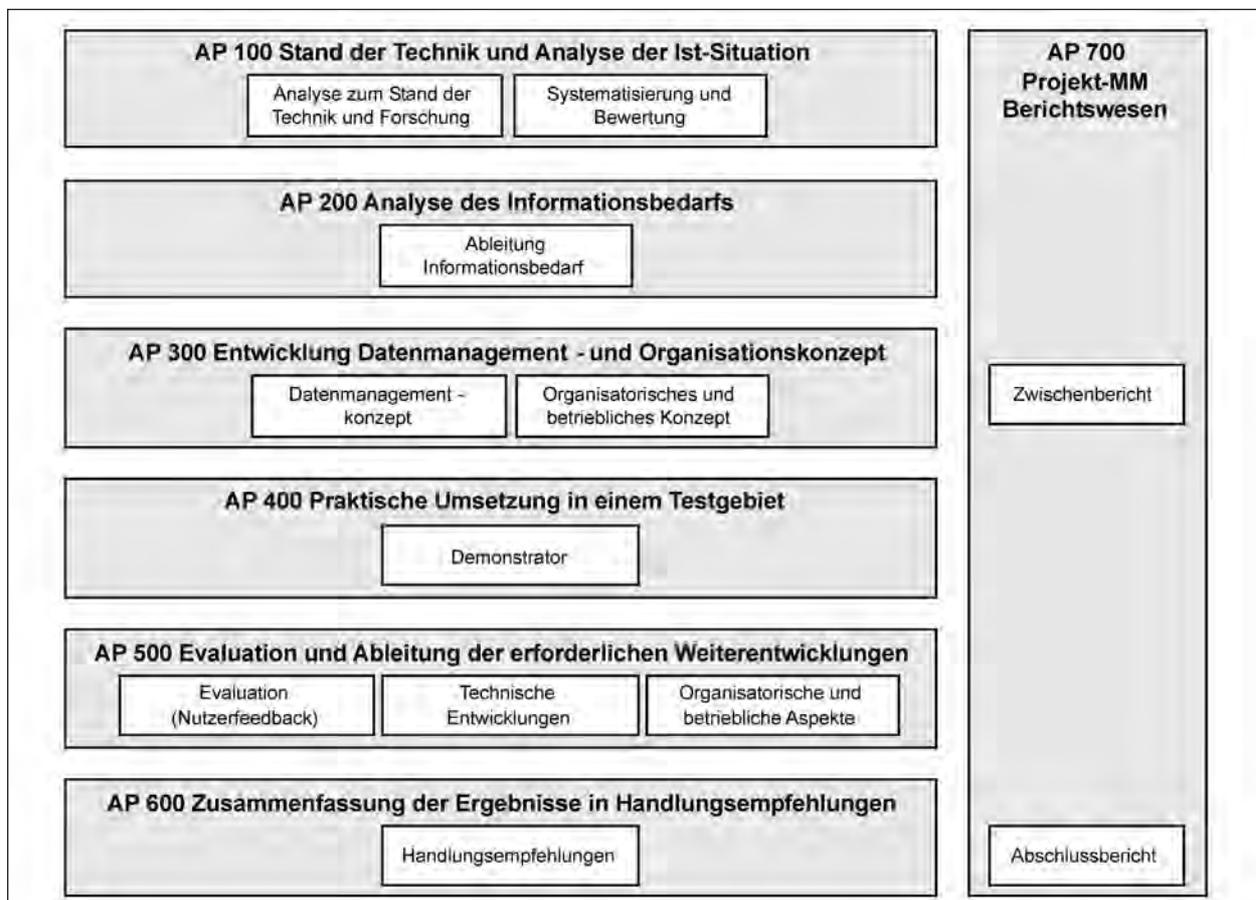


Bild 1.1: Darstellung des Arbeitsplans [eigene Darstellung]

Der Schwerpunkt des Konzeptes und der prototypischen Umsetzung ist zunächst der Individualverkehr. Die Belange des öffentlichen Verkehrs sollen zu einem späteren Zeitpunkt diskutiert werden und sind daher nicht Gegenstand des Projektes.

Der Arbeitsplan gliedert sich in insgesamt sieben Arbeitspakete (AP), wobei das AP 100 die Analyse und Systematisierung des Ist-Zustands und das AP 200 die Analyse der Nutzerbedürfnisse umfassen. Aufbauend auf den Ergebnissen der Analysephase erfolgt in AP 300 die Entwicklung des Datenmanagement- und Organisationskonzeptes. In AP 400 wird das entwickelte Konzept in Form eines Demonstrators in einem Testgebiet umgesetzt. In AP 500 erfolgen die Durchführung der Evaluation sowie die Ableitung der resultierenden Weiterentwicklungserfordernisse. Diese werden in AP 600 in Form von Handlungsempfehlungen zusammengefasst. Das AP 700 enthält das begleitende Berichtswesen. Der Arbeitsplan über die verschiedenen Arbeitspakete ist in Bild 1.1 dargestellt.

2 Stand der Technik und Analyse der Ist-Situation

2.1 Forschungsaktivitäten und Praxis-Anwendungen

Verkehrsinformationen sind derzeit in der Regel nur für den eigenen Zuständigkeitsbereich einer jeweiligen Gebietskörperschaft verfügbar. Damit mangelt es an integrierten Informationen sowohl im regionalen als auch im themenübergreifenden Kontext. Bei der Generierung von Verkehrsinformationen und deren Integration in das Verkehrsmanagement kann dies zu Problemen oder kontraproduktiven Effekten führen (z. B. Umleitungsempfehlung über eine unfall- oder veranstaltungsbedingt beeinträchtigte Alternativroute im untergeordneten Netz). Vermeidbar sind derartige Probleme durch die zuständigkeitsübergreifende Koordinierung von Verkehrs-

informationen und Verkehrsmanagement unter Beteiligung verschiedener Partner und unter Nutzung möglichst sämtlicher verfügbarer Datenquellen. Werkzeuge für das zuständigkeitsübergreifende Datenmanagement und die zuständigkeitsübergreifende Koordination von Verkehrsinformationen fehlen jedoch bislang in der Praxis. Mit der nachfolgenden Analyse abgeschlossener und laufender Forschungsprojekte bzw. Praxisanwendungen soll insbesondere das Spektrum bisheriger integrativer Ansätze aufgezeigt werden.

Grundlagen für die Entwicklung von Strategien im Rahmen eines regionalen zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagements wurden im Projekt FE 70.560/98¹ geschaffen. Die Untersuchung hat Methoden zur Entwicklung und Bewertung von Strategien des dynamischen Verkehrsmanagements erarbeitet und für bestimmte Situationen im Rhein-Main-Gebiet konkretisiert. Weitere Untersuchungsschwerpunkte wurden auf den verkehrsmittelübergreifenden Ansatz und die Betrachtung des Verkehrsgeschehens im Übergangsbereich zwischen Stadt und regionalem Umfeld gelegt. Mit der Kennzeichnung des Handlungsbedarfs bei der Vervollständigung der Datenerfassung, der Bereitstellung von Schnittstellen, der Regelung des Datenmanagements und der Organisation des Verkehrsmanagements wurde die Vorbereitung für weitere Forschungsarbeiten getroffen [ZIV et al. (2001)]

Grundformen der Vernetzung von verschiedenen Beteiligten im Verkehrsmanagement wurden im Rahmen des Projektes FE 77.0467/2002/DGB² dargestellt. Diese umfassen lokale, polyzentrische sowie monozentrische Vernetzungen und lassen darüber hinaus verschiedene Mischformen zu. Ihre Anwendung, die unter Berücksichtigung der Randbedingungen im Einzelfall und im Konsens aller Beteiligten zu konkretisieren ist, ermöglicht unter anderem Prozesse zur Strategieentwicklung und Strategieumsetzung im regionalen Zusammenhang. Als besonders bedeutsam für die Vernetzung wird die Frage des „Wollens“ der einzelnen Partner bewertet, die sich durch Schaffung einer Vertrauensbasis und Wahrung von Selbständigkeiten positiv beeinflussen lässt. Zweckmäßigkeit und technische Realisierbarkeit wurden im Rahmen des Projekts als gegeben betrachtet. Ein Ergebnis des Projekts ist der Musterentwurf für eine Vereinbarung zur Kooperation im Verkehrsmanagement, der auch den Datenaustausch umfasst [BOLTZE/BRESER (2005)]. Während der Fokus des Projekts FE 77.0467/2002/DGB auf der organisatorischen und

¹ „Verknüpfung von Strategien, Maßnahmen und Systemen des regionalen und städtischen Verkehrsmanagements“ (FE-Nr. 70.560/98), gefördert vom BMVBW im Rahmen des Forschungsprogramms Stadtverkehr (FOPS)

² „Vernetzung dynamischer Verkehrsbeeinflussungssysteme auf Ringstrukturen überörtlicher Straßen und städtischen Verkehrsnetzen unter Einsatz dynamischer, kollektiver Wechselverkehrszeichen“ (FE-Nr. 77.0467/2002/DGB), gefördert vom BMVBW im Rahmen von FOPS

der konzeptionellen Ebene lag, wurden in dem Folgeprojekt „KoVernl“³ technische Datenaustauschkonzepte für die möglichen Vernetzungsformen erarbeitet, um die negativen Auswirkungen einer fehlenden allgemeingültigen übergeordneten Systemarchitektur für die Verkehrstelematik zu reduzieren und damit die Voraussetzung zu schaffen, um Strategien des Verkehrsmanagements sowohl räumlich als auch modal übergreifend entwickeln zu können. Anknüpfend an die bestehenden Vorarbeiten wurde darin zunächst ein Vorgehensmodell zur Vernetzung mit den Phasen Analyse, Planung und Umsetzung entwickelt. Im Weiteren wurden bestehende Referenzierungsmodelle, Systemarchitekturen, Kommunikationsstandards und Methoden der Datenübertragung analysiert. In einem Datenkatalog sind die bei der Vernetzung auszutauschenden Daten definiert. Die Ergebnisse liegen als Leitfaden für die Planung, Ausschreibung und Projektierung von Vernetzungsprojekten vor [BMVBS (2007a)].

Praktische Ansätze für den Austausch und die Koordination verkehrlicher Daten und Informationen über verschiedene Zuständigkeitsbereiche hinweg wurden im Rahmen der BMBF-Leitprojekte „Mobilität in Ballungsräumen“ – horizontal und vertikal verknüpfend – initiiert und teilweise im Anschluss daran weiterentwickelt. In der Region Stuttgart (Projekt MOBILIST) wurden dabei die Grundlagen für die folgenden vernetzten Systeme geschaffen: ein intermodales, internetbasiertes Reiseplanungs- und Auskunftssystem unter Berücksichtigung der aktuellen Verkehrslage und der Parkraumsituation; eine Verkehrsprognose für den Individualverkehr (IV) unter Berücksichtigung aktueller Verkehrsdaten, Wetterdaten, Veranstaltungsinformationen, Baustellen (ASCII-Daten-Austausch per FTP-Schnittstelle der Verkehrsinformationszentrale); ein regionales Parkrauminformationssystem für Parkhäuser und bewirtschaftete Straßenräume beruhend auf Daten des Parkleitsystems (PLS) und der Parkscheinautomaten (Übertragung per Funk an zentralen Parkrechner); ein ÖV-Anschluss-Informationssystem durch Verknüpfung der Informationen aller beteiligten ÖV-Anbieter auf dem Fahrgastinfo-Server (darunter Ist-Daten der DB AG und der Stutt-

garter Straßenbahnen AG, SSB) unter Verwendung offener, VDV-basierter, standardisierter Schnittstellenprotokolle [MOBILIST (2003)]

Im Raum Dresden/Oberelbe (Projekt intermobil) wurden integrierende Ansätze – im Sinne dieses Vorhabens – realisiert mit der unternehmensübergreifenden Anschlussoptimierung und Fahrgastinformation (Zusammenführung und Verarbeitung von Echtzeit-Daten aus dem Rechnergestützten Betriebsleitsystem, RBL, der Dresdner Verkehrsbetriebe, dem Reisendeninformationssystem, RIS, der DB AG und dem neu aufgesetzten Regio-RBL des Regionalbusverkehrs auf dem Intermodalen Verknüpfungspunkt-Rechner) sowie der regionalen multimodalen Stadt- und Verkehrsinformationsplattform DORIS (Verbindungs- und Haltestellenauskünfte im Stadt-, Regional- und Fernverkehr, IV-Routing, Kamerabilder, tagesaktueller Baustellenkalender, dynamische Parkplatzinformationen u. a.), auf deren Basis teilweise Komponenten für die Nutzung über mobile Endgeräte aufbereitet wurden. Grundlage für die Dienste von intermobil waren der Aufbau einer echtzeitbasierten multivalent nutzbaren Verkehrsdatenbasis (virtuelle Datenbank zur Realisierung der Entgegennahme, Konvertierung, Haltung, Verknüpfung und Bereitstellung von Daten unterschiedlicher Anbieter in verschiedenen Formaten und variablen Übertragungswegen) sowie die Entwicklung eines Geo-Informationssystems für den Verkehrsbereich (VGIS) mit offenem Datenmodell, welches die Geokodierung und das Mapping von echtzeitbasierten Verkehrsinformationen ermöglicht [intermobil (2005)].

Im Raum München (Projekt MOBINET) schaffte ein dezentral organisierter Datenverbund die Voraussetzungen für verschiedene entwickelte Anwendungen, um unmittelbar auf die erforderlichen verteilten Verkehrsdaten (z. B. Verkehrszustandsdaten der Stadt und der Autobahnen, Daten aus der Park-Informationen-Zentrale, vom Verkehrswarndienst der Polizei und über Ereignisse) zugreifen zu können. Mit den Multimedia-Informationsdiensten wurden auch verkehrsübergreifende Informationen angeboten, insbesondere aus dem Freizeit- und Tourismussektor. Die benötigten Datenbanken wurden zu diesem Zweck auf einer Plattform zusammengeführt. Ein im Datentransfer vergleichsweise unaufwändiges Vorgehen wurde bei Parkinfo gewählt: Da die typischen Belegungsganglinien in der Park-Informationen-Zentrale für alle angeschlossenen Standorte (Parkhäuser und Straßenräume) aufbereitet vorliegen, sind neben einem täglichen Ab-

³ „Vernetzung der automatisiert gewonnenen Verkehrsinformationen des Bundes, des Landes und ausgewählter Großstädte als Voraussetzung für ein integriertes, zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement“ (FE-Nr. 77.472/2003), gefördert vom BMVBS im Rahmen des Forschungsprogramms Stadtverkehr (FOPS)

gleich weitere Übertragungen aktueller Daten nur im Falle einer deutlichen Abweichung zwischen erwarteten und tatsächlichen Belegungszuständen erforderlich [MOBINET (2003)].

Bestandteil des Projekts WAYflow (Rhein-Main-Region) war die Entwicklung eines Intermodalen Strategien-Managers (ISM) [WAYflow (2003)]. Der ISM übernimmt die Verwaltung, Auswahl und Aktivierung regionaler Strategien sowie die Abwicklung der Kommunikation mit den Partnern im Verkehrsmanagement. Die betroffenen Betreiber haben Grundprinzipien festgelegt, die die Definition und Umsetzung gemeinsamer Strategien im Verkehrsmanagement möglich machen, ohne eine „Überzentrale“ mit großen Investitionen oder einschneidenden Anforderungen an Infrastruktur und Systemtechnik einzelner Partner zu erfordern. Die Entwicklung des Intermodalen Strategien-Managers ermöglicht eine weitere Optimierung der Strategien sowie eine Analyse unterschiedlicher Wechselwirkungen mit anderen Störfaktoren. Nach Abschluss des Projektes WAYflow wurde der ISM kontinuierlich weiterentwickelt und bietet somit die Voraussetzung zur Einbindung unterschiedlich verteilter Datenquellen für die Aufbereitung einer integrierten Verkehrslage [KIRSCHFINK et al. (2003)]. Erfahrungen bei der Entwicklung und dem Einsatz des ISM konnten genutzt werden, um im Rahmen der deutschen LDC⁴-Initiative (euregionale Projekte CENTRICO, CORVETTE, VIKING und SERTI) zum Management von Long Distance Korridoren auf verteilten Systemen basierende ballungsraumübergreifende Koordinationswerkzeuge zu realisieren und erfolgreich anzuwenden [KIRSCHFINK/RIEGELHUTH (2006)].

Das Projekt stadtfoköln (Mobilität in Ballungsräumen) hat deutliche Schwerpunkte auf den Bereich Informations- und Dienstleistungsangebote für den Verkehrsteilnehmer gelegt. Darin wurden beispielsweise per Vario-Tafeln aktuelle Reisezeiten zum Stadtzentrum mit alternativen Verkehrsmitteln kommuniziert, Verkehrsmeldungen für das städtische Netz TMC-konform erzeugt und verbreitet sowie ein Internet-Dienst zur situationsgerechten Routenplanung unter Berücksichtigung von Verkehrszustands-, Parkraum-, Baustellen-, Veranstaltungs-

und Straßenwetterinformationen für PC und mobile Endgeräte angeboten [BMBF (2002)].

Auf europäischer Ebene befasste sich das Projekt eMOTION mit dem Thema multimodaler Ontrip-Verkehrsinformationssysteme und der Vermeidung von Medienbrüchen im Informationsfluss vom Datenlieferanten über den Serviceanbieter bis hin zum Endnutzer durch Schaffung standardisierter Schnittstellen unter Einbindung verteilter Daten und Informationen. Im Rahmen der Analysephase von eMOTION wurden bestehende Verkehrsinformationssysteme und mobile Verkehrsdienste untersucht. Dabei wurde festgestellt, dass uneinheitliche Standards und proprietäre Datenformate den Austausch von Informationen behindern und letztlich kaum ein Service fachlich und räumlich integrierte Verkehrsinformationen anbietet [eMOTION (2007a)].

Im Rahmen mehrerer Forschungsprojekte wurden Verkehrsinformationssysteme aufgebaut und betrieben. Dazu zählt beispielsweise das Verkehrsinformationssystem BayernInfo, bei dem Informationen zur Verkehrslage im MIV, zum Radnetz sowie eine intermodale Reiseauskunft für das Bundesland Bayern über das Internet abgerufen werden können [BayernInfo (2008)].

In Hessen wurde in 2005 das System DIANA (Dynamic Information And Navigation Assistance) eingeführt, das zum einen der Verkehrsdatenerfassung über Floating Car Data dient und zum anderen verbesserte Verkehrsinformationen überträgt sowie dynamische Routenführung ermöglicht. Als Übertragungsmedium kann ein GPS-fähiges Mobiltelefon mit entsprechender Software eingesetzt werden [RIEGELHUTH (2006); hr-online (21.01.2005)].

Das in der Region Nürnberg durchgeführte Forschungsprojekt ORINOKO⁵ beinhaltet unter anderem den Aufbau eines Datenverbundes, in welchem möglichst viele Quellen dynamischer und sonstiger Daten zusammengeführt und in einer konsolidierten Datenbank für Steuerungs-, Informations- und Qualitätssicherungszwecke bereitgestellt werden sollten. Für die Kommunikationswege (Datenübertragung vom Sensor in die Zentrale) wurden neue kostengünstige Technologien auf WLAN-Technologie erprobt. Die Erfahrungen aus ORINOKO zeigen aber auch, dass trotz zahlreicher standardisierter Schnittstellen individuelle Detailprobleme einen erheblichen Zeit- und Kostenaufwand verursachen. So war der Aufbau des ORINOKO-Netzwerkes, in-

⁴ LDC = Long Distance Corridors

⁵ ORINOKO (Operative Regionale Integrierte und Optimierte Korridorsteuerung), gefördert vom BMWi im Rahmen des Förderschwerpunktes „Verkehrsmanagement 2010“

klusive der Überwindung der diversen Firewalls, Anpassung von Rechnerschnittstellen und Anbindung externer Systeme an das bereits vorhandene Netzwerk der Stadt Nürnberg, sehr zeit- und personalintensiv [ORINOKO (2008)].

Im Rahmen des laufenden Förderprojektes MOSAIQUE⁶ wird u. a. das Ziel verfolgt, einen regionalen Daten- und Werkzeugpool aufzubauen. Hierbei wird der Ansatz einer dezentralen IT-Plattform verfolgt. Um allen Verkehrsmanagement-Akteuren Zugriff auf Zähldaten bestimmter Verkehrswege, Belegung bestimmter Parkflächen, aktuelle Auswirkungen auf Baustellen, Ist-Fahrpläne öffentlicher Verkehrsmittel etc. anbieten zu können, bedarf es einer dezentralen IT-Plattform, auf die die Verkehrssteuerer via Internet, d. h. dezentral, zugreifen können. Neben der Schaffung eines technologischen Rahmens für den Datenpool wird auch ein entsprechendes Organisationskonzept für das regionale Verkehrsmanagement-Netzwerk in der Region Mitteldeutschland erarbeitet [KRETSCHMER/JENKNER/HERRMANN (2007)].

Viel versprechende Ansätze der Bereitstellung von Verkehrsinformationen im Internet durch Integration von verschiedenen Datenquellen unterschiedlicher Zuständigkeiten bieten die auf offenen OGC-Web-Standards basierenden Verkehrsinformationsportale „GeoVIP-Hessen“ und „GeoView NRW“ [KIRSCHFINK/RIEGELHUTH (2005) und ERSTLING et al. (2004)]. Bereits in der Demonstrationsphase konnte nachgewiesen werden, dass eine Integration von Verkehrsinformationen unterschiedlicher Regionen und Anbieter möglich ist, ohne die Daten physisch zu integrieren. In NRW wurden als

städtische Beiträge aktuelle Parkinformationen, Baustellen, Veranstaltungen und Umsteigemöglichkeiten im ÖV eingebunden. Als überörtliche Beiträge kamen die Verkehrslage auf Autobahnen, Störungsmeldungen und das Radverkehrsnetz hinzu. Hintergrundkarten gemäß GDI-NRW-Standards⁷ ergänzen das Angebot. Basiskomponenten der zugrunde liegenden Web-Service-Architektur bilden Web-Map-Server, die die einzelnen Datenquellen über standardisierte Internetschnittstellen anbinden. Eine vom Client über den Browser gestartete Informationsanfrage wird über den Applikationsserver verarbeitet, die angesprochenen Web-Map-Server liefern daraufhin identisch georeferenzierte Karten, sodass eine integrierte Darstellung der Informationen erfolgt. Angeforderte Objektinformationen können über GML-Dokumente an die anfragenden Browser zurückgespielt und integriert werden. Die Architektur, die beim Portal „verkehrsinfo.hessen.de“ grundsätzlich identisch ist, lässt die einfache Anbindung weiterer Datenquellen zu, soweit sie über OGC-konforme Web-Map-Server bereitgestellt werden.

Diesen Ansatz einer verteilten Architektur, welche eine Vernetzung über offene Schnittstellen gewährleistet, verfolgen auch andere Systeme von Zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsdateninfrastrukturen für das Verkehrsmanagement und für Verkehrsinformationen (vgl. auch Projekt „COSTE“⁸). Ihr Einsatz ist sowohl im Bereich der Verkehrsinformationsdienste als auch für das Baustellen- und Ereignismanagement sowie für das Strategienmanagement geeignet. Bei der Systemrealisierung können verschiedene Komponenten umgesetzt werden, wie öffentliche oder interne, zugriffsgeschützte Informations- und Datenservices sowie Workflow-Support-Services zur Unterstützung verschiedener Kommunikations- und Entscheidungsprozesse [KOCHS/KIRSCHFINK (2006)].

Vergleichbare integrative Informationsangebote werden zurzeit auch mit dem Ruhrpilot und dem Projekt Dmotion⁹ geschaffen. Die Entwicklungen beim Ruhrpilot sind bereits weit fortgeschritten. Hier werden die verteilten Daten über den ruhrgebietsweiten Datenverteiler auf einer Contentplattform zusammengeführt und durch eine Serviceplattform nutzergerecht aufbereitet [Ruhrpilot (2008)]. Im Projekt Dmotion werden Steuerungs- und Informationssysteme unterschiedlicher Straßenbaulastträger zu einem baulastträgerübergreifenden Verkehrsmanagement gekoppelt. Dabei soll ein einheitlicher, übergreifender Verkehrslagebericht für

⁶ MOSAIQUE (Mitteldeutsche Offensive für ein Strategisches, Anwenderübergreifendes, Intermodales Verkehrsmanagementnetzwerk mit Qualitätsausrichtung Und Effizienzorientierung), gefördert vom BMWi im Rahmen des Förderschwerpunktes „Verkehrsmanagement 2010“

⁷ Die Geodateninfrastruktur NRW (GDI NRW) ist eine Initiative des Landes Nordrhein-Westfalen, die sich die Aktivierung des Geodatenmarktes sowie eine verbesserte Nutzung und einen erleichterten Zugang zu Geoinformationen zum Ziel gesetzt hat. (vgl. www.gdi-nrw.org).

⁸ COSTE: Combining Spatial & Traffic Contents for Regions in Europe, gefördert durch die Europäische Kommission im Rahmen des eContent-Programms (Contr.No. EDC 41030 COSTE/28459)

⁹ Verbundprojekt: Dmotion – Entwicklung und Einrichtung eines baulastträger- und privat-wirtschaftsübergreifenden Daten-, Informations- und Strategieverbunds für die Region Düsseldorf, gefördert vom BMWi im Rahmen des Förderschwerpunktes „Verkehrsmanagement 2010“

die Region der Landeshauptstadt Düsseldorf generiert werden. Sämtliche Informationen, die zum steuernden Eingriff ins Verkehrsgeschehen, wie die Schaltung von Lichtsignalanlagen, Variotafeln und Wechselwegweisern, genutzt werden, sollen künftig auch im Internet zur Verfügung stehen. In das Projekt sind private Diensteanbieter eingebunden, um die Strategieempfehlungen der öffentlichen Hand in moderne Navigationssysteme einzuspielen und damit ein „strategiekonformes Routing“ zu ermöglichen [Dmotion (2008)].

Das Kooperationsprojekt arrive¹⁰ in der Region München beschäftigte sich u. a. mit der Schaffung einer standardisierten georeferenzierten Datenplattform zur Vernetzung der entwickelten Verkehrsmanagementsysteme. Dazu wurde ein digitaler kartografischer Datendienst (Web-Server) eingerichtet, der es erlaubt, auf vorhandene visualisierte Datenbestände zuzugreifen. Hierauf aufbauend wurde eine standardisierte georeferenzierte und integrierte Datenplattform geschaffen, die einen geregelten Zugriff für alle beteiligten Akteure bietet. Darüber hinaus wurden technologische und betriebliche Grundlagen sowohl für die Wirkungsketten der diversen Handlungen als auch für die Systemintegration einzelner Komponenten und Applikationen betrachtet. Schwerpunkte bildeten hier die Themen Wertschöpfungsketten im Datenaustausch, Klärung der Aufgabenteilung, Voraussetzungen für die Datenüberlassung, Definition von Qualitätsstandards sowie die Einschätzung von Nutzen und Kosten. Die Bedeutung und Komplexität eines betreiberübergreifenden Datenaustausches wurde umfassend diskutiert mit dem Ergebnis, in der Region München kein neues zentrales System aufzubauen, sondern auf vorhandene IT-Strukturen mit dezentralen Datenhaltern zurückzugreifen. Somit wurde im Projektverlauf vom eigentlich technisch orientierten arrive-Ziel der zentralen Datenplattform Abstand genommen und eine der Organisationsform der öffentlichen Hand in der Region München entsprechende verteilte IT-Systemarchitektur gewählt [arrive (2008)].

Im Rahmen der Initiative „mobil-im-rheinland“¹¹ entsteht derzeit ein Verkehrsinformationsportal für die Region Köln/Bonn. Während die bisher vorhandenen lokalen Mobilitätsinformationssysteme in der Region Köln/Bonn lediglich rein ortsbezogene Mobilitätsinformationen anbieten, hat die Mobilitätsinitiative Rheinland das Ziel, die bisher räumlich voneinander unabhängigen Mobilitätsinformationssysteme in der Region zu einem regionalen System

miteinander zu verknüpfen. Dabei werden die vorhandenen Internetangebote (lokale Informationssysteme und singuläre Informationsebenen) vernetzt, sodass zukünftig auf alle Informationen zur Verkehrslage und dem Verkehrsangebot der Region Köln/Bonn über ein Verkehrsinformationsportal zugegriffen werden kann. Ein Schwerpunkt liegt bei der Kommunikation von Störungen im täglichen Verkehrsgeschehen (Baumaßnahmen, Veranstaltungen). Die Daten der relevanten verkehrlichen Störungen werden dabei von den beteiligten Gebietskörperschaften über ein Eingabemodul der Informationsplattform „mobil-im-rheinland“ verfügbar gemacht.

Im Rahmen der vorbereitenden Begleituntersuchungen zur Metaplattform wurden im Projekt FE 63.0006/2007¹² bestehende Verkehrsinformationsplattformen für den Straßenverkehr recherchiert, Betreibermodelle analysiert und eine Bewertung der Anforderungen an Informationsplattformen insbesondere aus technischer und datenorganisatorischer Sicht durchgeführt. Empfohlen wird der Betrieb einer verteilten Datenplattform, die dem Prinzip der dezentralen Datenhaltung und -pflege folgt. Jedes einzelne System hält seinen Datenpool bereit und verwaltet diesen eigenständig. Die verteilte Architektur sichert dabei die Systemgrenzen und stellt Konverter zur Übernahme bestehender Daten zur Verfügung. Diese Datenbereitstellung sollte über standardisierte Schnittstellen erfolgen. Durch diese Vorgehensweise werden eine gute Lastverteilung und Datensicherheit erzielt. Dabei sollte versucht werden, möglichst viele bereits vorhandene Datenbestände zu integrieren. Umfangreiche Zentralen können dagegen heute auf Grund ihrer räumlichen und physischen Ausdehnung kaum mehr in zentralen Datenbanken bzw. zentralisierten Systemen realisiert werden. Netzwerkverfügbarkeit, Datenvolumen, Ausfallsicherheit und organisatorische Rahmenbedingungen sind oft so ausgelegt, dass zentralisier-

¹⁰ arrive – Verbundprojekt des Freistaats Bayern, Landeshauptstadt München, BMW AG, Siemens AG, PTV AG, Münchner Verkehrs- und Tarifverbund GmbH, Münchner Verkehrsgesellschaft mbH, TU München

¹¹ Mobilitätsinitiative Rheinland „mobil-im-rheinland“, Projekt der Regionale 2010, www.mobil-im-rheinland.de

¹² „Vorbereitende Begleituntersuchungen zur Metaplattform – Bestandsaufnahme abgeschlossener und laufender Projekte zu Verkehrsinformationsplattformen für den Straßenverkehr“ (FE 63.0006/2007), gefördert vom BMVBS im Rahmen von FOPS

te Ansätze die an das System gestellten Anforderungen nicht erfüllen können [KLINGHAMMER et al. (2007)].

Das Land NRW führt derzeit eine Machbarkeitsstudie für ein Verkehrsinformationsportal VIP.NRW durch, dessen Ziel es ist, den Bürgern in NRW einen einfachen und einheitlichen Zugang zu den notwendigen Verkehrsinformationen zu bieten. Dazu sollen die vorhandenen Verkehrsinformationsangebote des Landes NRW (autobahn.nrw, baustellen.nrw, nahverkehr.nrw, GeoView, radroutenplaner.nrw) zu einem übersichtlichen und benutzerfreundlichen Gesamtverkehrsportal zusammengeführt werden. Ziel ist die Anbindung der Dienste im Sinne einer Web-2.0-Architektur, d. h., die Dienste übermitteln die notwendigen Informationen per Webservice an VIP.NRW. Die Visualisierung von Kartenmaterial erfolgt über eine gemeinschaftliche Mapping-Komponente (Web Map Services). Anfragen der Benutzer werden über VIP.NRW an die Dienste weitergeleitet. Die Darstellung erfolgt über einen gemeinsamen Web-Server, über den die Benutzeranfragen laufen. Über VIP.NRW können Dienste miteinander verknüpft und somit insgesamt die verfügbaren Daten und Dienste von allen dynamisch genutzt werden.

2.2 Städtische/regionale Verkehrsdaten und -informationen

2.2.1 Systematisierung

Während der Leitfaden für die Vernetzung dynamischer Verkehrsbeeinflussungssysteme im zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagement [BMVBS (2007b)] sich lediglich mit Systemen für den MIV befasst und der Leitfaden Verkehrsstelemtik [BMVBS (2006)] allein auf den Straßenverkehr fokussiert, spielen im städtischen und regionalen Gefüge Informationen zum öffentlichen Verkehr – auch im spurgebundenen Bereich – eine nicht zu vernachlässigende Rolle. Entsprechend sollen sie an dieser Stelle – zumindest in Ansätzen – gewürdigt werden. Zudem kommt im Rahmen dieser Untersuchung weniger den originären Daten als zusammengeführten/fusionierten Daten Bedeutung zu. Entsprechend wird hier eine Gliederung verwendet, die sich von den beiden genannten Leitfäden unterscheidet. Neben dynamischen Daten werden hier auch statische Daten berücksichtigt, die als Informationsbestandteil insbesondere für Gelegenheitsfahrer und Ortsfremde von Interesse sind.

Daten und Informationen mit Bezug zum Straßennetz und dessen Verfügbarkeit

- Straßennetz: Netztopologie für das Routing,
- aktuelle Verkehrslage: abgeleitete Information aus der Verkehrszustandsdetektion und ggf. modellbasierte Vervollständigung, die eine Bewertung der aktuellen Verfügbarkeit der Netzelemente ermöglicht (z. B. frei, zähfließend, gestaut),
- Verkehrslage-Prognose: modellbasierte Vorhersage des Verkehrszustandes auf der Grundlage von aktuellen Daten und historischen Ganglinien,
- Störungsmeldungen/Verkehrsmeldungen: betroffener Netzabschnitt, Zeitraum, Informationen zu Unfällen, Staus und sonstigen Behinderungen,
- Baustelleninformationen: betroffener Netzabschnitt, Zeitraum, Art, Einschränkungen, erwartete Auswirkung.

Daten und Informationen mit Bezug zum ruhenden Verkehr

- Standort-Informationen: Lage, Öffnungszeiten, Kosten, Kapazität, Einschränkungen,
- aktueller Belegungszustand: abgeleitete Information aus Anzahl Kfz am Ein- und Ausfahrtquerschnitt bei bewirtschafteten Anlagen,
- Belegungszustands-Prognose: Vorhersage des Belegungszustandes auf der Grundlage von aktuellen Daten und historischen Ganglinien.

Daten und Informationen mit Bezug zum öffentlichen Verkehr

- Haltestellen- und Linien-Informationen: Lage bzw. Verlauf,
- Fahrplaninformationen,
- Ist-Fahrplan, Verspätungs- und Störungsmeldungen.

Veranstaltungsdaten und -informationen

- Informationen zur Veranstaltung und zum Veranstaltungsort: Lage, Art/Bezeichnung und Termine,
- Anreiseinformationen: Shuttle-Betrieb mit Haltestellen und Takt, empfohlene Parkplätze.

Informationen des Verkehrsmanagements

- Umlenkungsempfehlungen mono-/intermodal: Alternativrouten, alternative Verkehrsmittel und alternative (Park-)Standorte bei auftretenden Störungen und Kapazitätsengpässen,

2.2.2 Zuständigkeiten

Die aufgezeigten Daten betreffen unterschiedliche Zuständigkeiten. Um die Datenaktualität und -qualität zu maximieren, sollten die Zuständigkeiten auch im Rahmen des Datenmanagements aufrechterhalten werden. Das heißt, eine verteilte Datenhaltung, die eine Abfrage zyklisch oder im Bedarfsfall unterstützt, ist gegenüber der physischen Zusammenführung der Daten zu favorisieren. Das setzt allerdings voraus, dass die eingebundenen Systeme über notwendige technische Ausstattungen verfügen, geeignete Datenformate verwenden und nach einheitlichen Standards gepflegt werden („Datenqualität“, vgl. auch weitergehende Überlegungen zur Metadatenplattform Qualität [POSCHMANN/KIRSCHFINK (2007)]).

Daten und Informationen mit Bezug zum Straßennetz und dessen Verfügbarkeit

- Straßennetz: Kommune/Straßenbauverwaltung, privater Anbieter,
- aktuelle und prognostizierte Verkehrslage: Kommune/Straßenbauverwaltung,
- Störungsmeldungen/Verkehrsmeldungen: Polizei,
- Baustelleninformationen: Kommune/Straßenbauverwaltung (ggf. auch lokale Unternehmen für Energie- und Wasserversorgung).

Daten und Informationen mit Bezug zum ruhenden Verkehr

- Standort-Informationen sowie aktueller und prognostizierter Belegungszustand: Parkhausbetreiber (bei Park & Ride ggf. Verkehrsverbund).

Daten und Informationen mit Bezug zum öffentlichen Verkehr

- Haltestellen-, Linien- und Fahrplaninformationen sowie Ist-Fahrplan, Verspätungs- und Störungsmeldungen: Verkehrsunternehmen, Verkehrsverbund (ggf. DB AG).

Veranstaltungsdaten und -informationen

- Informationen zur Veranstaltung und zum Veranstaltungsort: Veranstalter,
- Anreiseinformationen: Veranstalter in Abstimmung mit der Polizei.

Informationen des Verkehrsmanagements

- Abgestimmte Umlenkungsempfehlungen mono-/intermodal: je nach Ursache Verkehrsnetzbetreiber (z. B. Stadt), Veranstalter oder Parkhausbetreiber.

2.2.3 Datenverfügbarkeit

Die Verfügbarkeit von Verkehrsdaten ist unter anderem von technischen und organisatorischen Rahmenbedingungen abhängig. Für die Ausprägung der beteiligten Systemebenen sowie für die Umsetzung der Aufgabenbereiche Erfassung, Übertragung, Verarbeitung und Präsentation (vgl. Bild 2.1) sind im städtischen und regionalen Bereich kaum verbindliche Regelungen getroffen. Damit sind die vorhandenen Voraussetzungen von Kommune zu Kommune stark unterschiedlich ausgeprägt. Die im Rahmen des Projektes zu entwickelnde Systemarchitektur muss die regions- und stadtspezifischen Rahmenbedingungen berücksichtigen. Als Mindestforderung ist zu formulieren, dass

- die relevanten Daten zuverlässig erfasst und gepflegt werden und für die weitere Nutzung zur Verfügung stehen,
- die Datenübertragung sichergestellt ist und auf einem zuverlässigen Verfahren beruht und
- die Verarbeitung der Daten durch Offenlegung der Formate und Schnittstellenspezifikationen ermöglicht wird.

Abweichungen vom optimalen Zustand müssen durch entsprechend zu realisierende technische Lösungen im Rahmen der Pilotanwendung überbrückt werden (Datenkonverter u. Ä.).

Ein Bild über die Vollständigkeit der Erfassung des Verkehrszustands kann dem Schlussbericht „Detektionsverfahren im Straßenverkehr“ der vorbereitenden Begleituntersuchung zur Metadatenplattform für Verkehrsinformationen (FE 63.0002/2007) entnommen werden [WEICHENMEIER et al. (2007)]:

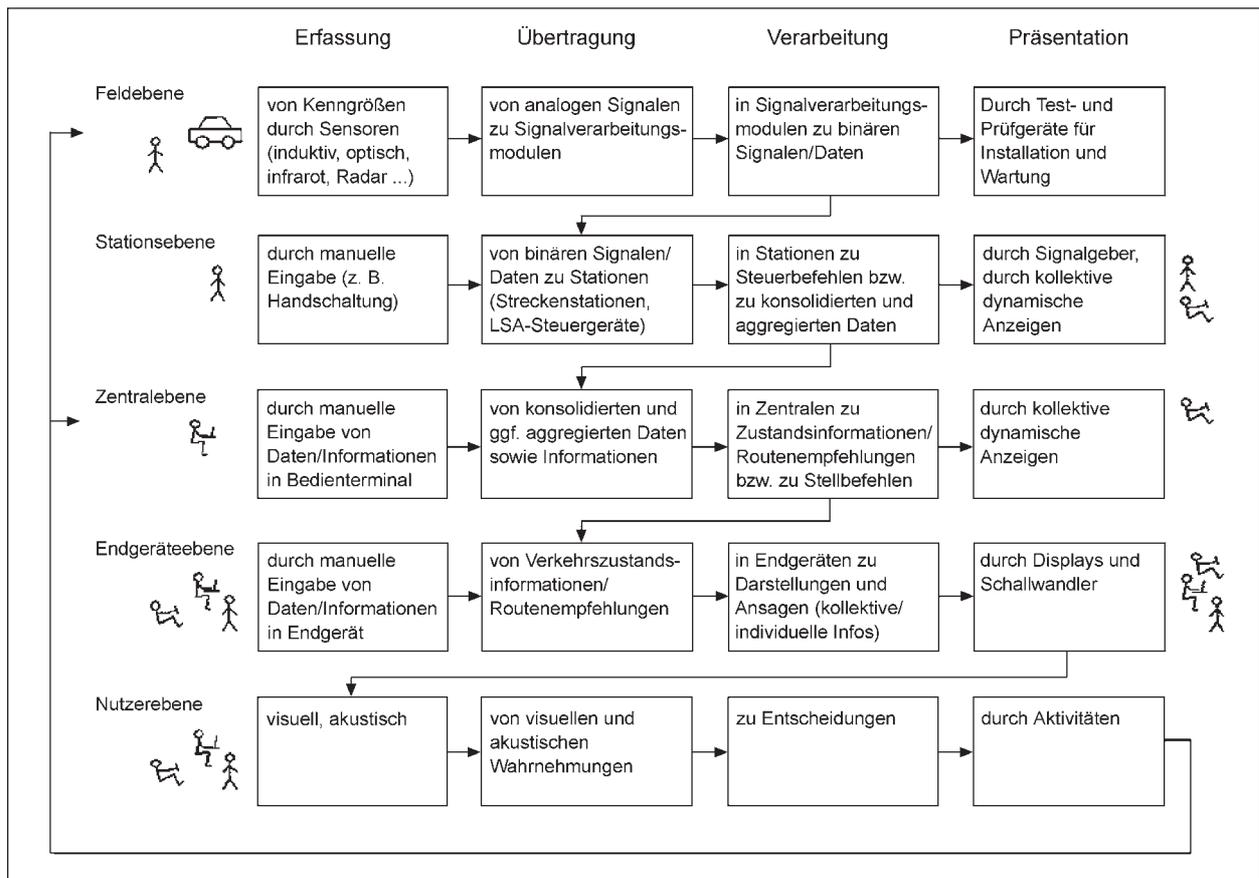


Bild 2.1: Aufgaben und Ebenen einer technischen Systemarchitektur in der Telematik [Quelle: BUSCH et al. (2007)]

- In Städten mit ca. 500.000 und mehr Einwohnern existiert ein Messstellennetz auf freier Strecke oder wird derzeit aufgebaut. Eine vollständige Abdeckung des strategischen Netzes wird in keiner der Städte erreicht.
 - Kleinere Großstädte verfügen nicht über eigene Messstellennetze auf freier Strecke, mit Ausnahme von Städten, die im Ruhrpilot zusammengeschlossen sind.
 - Die halteliniennahe Detektion ist auch bei kleineren Großstädten verbreitet vorhanden, ein unmittelbarer Rückschluss auf den Verkehrszustand auf angrenzenden Straßen ist darüber jedoch meist nicht unmittelbar möglich.
 - Zur Ergänzung der stationären Detektion kann die mobile Detektion mittels Floating Car Data, FCD (Taxi-, ÖV- oder IV-FCD) herangezogen werden, wobei bisher kaum Anwendungen über den Forschungsstand hinaus vorhanden sind (Ausnahme: Taxi-FCD).
 - Die Detektions-Abdeckung auf Bundesautobahnen wird in den Bundesländern Bayern, Berlin, Hessen und Nordrhein-Westfalen als relativ gut gekennzeichnet, in anderen Bundesländern, insbesondere abseits von Großstädten, dagegen als eher schlecht. Ein allgemeines Defizit besteht im Bereich von Baustellen.
 - Auf Außerortsstraßen abseits der Autobahn können derzeit weder die stationären Detektoren (Dauerzählstellen in geringer Konzentration) noch mobile Verfahren (FCD derzeit nicht ausreichend verbreitet) zu einer zuverlässigen Verkehrslageermittlung beitragen.
- Die Situation bezüglich anderer relevanter städtischer Verkehrsdaten ist weitgehend vergleichbar.
- Daten und Informationen mit Bezug zum Straßennetz und dessen Verfügbarkeit**
- Straßennetz: Routingfähige Netze sind in Kommunen/Straßenbauverwaltungen selten (Kommerzielle Anbieter bieten routingfähige Netze flächendeckend an),
 - aktuelle und prognostizierte Verkehrslage: abseits der Autobahn und außerhalb von Großstädten kaum verfügbar,

- Störungsmeldungen/Verkehrsmeldungen: abseits der Autobahn kaum verfügbar,
- Baustelleninformationen: Wegen der Genehmigungspflicht und der straßenbehördlichen Anordnung entsprechender Maßnahmen liegen Baustellendaten sowohl auf kommunaler Seite als auch bei Versorgungsunternehmen vor, jedoch nicht zwangsläufig in digitaler Form.

Daten und Informationen mit Bezug zum ruhenden Verkehr

- Standort-Informationen sowie aktueller und prognostizierter Belegungszustand: Aktuelle Belegungsdaten von Parkierungsanlagen mit Erfassungssystemen liegen in der Regel vor, Belegungsprognosen sind dagegen kaum verfügbar.

Daten und Informationen mit Bezug zum öffentlichen Verkehr

- Haltestellen-, Linien- und Fahrplaninformationen sowie Ist-Fahrplan, Verspätungs- und Störungsmeldungen: Dynamische Informationen setzen Vorhandensein eines Rechnergestützten Betriebsleitsystems (RBL) beim Verkehrsunternehmen voraus.

Veranstaltungsdaten und -informationen

- Informationen zur Veranstaltung und zum Veranstaltungsort: in der Regel nur statisch,
- Anreiseinformationen: in der Regel nur statisch.

Informationen des Verkehrsmanagements

- Abgestimmte Umlenkungsempfehlungen mono-/intermodal: Dynamische Empfehlungen werden wirksamkeitsbedingt nur bei entsprechender technischer Ausstattung im Verkehrsraum generiert.

2.2.4 Formate für den Verkehrsdatenaustausch

Verfügbare Formate (Standards und wichtige proprietäre Schnittstellenlösungen) für Verkehrsdaten sind bereits in verschiedenen Untersuchungen analysiert worden. So hat sich beispielsweise der Leitfaden für die Vernetzung dynamischer Verkehrsbeeinflussungssysteme im Zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagement mit bestehenden Lösungsansätzen für Systemarchitekturen und Kom-

munikationsstandards vor dem Hintergrund der Vernetzung dynamischer Verkehrsbeeinflussungssysteme auseinandergesetzt [BMVBS (2007b)]. Im Rahmen der Voruntersuchungen für eine Metaplattform für Verkehrsinformationen wurden ausgewählte Schnittstellen und Protokolle auf deren umfassende Eignung für den Austausch zwischen Content-Providern und Service-Providern untersucht [KALTWASSER/SCHÖN (2007)]. Daher soll an dieser Stelle nur knapp auf die relevanten Formate verwiesen werden.

DATEX II

Die Schnittstellenspezifikation DATEX II dient dem Austausch dynamischer Verkehrs- und Reisedaten bezüglich des Straßenverkehrs zwischen unabhängigen verkehrstelematischen Systemen und ist in die aktuellen Standardtechnologien für Internetdienste eingebettet. Das umfassende Datenmodell ist in UML definiert. Der Austausch erfolgt über ein XML-Schema, auf HTTP und Web-Services basierende Austauschprotokolle unterstützen eine anwendungsspezifische Weiterverarbeitung. Für die Ortsreferenzierung sind unterschiedliche Methoden nutzbar (ALERT-C, TPEG-loc, Kilometrierung, geografische Koordinaten). Das Datenmodell ist flexibel erweiterbar.

TPEG

Der TPEG-Ansatz basiert auf der Definition eines Kanals für die digitale Ausstrahlung von Verkehrsinformationen (DAB), die im Falle von Internetdiensten durch eine Methodik zur Beschreibung von XML-Meldungen ersetzt wird. Auf diesem Grundelement setzen Meldungscontainer für verschiedene Applikationen auf, z. B. allgemeine Verkehrsmeldungen, Reisezeiten oder Meldungen des öffentlichen Verkehrs. Die Meldungsstruktur besteht im Wesentlichen aus Tabellenelementen und ist damit weniger Datenbank-orientiert. Aktuelle Weiterentwicklungen und Modifizierungen sind stark an den Methoden von DATEX II orientiert, z. B. UML-Modellierung, Container-Konzept für die Ortsreferenzierung.

Datenverteiler des Bund-Länder-Arbeitskreises Verkehrsrechnerzentralen

Der Datenverteiler ist eine Kernkomponente der einheitlichen Softwarearchitektur für Verkehrsrechnerzentralen (VRZ) des Bundes. Neben der

Realisierung sämtlicher Schnittstellen innerhalb einer VRZ wird auch die externe (asynchrone) Kommunikation nach Publish-Subscribe-Muster unterstützt. Sämtliche austauschbare Daten sind im Datenkatalog definiert und werden in einem XML-Format dargestellt. Der Datenzugriff ist durch Anwendungen in JAVA zu realisieren und erfolgt über eine Bibliothek.

MARZ/TLS

Die Technischen Lieferbedingungen für Streckenstationen (TLS) und das Merkblatt für die Ausstattung von Verkehrsrechnerzentralen und Untereinheiten (MARZ) stellen einen verbindlichen Standard für den Bereich der Bundesfernstraßen dar. In den TLS wird festgelegt, welche Datenarten erhoben werden. Das MARZ liefert die Vorschriften für die Aufbereitung der Daten sowie für die Ermittlung der Schaltvorschriften der Verkehrsbeeinflussungsanlagen in den Zentralen, macht jedoch keine Vorgaben im Hinblick auf den Austausch verkehrsbezogener Daten.

SIRI

SIRI (Service Interface for Real-time Information) führt einzelne nationale Standards (darunter VDV 453 und 454) zu einem gemeinsamen europäischen Zugriffsstandard für dynamische Informationen des ÖV zusammen. Darin ist die allgemeine Kommunikations-/Dienste-Struktur definiert (Teil 2) und spezifische Zugriffsdienste auf dynamische ÖV-Daten konkretisiert (Teil 3). Die Kommunikationsebene bietet zwei Interaktionsmuster für die XML-kodierten Meldungen an: Request – Response und Publish – Subscribe. Die in ÖV-Applikationen genutzten Daten verwenden länderspezifische Referenzierungsschemata, wobei der Austausch von Referenzdaten nicht in SIRI geregelt ist.

GEWI TIC Info XML

GEWI TIC Info XML ist eine Schnittstellenspezifikation der GEWI Hard- und Software Entwicklungsgesellschaft mbH. Es ist die bevorzugte externe Schnittstelle der GEWI-Traffic-Info-Centre-(GEWI-TIC-)produktreihe. Bei GEWI TIC Info XML handelt es sich um keinen Standard zum Verkehrsdatenaustausch; aufgrund der großen Verbreitung der GEWI-TIC-Produktreihe im Bereich Verkehrsinformationsaustausch stellt es jedoch ein wichtiges Format dar. Grundsätzlich orientiert sich der Aus-

druckumfang des Datenmodells an den Paradigmen von DATEX I und ALERT-C, erweitert um einen den Austausch unterstützenden Workflow.

OCIT/OTS

OTS stellt einen offenen Schnittstellenstandard für den herstellergemischten Datenaustausch in Systemen der Verkehrssteuerung und des Verkehrsmanagements dar, der aufbauend auf Standardisierungen der OCIT-Initiative entwickelt wurde. Der Fokus liegt auf dem Datenverkehr zwischen den Applikationen einer (Verkehrsmanagement-)Zentrale und untergeordneten Verkehrsrechnern, Steuerungsrechnern o. Ä.

Mit der grundlegenden Modifizierung von OTS 1.0 wurde die Entwicklung eines möglichst allgemein einsetzbaren Protokolls zur Datenübermittlung bezweckt. Die Kommunikation erfolgt nunmehr grundsätzlich asynchron und ereignisorientiert, soweit es nicht auf Aktivitätsebene ausdrücklich anders verlangt wird (Daten können beispielsweise auch in regelmäßig zyklisch übermittelten Paketen bereitgestellt werden).

Siemens Concert

Die Siemens Concert-Schnittstelle basiert auf einem XML-Schema. Es handelt es sich um keinen Standard, aufgrund der starken Verbreitung im Bereich städtischer Informationssysteme stellt sie jedoch ein wichtiges Format dar..

CALM

CALM („Communication Air-Interface Long and Medium Range“) stellt einen sich in der Entwicklung befindlichen Kommunikationsstandard für Schnittstellen zwischen Fahrzeugen sowie zwischen Fahrzeug und straßenseitiger Infrastruktur dar. Die Kommunikation kann auf aktivem Infrarot, Mikrowelle oder Mobilfunk basieren.

GATS

Der De-facto-Standard GATS (Global Automotive Telematics Standard) dient der Abstimmung zwischen Telematik-Endgeräten und Dienstzentralen. An seine Verwendung sind weder spezielle Technologien noch Netze geknüpft. GATS ist als Client-Server-Architektur realisiert, die eine bidirektionale Kommunikation über Mobilfunknetze ermöglicht.

Die Spezifikationen beinhalten Protokolle, schematisierte Ablaufspezifikationen einzelner Telematikdienste, technische Schnittstellenbeschreibungen und Decodiertabellen. Die dreischichtige Netzprotokollstruktur gewährleistet die Nutzer-Adressierung und Konditionierung, die IT-Sicherheit sowie die dienstespezifische Kodierung der Meldungen.

Verkehrswarndienst/ALERT-C

Der Verkehrswarndienst wird über RDS/TMC ausgestrahlt und baut auf den Standard ALERT-C auf. Die Ortsreferenzierung erfolgt auf Basis einer Location Code List als Ortskatalog. Zur Beschreibung der Störung wird ein Ereigniskatalog verwendet, in dem konkrete Ereignisse (z. B. Baustelle, Stau einer bestimmten Länge) aufgelistet sind. Ergänzend zu den codierten Meldungen können auch Freitextmeldungen verbreitet werden.

Die Hauptanwendungsbereiche der vorgestellten Formate bezüglich der verschiedenen Systemebenen sind in der Tabelle 2.1 aufgeführt.

2.2.5 Technische Realisierung des Datenzugriffs

Der parallele Abruf von Daten unterschiedlicher Quellen bzw. Zuständigkeiten lässt theoretisch zwei alternative Methoden zu – entweder die Daten werden physisch zusammengeführt und in einem zentralen Zugriffsknoten („Access Point“) zur Nutzung bereitgestellt oder die Daten verbleiben dezentral und müssen nach entsprechender Anforderung und Bereitstellung durch die Anwendung integriert werden. Dabei sind die an die Daten gestellten Anforderungen bezüglich Interpretierbarkeit, Konsistenz und Qualität grundsätzlich unabhängig vom gewählten Verfahren.

Die physische Zusammenführung ist insofern mit Mehraufwand verbunden, als der Access Point technisch realisiert werden muss, Daten mehrfach vorzuhalten sind und komplexe Plausibilitätsprüfungen bei der dynamischen Zusammenführung erforderlich sind. Zudem führt das mehrstufige Datenmanagement in unterschiedlichen Zuständigkeiten zu zeitlichen Verzögerungen, die mit einer geringeren Aktualität der resultierenden Informationen verbunden sind. Darüber hinaus müssen bei einem einzigen Access Point zuverlässige Sicherheitsvorkehrungen gegen einen Server-Ausfall getroffen werden.

Für die Abfrage von verteilt vorliegenden Daten haben sich Web Services bewährt. Diese Methode

	Modaler Schwerpunkt	Feld	Station	Zentrale	Endgerät
DATEX II	MIV				
TPEG	MIV				
DAV BLAK	MIV (klassifiziertes Netz)				
MARZ/TLS	MIV (klassifiziertes Netz)				
SIRI	ÖV				
GEWI TIC Info XML	MIV (klassifiziertes Netz)				
OCIT/OTS	MIV (kommunales Netz)				
Siemens Concert	MIV (kommunales Netz)				
CALM	MIV				
GATS	MIV				
ALERT-C	MIV (klassifiziertes Netz)				

Tab. 2.1: Hauptanwendungsbereiche der Austausch-Formate bezüglich Netzen und Systemebenen [eigene Darstellung]

ist insbesondere für dynamische Daten vorteilhaft, da eine Abfrage der Daten im Bedarfsfall unmittelbar bei der Datenquelle erfolgen kann und ein zusätzliches Datenmanagement entbehrlich ist. Für georeferenzierte Daten hat das Open Geospatial Consortium (OGC) zwei Schnittstellen spezifiziert: Web Map Service (WMS) für die Visualisierung von raster- oder vektorbasierten Kartendaten sowie Web Feature Service (WFS) zur Abfrage von Objektinformationen. Bei Unterstützung des SLD-Standards (Styled Layer Descriptor) können die über WMS bereitgestellten Karteninhalte plattform-spezifisch dargestellt werden. Diese Möglichkeit ist beispielsweise beim Zusammenführen mehrerer Datenquellen von Vorteil, die den gleichen Sachverhalt für unterschiedliche räumliche Bereiche präsentieren, z. B. Verkehrslagestufen oder Parkplatzbelegungen.

3 Analyse des Informationsbedarfs

Da das Flächenangebot sowie weitere Ressourcen nur begrenzt zur Verfügung stehen, sind dem Ausbau von Verkehrswegen Grenzen gesetzt. Einem steigenden Verkehrsaufkommen kann daher nicht mehr allein mit einem weiteren Infrastrukturausbau begegnet werden. Es muss vielmehr das Ziel sein, vorhandene Infrastrukturen op-

timal auszunutzen und die vorhandene Mobilitätsnachfrage möglichst effizient abzuwickeln. Vor diesem Hintergrund kommen unter anderem auch Verkehrsinformationsdienste verstärkt zum Einsatz, die den Nutzern geeignete Informationen und Entscheidungsgrundlagen über verfügbare Wahlmöglichkeiten (Routen, Verkehrsmittel, Fahrtzeitpunkt etc.) bereitstellen.

Da sich Wegekette im regionalen Bereich zu einem Großteil Gemeindegrenzen überschreitend erstrecken und dabei auch Straßen unterschiedlicher Baulastträger tangiert werden, ist es sinnvoll, auch die Verkehrsinformationen zuständigkeitsübergreifend zu koordinieren und dem Nutzer vernetzt bereitzustellen. Dies hat den Vorteil, dass die Informationen nicht mehr für jede Kommune oder jeden Verkehrsträger gesondert angefordert werden müssen, sondern einheitlich und integriert zur Verfügung gestellt werden können. Dem Nutzer wird so ein schneller Zugriff ohne großen Rechercheaufwand ermöglicht.

In diesem Kapitel wird zunächst der Verkehrsinformationsbedarf aus Nutzersicht dargestellt und anschließend die Anforderungen beschrieben, die zur Akzeptanzschaffung berücksichtigt werden müssen, um eine hohe Wirksamkeit der Verkehrsinformationen zu erreichen. Im Hinblick auf den Demonstrator werden die Einsetzbarkeit verschiedener Verkehrsinformationsmedien sowie ihre derzeitige und zukünftige Verbreitung beschrieben. Mit Hilfe von Praxis- und Forschungsbeispielen werden mögliche Anwendungsfelder (z. B. Anreise- und Parkinformationen für Veranstaltungsverkehr, Staumeldungen für Berufspendler etc.) dargestellt.

3.1 Nutzerebenen

Es existieren unterschiedliche Zielgruppen oder Endnutzer, die die Verkehrsinformationen in Anspruch nehmen können.

Auf der einen Seite benötigen die Verkehrsteilnehmer als individuelle Nutzer Verkehrsinformationen bei der Durchführung ihrer Reise. Diese Nutzergruppe ist nicht homogen und kann in weitere Gruppen untergliedert werden. Man kann neben ortskundigen und ortsunkundigen Verkehrsteilnehmern auch zwischen Gelegenheitsfahrern und Vielfahrern unterscheiden. Diese Gruppen haben aufgrund ihrer bestehenden Vorkenntnisse unterschiedliche Informationsbedürfnisse und -anforderungen.

Auf der anderen Seite können Institutionen, die zum Teil selbst für die Erfassung und Bereitstellung der Verkehrsinformationen zuständig sind (vgl. Kapitel 2.2.2), diese auch intern und extern nutzen. Zu den auf der operativen Ebene agierenden Institutionen zählen beispielsweise Baulastträger, Polizei, Verkehrszentralen, Verkehrsunternehmen und Parkhausbetreiber. Eine interne Nutzung kann beispielsweise als Bestandteil der innerbetrieblichen Kommunikation zur Optimierung des eigenen Angebots erfolgen. Eine externe Nutzung dient wiederum der Abstimmung mit den Nachbarkommunen. Auch hier haben die Institutionen aufgrund ihrer unterschiedlichen Aufgaben verschiedene Informationsbedürfnisse sowie Anforderungen an die Verkehrsinformationen.

Im Hinblick auf den Demonstrator werden beide Nutzergruppen (Verkehrsteilnehmer und Institutionen) berücksichtigt. Mit den unterschiedlichen Informationsbedürfnissen sind Unterschiede bzgl. der Nutzungsrechte sowie der Darstellung und Aufbereitung der Verkehrsinformationen verbunden.

3.2 Verkehrsinformationsbedarf

Unterschiedliche Tätigkeiten wie beispielsweise Wohnen, Arbeiten, Versorgen und Erholen können aufgrund einer arbeitsteiligen Gesellschaft sowie einer funktionsteiligen Raumnutzung häufig nicht an einem Aktivitätenstandort ausgeübt werden. Personen müssen demnach zur Ausübung von Tätigkeiten Ortsveränderungen vornehmen, um die individuellen Bedürfnisse zu befriedigen. Diese Ortsveränderungen stellen im Regelfall ein „Mittel zum Zweck“ dar. In einigen Fällen dienen sie allerdings auch dem „Selbstzweck“ (z. B. Spazierfahrt).

Eine Ortsveränderung findet demnach zwischen einem Startpunkt A und einem Zielpunkt B statt und wird auch als Weg bezeichnet. Aufeinanderfolgende Wege werden als Wegekette bezeichnet. Ein Weg kann zu unterschiedlichen Zwecken und mit unterschiedlichen Verkehrsmitteln durchgeführt werden. Um einen Weg möglichst optimal zurückzulegen, werden verschiedene Informationen benötigt (vgl. Bild 3.1).

Diese verkehrsbezogenen Informationen können zu verschiedenen Zeitpunkten abgerufen werden. Bezogen auf den Weg selbst und den Moment, in dem die Information abgerufen wird, wird generell zwischen drei Informationszeitpunkten unterschieden:

- „vor Wegbeginn“ (pre-trip),
- „während des Weges“ (on-trip) und
- „nach Wegende“ (post-trip).

Verkehrsinformationen lassen sich neben der Einteilung nach Informationszeitpunkt hinsichtlich zwei weiterer Kriterien unterteilen. Eine Möglichkeit bietet der Individualisierungsgrad. Es wird zwischen kollektiven und individuellen Informationen unterschieden. Kollektive Informationen richten sich an alle Verkehrsteilnehmer, wohingegen individuelle Informationen auf die Bedürfnisse des einzelnen Verkehrsteilnehmers zugeschnitten sind. Die andere Möglichkeit der Unterteilung ergibt sich aus der Aktualität der Informationen. Hier wird zwischen statischen und dynamischen Informationen unterschieden. Während statische Informationen zumindest über einen bestimmten Zeitraum unveränderlich sind, werden dynamische Informationen regelmäßig aktualisiert und beinhalten Echtzeit- oder Prognose-Daten.

Verkehrsinformationen können danach unterschieden werden, ob sie sich auf das Verkehrsangebot oder den Verkehrsablauf beziehen.

Bereits vor dem Wegbeginn muss der Verkehrsteilnehmer die Eigenschaften eines Verkehrssystems gut kennen, damit er seine Reise vorbereiten und optimal ausführen kann. Hierzu werden Informationen zum Verkehrsangebot benötigt, die Entscheidungsgrundlagen für die Wahl des Ziels, des Verkehrsmittels, des Abfahrtszeitpunktes und der Route einer Reise liefern. Diese Informationen umfassen im motorisierten Individualverkehr (MIV) beispielsweise die Routensuche sowie die Lage von Parkanlagen am Zielort. Für den öffentlichen Verkehr (ÖV) sind Informationen zum Verkehrsangebot von Bedeutung. Der ÖV-Nutzer benötigt bereits vor Reiseantritt Informationen z. B. zu den Verbindungen, den Abfahrtszeiten sowie der Lage der Haltestellen, die im statischen Fahrplan festgelegt sind [FGSV (2002), S. 20 f.].

Während die Informationen über das Verkehrsangebot sich vorwiegend auf statische Merkmale eines Verkehrssystems beschränken, enthalten die Informationen zum Verkehrsablauf auch dynamische Merkmale [KIRCHHOFF (2002), S. 191]. Der Verkehrsteilnehmer kann sich sowohl vor Wegbeginn als auch während des Weges über den Verkehrsablauf informieren und auf dieser Grundlage seine Reisevorbereitung bzw. Reisedurchführung der (aktuellen oder prognostizierten) Verkehrslage

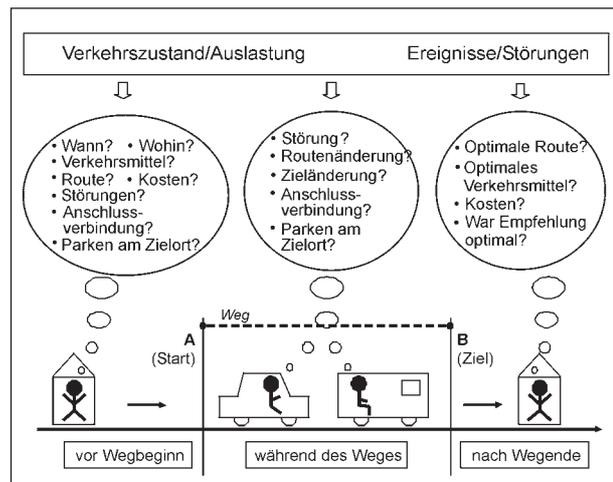


Bild 3.1: Verkehrsinformationen [eigene Darstellung]

anpassen. Diese Anpassung des Verkehrsverhaltens kann dazu führen, dass die Reise zeitlich (anderer Abfahrtszeitpunkt), räumlich (andere Route, bei Nutzung von Parkinformationen kleinräumig auch anderes Ziel) oder modal (anderes Verkehrsmittel) verlagert wird. Im MIV beinhalten solche Informationen beispielsweise Verkehrsstörungen und im ÖV aktuelle Abfahrts- oder Ankunftszeiten [FGSV (2002), S. 22 f.]. Nach Wegende kann der Verkehrsteilnehmer eine Reisenachbereitung durchführen, sofern entsprechende Informationsquellen vorhanden sind. Dabei können Informationen zum Verkehrsablauf der Überprüfung und der Bestätigung der eigenen Routen- oder Verkehrsmittelwahl dienen. Bei solcher Bewertung sollte der Verkehrsteilnehmer allerdings unterstützt werden, damit eine sinnvolle Rückkopplung für die nächste Fahrt geschaffen wird. Mit Hilfe eines „Kosten-Rechners“ wäre der Verkehrsteilnehmer in der Lage, seine Entscheidung unter Zugrundelegung aller relevanten Kostenposten monetär zu bewerten.

Die Informationen haben zu den verschiedenen Zeitpunkten unterschiedliche Bedeutungen. Nicht alle Informationen müssen zwangsläufig zu jedem Zeitpunkt zur Verfügung gestellt werden.

Der Informationsbedarf richtet sich auch nach der Wegeorientierung. Es ist zwischen innerregionalen und interregionalen Fahrten zu unterscheiden (Durchgangsverkehr, Quell- und Zielverkehr) (vgl. auch Bild 3.2). Zum heutigen Zeitpunkt ist jedoch die Bereitstellung der Verkehrsinformationen innerhalb einer Region oftmals noch lückenhaft, weshalb eine vollständige Information unter Umständen nur schwer möglich ist. Ein durchfahrender Verkehrsteilnehmer benötigt beispielsweise bestimmte Infor-

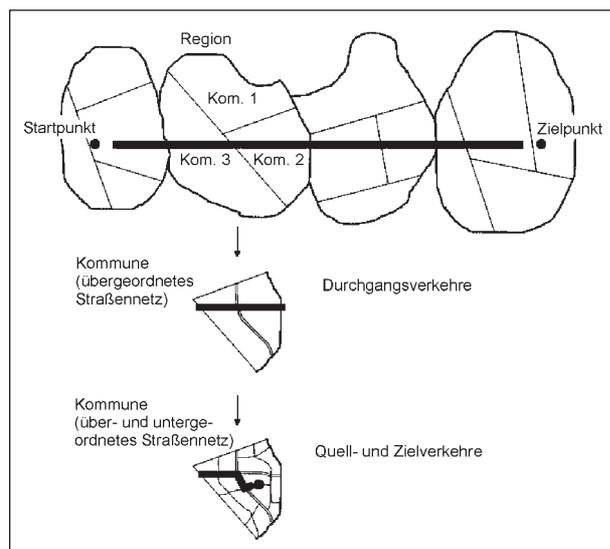


Bild 3.2: Verkehrsinformationsbedarf im regionalen Kontext [eigene Darstellung]

mationen, um sich einen Gesamtüberblick über seine Durchgangsrouten (z. B. Störungen im Autobahnnetz und evtl. Umleitungsempfehlungen) zu verschaffen. Im Vergleich dazu sind für Quell- und Zielverkehre aufgrund der lokalen Orientierung detailliertere Informationen (z. B. konkrete Sperrungen von Straßenabschnitten im untergeordneten Straßennetz) von Interesse. Des Weiteren verfügen die Nutzergruppen alle über ein bestimmtes Informationswissen, das jedoch nicht für alle Gruppen gleich ist. Dies muss bei der Aufbereitung/Kommunikation der Informationen bedacht werden (z. B. eindeutige Bezeichnungen/Ortsangaben). Es lässt sich daher festhalten, dass das regionale Informationsangebot, das generelle Informationsbedarf und die Detaillierung der Information abhängig sind von der Bereitstellung der Informationen durch die Kommunen und den spezifischen Anforderungen der Nutzergruppen.

3.3 Allgemeine Anforderungen an Verkehrsinformationen

Die Wirksamkeit von Verkehrsinformationen ist im entscheidenden Maße von der Akzeptanz durch die Verkehrsteilnehmer abhängig. Um diese Akzeptanz zu schaffen, sollten die Verkehrsinformationen unabhängig von ihrer Verwendung bestimmte Anforderungen erfüllen.

Eine Grundvoraussetzung stellt die Verfügbarkeit der Verkehrsinformationen dar. Es sollte gewährleistet sein, dass die Informationen für den Ver-

kehrsteilnehmer sofort verfügbar sind, sobald er diese benötigt, und zwar unabhängig vom Ort. So sollten alle notwendigen Informationen sowohl zu Hause als auch unterwegs (z. B. an der Bushaltestelle oder während der Autofahrt) oder am Zielpunkt abrufbar sein [HUANG (2007), S. 4]. Diese Anforderung ist abhängig von der Verfügbarkeit der Informationsmedien (hierzu mehr im Kapitel 3.4).

Außerdem sollten die Verkehrsinformationen so aufbereitet werden, dass ihre Darstellung lesbar, für jede Nutzergruppe verständlich (vor allem für ortsunkundige Verkehrsteilnehmer) und übersichtlich erfolgen kann. Die Nutzer der Verkehrsinformationen sind in erster Linie keine Fachleute, sondern Laien. Vor diesem Hintergrund ist insbesondere auf eine einfache und schnelle Bedienung der Informationssysteme zu achten [HUANG (2007), S. 5].

Neben der Verfügbarkeit und der Darstellungsart müssen die Informationen weiteren Qualitätsansprüchen genügen. Dazu zählen neben der Richtigkeit auch die Aktualität und die Zuverlässigkeit. Veraltete oder falsche Informationen führen dazu, dass die Verkehrsteilnehmer zum einen ihr Verkehrsverhalten falschen Rahmenbedingungen anpassen und zum anderen das Vertrauen in die Verkehrsinformationen verlieren und diese somit nicht mehr nutzen.

Ein entscheidender Aspekt bei der Akzeptanzerrreichung von Verkehrsinformationen stellen die Kosten dar. Die Nutzungskosten für Verkehrsinformationen müssen in einem akzeptablen Bereich liegen, da die Zahlungsbereitschaft der Verkehrsteilnehmer im Allgemeinen sehr gering ist [HUANG (2007), S. 5]. Im Sinne der Ziele des Verkehrsmanagements sollten die durch die öffentliche Hand angebotenen Informationen für den Endnutzer (Verkehrsteilnehmer) kostenfrei angeboten werden.

3.4 Verkehrsinformationsmedien

Für die Übermittlung der Verkehrsinformationen an die Verkehrsteilnehmer existiert eine Vielzahl von Medien, die mit technischen (z. B. über Display oder interaktive Ansage) oder auch nicht-technischen Übertragungs- bzw. Darstellungsmöglichkeiten (z. B. Printmedien) arbeiten [FGSV (2002), S. 28]. Des Weiteren lassen sich die Geräte danach unterscheiden, ob sie standortgebunden (stationär) oder mobil sind [FRANKEN/LULEY (2005), S. 2].

Aus der Standortgebundenheit und den Übertragungsmöglichkeiten leitet sich die Eignung der Endgeräte zur Übermittlung bestimmter Informationen ab. In Abhängigkeit des Individualisierungsgrades, des Informationszeitpunktes und des Aktualisierungsgrades der Verkehrsinformationen (vgl.

Kapitel 3.2) sind nur bestimmte Endgeräte einsetzbar. Übersichten hierzu befinden sich in Tabelle 3.1.

Neben der Nutzbarkeit zu Hause sind mobile Endgeräte vor allem dafür geeignet, Verkehrsinformationen während des Weges zu übertragen. Dadurch sind sie besonders für eine einheitliche Bedienung

Endgerät Übermittlungsmöglichkeiten	Individualisierungsgrad		Informationszeitpunkt		Aktualisierungsgrad		Verkehrs- angebot	Verkehrs- ablauf
	Kollektiv	Individuell	pre-trip	on-trip	Statisch	Dynamisch		
Printmedien								
Tageszeitung	•		•	◦	•		•	•
Fahrplanbuch	•		•	◦	•		•	
Mobiltelefon								
Interaktiver Ansagedienst	•		•	•	•	•	•	•
Callcenter		•	•	•	•	•	•	•
WAP	•	◦	•	•	•	•	•	•
SMS	◦	◦	•	•	•	•	•	•
Smartphone								
Interaktiver Ansagedienst			•	•	•	•	•	•
Callcenter		•	•	•	•	•	•	•
Internet	•	•	•	•	•	•	•	•
SMS	◦	◦	•	•	•	•	•	•
Funktion des PDA		•	•	•	•	•	•	•
Festnetztelefon								
Interaktiver Ansagedienst	•		•		•	•	•	•
Callcenter		•	•		•	•	•	•
Tragbares Navigationsgerät (PNA)		•	•	•	•	•	•	•
Laptop								
CD-ROM	•	•	•	•	•		•	
Internet (WLAN)	•	•	•	•	•	•	•	•
Personal Computer								
Internet	•	•	•		•	•	•	•
E-Mail	◦	◦	•		•	◦	•	•
CD-ROM	•	•	•		•		•	
Faxgerät								
Faxabruf	◦	◦	•		•	◦	•	•
PTA/PDA		•	•	•	•	•	•	•
Durchsage	•			•	•	•	•	•
Fernsehgerät								
Videotext	•		•			•		•
Autoradio								
Verkehrsfunk	•			•		•		•
RDS-TMC/DAB	•	◦		•		•		•
Infosäule	•			•		•	•	•
Fest eingebautes Navigationsgerät		•		•	•	•	•	•
Wegweiser/Infotafeln								
Statisch	•			•	•		•	•
Dynamisch	•			•		•	•	•

• zutreffend ◦ bedingt zutreffend

Tab. 3.1: Kategorisierung der Endgeräte [FGSV (2002), S. 29 (erweitert)]

(zu Hause und unterwegs) sowie zum Abrufen von Informationen über den Verkehrsablauf einsetzbar. Um dynamische Informationen zu erhalten, ist eine Verbindung zu einer externen Zentrale erforderlich. Dies gilt sowohl für mobile als auch stationäre Endgeräte (z. B. Anruf im Callcenter, Radioempfang von Verkehrsnachrichten).

Einige Geräte unterstützen mehrere Übertragungsverfahren, wie beispielsweise Mobiltelefone, die neben dem Telefonieren auch den Abruf von bestimmten Internetseiten (WAP) erlauben. Ein Smartphone vereint beispielsweise die Funktionen eines PDA und eines Mobiltelefons in sich. Durch eine spezielle Soft- und Hardwareausstattung lässt es sich zusätzlich um die Funktionen eines Navigationsgerätes erweitern.

Alle genannten Medien können zum Abrufen von Verkehrsinformationen genutzt werden, jedoch besteht eine große Diskrepanz zwischen der Bekanntheit und der regelmäßigen Nutzung der Medien zu diesem Zweck. Das am meisten genutzte und bekannteste Verkehrsinformationsmedium ist das Radio, das von 90,6 % gekannt¹³, allerdings nur von 55,9 % benutzt wird. Als Informationsquelle sowohl am wenigsten gekannt (21,3 %) als auch genutzt (0,5 %) ist das Festnetztelefon, das beispielsweise zum Abhören von Ansagediensten benutzt werden kann [FRANKEN/LENZ (2004), S. 9].

Die Verfügbarkeit der Informations- und Kommunikationsmedien hat in den letzten Jahren in Deutschland stark zugenommen. Im Folgenden wird zusammenfassend die Nutzungshäufigkeit einiger „neuer Informationsmedien“ dargestellt und der Trend für die Zukunft aufgezeigt.

PC-Besitz und Internetnutzung

Obwohl Personal Computer (PC) schon seit vielen Jahren auf dem Markt sind, hat sich durch die Kostenreduzierung der Ausstattungsgrad in den letzten Jahren deutlich erhöht. Während 1993 gerade jeder fünfte private Haushalt in Deutschland (21 %) einen PC besaß, erhöhte sich dieser Anteil bis zum Jahr 2008 auf rund 75 %. Auch die Verbreitung der mobilen PC (Notebook, Lap- oder Palmtop) hat deutlich zugenommen (2003: 11 %; 2008: 35 %) [De-

statis 2009]. Aufgrund der steigenden Leistungsfähigkeit von Notebooks und Laptops wird für die Zukunft eine stärkere Verbreitung von mobilen Geräten erwartet. So wurden in Deutschland in 2007 zum ersten Mal mehr mobile als stationäre PCs verkauft [Bitkom (21.07.2007)].

Auch der Anteil der Haushalte, die über einen Internetzugang verfügen, ist in den letzten Jahren sehr stark gestiegen. „Konnten vor 10 Jahren (1998) gerade mal 8 % der privaten Haushalte ins Internet, so waren es nur fünf Jahre später (2003) bereits 46 %. Anfang 2008 verfügten sogar 64 % der Haushalte über einen Internetanschluss“ [Destatis 2009, S.11 f]. Rund 65 % der deutschen Bevölkerung ab 10 Jahren nutzen das Internet, wobei die Anteile mit dem Alter stark variieren (vgl. Bild 3.3). Bei den Personen zwischen 10 und 44 Jahren waren es 2006 über 80 %. In den darüber liegenden Altersgruppen nimmt der Anteil der Internetnutzer stark ab

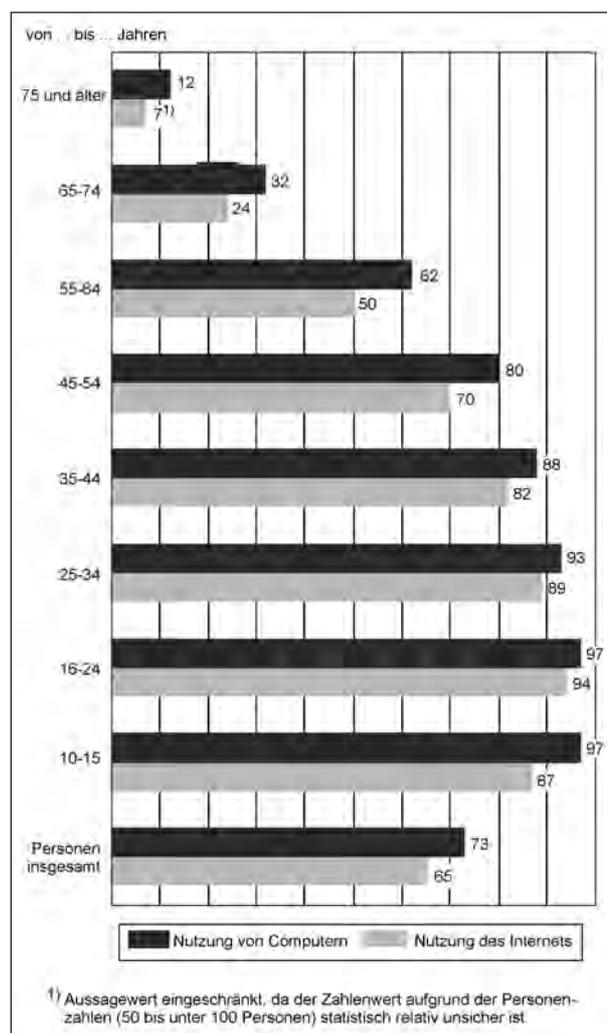


Bild 3.3: Nutzung von Computern und Internet durch Personen im 1. Quartal 2006 nach dem Alter in % [Destatis (2007), S. 19]

¹³ Es wurde eine repräsentative Befragung unter 2.200 Personen ab 16 Jahren durchgeführt [FRANKEN/LENZ (2004), S. 7].

[Destatis (2007), S. 17, 19]. Bezüglich der Nutzungshäufigkeit dominiert bei allen Altersgruppen die tägliche Nutzung mit über 50 % [Destatis (31.08.2007)]. Für private Zwecke wird das Internet vor allem zur E-Mail-Kommunikation verwendet. Außerdem werden von 55 % der Internetnutzer Reisedienstleistungen in Anspruch genommen [Destatis (2007), S. 18].

In den nächsten Jahren ist zu erwarten, dass die Verfügbarkeit von PCs in deutschen Haushalten sowie die Internetnutzung weiter ansteigen und die Möglichkeiten des mobilen Internetzugangs (z. B. über UMTS) immer mehr genutzt werden [Bitkom (21.7.2007); Bitkom (2007), S. 8, 14].

Verbreitung von Mobiltelefonen

Der Ausstattungsgrad bei Festnetztelefonen sank in den letzten Jahren mit der zunehmenden Verbreitung der Mobiltelefone. Während 1998 noch rund 97 % der privaten Haushalte in Deutschland über ein Festnetztelefon und lediglich 11 % über ein Mobiltelefon verfügten, sank der Festnetz-Anteil inzwischen auf 90 % (Stand: 2008) und der Mobil-Anteil stieg gleichzeitig auf 86 %. „Die Gesamtzahl der in den Privathaushalten vorhandenen Mobiltelefone

ist von 4,5 Millionen (1998) auf 60 Millionen Mobiltelefone Anfang 2008 gestiegen; das macht durchschnittlich 1,5 Mobiltelefone je Privathaushalt“ [DESTATIS 2009, S. 9].

Es zeigen sich wieder deutliche Unterschiede in der Altersstruktur der Nutzer mobiler und stationärer Telefone. Bei „älteren“ Haushalten (gemessen am Alter der Haupteinkommensbezieher) liegt der Anteil der Festnetztelefone leicht über dem Durchschnitt (97 %, Stand 2008) und gleichzeitig bzgl. der Ausstattungszahlen an Mobiltelefonen deutlich darunter (47 %, Stand 2008). Im Vergleich dazu verhält es sich bei den „jungen“ Haushalten genau umgekehrt. „Fast alle (97 %) Haushalte in den Altersklassen „bis unter 35 Jahre“ verfügen über ein oder mehrere Mobiltelefone, aber nur 65 % der Haushalte von unter 25-Jährigen und 80 % der 25- bis unter 35-Jährigen besitzen noch ein stationäres Telefon“ [Destatis 2009, S. 10].

Zu den privat genutzten Mobiltelefonen sind die geschäftlich genutzten hinzuzuzählen. Insgesamt ergeben sich somit für 2006 ca. 85,7 Mio. Mobilfunkteilnehmer in Deutschland. Somit kommt auf jeden Einwohner durchschnittlich mehr als ein Mobilfunkvertrag (vgl. Bild 3.4).

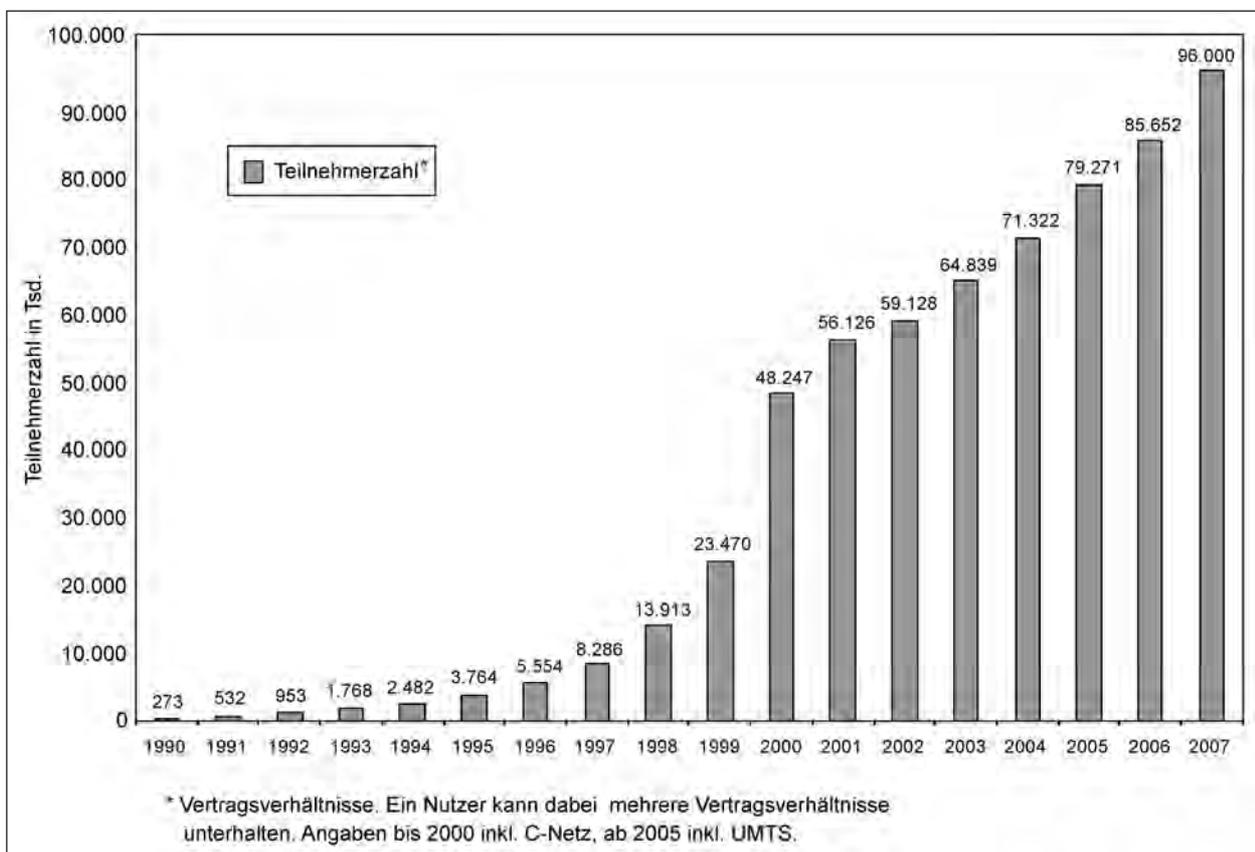


Bild 3.4: Teilnehmerentwicklung in deutschen Mobilfunknetzen [Bundesnetzagentur (2007), S. 24 (bearbeitet)]

Neue Technologien erweitern die Funktionspalette der mobilen Telefone und ermöglichen beispielsweise die Internetnutzung. Laut Comscore (23.10.2006) haben in 2006 10 Millionen Deutsche ab 15 Jahren das Internet über das Mobiltelefon genutzt. Dabei interessieren sich die Bürger neben den aktuellen Nachrichten und der Wettervorhersage auch für Wegbeschreibungen, Stauhinweise oder Fahrpläne [Bitkom (23.10.2007)].

Verbreitung von mobilen Navigationsgeräten

Die mobilen Navigationsgeräte finden eine immer größere Verbreitung. Allein von 2006 bis 2007 hat der Besitz solcher Geräte von einer Million auf drei Millionen um 200 % zugenommen [Bitkom (25.04.2007)]. 2008 besaßen 21 % der Privathaushalte in Deutschland ein Navigationsgerät [Destatis(2009)]. Die Geräte verfügen über immer mehr Zusatzfunktionen, wie 2D- oder 3D-Kartenansichten, Warnung bei überhöhter Geschwindigkeit oder Radarfallen, Anzeigen von „Point of Interest“ (z. B. Sehenswürdigkeiten) oder Speicherung von Fahrt-Historien [Teltarif (29.03.2007)].

Außer den mobilen Navigationsgeräten, die in erster Linie der reinen Navigation dienen (so genannte PNA, Personal Navigation Assistants), ist es möglich PDA, Smartphones oder einfache Handys zur Navigation zu verwenden. Dafür ist die Installation einer speziellen Software erforderlich. Diese Geräte spielen im Vergleich zu den PNA mit einem Marktanteil von unter fünf Prozent noch eine eher untergeordnete Rolle. Es ist jedoch davon auszugehen, dass der Absatz von Navigationssoftware in Zukunft stark ansteigen wird. Der Markt wird aber voraussichtlich weiterhin von PNA dominiert bleiben. Da eine Marktsättigung für Navigationsgeräte in Deutschland noch nicht erreicht worden ist, ist auch in den nächsten Jahren von hohen Zuwachsraten auszugehen [Teltarif (29.03.2007)].

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass neue Informations- und Kommunikationsmedien in den letzten Jahren hohe Zuwachsraten zu verzeichnen hatten. Aus den zuvor dargestellten Verbreitungshäufigkeiten ist zu erkennen, dass in den nächsten Jahren mehr als 90 % der Bevölkerung den PC, das Internet sowie das Handy nutzen. In der Zukunft werden noch mehr Geräte angeboten, die neben ihrer Hauptanwendungen noch viele Zusatzfunktionen bieten.

3.5 Verkehrsmittelspezifische Verkehrsinformationen

Dem Verkehrsteilnehmer steht grundsätzlich eine Vielzahl von unterschiedlichen Verkehrsinformationen zur Verfügung (vgl. Tabelle 3.2). In Abhängigkeit von benutzten Verkehrsmitteln bzw. Verkehrsmittelkombinationen sind nur die für die betreffenden Verkehrsmittel relevanten Informationen erforderlich, um einen Weg schnell und sicher zurückzulegen. Somit können Verkehrsinformationen für den motorisierten Individualverkehr, öffentlichen Verkehr und nichtmotorisierten Individualverkehr (NMIV), aber auch verkehrsmittelübergreifende Informationen unterschieden werden.

3.5.1 MIV

Der MIV ist dadurch charakterisiert, dass es keine vorgegebenen Abfahrzeiten gibt und der räumliche Verlauf einer Route durch den Verkehrsteilnehmer selbst bestimmt werden kann. Um eine Route optimal zu planen und durchzuführen, benötigt der MIV-Nutzer somit Informationen

- zum Wegenetz und zur Route,
- zur Verkehrslage und
- zu den Parkmöglichkeiten am Ziel.

Die Routenplanung beinhaltet zunächst den räumlichen Verlauf der Route (Verkehrsangebot), der mithilfe von gedruckten oder digitalen Karten, die das Wegenetz abbilden, ermittelt werden kann. Der Nachteil dieser alleinigen Betrachtung des statischen Wegenetzes ist die fehlende Berücksichtigung der Verkehrslage auf der ausgewählten Strecke. Im Straßenverkehr können Störungen auftreten, wodurch sich Fahrzeiten unter Umständen erheblich verlängern.

Hinsichtlich der Informationen zur Verkehrslage können verschiedene Zeitpunkte (Echtzeit, Prognose) unterschieden werden. Der aktuelle Netzzustand (Echtzeit) kann durch folgende Informationen beschrieben werden:

- Verkehrslagestufen sowie
- Lage, Umfang und Wirkung von Störungen im Verkehrsangebot oder -ablauf.

Des Weiteren kann ggf. die zukünftige Verkehrslage (Prognose) angegeben werden. Der Verkehrsteilnehmer kann über vorhersehbare Störungen in Folge geplanter Veranstaltungen, Baustellen oder

		Informationszeitpunkt			
		vor Wegbeginn		während des Weges	nach Wegende
		offline	online		
Verkehrsangebot					
MIV	Wegenetz	•	•	•	
	Standort-Informationen zu Parkierungsanlagen	•	•	•	
ÖV	Haltestellen- und Linien-Informationen	•	•	•	
	Fahrplaninformationen	•	•	•	
NMIV	Wegenetz	•	•	•	
	Fahrradstellplätze	•	•	•	
Verkehrsablauf					
MIV	Aktuelle Verkehrslage	◦	•	•	•
	Prognostizierte Verkehrslage	◦	•	•	
	Störungen (Unfall, Überlastung, Baustellen)	◦	•	•	•
	Aktueller Belegungsgrad von Parkierungsanlagen	◦	•	•	•
	Prognostizierter Belegungsgrad von Parkierungsanlagen	◦	•	•	
	Umleitungen (Alternativrouten)	◦	•	•	
ÖV	Aktuelle Fahrtzeiten/Verspätungen und Anschlüsse	◦	•	•	•
	Prognostizierte Fahrtzeiten/Verspätungen und Anschlüsse	◦	•	•	
	Änderung der Linienführung und Haltestellenlage	◦	•	•	
NMIV	Störungen (Sperrungen, Baustellen)	◦	•	•	•
Zusatzinformationen (Beispiele)					
	Veranstaltungsinformationen	•	•	•	•
	Wetter	•	•	•	•
	Tankstellen	•	•	•	•
	Monetäre Bewertung der Fahrt	•	•	•	•
• zutreffend ◦ bedingt zutreffend					

Tab. 3.2: Zusammenhang zwischen Verkehrsinformationen und Informationszeitpunkt [eigene Darstellung]

Sperrungen informiert werden. Außerdem besteht die Möglichkeit, eine Kurzfrist- und Langfristprognose, bei der z. B. Stauentwicklung/-auflösung oder Belastungen, die aus dem Ferienverkehr resultieren, anzugeben.

Durch die Projektion der aktuellen oder zukünftigen Verkehrslage auf das statische Wegenetz wird eine dynamische Routenplanung ermöglicht. Dadurch kann entweder bereits vor Wegbeginn oder auch während des Weges eine alternative Route gewählt und eine Störung umfahren werden.

Die Verkehrsinformationen liefern somit dem MIV-Nutzer eine Entscheidungsgrundlage für seine Routenwahl, für seinen Abfahrtszeitpunkt und ggf. auch für seine Zielwahl.

Die Routenplanung schließt auch die am Zielort relevanten Informationen zu den Parkmöglichkeiten ein. Diese können neben der örtlichen Lage auch die aktuelle oder prognostizierte Auslastung, Öffnungszeiten oder Preise beinhalten.

3.5.2 ÖV

Der ÖV ist im Hinblick auf die Fahrrouten und Abfahrtszeiten weniger flexibel als der MIV. Diese werden dem ÖV-Nutzer vorgegeben und müssen von ihm akzeptiert werden (Ausnahme: flexible Angebotsformen wie Richtungsbandbetrieb, Anrufsammeltaxi oder Anrufbus). Daraus leitet sich der Informationsbedarf des ÖV-Nutzers mit folgenden Inhalten ab:

- Verkehrsangebot,
- Auslastungsstufen sowie
- Lage, Umfang und Wirkung von Störungen im Verkehrsangebot oder -ablauf.

Insbesondere vor Wegbeginn möchte sich der ÖV-Nutzer über das Verkehrsangebot informieren. Dazu benötigt er unterschiedliche Angaben über eine Verbindung von seinem Start- zu seinem Zielort. Neben den Linien und möglichen Anschlüssen sind auch Abfahrts- und Ankunftszeiten wichtig. Außerdem muss die Lage der Haltestellen bekannt sein.

Im ÖV, wie auch schon beim MIV kommt es zu Störungen des Beförderungsablaufes. Um dem ÖV-Nutzer eine Entscheidungsgrundlage für die Reaktion auf diese Störung zu liefern, sind aktuelle oder aber auch prognostizierte Informationen zum Beförderungsablauf erforderlich. Im Einzelnen kann es sich hierbei um Auslastungen, Verspätungen, Ausfälle oder veränderte Fahrzeiten handeln.

Eine heute noch nicht existierende Verkehrsinformationsart stellt der Auslastungsgrad dar. In Abhängigkeit von der Auslastung eines ÖV- (Teil-)Systems oder eines ÖV-Fahrzeugs, die sich entweder auf den aktuellen Zustand oder einen prognostizierten Zustand bezieht, kann der ÖV-Nutzer eine Entscheidung bezüglich der grundsätzlichen Verkehrsmittelwahl, des Abfahrtszeitpunktes oder der genutzten Linie treffen. Analog zum MIV kann so durch die Auslastungsstufen die Bedienungsqualität des ÖV in die Entscheidung einbezogen werden.

3.5.3 NMIV

Zum NMIV gehören Rad- und Fußverkehr, die ähnlich wie der MIV auf einem Wegenetz abgewickelt werden. Somit führt der NMIV-Nutzer ebenfalls eine Routenplanung durch, bei der er den räumlichen Verlauf des Weges mit Hilfe einer gedruckten oder digitalen Karte ermittelt. On-trip benötigt der Rad-Nutzer vorwiegend kollektive Informationen wie Wegweisungsinformationen und am Zielort insbesondere Informationen zu Abstellmöglichkeiten für Fahrräder.

Im Gegensatz zum MIV und ÖV sind die Strecken des NMIV nicht so störungsanfällig. Dennoch sind Informationen über Störungen im Wegenetz, wie beispielsweise Baustellen oder Sperrungen, von Interesse. Weniger erforderlich sind aktuelle Informationen zur Verkehrsauslastung.

3.5.4 Verkehrsmittelübergreifende Verkehrs- informationen

Häufig wird ein Weg nicht nur mit einem einzigen Verkehrsmittel, sondern mit einer Kombination aus mehreren Verkehrsmitteln ausgeführt. Zu solchen intermodal gestalteten Wegen existieren ebenfalls Verkehrsinfos, die die ganze Wegekette „von Tür zu Tür“ abdecken. Dabei erfolgt analog zu den einzelnen Verkehrsmitteln eine Routenplanung, wobei die Koordination an den Umsteige- oder Brechpunkten an Bedeutung gewinnt.

Des Weiteren können verkehrsmittelspezifische Informationen dazu genutzt werden, mehrere Verkehrsmittel miteinander vor Wegbeginn zu vergleichen, um das geeignetste auszuwählen. Dies kann beispielsweise durch eine Gegenüberstellung der Fahrzeiten, Kosten oder der Umweltbilanz erfolgen.

3.5.5 Zusatzinformationen

Neben den reinen Verkehrsinfos zum Verkehrsangebot/-ablauf existieren Zusatzinformationen, die häufig zusammen übermittelt werden. Dazu zählen unter anderem Informationen zur Wetterlage, zu Tankstellen, zu ÖV-Tarifen sowie zu Hotels oder Freizeitangeboten am Zielort.

3.6 Verkehrsinformationsdienste

Ein Verkehrsinformationsdienst stellt den Verkehrsteilnehmern Verkehrsinfos in einer aufbereiteten Form bereit [FRANKEN/LULEY (2005), S. 1]. Dabei handelt es sich um unterschiedliche Informationsarten, die über eine Vielzahl von Informationsmedien dem Nutzer zur Verfügung gestellt werden (vgl. Bild 3.5). Diese beiden Bestandteile der Verkehrsinformationsdienste weisen unterschiedliche Charakteristika auf, die in den Kapiteln 3.4 und 3.5 bereits erläutert wurden.

Nicht jedes Übermittlungsmedium ist aufgrund seiner Charakteristika dafür geeignet, jede Verkehrsinfosart zu übertragen. Grundsätzlich lässt sich feststellen, dass für den MIV eine größere Auswahl an Medien zur Verfügung steht als bei anderen Verkehrsmitteln.

Neben öffentlichen Dienstbetreibern (vgl. auch Kapitel 2.1) existieren auch private Dienstleister, die aufbereitete Verkehrsinfos an die Verkehrsteilnehmer weiterleiten. Der Markt „Verkehrsinfos“ birgt für private Anbieter besonders

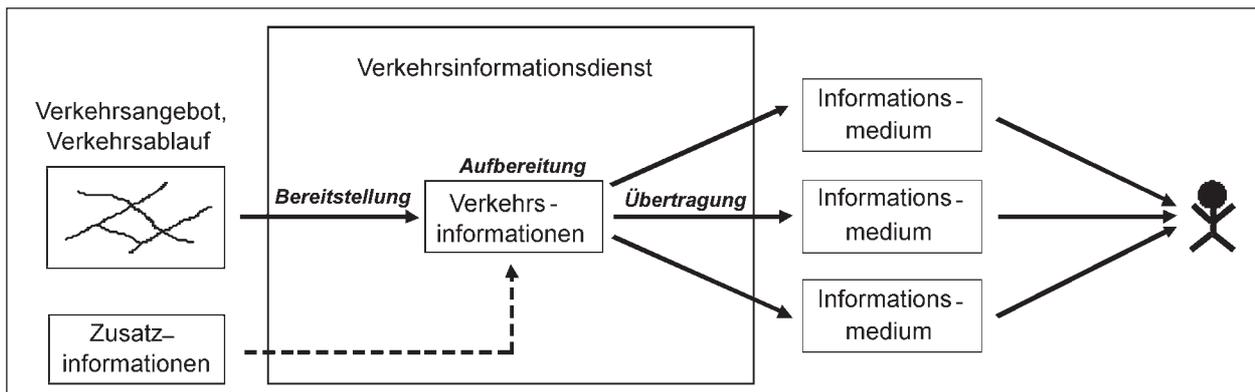


Bild 3.5: Verkehrsinformationsdienste [eigene Darstellung]

im Bereich der mobilen Dienste noch viel Potenzial. In diesem Markt sind beispielsweise ADAC (z. B. ADAC-Stau-Info), T-Systems Traffic GmbH (z. B. TMCpro), TomTom/Vodafone (High Definition Traffic) und PTV/Falk (Falk activepilot) tätig. Diese Diensteanbieter übermitteln mit Hilfe verschiedener mobiler Endgeräte und fest eingebauter Navigationssysteme unterschiedliche individuelle Informationen an die Verkehrsteilnehmer. Solche Dienste sind allerdings entgeltpflichtig. Es ist dennoch zu vermuten, dass die Nachfrage nach diesen individualisierten Verkehrsinformationsdiensten steigen wird.

Eine Expertenbefragung ergab, dass in 2015 ca. 50 % aller Fahrzeuge mit fest installierten dynamischen Zielführungssystemen ausgestattet sein werden. Es wird vermutet, dass rund 75 % dieser installierten Geräte auch tatsächlich genutzt werden [BUSCH/HANITZSCH (2007), S. 565].

4 Entwicklung eines Datenmanagement- und Organisationskonzeptes

4.1 Technisches Konzept zum Datenmanagement im regionalen Kontext

Zur Realisierung eines zukunftsorientierten Konzeptes zur Bereitstellung von Verkehrsinformationen für stadregionale Bereiche (Kernstädte, polyzentrale Städtesysteme mit suburbanem Umland) sowie für den zuständigkeitübergreifenden Übergang zwischen Verkehrsmanagementsystemen bieten sich die Entwicklung und der Aufbau einer verteilten serviceorientierten Architektur unter Nutzung von Web-Services mit dem Ziel der Schaffung

eines zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsdatenverbundes und der zuständigkeitsübergreifenden Abstimmung von Steuerungsstrategien an.

4.1.1 Technische Grundlagen einer webbasierten serviceorientierten Systemarchitektur

Eine verteilte serviceorientierte Architektur basiert auf dem Grundsatz, dass vorhandene Datenquellen und Diensteanwendungen aus unterschiedlichen Zuständigkeiten, die für Verkehrsinformations- und Verkehrsmanagementsysteme genutzt werden können, über Internet-Dienste miteinander vernetzt werden. Es besteht dabei nicht die Notwendigkeit, eine umfangreiche gemeinsame Datenhaltung mit ihren entsprechenden Schwierigkeiten und Problemen hinsichtlich Schnittstellen bzw. Überführung in eine einheitliche Datenhaltung, Pflegeaufwand, Abgleich und Erhaltung der Konsistenz mit den Ursprungsdatenquellen, redundanter Datenhaltung, Datenüberlassungen und den damit verbundenen Kosten aufzubauen. Stattdessen werden die Daten „on request“ (auf Anfrage) von den im Netz verteilten Web-Servern für den jeweiligen Prozess zur Verfügung gestellt. Die Datenhoheit verbleibt dabei uneingeschränkt beim jeweiligen Dateneigentümer, welcher für die Pflege und die Bereitstellung der Datenbestände verantwortlich ist. Die Daten müssen somit nur in einem System vorgehalten, verwaltet und aktualisiert werden. Redundante Datenbestände und das damit verbundene Problem von Inkonsistenzen werden dadurch vermieden.

Auf die zur Generierung der Verkehrsinformationen bzw. eines Dienstes benötigten Daten und Informationslayer (in Kartendarstellungen) kann beim jeweiligen Anbieter über standardisierte Schnittstellen über das Internet zugegriffen werden. Da Verkehrsdaten (und auch andere verkehrsrelevante

Daten wie Wetterdaten oder Veranstaltungsdaten) immer einen geografischen Bezug haben, z. B. zu einem Streckenabschnitt, einem Messquerschnitt oder einem administrativen Bereich, bietet sich eine einheitliche Beschreibung der in das System integrierten Web-Services nach der weltweiten Spezifikation des „Open Geospatial Consortiums“ OGC¹⁴. Das OGC ist eine internationale Non-profit-Organisation, die sich die Aufgabe der Standardisierung im Bereich des Austausches, der Nutzung und der Visualisierung von Geo-Daten gestellt hat. Dort sind Services für das Handling von Daten und Karten in einer verteilten Web-Umgebung standardisiert. Die standardisierte Beschreibung der Daten erfolgt dabei mittels GML (Geographic Markup Language), eines XML-Formats, welches in XML-Schemata spezifiziert wurde.

Die Basis einer OGC-konformen Web-Service-Architektur bilden die Spezifikationen „Web Map Server“, „Styled-Layer Descriptor“ und „Web Feature Server“ der OGC.

Die Web Map Server (WMS) kapseln die einzelnen Datenquellen durch eine international standardisierte Internet-Schnittstelle und gewährleisten so die benötigte Interoperabilität zwischen den einzelnen Datenangeboten. Durch die Web-Map-Technologie werden primär Karten erzeugt. Unter Angabe der gewünschten Georeferenzierung können Karten verschiedener WMS durch „Überlagerung“ zu integriert wirkenden Karten zusammengefasst werden. Neben Karten können WMS auch Daten zu einzelnen geografisch verorteten Objekten liefern, sofern diese hinterlegt sind. Der WMS gibt auf Anfrage Auskunft darüber, welcher Layer mit Informationen hinterlegt ist. Auch diese Informationen werden in standardisierter Form angeboten und können so aus mehreren Datenquellen integriert werden. Auf der Karte angeklickte Objekte können so auf einheitliche Weise ausgewiesen werden.

Der OGC-Standard Styled-Layer Descriptor (SLD) bietet die Möglichkeit von dezentralen Beschreibungen der Darstellung. So können alle Daten, egal von welchem Datenserver sie stammen, in einem einheitlichen Darstellungsstil visualisiert werden. Über SLD kann somit der jeweilige Client bzw. Applikationsserver einen Einfluss auf die Visualisierung der dezentral gehaltenen Daten nehmen, wodurch flexible und applikationsspezifische Darstel-

lungen realisiert werden können. In einem SLD-Dokument können neben maßstabsabhängigen Größen, Farben, Symbolen auch Untermengen der zur Verfügung stehenden Daten für die Visualisierung definiert werden.

Durch den Web Feature Service (WFS) ist es möglich, dass die Daten nicht in einer Kartenvisualisierung (in einem Kartenlayer mit Bezug zu Kartenobjekten) zur Verfügung gestellt werden, sondern dass die Daten als XML-Payload („on-request“ generierter Datenstrom im XML-Format) an den anfragenden Service kommuniziert werden. Mit dem „GetFeature“-Request werden somit die einzelnen Feature Instanzen, d. h. die eigentlichen Daten, zurückgegeben. Durch den WFS-Dienst ist es möglich, dass Anwendungen (z. B. Verkehrsinformationsdienste, dynamisches Routing oder Anwendungen zum Strategiemangement) auf Basis dieser Daten Algorithmen und Modelle betreiben und Mehrwertinformationen generieren. Die XML-Payloads, in denen die Daten enthalten sind, entsprechen ebenfalls dem GML-Standard einschließlich seiner Erweiterungen

Die in Bild 4.1 dargestellte generalisierte Systemarchitektur zeigt die grundlegende Funktion einer OGC-konformen Web-Service-Architektur. Ein Internet-Client (z. B. ein Infoportalclient oder eine Applikation) ruft Daten von unterschiedlichen Datenservern ab, die im Internet zugänglich sind. Dazu ist auf dem Applikations-Server, der den Client hostet, hinterlegt, welche Datenart (Verkehrsdaten, Meldungen, Veranstaltungsdaten, Straßennetzdaten, Hintergrundkarten usw.) für welchen geografischen Bereich auf welchen Datenservern verfügbar ist. Diese so genannten Metadaten können jedoch vom Applikations-Server auch per Anfrage von den einzelnen Datenservern abgefragt werden. Der Applikations-Server muss in diesem Fall lediglich die Datenserver-Adresse kennen. Dort kann er mittels eines „GetCapabilities“-Requests abfragen, welcher Server welche Daten für welchen geografischen Bereich anbietet. Die Antwort kommt in einem XML-Format, welche vom Applikations-Server eingelesen und interpretiert werden muss.

In den vom OGC spezifizierten und standardisierten Formaten für WMS und WFS werden die angefragten Daten von den Datenservern entweder direkt an den Client oder über den Applikationsserver, wo sie zunächst noch aufbereitet werden, ausgeliefert.

Ein WMS produziert dabei jeden bei ihm per „Get-Map“-Request angefragten Kartenlayer (z. B. Bau-

¹⁴ Relevante Standards unter <http://www.opengeospatial.org/>

stellenmeldungen, Verkehrslagedaten oder Auslastung von Parkhäusern) entweder als eigenständiges Bild mit transparentem Hintergrund oder (je nach Anfrage) bereits in einer integrierten Sicht. Zumeist wird auch mindestens ein Datenserver angefragt, der eine Hintergrundkarte liefert, vor der alle Informationen überlagert werden. Mit dieser Technik ist es möglich, eine integriert wirkende Karte zur Ausgabe beliebiger Informationen unterschiedlicher Datenprovider zu erzeugen. Der Nutzer hat den Eindruck, er bekommt eine Karte „aus einem Guss“ von einer Quelle bereitgestellt.

Über den Internet-Client kann der Nutzer nun – je nach Ausgestaltung des Clients – die einzelnen Layer ein- und ausblenden, je nachdem, welche Informationen er benötigt. Zusätzlich sind Detailinformationen (Featureinformationen) zu den einzelnen Objekten (Features) auf Kartenlayern abfragbar. Der Nutzer könnte beispielsweise bei Auswahl eines Baustellen-Icons auf der Karte zusätzliche Informationen zu dieser Baustelle (z. B. Dauer, prognostizierte Staubbildung usw.) angeboten bekommen. Dazu wird diese Information beim WMS mittels eines „GetFeatureInfo“-Requests angefragt.

Der Mechanismus des OGC-konformen Datenzugriffs wird zum besseren Verständnis exemplarisch für die Kommunikation zwischen einem Client und einem WMS nachfolgend an drei konkreten Beispielen dargestellt:

1. Abfrage, welche Kartenlayer (Informationen) von WMS bereitgestellt werden können

Die Anfrage von der Client-Applikation beim WMS erfolgt per „GetCapabilities“-Request über das http-Protokoll:

```
http://xtra.momatec.de/xtra-cgi-bin/almofoops
roext-wms?REQUEST= GetCapabilities
```

Der erste Teil der URL enthält die Aufrufadresse des WMS. An diese werden Aufrufparameter gemäß der OGC-Spezifikation angehängt. Mit dem Parameter REQUEST wird die Art der Anfrage festgelegt, im vorliegenden Fall „GetCapabilities“. Der GetCapabilities-Request benötigt darüber hinaus keine weiteren Parameter.

Die beim WMS eintreffende Anfrage wird vom WMS entsprechend interpretiert, indem die als Parameter übergebene Zeichenkette ausgelesen und verarbeitet wird. Auf Basis des „GetCapabilities“-Requests liefert der WMS die angeforderten Informationen in einem XML-Format gemäß OGC-Spezifikation, welches wiederum vom Application-Server eingelesen und interpretiert werden muss (s. Seite 33; Kasten oben).

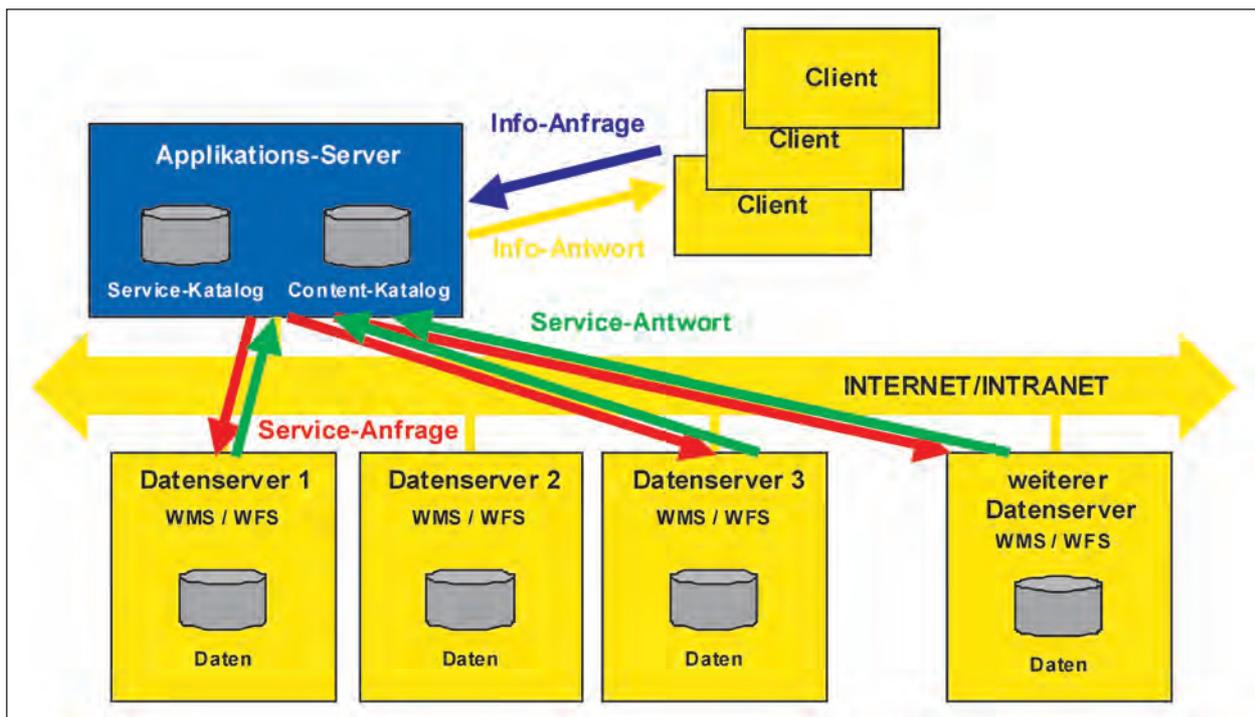


Bild 4.1: Grundprinzip webbasierte serviceorientierte Systemarchitektur [eigene Darstellung]

```

<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<WMT_MS_Capabilities version="1.1.1" updateSequence="0">
[... ]
  <Capability>
    [... ]
      <Layer queryable="0">
        <Title>GeoVIP PoC Layers</Title>
        <SRS>EPSG:31466 [... ]</SRS>
        <LatLonBoundingBox minx="4.13444797137843" miny="50.3544895995838"
maxx="10.8199125073922" maxy="52.3903866974319"/>
        <BoundingBox SRS="EPSG:31466" minx="2367282.89894999"
miny="5581504.48977684" maxx="2842988.13716153"
maxy="5817286.24444174" resx="1" resy="1"/>
        [... ]
        <Layer queryable="1">
          <Name>RoadworkLine</Name>
          <Title>Line-layer for the roadwork</Title>
        </Layer>
        <Layer queryable="1">
          <Name>RoadworkPoint</Name>
          <Title>Point-layer for the roadwork</Title>
        </Layer>
      </Layer>
    </Capability>
  </WMT_MS_Capabilities>

```

Der oben (in Auszügen) dargestellte XML-Response enthält unter anderem folgende Informationen:

XML-Tag	Information	Beispiel
<SRS>	Liste der vom WMS unterstützen geografischen Projektionen	EPSG: 31.466 = Gauss Krüger 2. Streifen (Bessel)
<BoundingBox>	Je unterstützter geografischer Projektion der räumliche Bereich, für welchen Informationen verfügbar sind	über Koordinatenpaare (minx, miny, maxx, maxy) aufgespannter rechteckiger Bereich
<Layer>	Liste der vom WMS lieferbaren Kartenlayer mit Name (<Name>) und Beschreibung (<Title>)	<Name>RoadworkLine</Name> = Baustellenobjekte als Polylinien

2. Abfrage eines Kartenlayers

Die Anfrage von der Client-Applikation beim WMS erfolgt per „GetMap“-Request über das http-Protokoll:

```

http://customer01.momatec.de/xtra-cgi-bin/
almofopsro ext-
wms?VERSION=1.1.1&REQUEST=GetMap&STYLES=&LAY
ERS=RoadworkLine,RoadworkPoint&SRS=EPSG:3146
6&FORMAT=image/png&BGCOLOR=0xFFFFFFFF&TRANSPAR
ENT=TRUE&WIDTH=900&HEIGHT=550&BBOX=2512832.2
49297737,5611490.836559825,2515488.074072120
7,5613113.726994168&EXCEPTIONS=application/v
nd.ogc.se_xml&

```

An die Aufrufadresse des WMS werden die relevanten Aufrufparameter gemäß der OGC-Spezifikation angehängt (in Auswahl):

Parameter	Bedeutung
REQUEST	Art der Anfrage (GetMap = liefere Kartenlayer)
LAYERS	Liste der vom WMS zu liefernden Kartenlayer
SRS	zu Grunde liegende geografische Projektion
FORMAT	zu lieferndes Grafikformat (hier png)
BGCOLOR	zu liefernde Hintergrundfarbe in Hexadezimalcodierung
TRANSPARENT	Transparenz des angeforderten Hintergrundes (bei Überlagerung mehrerer Layer)
WIDTH, HEIGHT	Breite und Höhe des angeforderten Kartenbildes in Pixeln
BBOX	durch Geo-Koordinatenpaare aufgespannter rechteckiger Bereich (bounding box) des angeforderten Kartenausschnitts

Die beim WMS eintreffende Anfrage wird vom WMS entsprechend interpretiert, indem die als Parameter übergebene Zeichenkette ausgelesen und verarbeitet wird. Auf Basis des „GetMap“-Requests liefert der WMS den angeforderten Kartenlayer (im vorliegenden Beispiel als png-Datei) an den Applikation-Server.

3. Abfrage von Detailinformationen (Featureinformationen) zu Objekten auf Kartenlayern

Die Anfrage von der Client-Applikation beim WMS erfolgt per „GetFeatureInfo“-Request über das http-Protokoll:

```
http://xtra.momatec.de/xtra-cgi-bin/almofops
roext-
wms?VERSION=1.1.1&REQUEST=GetFeatureInfo&LAY
ERS=RoadworkLine,RoadworkPoint&QUERY_LAY
ERS=RoadworkLine,RoadworkPoint&STYLES=,&SRS=
EPSG:31466&FORMAT=image/png&BGCOLOR=0xFFFFFFFF
&INFO_FORMAT=application/vnd.ogc.gml&FEATURE
_COUNT=10&X=448&Y=248&WIDTH=900&HEIGHT=550&B
BOX=2512832.249297737,5611490.836559825,2515
488.0740721207,5613113.726994168&EXCEPTIONS=
application/vnd.ogc.se_xml&
```

An die Aufrufadresse des WMS werden die relevanten Aufrufparameter gemäß der OGC-Spezifikation angehängt (in Auswahl):

Parameter	Bedeutung
REQUEST	Art der Anfrage (GetFeatureInfo = liefere Objektinformationen)
LAYERS	Liste der im Client verfügbaren Kartenlayer
QUERY_LAYERS	Liste der Layer, zu denen der WMS Objektinformationen liefern soll
SRS	zu Grunde liegende geografische Projektion
INFO_FORMAT	Datenbeschreibungsformat, in welchen die angefragten Daten zurückgegeben werden sollen (hier GML)
FEATURE_COUNT	max. Anzahl an Objekten, zu denen der WMS Objektinformationen liefern soll
X, Y	Koordinaten (in Pixeln bezogen auf das clientseitige Kartenbild), für welche Objektinformationen angefordert werden
WIDTH, HEIGHT	Breite und Höhe des clientseitigen Kartenbildes in Pixeln
BBOX	Durch Geo-Koordinatenpaare aufgespannter rechteckiger Bereich (bounding box) des clientseitigen Kartenausschnitts

Die beim WMS eintreffende Anfrage wird vom WMS entsprechend interpretiert, indem die als Parameter übergebene Zeichenkette ausgelesen und verarbeitet wird. Auf Basis des „GetFeatureInfo“-Requests liefert der WMS für Objekte, die auf den angefragten Kartenlayern im angefragten räumlichen Bereich verfügbar sind, die am Objekt hinterlegten Featureinformationen gemäß einem für diesen Objekttyp konfigurierten GML-Schema, welches vom Application-Server eingelesen und interpretiert werden muss (siehe Kasten auf Seite 35).

Das dargestellte Beispiel eines GML-XML-Response enthält unter anderem folgende Informationen:

GML-Tag	Information	Beispiel
<gml:featureMember>	vom WMS geliefertes GML-Datenobjekt	
<geoview:Roadwork>	Baustellenobjekt mit ID	
<geoview:Location>	Geometrie des Objektes in Geokoordinaten	<gml:LineString> = Geo-Koordinaten der Stützpunkte einer Polylinie
<geoview:urbanReason> <geoview:urbanAdvice> <geoview:hint> [...] <geoview:owner>	Beliebige Objektattributinformationen, wie sie im GML-Schema konfiguriert sind	Baustellenattribute (z. B. Informationen wie Baustellenart, Umleitungsempfehlung, verkehrliche Beeinträchtigungen) Angaben zur zeitlichen Gültigkeit Angaben zur Datenquelle/Dateneigentümer [...]

In ähnlicher Weise erfolgt auch die Kommunikation zwischen einer Applikation und einem Web Feature Service (WFS). Hierbei werden die Daten nicht wie beim WMS in einer Kartenvisualisierung (in einem Kartenlayer mit Bezug zu Kartenobjekten) zur Verfügung gestellt wird, sondern als GML-konformer XML-Payload („on-request“ generierter Datenstrom im XML-Format) an den anfragenden Service kommuniziert. Mit einem „GetFeature“-Request werden beispielsweise die einzelnen Feature-Instanzen, d. h. die eigentlichen Daten vom WFS, an die aufrufende Applikation zurückgegeben.

Durch die Nutzung der standardisierten Web Services kann der technische Integrationsaufwand für die verschiedenen Komponenten der SOA reduziert werden, da keine neuen proprietären Schnittstellen geschaffen werden müssen. Bei der Nutzung des WFS muss aber eine Konvertierung der internen Datenstrukturen (z. B. der Datenstrukturen der internen Datenbanken) in das GML-Schema gewandelt werden, damit die Daten als Payload mit dem WFS transportiert werden können. Generell ist es möglich, beliebige Datenmodelle in das GML-Format zu wandeln und zu übertragen. Dabei muss der Empfänger der Daten aber die Struktur der Daten kennen, damit er diese richtig interpretieren kann. Neben der formalen Standardisierung, die GML bietet, sollte also auch noch

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<gml:FeatureCollection xmlns:geoview="http://www.geoview.nrw.de/geoview"
xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-in
stance" xsi:schemaLocation="">
<gml:boundedBy>
  <gml:Box srsName="urn:ogc:def:crs:EPSG::31466">
    <gml:coordinates>5612279.1578858,2514188.98402488
5612387.05711865,2514216.4585903</gml:coordinates>
  </gml:Box>
</gml:boundedBy>
  <gml:featureMember>
    <geoview:Roadwork fid="Roadwork.35564777">
      <geoview:location>
        <gml:LineString>
          <gml:coordinates>5612279.1578858,2514216.4585903
5612296.25934916,2514208.22694326 5612311.3306388,2514201.26551029
5612330.19225277,2514194.42779947 5612344.12344485,2514191.13679029
5612344.12344485,2514191.13679029 5612358.30465833,2514189.23146918
5612373.12592657,2514188.98402488 5612380.59656582,2514188.98402488
5612387.05711865,2514189.23146918 </gml:coordinates>
        </gml:LineString>
      </geoview:location>
      <geoview:urbanReason>Fahrbahnausbesserung</geoview:urbanReason>
      <geoview:urbanAdvice>Umleitung ist ausgeschildert</geoview:urbanAdvice>
      <geoview:hint>Straße in Richtung Vogelsangstr. gesperrt</geoview:hint>
      <geoview:forTimeSpan>
        <geoview:TimeSpan>
          <geoview:timeFrom>2009-03-02T00:00:00Z</geoview:timeFrom>
          <geoview:timeTo>2009-03-06T00:00:00Z</geoview:timeTo>
        </geoview:TimeSpan>
      </geoview:forTimeSpan>
      <geoview:urbanRoadworkKind>Instandsetzung auf der Deckschicht (I1)</geoview:urban
RoadworkKind>
      <geoview:status>InternalPlanning</geoview:status>
      <geoview:owner>Momatec GmbH</geoview:owner>
    </geoview:Roadwork>
  </gml:featureMember>
</gml:FeatureCollection>

```

eine fachliche Standardisierung der Daten eingesetzt werden, wie es z. B. Datex II oder TPEG darstellen. Im Rahmen des europäischen Forschungsprojektes eMOTION wurden etablierte europäische Standards wie Datex II und SIRI einer formalen Überarbeitung und Integration in ein einheitliches GML-basiertes Datenmodell unterzogen, sodass es nun möglich ist, OGC Web Services zu nutzen, um die fachlich standardisierten Daten auszutauschen. Die Entwicklungen des eMOTION-Projektes können die Grundlage für einen standardisierten Datenaustausch in einem regionalen Verkehrsmanagementsystem darstellen, ohne dass neue Datenmodelle entwickelt werden müssen. Sind Datendienste z. B. für Datex II bereits vorhanden, können diese mit geringem Aufwand in eine web-basierte SOA integriert werden.

Weitere relevante Spezifikationen zum Aufbau einer verteilten Verkehrsdateninfrastruktur für Verkehrsinformationen und das Verkehrsmanagement sind der OGC-Standard „OpenLS“ sowie der Internet-Standard XACML bzw. dessen Erweiterung auf Geo-Daten GeoXACML.

Die OGC-Spezifikation „OpenLS“¹⁵ dient der Beschreibung der Kommunikation zwischen einem Web-Client und Routing-Systemen. So kann z. B. von einem Internet-Client eine individuelle Routinganfrage an einen OpenLS-konformen Routing-service gestellt werden. Der Routing-service interpre-

¹⁵ Relevanter Standard unter <http://www.opengeospatial.org/>

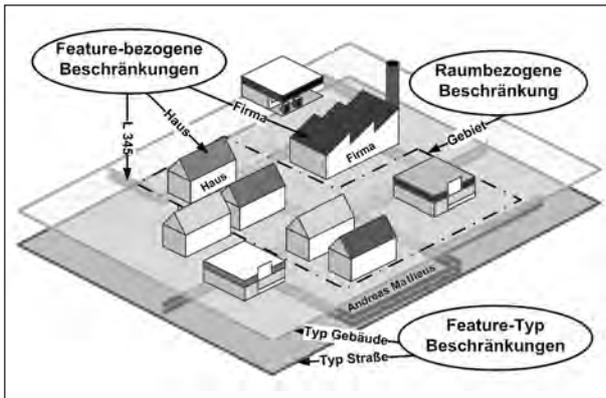


Bild 4.2: Beispiele von featurebasierten Zugriffsbeschränkungen für Geodaten [Quelle: Universität der Bundeswehr München, Institut für Informationstechnische Systeme (2008)]

tiert die Anfrage, ermittelt eine Route und liefert die Routenbeschreibung sowie ggf. auch einen WMS-Kartenlayer mit der Routendarstellung OGC-konform an den Client zurück, sodass die Routinginformationen im Client dargestellt werden können.

XACML (eXtensible Access Control Markup Language)¹⁶ ist seit 2003 ein Internet-Standard gemäß OASIS (Organisation for the Advancement of Structured Information Standards). Mit XACML können Richtlinien für den Zugang zu Ressourcen und die Zugriffskontrollen (Zugriffsrechtemodell) definiert werden. XACML unterstützt die Deklaration und die Durchsetzung von Zugriffsbeschränkungen für XML-formatierte Informationen. Für geobasierte Daten bietet GeoXACML (vgl. OGC Discussion Paper 05-036 GeoXACML, a spatial extension of XACML unter <http://www.opengeospatial.org/standards/dp>) eine Erweiterung des XACML-Standards um raumbezogene Zugriffsrechte. GeoXACML unterstützt eine Deklaration und Durchsetzung von Zugriffsbeschränkungen für geschützte Geodaten, die in einer Dienste-basierten Geodaten-Infrastruktur (GDI) verfügbar sind, und ist damit auch anwendbar auf GML-strukturierte Geodaten über WFS, aber auch Kartenabfragen mit WMS.

Geografische Zugriffsrechte beschränken den Zugriff auf Datenbestände mit Geobezug räumlich (z. B. Zugriff nur auf Daten für eine bestimmte Gebietskörperschaft), Feature-Typ bezogen (z. B. Zugriff nur auf bestimmte Layer) oder Feature bezogen (z. B. Zugriff nur auf bestimmte Objekte), vgl.

¹⁶ Relevant ist der OASIS Standard: eXtensible Access Control Markup Language (XACML) Version 2.0, February 2005 (<http://www.oasis-open.org/specs/>).

Bild 4.2. Über entsprechende Mechanismen kann eine Autorisierung des Zugriffs auf die Kartenlayer und Daten für verschiedene Nutzerkreise (z. B. verwaltungsintern, Öffentlichkeit) definiert werden.

4.1.2 Vorteile und Grenzen einer webbasierten serviceorientierten Systemarchitektur auf Basis von OGC Webservices

Im Rahmen dieses Projektes wird der Einsatz von OGC Web Services empfohlen, da dieser existierende internationale Standard bereits weite Verbreitung gefunden hat und entsprechende Produkte und Open Source Lösungen am Markt verfügbar sind. Vorteile der Verwendung OGC-konformer Web-Services sind die freie Verfügbarkeit (offenlegter, freier Standard) sowie die einfache Integrationsfähigkeit bestehender Systeme und somit die einfache Erweiterbarkeit. Die OGC-konformen Web-Services erfüllen die meisten Anforderungen von Verkehrsmanagement- und Verkehrsinformationssystemen. Die Abfrage von verteilt vorliegenden Daten über OGC Web Services ist insbesondere für dynamische Daten vorteilhaft, da eine Abfrage der Daten im Bedarfsfall unmittelbar bei der Datenquelle erfolgen kann und ein zusätzliches Datenmanagement entbehrlich ist.

Werden zusätzliche Anforderungen definiert, z. B. an die Daten- oder Kommunikationssicherheit, ist auch der Einsatz anderer Kommunikationsstandards wie beispielsweise OTS 2 denkbar – auch als Mischlösung mit den OGC Web Services. Über OTS 2 ist es möglich, sowohl Daten (z. B. Datex II) als auch Befehle (z. B. Schaltbefehle für die Anzeige von Maßnahmen auf Vario-Tafeln) zu kommunizieren. Dabei setzt OTS 2 auf eigene Spezifikationen der unteren OSI-Schichten und der notwendi-

Vorteile	Grenzen
<ul style="list-style-type: none"> • Existierender Standard (offen) • Weite Verbreitung • Produkte und Open-Source-Lösungen auf dem Markt verfügbar • Einfache Erweiterbarkeit, Integrationsfähigkeit bestehender Systeme • Erfüllt die meisten Anforderungen von Verkehrsinformations-/Verkehrsmanagementsystemen 	<ul style="list-style-type: none"> • Defizite bei hohen Anforderungen an Daten- oder Kommunikationssicherheit • Nicht geeignet zum Austausch von Befehlen von Zentrale zur Aktorik • Nicht optimal für Massendatenaustausch • OTS 2 als sinnvolle Ergänzung, ggf. auch als Mischlösung mit OGC Web Services

Tab. 4.1: Vorteile und Grenzen des OGC-Ansatzes [eigene Darstellung]

gen Protokolle. Vor allem, wenn es um den Austausch von Befehlen von einer Zentrale zur Aktorik geht, stellt OTS 2 eine sinnvolle Ergänzung zum Einsatz von OGC Web Services dar. Hinweis: Die Spezifikation von OTS 2 ist zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Schlussberichtes noch nicht veröffentlicht. Deshalb sind nur generelle Aussagen zur Einsetzbarkeit von OTS 2 möglich.

4.1.3 Applikation auf ein zuständigkeitsübergreifendes regionales Verkehrsinformationsmanagement

Zur Realisierung einer zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsinformationsplattform und für eine Einbindung städtischer Verkehrsinformationen in ein regionales Verkehrsmanagement kann die im Kapitel 4.1.1 dargestellte webbasierte serviceorientierte Systemarchitektur sowohl zum Datenaustausch innerhalb eines Zuständigkeitsbereiches (z. B. einer Gebietskörperschaft) als auch als verteilte Web-Umgebung zum zuständigkeitsübergreifenden Austausch zwischen Gebietskörperschaften untereinander („interkommunal“) sowie zwischen Kommunen, übergeordneten Stellen (Land) sowie weiteren Content- und Service-Providern („regional und intermodal“) eingesetzt werden

Bild 4.3 zeigt eine intra-kommunale Sicht der serviceorientierten Architektur. Verschiedene kommunale Funktionskreise (z. B. Verkehrsleitzentrale, Parkraummanagement, Baustellenmanagement, etc.) veröffentlichen die für ein Verkehrsinformationssystem bzw. für ein zuständigkeitsübergreifendes oder regionales Verkehrsmanagement relevanten Daten und Informationen über entsprechende WMS bzw. WFS. So können z. B. die im kommunalen Verkehrsrechner aus den Daten der angeschlossenen Erfassungseinrichtungen generierten Verkehrslageinformationen über einen OGC-konformen WMS als Kartenlayer „kommunale Level of Service (LOS)“ veröffentlicht werden. Ein kommunaler Park-Server veröffentlicht Kartenlayer und Featureinformationen zu Parkhäusern und Parkflächen und deren Attribute (z. B. Öffnungszeiten, Ausstattung, Preise, Anfahrtsrouteninformationen) sowie aktuelle und/oder prognostizierte Belegungsinformationen über entsprechende WMS und WFS. Weiterhin können beispielsweise Informationen eines kommunalen Baustellenmanagementsystems (Lage, Dauer, verkehrliche Einschränkungen von Baustellen), eines kommunalen Veranstaltungsmanagements (z. B. Sondernutzungen mit verkehrlicher Relevanz wie Straßensperrungen

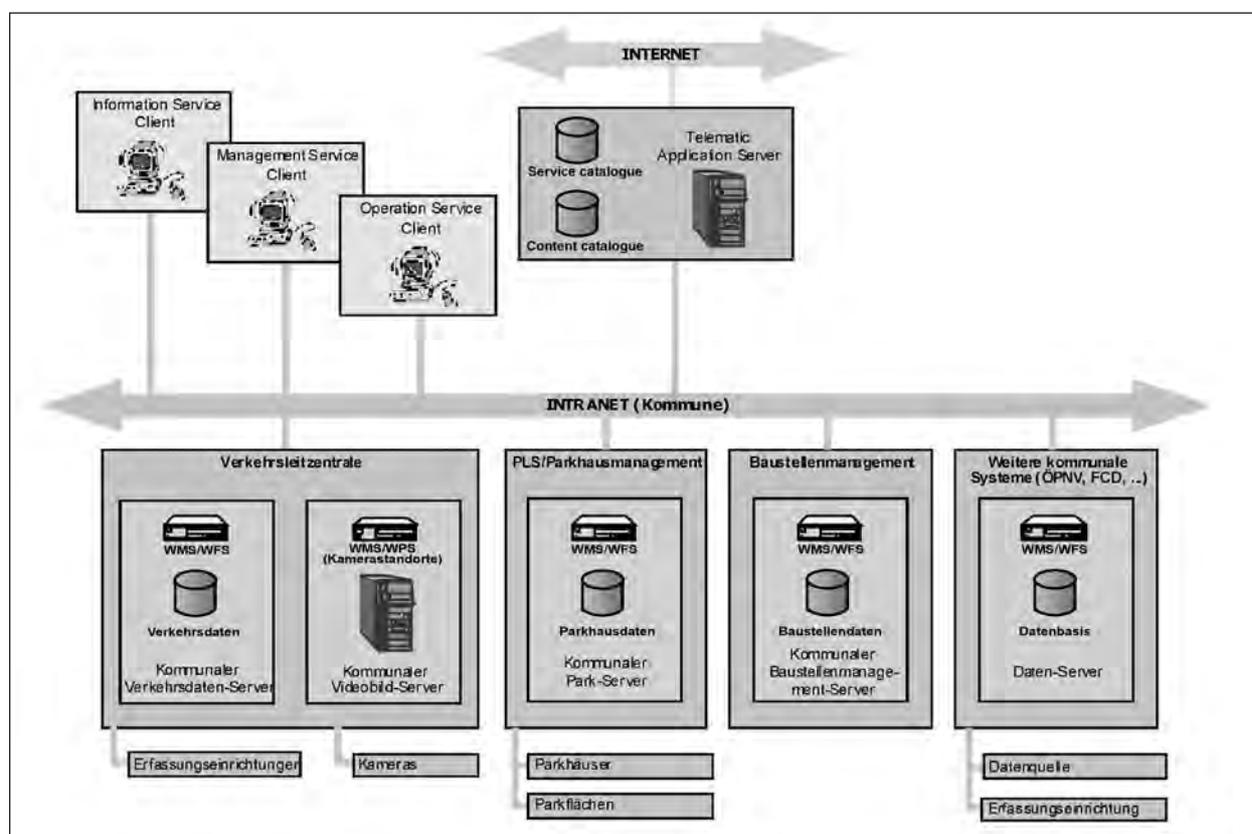


Bild 4.3: Serviceorientierte Architektur, intra-kommunale Sicht [eigene Darstellung]

oder Großveranstaltungen) sowie weiterer kommunaler Systeme (z. B. ÖPNV-Informationen) als Kartenlayer über WMS bzw. als Datensatz über WFS bereitgestellt werden.

Ein kommunaler Applikations-Server verwaltet die innerhalb der kommunalen Zuständigkeit verfügbaren Datenserver und Webservices. Auf dem kommunalen Applikations-Server ist hinterlegt, welche Datenart für welchen geografischen Bereich auf welchem kommunalen Datenserver verfügbar ist. Der kommunale Applikations-Server stellt für die anfragenden Clients und Services entweder die Information bereit, welche Datenserver anzufordern sind, bzw. er fragt die entsprechenden Datenserver selber an und liefert die von den Datenservern erhaltenen Kartenlayer oder Daten an den anfragenden Service.

Anfragende Clients oder Services können sowohl intra-kommunale Applikationen sein, wie ein internes Informations- und Auskunftssystem oder Managementsysteme (z. B. Verkehrsmanagement), aber auch externe Applikationen, die über das Internet an den kommunalen Applikations-Server herantreten können.

Über eine Rechteverwaltung – z. B. gemäß XACML-Standard bzw. seiner Erweiterung GeoXACML – kann eine Autorisierung des Zugriffs auf die kommunalen Kartenlayer und Daten verwaltet werden. In einem entsprechenden Rechtemodell ist geregelt, welcher Nutzer bzw. welche Applikation (intern/extern) Zugriff auf welche Kartenlayer und

Featureinformationen hat und auf welchen räumlichen Bereich zugegriffen werden darf. Über einen solchen Mechanismus können z. B. einzelne Kartenlayer oder Dateninhalte für intra-kommunale Anwendungen verfügbar gemacht werden, während diese (ggf. sensiblen) Informationen für externe Applikationen und Clients (z. B. andere Kommunen, Infoportale für Verkehrsteilnehmer und Bürger) nicht verfügbar bzw. zugreifbar sind

Bild 4.4 zeigt in Erweiterung der intra-kommunalen Sicht eine inter-kommunale/regionale Sicht der serviceorientierten Architektur. Neben dem zuvor beschriebenen kommunalen Applikations-Server, welcher das WMS- bzw. WFS-Angebot einer Kommune verwaltet, stehen weitere Server anderer Kommunen sowie Server überregionaler Verkehrsdaten- und Verkehrsinformationsanbieter. Über einen überregionalen Verkehrsdaten-Server eines Bundeslandes können beispielsweise Verkehrslagedaten aus dem Autobahnnetz WMS- bzw. WFS-konform bereitgestellt werden, während ein entsprechender Server der Polizei bzw. Landesmeldestelle überregionale Verkehrswarndienstmeldungen publiziert. Weitere Content-Provider in einem überregional verteilten serviceorientierten Netz sind beispielsweise ein Kartenserver zur Bereitstellung von OGC-konformen Hintergrundkartenlayern (z. B. des Landesvermessungsamtes) aber ggf. auch das Angebot privater Content-Provider (Hotels, Touristik, Veranstaltungen etc.).

Abnehmer der von den verschiedenen Content-Providern veröffentlichten WMS-Kartenlayer und

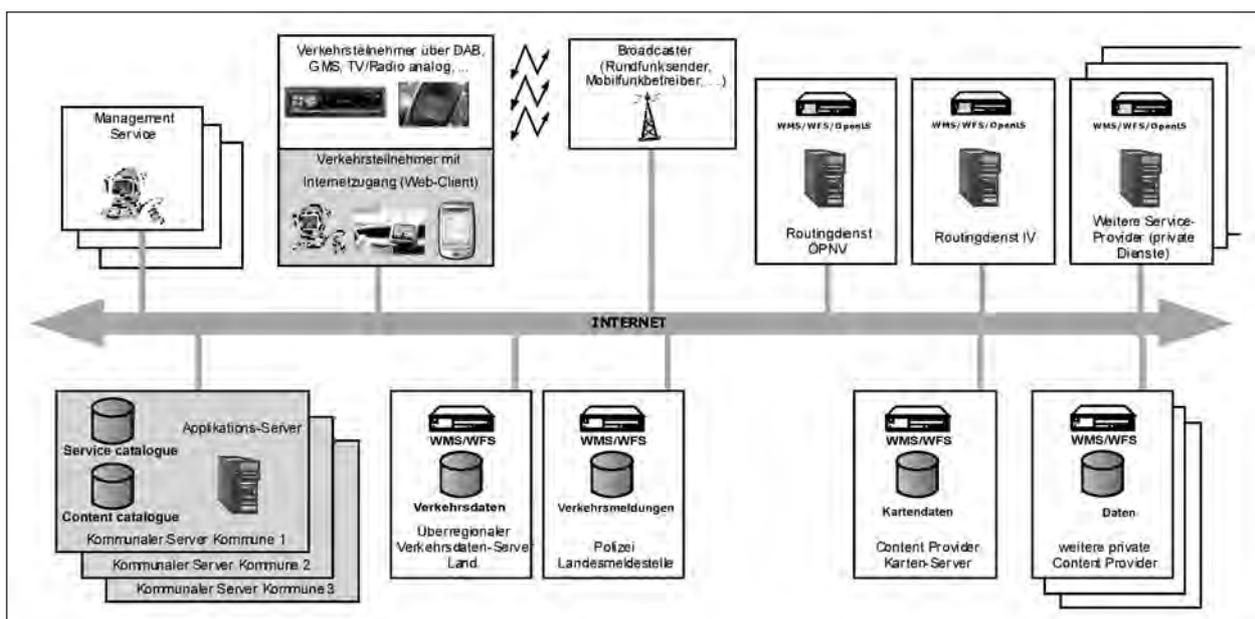


Bild 4.4: Serviceorientierte Architektur, inter-kommunale/regionale Sicht [eigene Darstellung]

WFS-Daten sind beispielsweise überregionale Management-Applikationen (z. B. eine zuständigkeitsübergreifende regionale Verkehrsmanagementzentrale), aber auch Verkehrsteilnehmer mit Internetzugang, die über einen entsprechenden Verkehrsinformationsclient das Informationsangebot eines regionalen Verkehrsinformationsportals auf stationären oder mobilen internetfähigen Endgeräten nutzen.

Neben diesen internetfähigen Endgeräten können die Information über entsprechende Broadcaster (Rundfunkanstalten, Mobilfunkbetreiber) prinzipiell auch auf anderen Endgeräten (über DAB, GSM, analoges Radio/TV) an den Verkehrsteilnehmer übermittelt werden.

Darüber hinaus könnten weitere private Service Provider als Abnehmer für Kartenlayer und Daten in einer verteilten Systemarchitektur fungieren. Diese privaten Service-Provider könnten z. B. die angebotenen Informationen weiter veredeln und unter kommerziellen Gesichtspunkten weiter vermarkten (z. B. Verwendung der Informationen im Rahmen eines dynamischen Routing im Fahrzeug oder auf mobilen Endgeräten wie PDA). Umgekehrt könnten aber auch Services privater IV- und MIV-Routingdienste z. B. in ein regionales Verkehrsinformationsportal eingebunden werden. Durch die Einbindung OpenLS-konformer Routingsservices können individuelle Routeninformationen und Routendarstellungen in ein regionales Verkehrsinformationsportal integriert werden.

Das beschriebene Daten- und Informationsmanagementkonzept bietet die Grundlage zur zuständigkeitsübergreifenden Koordinierung von Informationen und Empfehlungen. In einer ersten Stufe führt die zuständigkeitsübergreifende Verfügbarkeit von Verkehrsinformationen bereits zu verbesserten Daten- und Informationsgrundlagen, ohne dass eine physikalische Fusion der Daten aus verschiedenen Quellen erforderlich ist. Über eine einfache Infoportallösung sind relevante Informationen über die Verfügbarkeit des Straßennetzes (z. B. aktuelle und geplante Baustellen oder Verkehrseinschränkungen, aktuelle Störungen wie Unfälle oder Staus) aus benachbarten, unter- oder übergeordneten Zuständigkeitsbereichen über eine integrierte Kartendarstellung visuell verfügbar, und können entsprechende Detailinformationen abgerufen werden. Dies ermöglicht einzelnen Zuständigkeiten für ihre Bereiche die Ableitung von Empfehlungen und von Steuerungsmaßnahmen unter Kenntnis der Ver-

kehrslage und der Ereignisse in Bereichen fremder Zuständigkeiten.

In einer weitergehenden Stufe kann eine Koordinierung von Empfehlungen im Rahmen eines zuständigkeitsübergreifenden Strategiemanagements, bei dem diverse Partner die Aktivierung und Deaktivierung von Maßnahmen online abstimmen, über das verteilte System erfolgen.

Das beschriebene Lösungskonzept ist durch seine modulare Struktur sehr einfach erweiter- und adaptierbar. So können weitere zuständigkeitsübergreifende Anwendung, wie z. B. ein abgestimmtes Baustellen- und Aufbruchmanagement oder abgestimmte Verfahren für die Genehmigung von Schwerlasttransporten eingebunden werden. Weitergehende Anwendungspotenziale im Bereich des Verkehrsmanagements und darüber hinaus weitergehende Möglichkeiten der Informationsveredelung und -verbreitung über verschiedene Kommunikationskanäle werden im Kapitel 6.2 diskutiert.

Die zum Austausch der Informationen und Daten zwischen den verschiedenen Zuständigkeiten erforderliche Referenzierung kann entweder über eine einheitliche Referenzierung auf das Netz unter Nutzung bestehender Standards (insbesondere RDS-TMC für den Austausch von Verkehrsmeldungen oder OKSTRA und OKSTRA-Kommunal für den interkommunalen Datenaustausch), über entsprechende Referenzierungsservices oder durch Ansätze der „on-the-fly“-Referenzierung (z. B. unter Nutzung des sich in der Standardisierung befindenden Verfahrens AGORA-C) erfolgen. Die Thematik der Georeferenzierungsproblematik wird im Kapitel 4.1.4 eingehender diskutiert.

4.1.4 Georeferenzierung

Eine digitale flächendeckende Straßennetzgrundlage ist die Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche Anwendung von Softwareapplikationen im Verkehrsmanagement. Zahlreiche aussichtsreiche Projekte und Anwendungen mit Netzbezug scheitern oftmals an der Tatsache, dass die Straßennetzdaten als Grundlage für die Verwaltung von Fachdaten oder für Analysemethoden (z. B. Verkehrsmodellierung) nicht in einem ausreichenden Maße vorhanden sind. Vielerorts scheitern diese Ansätze an der Qualität der Netzgrundlage und besonders an der flächendeckenden Verfügbarkeit der Datensätze.

Dies liegt daran, dass das zu verwendende Straßennetz oftmals nicht von einem einzigen Datenbestand abgedeckt wird, sondern häufig erst durch Kombinationen mehrerer digitaler Straßennetzbestände von verschiedenen Baulastträgern beschrieben werden kann. In diesen Fällen müssen die verfügbaren Straßennetze zuerst zu einem ganzheitlichen Straßennetz fusioniert werden, bevor der Einsatz von Softwareapplikationen zu erfolgreichen Ergebnissen in der Straßenbewirtschaftung oder im Verkehrsmanagement führt. Bei diesem Fusionsprozess sind allerdings wichtige Aspekte hinsichtlich der Netztopologie zu beachten und Probleme, diese herzustellen, zu lösen, um abschließend eine konsistente und flächendeckende Straßennetzgrundlage zu erhalten, die den Ansprüchen der Anwendungen und Geschäftsprozessen gerecht wird.

Ein weiterer Aspekt bei der Nutzung von digitalen Straßennetzdaten sind die unterschiedlichen Referenzierungssysteme, die eingesetzt werden, um Fachinformationen und Ereignismeldungen auf dem Straßennetz zu verorten. Bei der Übernahme von Fachdaten oder Ereignismeldungen von einem System in das andere muss sichergestellt sein, dass die Referenzierung in beiden Systemen gleich ist – was häufig nicht der Fall ist – oder dass die Referenzierungen übersetzt werden können.

Die grundlegenden Anforderungen an die Straßennetzgrundlage sind einerseits die Bereitstellung eines Ordnungssystems, damit Fachdaten und Objekte auf das Straßennetz referenziert werden können (z. B. über lineare Referenzierung, daher auch häufig Referenzierungssystem genannt), zweitens die Bereitstellung einer Netzgeometrie, die Grundlage für die Visualisierung des Netzes in einer Karte ist und drittens die Bereitstellung einer Netztopologie, welche die Grundlage für Routingfragestellungen darstellt.

In einem heterogenen Datenverbund, in welchem Datenbestände aus verschiedenen Systemen, die ihre Daten z. T. auf unterschiedliche Referenzierungssysteme beziehen, ausgetauscht oder zusammengeführt werden sollen, treten derartige Probleme hinsichtlich einer Referenzierungsübersetzung in andere Systeme auf und sind zu lösen.

Der im Rahmen dieses Vorhabens konzeptionell entwickelte und beschriebene Ansatz des Datengriffs und des Datenaustauschs über OGC-konforme Web Services kann das zu lösende Problem der Referenzierungsübersetzung nicht vollständig und

allgemeingültig lösen. Derzeit existiert auch keine allgemeingültige Lösung zur Referenzierungsübersetzung, vielmehr müssen im jeweiligen konkreten Anwendungskontext geeignete Lösungen gefunden werden. Nachfolgend werden zum einen die Problematik unterschiedlicher Referenzierungssysteme und der Referenzierungsübersetzung aufgezeigt und es werden mögliche Lösungen sowie erforderliche Schritte (Anforderungen) für eine Anwendung eines regionalen Verkehrsmanagement skizziert.

Grundsätzlich müssen Netzgeometrie und Referenzierungssystem unterschieden werden. Die Netzgeometrie beschreibt den geometrischen Verlauf der Netzelemente und ist z. B. die Grundlage für die kartenbasierte und georeferenzierte Darstellung eines Netzes. Das Referenzierungssystem definiert die Struktur eines Straßennetzes, die notwendig ist, um ein Objekt in diesem Netz eindeutig zu positionieren. Im Fall von Straßennetzen handelt es sich meistens um ein lineares Referenzierungssystem, da die Objekte entlang einer Strecke (bei punktförmigen Objekten mit Längenausdehnung null) verortet werden sollen. Das Referenzierungssystem benötigt grundsätzlich keine Geometrieinformationen. Häufig werden aber Netzgeometrie und Referenzierungssystem integriert betrachtet.

Für Verkehrsmanagementaufgaben relevante Netzmodelle sind

- das topologische Vektormodell mit Geometrie (Knoten-Kanten-Modell),
- rein topologische Netze ohne Netzgeometrie.

Das topologische Vektormodell (Knoten-Kanten-Modell) stellt eine linearisierte, abstrahierte Form des Straßennetzes dar. Dieser Modelltyp ist für verkehrstelematische Aufgabenstellungen und die Verwaltung von Bestandsdaten in der Straßenbewirtschaftung besonders gut geeignet. Das topologische Vektormodell (Knoten-Kanten-Modell) hat sich zum gängigsten Modelltyp von Straßennetzen entwickelt. Beispiele für die standardisierte Beschreibung von Knoten-Kanten-Modellen sind der OKSTRA^{®17} (erfasst nach der ASB¹⁸), der

¹⁷ Vgl. www.okstra.de

¹⁸ vgl. http://www.bast.de/cIn_005/nn_42256/DE/Publikationen/Downloads/downloads/asb-netzdaten.html?__nnn=true, Anweisung Straßeninformationsbank (ASB), Stand 10. Juli 2007

OKSTRA kommunal¹⁹ (für den noch keine Erfassungsrichtlinie existiert) oder GDF²⁰.

Knoten-Kanten-Modelle ohne Geometrie besitzen wertvolle Informationen über die Netztopologie. Aus den Beziehungen zwischen Knoten und Kanten kann das Verkehrsnetz dargestellt werden. Es ist möglich, die Übergänge von einem Verkehrselemente auf ein anderes zu analysieren und somit durch das Netz zu routen. Ein in der Verkehrstelematik bekannter Vertreter dieses Netztyps ist die Location Code List (LCL), die Grundlage für die Verkehrsmeldungen im Rundfunk (RDS-TMC) ist. Auch ein ASB-Netz ohne Geometrie stellt ein topologisches Netz dar und kann als Referenzierungssystem ohne Geometrie genutzt werden. Diese Netze besitzen zwar keine Geometrie, sind aber wichtige Referenzierungsgrundlagen zur Verortung z. B. von Ereignismeldungen auf das Straßennetz.

Bei Straßennetzdaten ohne Geometrie besteht die zentrale Aufgabe darin, die Referenzierungssysteme zusammenzuführen. Da aber meistens mindestens eines der Ausgangsnetze über eine Geometrie verfügt, ist es die Aufgabe, einem Straßennetz mit Geometrie ein oder mehrere Referenzierungssysteme zuzuordnen. Dies ermöglicht die Übersetzung von einem Referenzierungssystem in ein anderes.

Straßennetze und für ein Verkehrsmanagement relevante Objekte können nach verschiedenen Referenzierungssystemen aufgenommen werden, wie sie z. B. RDS-TMC Locations, ASB oder GDF darstellen. Diese Referenzierungssysteme weisen Unterschiede in ihrer Struktur auf. Für die Einbindung kommunaler Verkehrsinformationen in ein regionales Verkehrsmanagement können verschiedene Referenzierungssysteme von Bedeutung sein:

- Adresse/Hausnummer: Im kommunalen Umfeld werden Objekte häufig auf eine Adresse und eine Hausnummer bezogen (Beispiel: Der Straßenaufbruch befindet sich vor Hausnummer 21 in der Hauptstraße). Das Objekt kann in der Realität (vor Ort) eindeutig identifiziert werden. In einer Fachanwendung ist ein Bezug auf ein Verkehrsnetzelement nur möglich, wenn auch die Hausnummernbereiche auf das Netz referenziert sind.

- Betriebskilometer: Die Straßenbauverwaltungen der Länder nutzen häufig die Betriebskilometrierung, um Objekte (wie Baustellen) im Netz zu verorten (z. B. Baustelle auf der BAB A 4 von Kilometer 100+00 bis 102+500). Die Betriebskilometer sind pro Straße (also z. B. eine Autobahn) definiert und weisen durch Um- und Neubaumaßnahmen Lücken und Doppelkilometrierung auf, was die Eindeutigkeit der Referenzierung verkompliziert.
- Geographic Data File (GDF): ist ein von der Car Navigation Industrie entwickeltes konzeptuelles und logisches Datenmodell mit Definition eines nicht binären Standard-Dateiaustauschformates für vektorisierte Kartendaten, im Speziellen für Straßenkarten. Es wurde unter der Norm ISO/DIS 14825:2004 beschrieben. GDF unterscheidet sich von einfachen Austauschformaten nicht zuletzt durch die Anweisungen, die festlegen, wie Daten zu strukturieren und zu erfassen sind.
- Die ASB (Anweisung Straßeninformationsbank) ist eine Sammlung von Objekten aus dem Bereich des Straßen- und Verkehrswesens. Sie wurde mit dem Ziel ins Leben gerufen, ein gemeinsames Verständnis dieser Objekte in den betroffenen Fachbereichen zu erreichen. Die Straßeninformationsbank ist so konzipiert, dass an das Straßennetz beliebige Datengruppen angehängt werden können. Basis der Informationen für die Straßeninformationsbank ist das Teilsystem „Netzdaten“ der ASB als Ordnungssystem (Netzknoten und Stationierungssystem). Das verkehrliche Netz basiert auf dem Netz aus Netzknoten mit Abschnitten und Ästen. Die Erfassung des Straßennetzes auf Basis von Straßenelementen und Verbindungspunkten ist insbesondere für verkehrstelematische Anwendungen wie etwa Verkehrsrechnerzentralen und für den Austausch von Daten im Format der europäischen Vornorm GDF (Geographic Data Files, ENV ISO/DTR 14825:1996) notwendig.
- OKSTRA®: Inzwischen haben die Bemühungen zur Standardisierung von Datenstrukturen mit Bezug zu Straße und Verkehr zu dem Objektkatalog im Straßen- und Verkehrswesen (OKSTRA®) geführt. Der OKSTRA® hat das Ziel, ein abgestimmtes, standardisiertes Schema für die Darstellung von Objekten aus allen Bereichen des Straßen- und Verkehrswesens und den Austausch dieser abzubilden. Damit brauchen in der Anweisung Straßeninforma-

¹⁹ vgl. www.okstra.de, Rubrik Forschungsaktivitäten oder www.kim-strasse.de

²⁰ ISO 14285:2004 Standardisierung von GDF 4.0

tionsbank (ASB) die notwendigen Objekte der Straße mit ihren Attributen nur noch fachlich beschrieben zu werden. Später wurde der OKSTRA kommunal entwickelt, ein Objektkatalog für das kommunale Straßen- und Verkehrswesen, der in seiner Struktur eine starke Nähe zum OKSTRA® aufweist.

- TMC Locations sind Verortungen im Straßennetz, auf deren Grundlage Verkehrsmeldungen erstellt werden (z. B. „auf der Autobahn A 46 in Fahrtrichtung Düsseldorf 2 km Stau zwischen den Anschlussstellen Grevenbroich-Kapellen und Neuss-Holzheim“). Wesentliche Objektklassen der Modellierung der TMC Locations sind die drei Klassen Point Location, Linear Location und Area Location. TMC Locations sind in der Lage, ein Knoten-Kanten-Netz abzubilden, wobei allerdings lediglich die TMC Point Locations über eine geometrische Verortung verfügen. Die TMC Locations stellen neben dem Netzknoten-Stationierungssystem der ASB und dem an GDF angelehnten Netz aus Straßenelementen und Verbindungspunkten eine weitere fachliche Sicht auf das Straßennetz dar.
- Geometrie: Die Geometrie von Objekten oder eines Netzes stellt auch ein Referenzierungssystem dar. Über Punktkoordinaten oder Linienverläufe können eindeutige Netzabschnitte in einem Netz identifiziert werden.
- Verkehrstechnische Anlagen (z. B. Erfassungsquerschnitte, Anzeigenquerschnitte, LSA) werden in verkehrstechnischen Systemen häufig ohne eine geografische Referenzierung gehalten. Eine Identifizierung und eine Verwaltung erfolgen hier in der Regel auf Geräteebene (TLS-Adresse/IP-Adresse). Diese gerätetechnische Sicht stellt ein weiteres zu berücksichtigendes, wenn auch nicht geografisches Referenzierungssystem im Kontext von Verkehrsmanagementsystemen dar.

Zur Referenzierungswandlung zwischen einzelnen der oben genannten Referenzierungssysteme sind zum Teil Lösungen verfügbar, welche nachfolgend – ohne Anspruch auf Vollständigkeit – dargestellt werden.

Abbildung der Datenmodelle OKSTRA® und GDF aufeinander

Das Datenmodell des OKSTRA® wurde unter Kenntnis und Berücksichtigung des Datenmodells von GDF entwickelt. Daher können Datenstrukturen im GDF-Datenmodell grundsätzlich auf Datenstrukturen im OKSTRA® Datenmodell abgebildet werden. In umgekehrter Richtung ist diese Abbildung gewissen Einschränkungen unterworfen. Die detaillierte Abbildung der Datenmodelle des OKSTRA® und GDF ist im Rahmen des Forschungsvorhabens FE 09.092 G95D²¹ beschrieben worden (PORTELE, KÖNIG [1999]).

Abbildung der Datenmodelle OKSTRA® und TMC Locations aufeinander

Die OKSTRA® Pflegestelle hat in einem internen Bericht einen Lösungsvorschlag zum Änderungsantrag A0031 (20.12.1992) bezüglich der Referenzierung von RDS/TMC Locations auf das ASB-Netz gemacht. Der Bericht „Modellierung von TMC Locations (I0048 vom 10.09.2004) beschreibt umfassend die gegenseitige Abbildung der Datenmodelle OKSTRA® und TMC Locations. Das vorgeschlagene Datenmodell wurde bisher noch nicht in den OKSTRA® übernommen.

Web-basierte Hausnummerverortungsservices

Die amtlichen Hauskoordinaten definieren die genaue Position einer Hausadresse. Datenquelle ist das Liegenschaftskataster der Länder und somit das amtliche Verzeichnis aller Flurstücke und Gebäude in Deutschland. Die Daten beruhen auf einer individuellen Vermessung vor Ort und werden durch die Katasterbehörden kontinuierlich aktualisiert. Über einen webbasierten Verortungsservice, welcher von den Landesvermessungsämtern angeboten wird, können zu beliebigen Adresse/Hausnummern-Angaben bundesweit exakte Geokoordinaten geliefert werden.

AGORA-C-Referenzierung

AGORA-C ist eine Georeferenzierungsmethode, entwickelt zur Übertragung von Georeferenzen zwischen IT-Anwendungen. Die Methode erlaubt eine dynamische (On-the-fly-)Bestimmung einer standardisierten Ortsreferenzierung z. B. für Verkehrswarndienstmeldungen. AGORA-C verfolgt den Ansatz einer automatisierten Maschine-zu-Maschine-Referenzierungsübersetzung. Im Rahmen der dy-

²¹ „Standardisierung grafischer Daten im Straßen- und Verkehrswesen Teil 2 – Teilbericht F: „Abbildungen auf andere Standards“ (FE-Nr. 09.092 G95D), gefördert vom BMVBS

namischen Referenzierung werden Objekte zwischen verschiedenen Netzen durch Verfahren geografischer Mustervergleiche sowie der Auswertung von zusätzlichen Objektattributen wie Straßenna-me und Straßenklasse zum Zeitpunkt der Anfrage gematcht. Zielsetzung von AGORA-C ist es, auf vordefinierte Location Tables verzichten zu können und die Referenzierung unabhängig von der eingesetzten digitalen Karte durchführen zu können. AGORA-C ist kein offenes Verfahren, sondern unterliegt schutzrechtlichen Bestimmungen.

Nachfolgend werden Anforderungen hinsichtlich der Georeferenzierung in einem heterogenen Datenverbund, in welchem Datenbestände aus verschiedenen Systemen mit unterschiedlichen Referenzierungssystemen ausgetauscht oder zusammengeführt werden sollen, beschrieben:

- Jedes Objekt (z. B. Erfassungsquerschnitt, Verkehrslagesegment, Baustelle) muss in seinem Ursprungssystem mit entsprechenden geografischen Informationen (Minimum-Koordinaten) verwaltet werden.
- Mit jedem auszutauschenden Datum muss die Ortsreferenz des zugehörigen Objektes mitgeführt werden.
- Darüber hinaus sollte jedes Datum Metainformationen zur Ortsreferenz (Referenzierungssystem, Genauigkeit, Projektion der Koordinaten, ...) während der gesamten Verarbeitungskette mit sich führen.
- Beim Aufsetzen von Systemen sollte möglichst auf Referenzierungsstandards und geeignete Standards zur Netzbeschreibung aufgebaut werden wie z. B. dem OKSTRA® (proprietäre Netzmodelle sind dagegen zu vermeiden).
- Bestehende Referenzierungsübersetzungsmechanismen sollten wenn möglich genutzt werden.
- Bei bestehenden Lücken oder Brüchen zwischen Netzmodellen/Referenzierungssystemen müssen entsprechende Referenzierungsübersetzer (im einfachsten Fall statische Matchingtabellen) geschaffen werden.

Das vorgeschlagene Konzept einer webbasierten serviceorientierten Systemarchitektur auf Basis von OGC-Standards bietet den prinzipiellen Vorteil, dass die Geometrien der Objekte in einer verteilten OGC-konformen Systemwelt jederzeit verfügbar sind. Koordinatenangaben zur räumlichen Veror-

tung von Objekten sind innerhalb der OGC-konformen Systemwelt sauber und durchgehend modelliert. Somit führen die auszutauschenden Objekte und Datensätze diese zur Referenzierung gegen verschiedene Systeme wichtige Information immer mit sich, sodass innerhalb OGC-konformer Wertschöpfungsketten diesbezüglich keine Medienbrüche auftreten. Dies reduziert das Risiko von Informationsverlusten. Bestehende Subsysteme, die in eine OGC-konforme webbasierte verteilte Architektur eingebunden werden sollen und die selbst keine OGC-konformen WMS- oder WFS-Schnittstellen bereitstellen, müssten über entsprechende zu schaffende Schnittstellen und Referenzierungswandler eingebunden werden.

Das nachfolgend beschriebene Beispiel einer Aufgabe im Rahmen des zuständigkeitsübergreifenden strategischen Verkehrsmanagements (Prüfung einer Strategie-Alternativroute auf Verfügbarkeit) illustriert, wie unter Nutzung OGC-konformer Datenaustauschmechanismen eine Fusion von Daten aus unterschiedlichen Quellen allein über ein Geometriematching möglich ist, ohne dass eine tatsächliche Referenzierungsübersetzung erforderlich ist.

Die zu prüfende Alternativroute ist in der Applikation zum Strategiemangement bekannt (Geometrie der Route/Folge von Netzabschnitten auf dem applikationsinternen Netzmodell).

Relevante Datenobjekte und Informationen zur Bewertung der Verfügbarkeit der Alternativroute werden von im Netz verteilten Systemen über OGC-konforme Schnittstellen bereitgestellt. Baustelleninformationen aus einem kommunalen BMS (Verortung über Netzknotten-Stationierungslogik), TMC-Stau-Meldungen aus einem Verkehrsinformationssystem (Verortung auf LCL-Logik) und aktuelle Verkehrslageinformationen (LOS) auf einem Verkehrslagesegment aus einem städtischen Verkehrsrechner werden von den Quellsystemen über OGC-konforme Schnittstellen zur Verfügung gestellt. Die Datensätze enthalten somit insbesondere auch die entsprechenden Geometrien (Punkte, gerichtete Polylinien, Flächen).

Quellsysteme, die keine OGC-konformen Schnittstellen bereitstellen, müssen über zu schaffende Mechanismen eingebunden werden. Zu einem Aufbruch im Straßenraum beispielsweise, welcher im kommunalen Aufbruchkataster lediglich über eine Adressangabe (Straße und Hausnummer) verortet ist, kann über einen webbasierten Hausnummern-

verortungsservice eine genaue Geokoordinate ermittelt werden.

Die Strategiemanagement-Applikation fragt diese Datensätze bei den Quellsystemen über OGC-konforme Austauschmechanismen ab. Über eine Abfrage der geometrischen Nähe zwischen der zu prüfenden Route und den übernommenen Objekten oder über ein geometrisches Matching der Geometrien der Objekte auf das Routenobjekt (beide Operationen sind in Geodatenbanken problemlos möglich) kann überprüft werden, ob die Alternativroute von Störungen oder Kapazitätsengpässen betroffen ist.

Dies stellt einen sehr einfachen, wenn auch nicht zu 100 % fehlerfreien, aber zumindest in den meisten Fällen hinreichenden Mechanismus dar, um Information über die Verfügbarkeit der Alternativroute zu erhalten, ohne dass eine Referenzierungsübersetzung erforderlich ist.

In einem weitergehenden Schritt können die Informationen über Referenzierungsservices, welche über Kenntnis der Referenzierungs- und Netzmodelle der Quellapplikationen verfügen oder zumindest entsprechende Matchingtabellen vorhalten, tatsächlich gegeneinander referenziert und somit auch im Sinne einer geografischen Fusion in das Referenzierungssystem der Zielapplikation überführt werden.

4.2 Betriebliche und organisatorische Aspekte

Betriebliche und organisatorische Aspekte im Rahmen eines regionalen Verkehrsmanagements werden nachfolgend exemplarisch am Beispiel eines regionalen Verkehrsinformationsmanagements diskutiert. Hierzu werden im Kapitel 4.2.1 zunächst die relevanten Rollen, Akteure und Betreibermodelle definiert. Im Kapitel 4.2.2 werden die Aufgaben für ein zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsinformationsmanagement erörtert, im Kapitel 4.2.3 wird auf mögliche Betreibermodelle eingegangen.

Im Rahmen des Aufbaus eines regionalen Verkehrs(informations)managements ist neben technischen, betrieblichen und organisatorischen Lösungen auch die Fragestellung nach einem geeigneten Geschäftsmodell zu beantworten. Die Betrachtung und Diskussion von Geschäftsmodellen ist jedoch nicht Gegenstand dieses Forschungsvorhabens. In diesem Zusammenhang sei an dieser Stelle

lediglich darauf hingewiesen, dass im Sinne der Ziele des Verkehrsmanagements, die angebotenen Informationen für den Endnutzer (Verkehrsteilnehmer) kostenfrei angeboten werden sollten.

4.2.1 Rollen, Akteure, Betreibermodelle

Bild 4.5 zeigt schematisch eine allgemeine Wertschöpfungskette für ein Verkehrsinformationsangebot [vgl. eMOTION (2007b)], welches auch auf ein regionales Verkehrsinformationsmanagement abgebildet werden kann.

Generelle Rollen in einer Wertschöpfungskette für ein Verkehrsinformationsangebot sind:

- „Content-Provider“ als Quelle für sämtliche Verkehrsinformationsdienste und Eigentümer der relevanten Daten (z. B. Verkehrsdaten, Wetterdaten),
- „Service-Operator“, die diesen Content nutzen, um daraus Informationen mit Mehrwert zu generieren (z. B. Zusammenführung von Daten zu Informationen und Visualisierung von Informationen),
- „Service-Provider“ als Schnittstelle zum Endnutzer, die auch für marketingbezogene und vertragliche Belange verantwortlich sind,
- Endnutzer als Verbraucher der Informationsangebote (z. B. Bürger, Verkehrsteilnehmer).

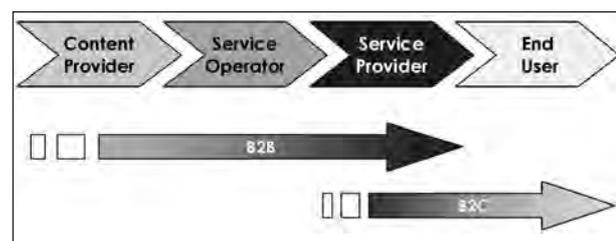


Bild 4.5: Wertschöpfungskette Verkehrsinformationsangebot²²
[Quelle: nach eMOTION (2007b)]

²² Der Endnutzer erhält die verfügbar gemachten Verkehrsinformationen von einem gewerblichen oder öffentlichen Diensteanbieter, d. h., es besteht eine Kommunikationsbeziehung zwischen Unternehmen bzw. Behörden und einem Konsumenten (business to consumer „B2C“). Die vorhergehenden Phasen in der Wertschöpfungskette umfassen lediglich Austauschprozesse zwischen Unternehmen und/oder Behörden, die dem sog. Business-Sektor angehören (business to business „B2B“).

An einer Wertschöpfungskette für ein Verkehrsinformationsangebot können folgende Akteure beteiligt sein:

- öffentliche Organisationen wie Gebietskörperschaften, Kommunen, Ministerien,
- Verkehrsinfrastrukturbetreiber wie ÖV-Betreiber oder Betreiber von Straßennetzen,
- im öffentlichen Auftrag handelnde private Unternehmen (z. B. kommunale IT-Dienstleister),
- private Firmen wie gewinnorientierte Content-Provider, Telekommunikationsunternehmen und kommerzielle Portalbetreiber,
- Verbände, insbesondere z. B. Automobil- oder Verkehrsclubs.

Für den Betrieb eines Verkehrsinformationsangebotes bieten sich generell folgende Betreibermodelle an:

- Betrieb durch einen Betreiber der öffentlichen Hand,
- Betrieb durch einen Infrastrukturbetreiber,
- Betrieb durch einen im öffentlichen Auftrag handelnden privaten Unternehmen (z. B. kommunaler IT-Dienstleister),
- Betrieb durch einen privaten Betreiber.

Das potenziell mögliche Betreibermodell als „Public Private Partnership (PPP)“, bestehend aus einer Zusammenarbeit zwischen öffentlichen Organisationen und privaten Firmen, erscheint dagegen prinzipiell als weniger geeignet, da bislang keine erfolgreichen Umsetzungen im Bereich eines regionalen Verkehrsinformationsmanagements bekannt sind.

4.2.2 Aufgaben für ein zuständigkeitübergreifendes Verkehrsinformationsmanagement

Neben den im vorhergehenden Kapitel beschriebenen grundlegenden Strukturen werden zur Entwicklung eines Betriebskonzeptes für ein regionales Verkehrsinformationsmanagement auch Erfahrungen aus Projekten mit ähnlichen Fragestellungen sowohl auf europäischer Ebene [COSTE (2004), eMotion (2007b)] als auch auf nationaler Ebene, wie die Projekte der Förderinitiative VM 2010 [BMW (2008)] und weiterer [GeoView.nrw (2004), KLINGHAMMER et al. (2007)] herangezogen.

Nachfolgend werden die in Kapitel 4.2.1 dargestellten Rollen, Akteure und Betriebskonzepte auf den Anwendungsfall eines regionalen, zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsinformationsmanagements übertragen.

Ein regionales zuständigkeitübergreifendes Verkehrsinformationsportal dient dem informationssuchenden Bürger, um die für ihn relevanten integrierten Verkehrsinformationen abzurufen. Die Quelle dieser Information sind die Content-Provider (CP). Sie stellen die Information über einen Internet-Service-Provider (ISP) der zentralen Applikation (regionales Verkehrsportal) zur Verfügung.

Die zentrale Applikation wird durchgängig betrieben. Hierzu ist ein Betreiber erforderlich, welcher daneben auch die technische System-Administration durchführt. Außerdem muss der Betreiber der zentralen Applikation die Organisation des Gesamtsystems managen. Hierzu gehören insbesondere die Anmeldung und Zulassung neuer Content-Provider, Marketing und PR-Aktivitäten sowie ggf. die Abstimmung mit weiteren relevanten Aktivitäten.

Zur Gewährleistung eines zukünftigen Regelbetriebes eines regionalen Verkehrsinformations- und Verkehrsmanagementsystems geht es somit um

- den Betrieb der zentralen Applikation (Applikationsserver),
- den Betrieb der WMS der einzelnen Content-Provider,
- Begleitung des Ausbaus in die Fläche und in die Tiefe.

Content-Provider

Bei einem Content-Provider handelt es sich um einen Verkehrsbetreiber, der seine Verkehrsinformationen in den regionalen Verkehrsinformations- und Verkehrsmanagementservice einbringt. Die Content-Provider behalten die Hoheit und Verantwortlichkeit über ihren eigenen Content (Daten, Informationen). Ein Content-Provider stellt seine Informationen über einen WMS, der einen festgelegten Satz von Informationsebenen (Layern) verkehrsbezogener Themenbereiche liefert, zur Verfügung. Der Aufbau der WMS ist Aufgabe der einzelnen Content-Provider.

Für die WMS gibt es verschiedene mögliche Betriebsmodelle (vgl. Kapitel 4.2.3). Die Verkehrsinformationen der einzelnen Kommunen, d. h. Ver-

kehrslagen, Baustelleninformationen, Umlenkungsempfehlungen und Veranstaltungen etc. im kommunalen Bereich, sind – falls vorhanden – an unterschiedlichen Stellen der Kommunen abgelegt. Jede beteiligte Kommune ist ein Content-Provider „Stadt“.

Die im Autobahnbereich anfallenden Verkehrsinformationen (autobahnrelevante Layer für das betrachtete Gebiet) liegen beim Autobahnbetreiber vor, die über dessen WMS in das System eingebracht werden können. Der Autobahnbetreiber fungiert somit als Content-Provider „BAB“.

Die bei einem Verkehrsbetrieb oder -verbund vorliegenden Informationen können über die von den Verkehrsunternehmen oder -verbänden zu betreibenden WMS in das System eingebracht werden. Jeder beteiligte Verkehrsbetrieb oder -verbund entspricht somit einem Content-Provider „ÖV“.

Weitere Informationen aus der betrachteten Region (z. B. zu Flughäfen, zum Radverkehrsnetz etc.) könnten zukünftig ebenfalls über entsprechende WMS eingebracht werden. Somit fungiert z. B. ein Flughafenbetreiber als ein Content-Provider „Flughafen“.

Letztlich werden weitere WMS eingesetzt, um vorhandene Raster- oder Vektorinformation als Bildhintergrund zur Verfügung zu stellen. Diese werden z. B. vom Content-Provider „Landesvermessungsamt“ bereitgestellt.

Zusätzlich zum Bereitstellen von Kartenlayern über WMS können die Content-Provider auch ihre Daten und Informationen als reine Objektinformationen über WFS für Service-Operatoren bereitstellen. Diese Service-Operatoren veredeln die „Rohdaten“ z. B. durch die Durchführung einer Datenfusion oder einer Prognose und treten dann ebenfalls als Content-Provider für diesen veredelten Content auf. Dieser Content kann dann wiederum über WMS als Kartenlayer für einen Verkehrsinformationssdienst bereitgestellt werden.

Betreiber der Applikation

Der Applikations-Server beinhaltet die Applikation (den „Client“), der in den Webbrowser „heruntergeladen“ wird. Die Applikation ist für die gesamte Interaktion mit dem Anwender zuständig, mit Ausnahme der Erzeugung der Kartenbilder und der Beschaffung der Information zu Einzelobjekten. Die Applikation weiß über die einzelnen WMS, von

denen sie bedient wird, Bescheid. Sie kennt insbesondere auch (vergrößert) deren geografische Gebietsabdeckung und kann es auf diese Weise vermeiden, Anfragen (Requests) an WMS weiterzuleiten, die nichts mit dem vom Benutzer ausgewählten Gebiet zu tun haben.

Ein einfaches Registrierungsverfahren, das durch einen besonderen „Administrations-Client“ implementiert werden kann, gestattet es dem Administrator des Applikations-Servers, zusätzliche WMS bekannt zu machen.

Die Applikation als Ganzes bedarf vor diesem Hintergrund einer pflegenden Stelle. Ihre Aufgaben bestehen darin, den Betrieb der Applikation zu gewährleisten, die Applikation zu pflegen und zu optimieren und die Integration weiterer Content-Provider in das System technisch und organisatorisch zu ermöglichen.

Für den Betrieb des Applikations-Servers sind folgende Aktivitäten erforderlich:

- Hosting und Pflege der Applikation,
- Sicherstellung der kontinuierlichen Datenversorgung durch Content-Provider (Überprüfung von Qualitätsszusagen),
- Einrichtung und Betrieb eines „Supportdesk“ für Content-Provider,
- Festlegung von Rahmenbedingungen (z. B. Anpassung OGC, Festlegung der Qualitätskriterien und der Verfahren zur Qualitätssicherung),
- organisatorische Abstimmung mit bestehenden und neuen Content-Providern,
- Durchführung des Anmeldeverfahrens neuer Content-Provider,
- Prüfung der Datenintegrität der neu angemeldeten Content-Layer.

Informations-Nutzer

Bei den Informations-Nutzern (Usern) ist zu differenzieren zwischen

- den informationssuchenden Bürgern (Endanwender),
- anderen Institutionen, die Verkehrsmanagement betreiben,
- den Content-Providern (Kommunen/Institutionen) selber, die integrierte Informationen für Ihren Bereich abrufen wollen,

- kommerziellen Verkehrsinformationsdiensten.

Technisch verbirgt sich hinter einem Informations-Nutzer in der Regel ein Webbrowser mit Zugriff auf das Internet. Organisatorisch ist ein Informations-Nutzer jeder beliebige Internet-Nutzer, der die angebotenen integrierten Informationen abrufen kann. Dabei ist zu klären, ob und unter welchen Randbedingungen Informationen für spezielle Anforderungen, z. B. für kommerzielle Dienste, auch kostenpflichtig bereitgestellt werden sollen.

4.2.3 Betriebskonzepte für ein zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsinformationsmanagement

Für die einzelnen Content-Provider bieten sich mehrere Betriebsmöglichkeiten an:

Modell A1

Diese Variante ist dadurch gekennzeichnet, dass ein eigener WMS aufgebaut und betrieben wird und somit CP und ISP in eigener Regie verbleiben. Über diesen WMS können neben verkehrsbezogenen auch weitere für den Bürger interessante Daten (Wirtschaft, Tourismus, Bürgerservice) für den eigenen Auftritt eingestellt werden. Weitere Merkmale des Modells sind die direkte Kopplung der kommunalen Subsysteme für die Übertragung dynamischer Daten sowie die Möglichkeit der Eingabe statischer Daten über angepasste Web-Applikation. Kommunikationskosten fallen nur intern an. Die Kosten für die Installation hängen vom Umfang der anzuschließenden Systeme, dem Grad der verkehrstechnischen Georeferenzierung der Kartengrundlage und den erwarteten Zugriffen ab. Diese Lösung kommt insbesondere für größere Content-Provider mit großer IT-Abteilung in Frage.

Modell A2

Wie Modell A1 mit eigenem CP, jedoch wird der Betrieb des WMS an kommerziellen ISP fremdvergeben (outgesourct). Dadurch können die Kosten für Hardware sowie die Bereitstellung von Fachpersonal für den Server-Betrieb eingespart werden. Hierbei ist z. B. die Nutzung des bereits vorhandenen ISP oder eines Rechenzentrums als ISP sinnvoll, auf dessen Hardware die WMS-Software installiert wird. Die Kopplung der kommunalen Subsysteme für die Übertragung dynamischer Daten erfolgt via ISDN-, DSL- oder sonstige IP-Verbindungen. Auch

bei diesem Modell besteht die Möglichkeit der Eingabe statischer Daten über angepasste Web-Applikation. Für beides fallen je nach Aktualisierung, Datenmenge und Verbindungsmodell Kommunikationskosten sowie Kosten für Bereitstellung und Betrieb eines Web-Servers bei einem Provider an. Diese Lösung bietet sich insbesondere für kleinere Content-Provider mit einer kleinen IT-Abteilung an.

Modell A3

Wie Modell A2, jedoch als komplette Outsourcing-Lösung: Hierbei übernimmt eine externe Firma die Einstellung der statischen oder halbstatistischen Daten (d. h. das CP) sowie das komplette Web-Providing (ISP) für eine Kommune/Institution. Diese Lösung ist für alle Content-Provider relevant, die zusätzliche Aufgaben mit den bestehenden Strukturen und IT-Ressourcen nicht übernehmen können bzw. wollen.

Modell B1

Regionale Provider-Lösung, bei der mehrere Kommunen/Institutionen sich zusammenschließen und gemeinsam in Eigenregie die Installation und den Betrieb des WMS (d. h. den Part des ISP) übernehmen. Die Sammlung semistatischer Daten mehrerer Kommunen/Institutionen über angepasste webbasierte Eingabesysteme (d. h. das CP) verbleibt weiterhin in der Hoheit jeder einzelnen Kommune/Institution. Die Kopplung der Subsysteme für die Übertragung dynamischer Daten wird via ISDN-, DSL- oder sonstige IP-Verbindungen realisiert. Für die gesamte Datenübertragung fallen je nach Aktualisierung, Datenmenge und Verbindungsmodell Kommunikationskosten an. Bei den Investitionskosten müssen das Web-Server-System sowie das webbasierte Eingabesystem nur einmal angeschafft werden; ansonsten gelten die Kosten wie bei Modell A1. Zudem sind das Handling des Contents sowie der Anschluss an die zentrale Applikation mit weniger Aufwand verbunden. Diese Lösung ist insbesondere für Content-Provider mit nur mittleren IT-Kapazitäten und im Wesentlichen semi-dynamischen Daten in Betracht zu ziehen.

Modell B2

Regionale Provider-Lösung wie bei Modell B1; jedoch wird der Part des ISP von einem kommerziellen Internet-Provider wahrgenommen. Hierdurch

werden wie beim Modell A2 die Kosten für Hardware sowie die Bereitstellung von Fachpersonal für den Server-Betrieb eingespart. Die Kosten für Bereitstellung und Betrieb eines Web-Servers bei einem Provider fallen jedoch beim Modell B2 nicht für jeden Partner separat an, sondern können auf alle verteilt werden. Ansonsten gelten die Ausführungen analog zu Modell B1.

Modell B3

Regionale Provider-Lösung wie bei Modell B2; jedoch als komplette Outsourcing-Lösung analog Modell A3. Diese Lösung könnte ggf. zum Modell C auf eine überregionale Struktur erweitert werden.

Modell C

Überregionaler/zentraler Ansatz: Zentrale Dienstleistungen zur Bereitstellung von Content und zum Betrieb von zentralen WMS für Content-Provider, die keine Datenbereitstellung und kein Hosting des WMS in eigener Verantwortung durchführen wollen oder können. Diese Lösung kommt vor allem für ländliche Regionen sowie für kleine Content-Provider ohne eigene IT-Abteilung in Frage.

Tabelle 4.2 gibt einen zusammenfassenden systematischen Überblick über die verschiedenen vorgestellten Modelle.

	ISP in Eigenregie CP in Eigenregie	Kommerzieller ISP CP in Eigenregie	Kommerzieller ISP Outsourcing CP
Kommunale Provider- Lösung	Modell A1	Modell A2	Modell A3
Regionale Provider- Lösung	Modell B1	Modell B2	Modell B3
Überregionaler/ zentraler Ansatz	Modell C		

Tab. 4.2: Betriebskonzepte für ein zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsinformationsmanagement [eigene Darstellung]

5 Aufbau und Betrieb eines Demonstrators in einem Testgebiet

5.1 Schritte zum Aufbau des Demonstrators

5.1.1 Ziel des Demonstrators

Das entwickelte Konzept zum Datenaustausch und zur Integration städtischer Verkehrsinformationen in ein regionales Verkehrsmanagement wurde im Rahmen eines Testgebietes prototypisch umgesetzt (Demonstrator) und anhand ausgewählter Informationsbereiche praktisch geprüft. Die exemplarische praktische Umsetzung wird dabei am Anwendungsbeispiel eines regionalen Verkehrsinformationsportals, welches dem Verkehrsteilnehmer Informationen zur Verfügbarkeit des Straßennetzes zur Verfügung stellt, demonstriert. Ziel der prototypischen Umsetzung ist es, Erfahrungen mit dem entwickelten Konzept in der Praxis zu sammeln sowie ein Feedback sowohl von den Nutzern als auch von potenziellen Betreibern zu erhalten.

5.1.2 Auswahl eines Testgebietes zum Aufbau des Demonstrators

Verschiedene potenzielle Testgebiete wurden anhand eines Kriterienkataloges hinsichtlich ihrer Eignung und der Rahmenbedingungen für einen Feldversuch analysiert. Hierbei wurden nachfolgende Kriterien herangezogen:

Datenverfügbarkeit

- Verkehrswarndienstmeldungen,
- Baustellen, Ereignisse,
- Parkdaten,
- Verkehrslagedaten städtisch und Verkehrslagedaten übergeordnetes Netz,
- referenzierte Karte (Netzmodell),
- Strategien (Umleitungen).

Organisatorische Rahmenbedingungen

- Datenüberlassungen für den Pilotbetrieb,
- technischer Zugang zu den Daten (Datenzugriff),
- regionaler Kontext (Stadt/Umlandkommunen/Region),

- betriebliche Unterstützung,
- Synergieeffekte und weitere Entwicklungsmöglichkeiten.

Nach Analyse der Rahmenbedingungen wurde in Abstimmung mit dem Projektträger entschieden, die Umsetzung des Demonstrators in der Städtereion Aachen vorzusehen. In einem Testfeld Aachen konnte auf bestehende Vorarbeiten aufgebaut werden. So konnte die Umsetzung des Demonstrators unter Nutzung des bereits bestehenden Aachener Testfeldes zur Validierung und Qualitätsbewertung neuer Verfahren und Systeme des Verkehrswesens, welches vom AixTRA e. V.²³ zur Verfügung gestellt wird, erfolgen. Der AixTRA e. V. verfügt über Kontakte und Kooperationen mit dem Ministerium für Bauen und Verkehr des Landes NRW als Verkehrsdatenprovider auf Landesebene und hat das Projekt unterstützt. Im Rahmen des AixTRA e. V. wurden anlässlich der Weltreiterspiele 2006 in Aachen bereits erste Erfahrungen für ein integriertes Datenmanagement- und Informationskonzept mit dem Themenschwerpunkt „Veranstaltungsparken“ gesammelt.

Weiterhin ergaben sich Synergieeffekte durch das in der Städtereion Aachen laufende Projekt simoKIM²⁴. Ziele von simoKIM sind die Steigerung von Effektivität (Ziel/Mittel-Einsatz) und Effizienz (Input/Output-Verhältnis) beim Management kommunaler Straßeninfrastrukturen durch eine Integration interorganisatorisch verteilter Informationen sowie durch den Einsatz mobiler und vor allem sicherer

IT-Lösungen. Das Zusammenspiel aller relevanten Organisationen (Ämter, kommunale Betriebe, Energieversorger usw.) und (mobilen) Akteure für alle relevanten Straßenobjekte soll reibungslos und ohne Medienbrüche funktionieren. Um diese interorganisatorischen und mobilen elektronischen Geschäftsprozesse zu ermöglichen, sollen im Rahmen von simoKIM nicht nur fortschrittliche Mobil- und Sicherheitstechnologien eingesetzt, sondern vor allem eine zukunftsweisende und übertragbare Systemarchitektur entwickelt und umgesetzt werden.

Als federführender Partner in simoKIM unterstützte die regio iT Aachen Gesellschaft für Informationstechnologie mbH die praktische Umsetzung des entwickelten Datenmanagementsystems im Rahmen der Demonstrationsanwendung in der Region Aachen als IT-Dienstleister aktiv. Die regio iT GmbH betreibt die IT-Infrastruktur in der Stadt und Region Aachen und konnte bestehende Kontakte zur Stadt Aachen sowie den Kommunen des Kreises Aachen einbringen.

5.1.3 Beteiligte Kommunen und verfügbare Datenquellen

Im Testgebiet Region Aachen konnten mit der Stadt Aachen (260.000 EW), der Stadt Eschweiler (56.000 EW) und der Gemeinde Roetgen (8.000 EW) drei Kommunen mit unterschiedlichen Rahmenbedingungen (Größe/Einwohnerzahl, Komplexität der Verwaltungsstruktur, Ausgangslage und Ausstattung im Hinblick auf das Aufgabenfeld Verkehrsmanagement) zur praktischen Unterstützung des Pilotbetriebes des Demonstrators gewonnen werden. Bild 5.1 gibt einen Überblick über die räumliche Lage der beteiligten Kommunen.

Mit den interessierten Kommunen wurden im Rahmen des Aufbaus des Demonstrators zahlreiche Gespräche geführt. Ziel der Gespräche war zum

²³ AixTRA e. V.: Der Aachener Verein zur Nutzensteigerung im Verkehrs- und Transportwesen ist das Branchencluster Verkehr am Technologiestandort Aachen (www.aixtra.org).

²⁴ SimoKIM: „Sicheres und mobiles kommunales Infrastrukturmanagement am Beispiel der Straße“ (www.simokim.de), gefördert vom BMWi im Förderschwerpunkt SimoBIT

Gebietskörperschaft	Organisationseinheit	fachlicher Schwerpunkt
Stadt Aachen	Verkehrstechnik/Verkehrsmanagement	Verkehrslage, Parken
	Straßenunterhaltung	Straßenbaumaßnahmen
	Straßenverkehr und Sondernutzungen	Sondernutzungen
Stadt Eschweiler	Tiefbauamt	Straßenbaumaßnahmen
	Ordnungsamt	Sondernutzungen
Gemeinde Roetgen	Bauamt	Straßenbaumaßnahmen, Aufbrüche, Sondernutzungen

Tab. 5.1: Überblick über beteiligte Organisationseinheiten

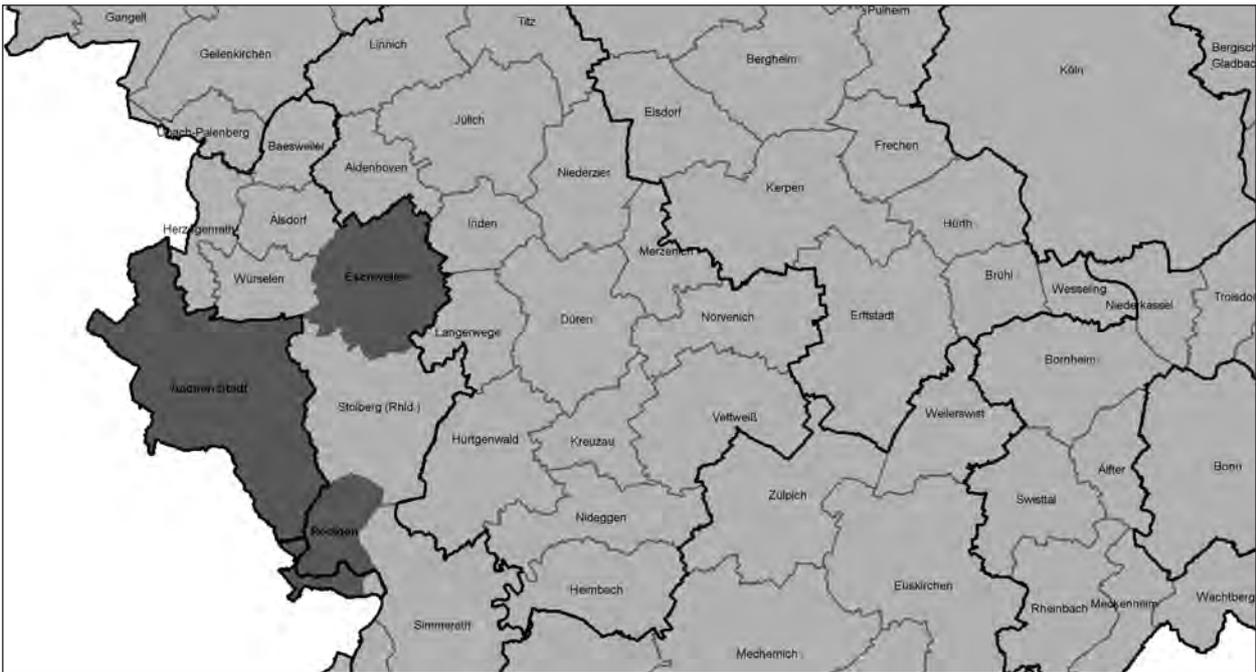


Bild 5.1: Räumliche Lage der beteiligten Kommunen [eigene Darstellung]

einen die Identifikation der für den Demonstrator relevanten Datenbestände, deren technische Erschließbarkeit sowie der kommunalen Zuständigkeiten (einzubeziehende Organisationseinheiten, zuständige Mitarbeiter). Weiterhin wurde im Rahmen dieser Abstimmungsgespräche der Aufbau des Demonstrators und der zu implementierenden Softwaretools (Funktionalitäten, Benutzeroberfläche) mit den beteiligten Akteuren in mehreren Iterationsschritten diskutiert. Hierbei wurden zahlreiche Anregungen und Wünsche aus dem praktischen Betrieb aufgenommen und – soweit im Rahmen des Vorhabens realisierbar – bei der Implementierung des Demonstrators berücksichtigt.

Tabelle 5.1 zeigt die bei den beteiligten Kommunen involvierten Organisationseinheiten mit den jeweiligen fachlichen Schwerpunkten, die für den Demonstrator zum Aufbau eines regionalen Verkehrsinformationsportal relevant sind.

Zum Aufbau des Demonstrators stehen folgende Datenquellen zur Verfügung:

Städtische Verkehrslage

Die Stadt Aachen betreibt in ihrem Hauptstraßennetz in besonders kritischen Bereichen Erfassungspunkten, aus deren Messwerten innerhalb des städtischen Verkehrsmanagementsystems Verkehrslageinformationen ermittelt werden. Die aktuellen Verkehrslagedaten (LOS) stehen über den Ver-

kehrsrechner der Stadt Aachen für die neuralgischen Streckenabschnitte im städtischen Straßennetz zur Verfügung. Die aktuellen Verkehrslagedaten werden aus dem Verkehrsrechner der Stadt Aachen über eine proprietäre Dateischnittstelle in einem XML-Format bereitgestellt. Diese Datensätze enthalten auch Informationen zu den Geometrien der Verkehrslagesegmente. Da der Verkehrsrechner der Stadt Aachen keine OGC-konforme Schnittstelle bereitstellt, müssen die Verkehrslagedaten zunächst aus der Fachapplikation über eine zu schaffende Schnittstelle in die OGC-konforme Systemumgebung des Demonstrators integriert werden.

In den Kommunen Eschweiler und Roetgen stehen keine Verkehrslageinformationen aus automatischer Erfassung zur Verfügung.

Parkdaten

Die Stadt Aachen betreibt ein umfassendes Parkleitsystem und einen Parkleitreechner. Aktuelle Belegungsdaten der am Parkleitsystem der Stadt Aachen angeschlossenen Parkierungseinrichtungen stehen über den Verkehrsrechner der Stadt Aachen zur Verfügung. Die aktuellen Parkbelegungsdaten werden aus dem Verkehrsrechner der Stadt Aachen über eine proprietäre Dateischnittstelle in einem XML-Format bereitgestellt. Da der Verkehrsrechner der Stadt Aachen keine OGC-kon-

forme Schnittstelle bereitstellt, müssen die Parkdaten zunächst aus der Fachapplikation über eine zu schaffende Schnittstelle in die OGC-konforme Systemumgebung des Demonstrators integriert werden.

In den Kommunen Eschweiler und Roetgen stehen keine Belegungsdaten für Parkierungseinrichtungen aus automatischer Erfassung zur Verfügung.

Baustellen, Aufbrüche, Sondernutzungen

Die Verfügbarkeit des Straßennetzes wird insbesondere durch kapazitätsreduzierende Maßnahmen wie Straßenbaumaßnahmen, Aufbrüche oder Sondernutzungen im Straßenraum (z. B. veranstaltungsbedingte Sperrungen, Aufstellen eines Krans im Fahrbahnbereich etc.) beeinträchtigt. Aufgrund des Schwerpunktes „Netzverfügbarkeit“ des Demonstrators sollten diese Informationen möglichst von allen beteiligten Kommunen zur Verfügung gestellt werden. Da entsprechende Informationen zu kapazitätsbeeinflussenden Maßnahmen in keiner

der beteiligten Kommunen in geeigneter Form digital zur Verfügung standen, wurde ein Webbrowser-basierter Client zur Eingabe und Verwaltung von Maßnahmen (kommunale Straßenbaumaßnahmen, Aufbrüche, Sondernutzungen) entwickelt, den beteiligten Kommunen zur Verfügung gestellt und Softwareschulungen der Mitarbeiter der beteiligten Fachabteilungen durchgeführt.

Über eine Eingabemaske können Maßnahmen mit ihren Eigenschaften in ein datenbankgestütztes Maßnahmenkataster eingegeben und verwaltet werden. Zu den Maßnahmen können verwaltungsinterne Angaben (Beschreibung, Zuständigkeiten, Ansprechpartner in der Verwaltung, beim Antragsteller und bei der ausführenden Firma), Angaben zur zeitlichen Gültigkeit von Maßnahmen, zur Verortung sowie zu verkehrlichen Auswirkungen (Angaben zur Verkehrsführung im Maßnahmenbereich, zu erwartende verkehrliche Beeinträchtigungen und Umleitungsempfehlungen) verwaltet werden (Bild 5.2).

The screenshot shows the 'Almo Event' web application in Mozilla Firefox. The main form is titled 'Almo Event' and includes a menu with 'Datei', 'Maßnahme', 'Ansicht', and 'Hilfe'. The 'Eigenschaften' tab is active, displaying the following fields:

- Bezeichnung/Aktenzeichen: Hehrather Straße
- Maßnahme Beginn *: 03.05.2009 von Uhrzeit *: 00:00
- Maßnahme Ende *: 30.11.2009 bis Uhrzeit *: 00:00
- Mekdatum: 03.05.2009
- Abnahmedatum:
- Kommentar/Beschreibung *: Sperrung von Nordstraße bis Franz-Liszt-Straße
- Abteilung Kommune: Stadt Eschweiler
- Kontakt Kommune: Herr [REDACTED]
- Veranlasser/Leitungsträger: Stadt Eschweiler
- s. o.:
- Kontakt Veranlasser:
- Ausführende Firma: Sonstige/Privat
- Kontakt ausführende Firma:
- Planungsstatus: in interner Planung
- Bearbeiter: eschweiler

The status bar at the bottom indicates 'Angemeldet als : mmt' and 'Select: Hehrather Straße'.

Bild 5.2: Eingabemaske zur Verwaltung kommunaler Maßnahmen – Maßnahmeneigenschaften [eigene Darstellung]

Die Verortung der Maßnahmen kann dabei entweder auf ein logisches Netz (Knoten-Kanten-Modell) oder alternativ in einem Kartenfenster über eine digitale Hintergrundkarte erfolgen (Bild 5.3).

Die in der Datenbank des kommunalen Maßnahmenkatasters gespeicherten Maßnahmen werden mit ausgewählten zur Veröffentlichung geeigneten Attributen über eine OGC-konforme WMS-Schnittstelle bereitgestellt. Neben der Aufgabe, relevante kommunale Maßnahmen für das regionale Verkehrsinformationsportal bereitzustellen, kann die Applikation des kommunalen Maßnahmenkatasters auch innerhalb der Verwaltung zur abteilungsübergreifenden Koordinierung von Maßnahmen (z. B. zwischen Bauhof, Ordnungsamt und Verkehrsmanagementabteilung) eingesetzt werden. Da im Kartenfenster der Applikation über die WMS-Technolo-

gie auch Kartenlayer und Featureinformationen zu kommunalen Maßnahmen der Nachbarkommunen verfügbar sind, kann mit der Applikation darüber hinaus auch eine kommunenübergreifende Koordinierung von Maßnahmen unterstützt werden.

Tabelle 5.2 gibt einen zusammenfassenden Überblick über die verfügbaren Dateninhalte für die am Demonstrator beteiligten Kommunen.

Straßennetzdaten

Verkehrsznetzdaten werden insbesondere zur Verortung von Maßnahmen im kommunalen Maßnahmenkataster benötigt. Im Rahmen des Aufbaus des Demonstrators stehen für das übergeordnete Straßennetz hierzu Netzdaten aus der Straßeninformationsdatenbank Nordrhein-Westfalen (NW SIB) zur Verfügung. Diese enthält jedoch nur Netzdaten für das klassifizierte Straßennetz. Für den kommunalen Bereich sind nur sehr lückenhaft geeignete Netzdaten verfügbar. So stand für den betrachteten Bereich lediglich für einen Teil der beteiligten Gemeinden ein geeignetes detaillierter kommunales Netzmodell (logisches Knoten-Kanten-Modell mit Geometrien und Straßennamen) zur Verfügung. Für andere Bereiche sind dagegen derzeit z. T. keine geeigneten kommunalen Netzdaten verfügbar. Um diesen heterogenen Rahmenbedingungen gerecht zu werden, musste eine flexible Verortungsmöglichkeit vorgesehen werden: Durch Zusammenführung und Fusion des übergeordneten NWSIB-Netzes mit den verfügbaren kommunalen

	Stadt Aachen	Stadt Eschweiler	Gemeinde Roetgen
Baustellen	(X)*	X	X
Aufbrüche	(X)*		X
Sondernutzungen	(X)*	X	X
Verkehrslage (LOS)	X		
Parkinformationen	X		

* keine Dateneingabe durch die Kommune während des Testbetriebs

Tab. 5.2: Überblick über Datenquellen und beteiligte Kommunen

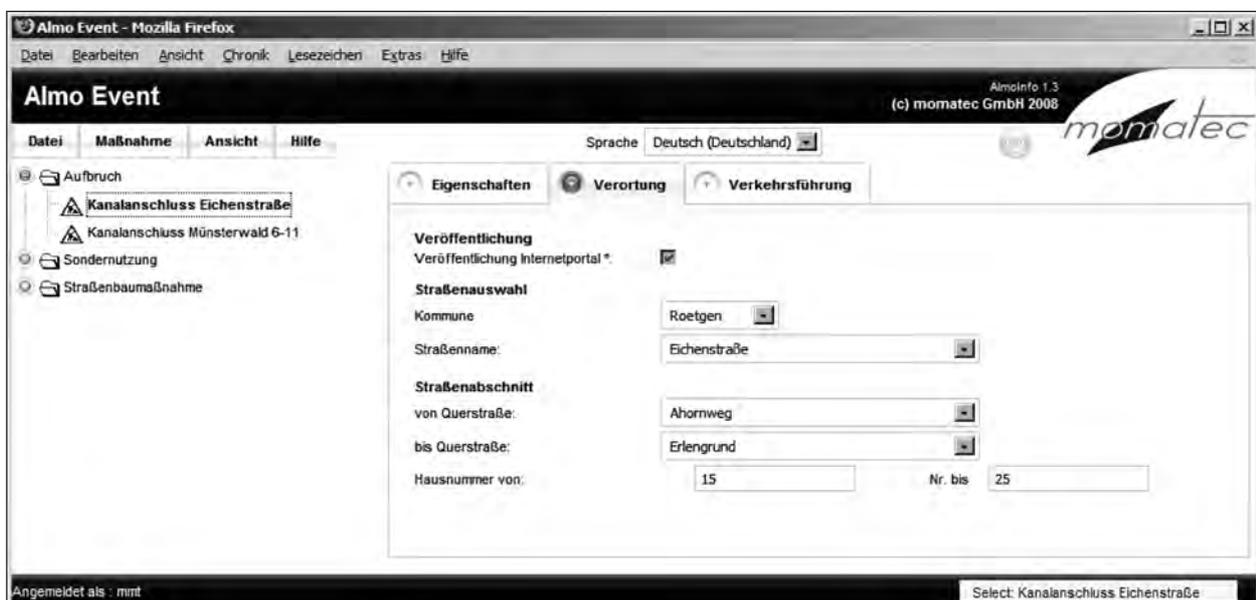


Bild 5.3: Eingabemaske zur Verwaltung kommunaler Maßnahmen – Verortung [eigene Darstellung]

Netzen wurde ein gemeinsames regionales Netzmodell geschaffen, welches in den versorgten Bereichen eine „logische“ Verortung von Maßnahmen auf einen gemeinsamen Netzbezug gestattet. Für räumliche Bereiche ohne detaillierte Netzdaten wurde eine alternative „grafische“ Verortungsmöglichkeit durch eine Referenzierung über Koordinaten (Geometrie) auf einer Hintergrundkarte geschaffen.

Weitere Datenquellen

Darüber hinaus stehen Verkehrslageinformationen (Verkehrswarndienstmeldungen) für das übergeordnete Fernstraßennetz für das Land Nordrhein-Westfalen über einen WMS zur Einbindung in den Demonstrator zur Verfügung. Weiterhin steht über einen WMS der Bezirksregierung Köln, Abteilung 7 – Geobasis NRW (vormals Landesvermessungsamt NRW) digitales Kartenmaterial (DTK25) zur Einbindung als Hintergrundkartenlayer in den Demonstrator zur Verfügung.

5.2 Aufbau und Betrieb des Demonstrators

Bild 5.4 zeigt die realisierte Systemarchitektur des Demonstrators.

Kommunale Maßnahmen (Straßenbaumaßnahmen, Aufbrüche, Sondernutzungen) werden von den Fachabteilungen der drei beteiligten Kommunen über webbrowsersbasierte Clients eingegeben, in den Datenbanken der Applikationen „kommunales Maßnahmenkataster“ verwaltet und über einen OGC-konformen WMS veröffentlicht. Bei den Applikationen „kommunales Maßnahmenkataster“ handelt es sich somit um Fachapplikationen, die einen direkten Zugriff über OGC-konforme WMS-/WFS-Schnittstellen unterstützen.

Aktuelle Verkehrslagedaten und Parkhausbelegungsdaten sind auf dem kommunalen Verkehrsrechner der Stadt Aachen verfügbar. Da der Verkehrsrechner keine OGC-konforme Schnittstelle bereitstellt, müssen diese Daten zunächst aus der Fachapplikation in eine OGC-konforme Systemumgebung integriert werden. Hierzu wurden im Rahmen des Aufbaus des Demonstrators entsprechende Konverterschnittstellen implementiert. Hierbei werden die Verkehrslagedaten und Parkhausbelegungsdaten vom Verkehrsrechner über eine proprietäre Schnittstelle als XML-Datei bereitgestellt und mittels eines neu geschaffenen Importmoduls in die Geodatenbank eines OGC-konformen Verkehrsdatenservers importiert. Da die vom Verkehrsrechner übergebenen Datensätze auch Koordinateninformationen zu den Verkehrslagesegmenten

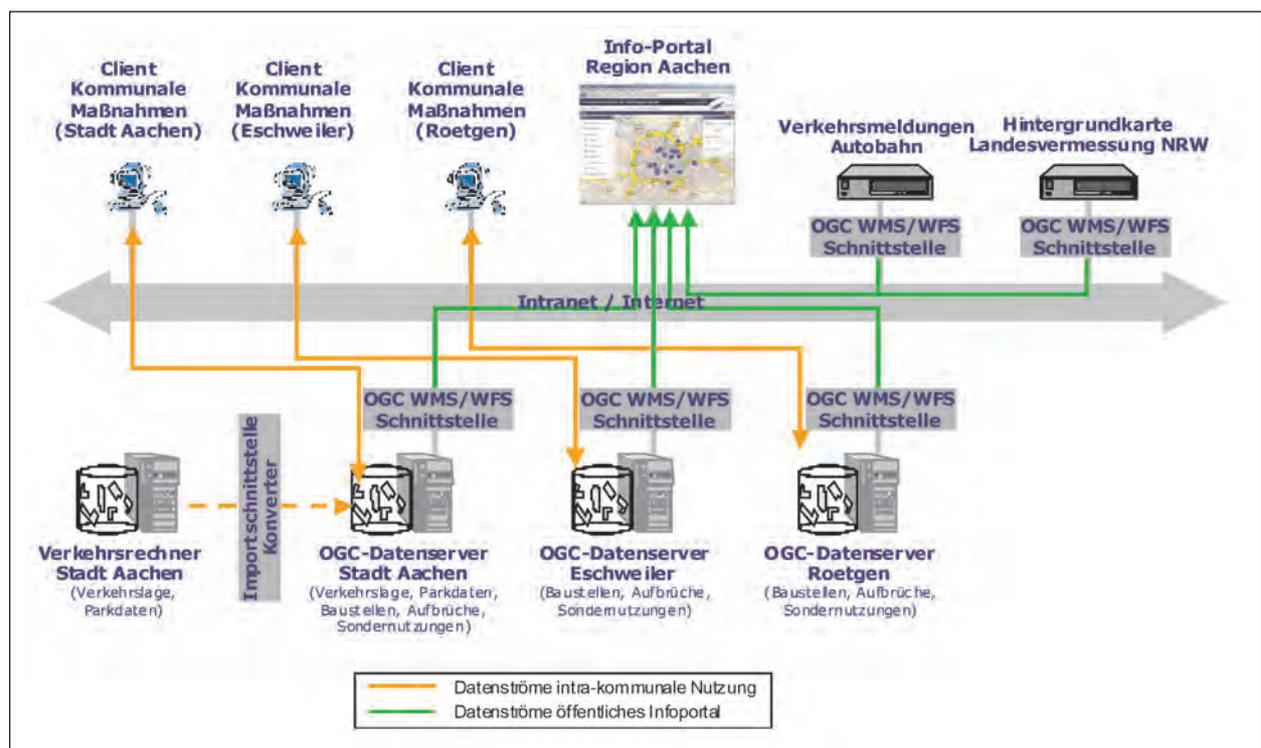


Bild 5.4: Systemarchitektur des Demonstrators [eigene Darstellung]

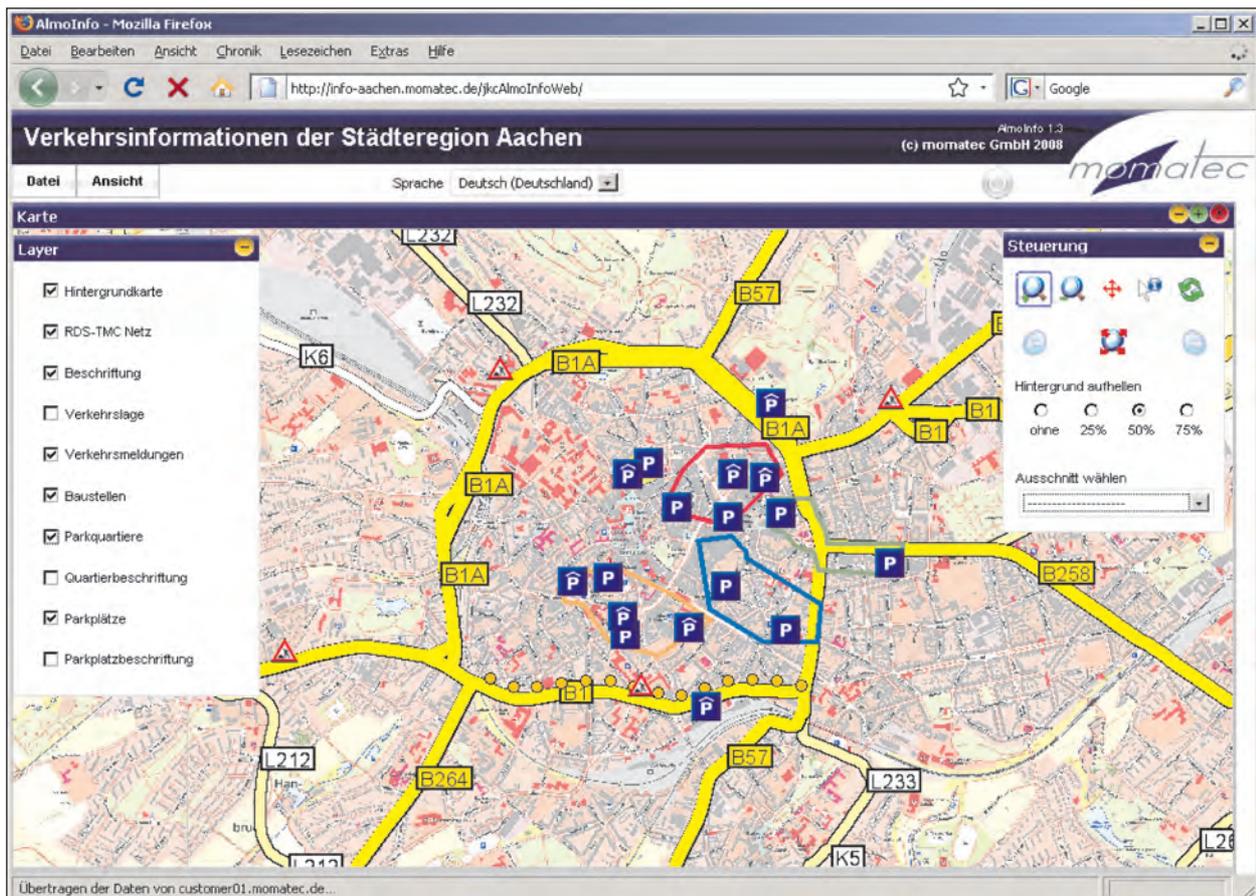


Bild 5.5: Screenshot Demonstrator „Infoportal Verkehrsinformation in der Städteregion Aachen“ [eigene Darstellung]

enthalten, können in der Geodatenbank des Verkehrsdatenservers auch die Geometrien der Objekte erzeugt und abgelegt werden. Der Verkehrsdatenserver veröffentlicht die importierten Daten über einen OGC-konformen WMS, sodass die Verkehrslageinformationen und die Parkhausdaten den Applikationen des Demonstrators über OGC-konforme Zugriffsmechanismen zur Verfügung stehen.

Die Applikation des regionalen Verkehrsinformationsportals fragt die WMS der kommunalen Maßnahmenkataster (Baustellen, Aufbrüche, Sondernutzungen) und des kommunalen Verkehrsdatenservers (Verkehrslage, Parkdaten) ab und überlagert die gelieferten Kartenlayer in einem Client. Zusätzlich werden ein Kartenlayer mit Verkehrsmeldungen vom übergeordneten Straßennetz sowie ein Hintergrundkartenlayer von weiteren externen WMS abgefragt und dem Benutzer dargestellt (Bild 5.5).

Über eine Layersteuerung kann der Anwender die verschiedenen OGC-Kartenlayer ein- bzw. ausblenden. Weiterhin sind Werkzeuge zur Naviga-

tion im Kartenfenster (Hereinzoomen, Herauszoomen, Zurücksetzen auf den initialen Kartenausschnitt, Selektionsmöglichkeit voreingestellter Kartenausschnitte für die beteiligten Kommunen, Helligkeitssteuerung der Darstellung der Hintergrundkarte) verfügbar.

Über „GetMapFeature“-Requests können vom Client des Verkehrsinformationsportals detaillierte Informationen zu Baustellen und Maßnahmen, Parkeinrichtungen und Verkehrsmeldungen von den jeweiligen WMS abgerufen werden. Hierzu klickt der Benutzer nach Auswahl des „Info“-Werkzeugs mit der Maus auf ein beliebiges Objekt im Kartenfenster. Die Applikation fragt über „GetMapFeature“-Requests anhand der Klickkoordinaten Featureinformationen von den relevanten WMS an. Die angefragten WMS liefern die entsprechenden Featureinformationen an die Applikation zurück, sofern unter den angefragten Klickkoordinaten entsprechende Objekte gefunden werden. In der Applikation des Verkehrsinformationsportals werden die von den WMS zurückgelieferten Featureinformationen dem Anwender in einem Pop-up-Fenster dargestellt.



Bild 5.6: Screenshot Featureinformationen zu Baustellen, Aufbrüchen, Sondernutzungen [eigene Darstellung]

Bild 5.6 zeigt die nach Mausclick auf ein Baustellensymbol vom WMS eines kommunalen Datenservers (hier Applikationen „kommunales Maßnahmenkataster“ der Stadt Aachen) gelieferten Baustelleninformation. Über den Mechanismus können prinzipiell beliebige in der Applikationen „kommunales Maßnahmenkataster“ zu einer Maßnahme gespeicherte Informationen an die aufrufende Applikation übergeben werden. Im vorliegenden Fall werden eine textliche Beschreibung der Maßnahme, Informationen zur Dauer der Maßnahme (Beginn, Ende) sowie Informationen über zu erwartende Verkehrsbeeinträchtigungen und Umleitungsempfehlungen im Client dargestellt. Bild 5.7 zeigt die nach Mausclick auf ein Parkhausymbol vom WMS des OGC-Datenservers für die Stadt Aachen gelieferten Parkinformationen. Es werden neben statischen Informationen (wie unter anderem dem Namen der Parkeinrichtung und den zugehörigen Parkquartier) auch die aktuellen dynamischen Daten (aktuelle Anzahl freier Plätze, aktuelle Kapazität der Einrichtung sowie eine Belegungstendenz als Trend) im Client dargestellt.

In Bild 5.8 ist die Featureinformation zu Störungsmeldungen aus dem übergeordneten Straßennetz dargestellt. Nach Mausclick auf ein Verkehrsmeldungssymbol in der Karte liefert der externe OGC-konforme WMS „Verkehrslage Autobahn“ die unter

den übergebenen Klickkoordinaten gefundenen Informationen zu Verkehrs- und Störungsmeldungen. Hierbei werden – analog zu RDS-TMC-Meldungen Informationen über die Lage des Störfalles (Straßenbezeichnung, Fahrtrichtung, relevante Anschlussstellen) sowie eine textliche Beschreibung und weitergehende Attribute (z. B. Staulänge) übergeben und im Client dargestellt.

Über den gleichen Mechanismus wie bei der überlagerten Darstellung im Client des Verkehrsinformationsportals können sämtliche Informationen auch in den Kartenclients der Applikationen der kommunalen Maßnahmenkataster zur Verfügung gestellt werden, sodass sie zur intrakommunalen Abstimmung von Maßnahmen zwischen den verschiedenen beteiligten Fachabteilung oder auch zur kommunenübergreifenden Abstimmung im Rahmen eines regionalen Verkehrsmanagements zur Verfügung stehen.

Durch Einbindung weiterer WMS/WFS können prinzipiell beliebige weitere Informationslayer sowohl in ein regionales Informationsportal (z. B. Radrouteninformationen, touristische Informationen) als auch in entsprechende Fachapplikationen (z. B. Unfalldaten und Verkehrsmengendaten für planerische Zwecke) integriert werden.



Bild 5.7: Screenshot Featureinformationen „aktuelle Parkhausbelegungen aus dem Verkehrsrechner der Stadt Aachen“ [eigene Darstellung]



Bild 5.8: Screenshot Featureinformationen zu Störungsmeldungen aus dem übergeordneten Straßennetz [eigene Darstellung]

6 Evaluation des Konzeptes und Ableitung der erforderlichen Weiterentwicklungen

Um Informationen zu Erfahrungen mit dem Demonstrator und zur Weiterentwicklung des Konzeptes hinsichtlich der erforderlichen organisatorischen und technischen Rahmenbedingungen für ein betreiberübergreifendes Verkehrsinformationsportal zu ermitteln, wurde eine Nutzer-Evaluation durchgeführt. Die Evaluation beschränkte sich dabei auf die am Pilotprojekt teilnehmenden Kommunen, die über einen individuellen Zugang die Handhabung und Einsetzbarkeit des Demonstrators über einen Zeitraum von ca. vier Wochen testen konnten. Eine öffentliche Nutzung des Informationsportals durch Verkehrsteilnehmer war in der Testphase nicht vorgesehen, zum einen aufgrund der erforderlichen Erprobung des Systems und zum anderen aufgrund der zu diesem Zeitpunkt noch lückenhaften Informationsbereitstellung innerhalb des Portals.

6.1 Evaluationskonzept und Ergebnisse

Neben den Ergebnissen aus der eigentlichen Befragung wurden auch die Erkenntnisse aus den zahlreichen Vorgesprächen, die mit den Kommunen von Beginn des Projektes an durchgeführt wurden, zur Ableitung der erforderlichen Weiterentwicklungen berücksichtigt. Aufgrund der hohen Arbeitsbelastung in den Kommunen und der Sorge vor zusätzlicher Mehrbelastung waren die anfänglichen Reaktionen auf die Unterstützungsmöglichkeit im Forschungsprojekt teilweise recht verhalten. Den Kommunen wurden daher das Gesamtziel des Projektes und die Anwendungsmöglichkeiten des Demonstrators dargestellt, sodass der Nutzen des Demonstrators verständlicher wurde und sich insgesamt die Einstellung zur Beteiligung verbesserte. Des Weiteren hatten die Kommunen so die Möglichkeit, ihre Wünsche bezüglich der Funktionen des Demonstrators zu äußern, sodass diese beim Aufbau berücksichtigt werden konnten. Neben den Wünschen wurden auch die vorhandenen Datenquellen der Verkehrsinformationen und die zugehörigen Ansprechpartner erfasst. Da die Kontaktaufnahme zu den Ansprechpartnern über den Auftragnehmer des Projektes erfolgte, entstand den Kommunen in diesem Zusammenhang kein zusätzlicher Arbeitsaufwand. Die Gespräche mit den Kommunen dienten auch dazu, die Kommunen re-

gelmäßig über den Status der Entwicklungen zu informieren und die Funktionsfähigkeit des Systems auf externen Clientrechnern zu testen.

Die Erfahrungen mit der gewünschten Einbindung der Kommunen über den gesamten Verlauf des Projektes verdeutlichten nochmals die Notwendigkeit der engen Beteiligung der Kommunen in die Projektentwicklung. Durch eine kontinuierliche Informierung und Einbindung der Kommunen mit Hilfe der Vielzahl an durchgeführten Gesprächen konnten die städtischen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter zur Erprobung des Systems motiviert werden.

Im Rahmen der Befragung wurden die Kommunen im Schwerpunkt zu ihren Erfahrungen mit der Dateneingabe sowie der Datenorganisation (Beschaffung, Koordinierung, Pflege, Freigabe etc.) und zu ihren Einschätzungen bzgl. der Einbindungsmöglichkeit des Demonstrators in verschiedene Arbeits- und Verwaltungsprozesse befragt. Da nur ein eingeschränkter Personenkreis in der Pilotphase auf das System zugreifen konnte, wurde auch nur dieser Personenkreis zur Anwendung des Systems befragt. Die Ergebnisse sind daher in keinem Fall repräsentativ, sondern ermöglichen lediglich Hinweise auf evtl. Probleme bzw. Schwierigkeiten, aus denen der Weiterentwicklungsbedarf abgeleitet wird. Die Auswertung der erhobenen Daten erfolgte daher rein qualitativ beschreibend.

Die Evaluation bei den Kommunen teilte sich in zwei Bereiche auf:

- Befragung der Kommunen als Datenlieferant (→ Erkenntnisse zur Dateneingabe) sowie
- Befragung der Kommune als Systemnutzer (→ Erkenntnisse zur Nutzung der Daten, intern sowie extern).

Befragung der Kommunen als Datenlieferant

Da in jeder Kommune jeweils nur ein bis zwei Personen mit der Dateneingabe für das System betraut waren, konnten gezielt Interviews mit den zuständigen Personen durchgeführt werden, um so evtl. Unklarheiten oder Verständnisprobleme direkt klären zu können.

Aufgrund dessen, dass die Dateninformationen ausschließlich über die Eingabemaske in das System eingepflegt werden, wurden in diesem Zusammenhang auch nur Fragen zur Eingabemaske gestellt und damit die Erfahrungen mit dem System

bzgl. der nachfolgenden Bereiche evaluiert: Datenquellen, Informationsart, Bedienbarkeit/Handling, Ergänzungs-/Erweiterungsbedarf, Integrationsmöglichkeiten des Systems in Verwaltungsprozesse sowie Einschätzung des Nutzens aus Verwaltungssicht.

Befragung der Kommunen als Systemnutzer (intern und/oder extern)

Das System ist so aufgebaut, dass es von den Kommunen sowohl für interne Prozesse (z. B. Abstimmung), d. h., verschiedene Abteilungen einer Kommune können auf die zugehörigen Daten zugreifen (interne Datennutzung), als auch für zuständigkeitsübergreifende Abstimmungs- und Verwaltungsprozesse (externe Datennutzung) verwendet werden konnte. Beides ist durch die Nutzung des Informationsportals bzw. über die Kartendarstellung innerhalb der Eingabemaske theoretisch möglich.

Im Rahmen des Testbetriebes war zur Erprobung des Systems nur ein sehr eingeschränkter Mitarbeiterkreis in den Kommunen mit der Systemanwendung beauftragt, weshalb die interne und externe Systemnutzung nicht wirklich unter realen Aspekten durchgeführt werden konnte. Durch gezielte Interviews wurden aber die Einschätzungen der Mitarbeiter zur Einbindung des Systems in die internen und externen Verwaltungsprozesse erfasst. Hierzu wurden die nachfolgenden Aspekte evaluiert: Einsetzbarkeit und Nutzen des Systems im Rahmen von Verwaltungsprozessen und interkommunaler Zusammenarbeit, Bedienbarkeit/Handling, Ergänzungs-/Erweiterungsbedarf sowie Einschätzung des Nutzens aus Verwaltungssicht.

6.1.1 Organisatorische Aspekte

Wie bereits in Kapitel 5.1.3 beschrieben, wurde im Rahmen des Pilotprojektes darauf geachtet, Kommunen unterschiedlicher Größe in den Demonstrator mit einzubinden. Durch diverse Besprechungstermine mit den teilnehmenden Kommunen und durch die Evaluation wurde diesbezüglich nochmals deutlich, dass die Kommunen sich nicht nur hinsichtlich ihrer Größe unterscheiden, sondern auch Unterschiede in der Komplexität der Verwaltungsstruktur, der Aufgabenverteilung sowie der anfallenden Maßnahmenmenge aufweisen. Hieraus ergeben sich verschiedene Zuständigkeiten innerhalb der Kommunen. Zusätzlich sind noch andere Akteure – wie z. B. Leitungsträger oder Versorger – im Bereich des kommunalen Baustellenmanage-

ments mit zu berücksichtigen. Im Rahmen des Pilotprojektes und der dort integrierten verkehrsbezogenen kommunalen Maßnahmen konnten folgende Zuständigkeiten der Verwaltung festgestellt werden:

- Straßenbaumaßnahmen (Bauamt, städtischer Bauhof, Planungsamt),
- Aufbrüche (Leitungsträger, Versorger),
- Sondernutzungen (Ordnungsamt).

Aufgrund der Vielzahl beteiligter Stellen ergab sich im Vorfeld und während der Einführung eines Systems zum zuständigkeitsübergreifenden Management von Verkehrsdaten und Informationen ein hoher Abstimmungsbedarf, der auch im Projekt durch die Vielzahl der stattgefundenen Vortreffen bei den Kommunen zum Ausdruck kam.

Im Hinblick auf die Datenqualität (Vollständigkeit, Aktualität) ist es erforderlich, dass eindeutige Zuständigkeiten geklärt sind, wer die Daten zu welchem Zeitpunkt mit welchen Informationen in das System einpflegt. Ohne festgelegte Zuständigkeiten ergeben sich unnötige Abstimmungsprobleme, wodurch wiederum Missverständnisse hervorgerufen werden können. Generell liegt die Verantwortung beim Eigentümer der Daten, d. h., werden Informationen von extern in den Demonstrator eingebunden, bleibt die Zuständigkeit hinsichtlich der Vollständigkeit und der Aktualität beim externen Datenlieferanten. Zusätzlich sollte intern für jede Maßnahme eine verantwortliche Person bestimmt und mit dieser verknüpft werden. Über eine solche Zuordnung können die anschließenden Kommunikationsschritte (z. B. Verschickung einer Erinnerungsmeldung) über das System abgewickelt werden.

6.1.2 Technische Aspekte

Nachfolgend sind technische und funktionale Aspekte aufgeführt, welche im Rahmen der Evaluation des prototypischen Demonstrators dokumentiert wurden:

- Systemantwortzeiten

Die am Testbetrieb teilnehmenden Kommunen berichteten über teilweise lange Antwortzeiten des Systems, insbesondere bei Verwendung der Eingabemaske für kommunale Maßnahmen (Baustellen, Aufbrüche, Sondernutzungen). Dies begründet sich im Wesentlichen durch den auf den Clientrechnern in den Kommunen derzeit noch verwendeten veralteten Webbrowser

(Internet Explorer 6.x) sowie durch z. T. wenig performante Anbindungen der Clientrechner bei den Kommunen an das Internet. Entsprechende Probleme können bei allen verteilten webbasierten Anwendungen auftreten und können eine ablehnende Haltung der Anwender gegenüber der Systemnutzung zur Folge haben. Beim Aufsetzen entsprechender verteilter webbasierter Anwendungen ist daher darauf zu achten, dass sowohl eine entsprechende leistungsfähige Serverarchitektur als auch geeignete Clientrechner (insbesondere Verwendung aktueller Browser-technologie) sowie eine Internetverbindung mit ausreichender Kapazität zur Verfügung stehen.

- Auswahl der im Informationsportal einzustellenden Daten

Für den Bürger sind nicht alle Detailinformationen zu den einzelnen Maßnahmen von Bedeutung, weshalb eine Vorauswahl der in das Informationsportal einzustellenden Informationen ratsam bzw. notwendig ist. Im Rahmen des Testbetriebes wurden die Zeitpunkte für Beginn sowie Ende der Maßnahme (Datum und Uhrzeit) und eine kurze Beschreibung der Maßnahmenart sowie der verkehrlichen Auswirkung und ggf. der Umleitungsempfehlung im Internetportal veröffentlicht, während andere Informationen zur Maßnahme (z. B. Kontaktdaten des Sachbearbeiters) nicht der Öffentlichkeit zugänglich gemacht wurden. Diese Informationseinschränkung ist zum einen für die Kommunen selbst zur Wahrung von Interna, zum anderen aber auch zum Schutz vor einer unsinnigen Informationsflut und daraus folgend zur Überschaubarkeit für den Bürger wichtig.

- Filterfunktion im Informationsportal

Der Bürger hat die Möglichkeit, aus der Vielzahl der angebotenen Informationen sich die Informationen auszuwählen und anzeigen zu lassen, die ihn persönlich interessieren. Dies ist sehr wichtig, da sonst der Überblick über die Informationsflut verloren geht. Eine mögliche technische Lösung in diesem Zusammenhang ist die Abspeicherung eines persönlichen Nutzerprofils, sodass der Nutzer bei erneutem Programmstart seine persönlich eingestellte Informationsdarstellung erhält.

- Übertragbarkeit der Informationen auf andere Endgeräte

Die Übertragbarkeit der Informationen auf andere Endgeräte scheint für den Bürger als wesent-

licher Informationsnutzer wichtiger zu sein als für die Kommunen. Der Bürger als Verkehrsteilnehmer möchte zu jedem Zeitpunkt (vgl. auch Kapitel 3.2) auf dem aktuellsten Informationsstand sein, d. h., er muss beispielsweise auch während seiner Fahrt über neu eingehende Informationen informiert werden können. Dies ist mit einem browserbasiertem System nur eingeschränkt möglich. Die Informationen sollten daher ebenso auf andere Endgeräte wie z. B. ein Handy (sms, mms, Webzugriff) übertragen werden können.

- Abruf und Eingabe von Informationen durch Dritte

Zukünftig könnte ein Zugriff auf das Informationssystem nicht nur durch die Kommunen selbst, sondern auch durch die im kommunalen Baustellenmanagement beteiligten Akteure (z. B. Versorger oder Leitungsträger) erfolgen. So könnten die Versorger/Leitungsträger ihre Aufbrucharträge selbstständig online in das System eintragen. Der zuständige kommunale Bearbeiter würde dann automatisch über den Eingang des Aufbruchartrages informiert werden, sodass dieser mit den nachfolgend notwendigen Arbeitsschritten fortfahren kann. Durch diese zusätzliche Option würde ein Teil der Dateneingabearbeiten durch den Antragssteller selbst getätigt werden und somit bei der Kommune entfallen.

- Workflowunterstützung beim Management kommunaler Maßnahmen

Durch erweiterte Softwarefunktionalitäten könnten die internen Genehmigungs- und Abstimmungsprozesse bei den Kommunen unterstützt werden. Dadurch können ein Mehrnutzen für die beteiligten Kommunen und somit eine erhöhte Akzeptanz erzielt werden, indem Synergien zwischen den Prozessen der Genehmigung von kommunalen Maßnahmen und dem Verkehrs(informations)management geschaffen werden, relevante Informationen nur einmalig aufgenommen werden müssen und Medienbrüche verhindert werden können. Relevante Funktionalitäten in diesem Zusammenhang sind z. B. die Report-erzeugung über eingetragene Maßnahmen zur Überprüfung der Angaben sowie zur konventionellen Abheftung, die Nutzung der eingepflegten Informationen zur automatisierten Generierung von Genehmigungsbescheiden oder eine Funktion zur automatisierten triggergesteuerten Vor-

lage von Maßnahmen an den oder die zuständigen Sachbearbeiter (z. B. beim Erreichen von relevanten Meilensteinen einer Maßnahme wie Beginn-, Enddatum oder Ende der Gewährleistungsfrist einer vergebenen Baumaßnahme).

6.1.3 Nutzen des Systems

Durch die Evaluation wurde deutlich, dass die beteiligten Kommunen den Nutzen des Systems unterschiedlich bewertet haben.

Die kleinere Gemeinde Roetgen bewertete den Nutzen des Systems vor allem zur eigenen Verwendung sehr hoch. Roetgen ist selbst keine Vertragsgenehmigungsbehörde und arbeitet daher in enger Abstimmung mit dem Kreis Aachen zusammen. Zusätzlich verlaufen Bundes- und Landesstraßen durch die Gemeinde, wodurch immer wieder Abstimmungen mit dem Landesbetrieb Straßenbau NRW erforderlich sind. Eigener Einschätzung nach hilft das System, die anfallenden Daten zentral zusammenzufassen und zu verwalten, wodurch zum einen Ordnung geschaffen wird und zum anderen jeder Verwaltungsmitarbeiter mindestens mit einem Leserecht auf die eingetragenen Informationen zugreifen kann. Durch die Kartendarstellung wird zusätzlich die räumliche Orientierung vereinfacht, d. h., durch einen Blick kann erfasst werden, ob der betrachtete Raum evtl. durch eine Maßnahme blockiert ist (örtliche Lage der einzelnen Maßnahmen). Des Weiteren könnten auch die Versorger durch eine Zugriffsberechtigung auf das Informationssystem ihre eigenen Maßnahmen vorausschauend planen. Der notwendige Abstimmungsprozess zwischen Versorgern und Kommune würde sich durch die beidseitige Nutzungsmöglichkeit reduzieren, der Genehmigungsablauf ließe sich dadurch sehr wahrscheinlich beschleunigen.

Auch die Stadt Aachen bewertete den Demonstrator positiv und erkannte für sich und den Bürger vor allem die Möglichkeit der Zusammenstellung von Verkehrsinformationen aus unterschiedlichen Quellen (Parkhausdaten, Verkehrsrechnerdaten, Informationen zur Netzverfügbarkeit). Die verschiedenen Daten werden in Aachen aufgrund der Größe der Kommune und der damit verbundenen Aufgabenteilung nicht zentral vorgehalten, sondern befinden sich an verschiedenen Standorten bzw. in der Verantwortung unterschiedlicher Organisationseinheiten (kommunaler Verkehrsrechner und Parkleitsystem, Ordnungsamt, Bauhof, Planungsamt etc.)

und zumeist auch in unterschiedlichen Formen (Papier, digitale Datenbank etc.). In Aachen besteht ein hoher interner Abstimmungsbedarf und die zuständigen Personen in der Kommune erhoffen sich durch eine zentrale Zusammenstellung aller benötigten Informationen eine Vereinfachung des internen Verwaltungsprozesses.

Die mittelgroße Stadt Eschweiler stand dem Nutzen des Systems dagegen zum Zeitpunkt der Testphase noch kritisch gegenüber. Hier war man der Meinung, dass das System – zumindest mit dem zum Zeitpunkt der Testphase verfügbaren Funktionsumfang des prototypischen Demonstrators – nicht in interne oder externe Arbeitsprozesse integriert werden kann. Die Daten würden demnach rein zum Zweck der Öffentlichkeitsarbeit für den Bürger in das System eingepflegt werden. Auch wenn die verschiedenen Abteilungen sich über die vorhandenen Maßnahmen mit Hilfe des Systems informieren können, geht die Stadt Eschweiler nicht davon aus, dass sich Arbeitsschritte ersetzen bzw. beschleunigen lassen. Die bestehenden Kommunikationsschritte, beispielsweise zur Abstimmung, würden auch mit Verwendung des Systems durchgeführt werden.

Die Nutzung des Informationsportals durch den Bürger und damit zusammenhängend den Nutzen für den Bürger schätzten Roetgen und Eschweiler für ihren eigenen Verwaltungsbereich eher gering ein. Ortskundige Bürger haben ausreichende Ortskenntnisse und werden keine Verkehrsinformationen für ihre täglichen Wege vor Fahrtantritt abrufen. Sie folgen meist auch nicht einer ausgeschilderten Umleitung, sondern nutzen ihre Ortskenntnisse zur Fahrt auf alternativen Routen. Gezielte Informationen der Maßnahmen wie z. B. die Umleitungsempfehlungen wären daher für sie weniger wichtig. Andere Daten, die sich stündlich ändern können, wie z. B. Parkhausdaten, wären zwar auch für Ortskundige mehr von Interesse, liegen aber in den kleinen und mittelgroßen Verwaltungen häufig nicht vor. Es ist daher eher zu vermuten, dass die eigenen Bürger das Informationsportal mehr aus Interesse am Thema oder zum Abruf von Informationen zur Kontaktaufnahme (z. B. Veranlasser bzw. Verantwortlicher der Baustellenmaßnahme) nutzen. Somit wäre der Nutzen des Informationsportals für Ortsunkundige, die aufgrund der fehlenden Ortskenntnisse stärker auf Informationen angewiesen wären, sehr wahrscheinlich größer. Um diese Vermutungen der Kommune zu überprüfen, wäre eine Evaluation der Nutzung des Informationsportals durch den Bürger

notwendig. Dies wurde jedoch im Rahmen des Pilotprojektes aus den zuvor beschriebenen Gründen nicht durchgeführt.

6.1.4 Akzeptanz des Systems

Die teilnehmenden Kommunen wiesen alle darauf hin, dass das System unter der Voraussetzung, dass es technisch stabil läuft, nur dann innerhalb der Kommune akzeptiert werden würde, wenn sich der notwendige Arbeitsaufwand zur Erfassung sowie zur Pflege der Daten in einem angemessenen Volumen hält. Der Arbeitsumfang müsste sich insgesamt durch die Nutzung des Systems reduzieren. Des Weiteren muss der Mehrwert des Systems für die beteiligten Abteilungen deutlich erkennbar sein, d. h., die Arbeitsschritte müssen sich durch die Nutzung des Systems vereinfachen.

Ebenso wie der Mehrwert des Systems spielen auch die Aktualität der Informationen und die Datenzuverlässigkeit zur Akzeptanz des Systems eine große Rolle, vor allem für den Bürger. Das System muss für den Bürger durch Verschickung von automatischen Abfragen an die für die Maßnahmen zuständigen Personen innerhalb der Kommunen (z. B. ob eine Maßnahme wirklich zeitlich abgelaufen ist und archiviert werden soll) einen aktuellen Datenstand garantieren.

6.2 Weitergehende Anwendungspotenziale

Nachfolgend werden Aspekte der räumlichen Erweiterbarkeit und Übertragbarkeit sowie Aspekte der funktionalen Erweiterbarkeit, die weitergehende Anwendungspotenziale erschließen können und die über die Erkenntnisse, die unmittelbar aus der Evaluation gewonnen wurden (vgl. Kapitel 6.1), hinausgehen, diskutiert.

Räumliche Erweiterbarkeit

Durch die Verwendung der offenen GIS-Standards des Open-GIS-Consortiums (OGC), die auch die technische Grundlage für die Realisierung der Pilotanwendung im gegenständlichen Projekt bilden, wird die prinzipielle Möglichkeit geschaffen, den Verkehrsteilnehmern integriert erscheinende Verkehrsinformationen für beliebige Gebiete anzubieten. Die Datenhoheit der einzelnen Betreiber und Kommunen wird dabei nicht eingeschränkt, da deren Daten auf den jeweiligen Servern verbleiben

können. Eine aufwändige Datenintegration auf Serverseite ist nicht zwingend erforderlich.

Basierend auf der entwickelten Pilotanwendung können Anreize geschaffen werden, um die noch defizitäre flächendeckende Verfügbarkeit raumbbezogener Verkehrsinformationen zu verbessern, so dass sich sukzessive aus einem Puzzle an Teilinformationen ein vollständiges und homogenes Gesamtbild zusammensetzen lässt. Über die gewählte OGC-konforme Technologie, die auch die technische Grundlage für GDI NRW bildet, sind sowohl eine Erweiterbarkeit über das Testgebiet hinaus als auch eine direkte Übertragbarkeit auf andere Regionen gewährleistet. Weiterhin wird über die OGC-konforme Technologie die Basis dafür geschaffen, dass zukünftig integrierte Verkehrsinformationen mit zusätzlichen Informationen wie Tourismus, Veranstaltungsinformationen und Wetter überlagert werden können.

Funktionale Erweiterbarkeit

Neben einer Bereitstellung der Verkehrsinformationen in einem regionalen Verkehrsinformationsportal können die verkehrsbezogenen Informationen für ein funktionales Gesamtnetz über die Zuständigkeitsgrenzen verschiedener Baulastträger hinweg – wie z. B. die Verfügbarkeit von Verkehrslageinformationen und Informationen zur Netzverfügbarkeit (Baustellen, Ereignisse) – auch für Zwecke des Verkehrsmanagements (Steuern, Leiten, Lenken) sowohl im eigenen Zuständigkeitsbereich als auch zuständigkeitsübergreifend genutzt werden.

Zusätzlich zu reinen Verkehrsinformationsportalen ist es möglich, auch andere Datenbestände zu integrieren. Beispielsweise ist ein Veranstaltungs-Informationsportal denkbar, bei dem Veranstaltungsinformationen zusammen mit den relevanten Verkehrsinformationen und Routing-Diensten oder einer Fahrplanauskunft dargestellt werden. Dazu müssen die Veranstaltungen bzw. die Veranstaltungsorte sowie die anderen relevanten Informationen georeferenziert auf Web-Servern im Netz zugänglich sein.

Neben den Informationsdiensten für die Öffentlichkeit können mit dem dargestellten Konzept auch nicht öffentliche Informationsdienste für einen berechtigten Nutzerkreis realisiert werden. Denkbar sind hierbei z. B. verwaltungsinterne Info-Portale zum Wissensmanagement. Im Verkehrsbereich können u. a. in der Straßenverwaltung Infrastruk-

turdaten aus unterschiedlichen Datenhaltungen integriert zugänglich gemacht werden.

Ein Beispiel wäre eine Straßeninfrastrukturdatenbank, die die Daten zum Straßennetz (Straßengeometrie und Straßenausstattung) und zu Ingenieurbauwerken (z. B. einer Bauwerksdatenbank) zusammenführt. Durch thematische, zeitliche und räumliche Abfragefunktionen kann jeder berechtigte Nutzer die von ihm benötigten Informationen abrufen. weitere Zusatzdienste könnten die zusammengeführten Daten nutzen, um Zusatzinformationen zu generieren. Denkbar wären hierbei Anwendungen zur Distanzmessung, zur Streckenauswahl unter Berücksichtigung von Restriktionen (z. B. maximale Höhe, maximales Gewicht, Steigungen), zur Konsistenzprüfung von Wegweisungen oder zur Routensuche mit speziellen Randbedingungen (z. B. für Schwerlastverkehre). Diese Services werden mit einer entsprechenden Web-basierten Benutzerverwaltung vor unberechtigten Zugriffen geschützt.

Möglich wäre auch ein kartenbasierter Katalogservice, bei dem beispielsweise für eine kommunale Verwaltung Informationen zu Verkehrsdaten, Verkehrsmessungen und -zählungen oder Unfalldaten, welche von unterschiedlichen Zuständigkeiten (Fachbereichen, Ämtern oder Dezernaten) durchgeführt, verwaltet und gepflegt werden, für alle Mitarbeiter zugänglich gemacht werden. Auch hier machen thematische, zeitliche und räumliche Abfragefunktionen einen gezielten Zugriff auf die gewünschten Daten möglich.

Neben den beschriebenen reinen Informationsservices können unter Nutzung des dargestellten Konzeptes zum Datenzugriff über OGC-konforme Web-Services auch Workflow-Support-Services realisiert werden, die alle möglichen Prozesse (wie z. B. Abstimmungs- und Genehmigungsprozesse, eGovernment, Strategiemanagement) mit Beteiligung verschiedener öffentlicher und privater Partner (Verwaltungen, Dienststellen, Firmen, Bürger usw.) unterstützen.

Beispiele hierfür sind die Genehmigung von Gefahrgut- und Sondertransporten, bei denen Informationen über den Fahrweg (z. B. Restriktionen oder Positiv- und Negativnetze), der in der Zuständigkeit verschiedener Baulastträger und Gebietskörperschaften verläuft, als Entscheidungsunterstützung zur Verfügung stehen müssen. Durch einen Internet-Dienst kann der Genehmigungsprozess eines solchen Transportes effektiv abge-

wickelt werden. Der Dienst ermittelt auf Basis der Informationen über den Fahrweg alle beteiligten Genehmigungsbehörden und stellt Genehmigungsanträge, die von den Behörden online bearbeitet werden können. Liegen die Genehmigungen aller Behörden vor, kann der Antragsteller über die Entscheidung informiert werden. Durch die Vernetzung verschiedener Datenquellen können alle beteiligten Partner auf die für die Entscheidung relevanten Informationen zurückgreifen.

Ein weiteres Beispiel ist das Baustellenmanagement, bei dem Baustelleninformationen mit Informationen z. B. zu Veranstaltungen, Aufbrüchen der Versorger (in Kommunen) usw. zeitlich und räumlich koordiniert werden müssen. Für eventuelle Maßnahmen des Verkehrsmanagements bei Baustellen (Umleitungsempfehlungen) oder für die Prognose von verkehrlichen Auswirkungen von Baustellen (Stauerscheinungen) müssen auch Informationen zur Leistungsfähigkeit und zur Verkehrsnachfrage der betroffenen Strecken nutzbar sein. Die notwendigen Daten zur verkehrlichen Bewertung können über WFS aus verschiedenen Datenquellen „on request“ bezogen werden. Für die Genehmigung von Aufbrüchen durch Versorgungsunternehmen kann ein öffentliches Internet-Portal, basierend auf Web-Services, den Genehmigungsprozess deutlich vereinfachen, da für den Antragsteller wie für die Verwaltung als genehmigende Stelle alle Informationen via Internet verfügbar gemacht werden können. Die genehmigten und qualitätsgesicherten Maßnahmen werden für die Bürger kartenbasiert im Internet veröffentlicht. Für die Disposition im Wirtschaftsverkehr können diese auch als digitale Information bereitgestellt werden. In einem weiteren Ausbauschnitt kann das System mit weiteren dezentral organisierten Aufgabenbereichen wie ausführenden Baufirmen, Mautbetreibern, der Verkehrssteuerung (Stauvermeidung, Steuerung, Information), Versorgungsunternehmen und Betreibern des Hauptstraßennetzes in der Region und in Städten sowie des Öffentlichen Personen-Nahverkehrs ausgedehnt werden. Die in den Prozess des Managements für Erhaltungsmaßnahmen involvierten Stellen können mit der vorgeschlagenen Lösung über das Internet alle aktuellen Informationen zu geplanten Maßnahmen abrufen. Damit stehen sowohl abgestimmte Zustände der Planung als auch aktuelle Angaben zur Abwicklung der Maßnahme jederzeit zur Verfügung. Dies erfordert eine Formalisierung der organisatorischen Verwaltungsabläufe.

Für den Genehmigungsprozess werden die möglichen Zustände im Rahmen des Planungsprozesses definiert und im System hinterlegt, sodass nur definierte Zustandsübergänge zugelassen werden. Dies gewährleistet, dass bei Planungsänderungen alle Zuständigkeiten gewahrt bleiben und ständig der aktuelle Planungsstand verfügbar ist. Ferner wird auch vermieden, dass undefinierte Genehmigungszustände entstehen. Die vollständige Entwicklung einer Maßnahme bis hin zur Ausführung wird dokumentiert („elektronische Maßnahmenakte“). Alle zu berücksichtigenden Aspekte werden durch die eGovernment-Lösung bereitgestellt.

Der eGovernment-Server wird als Web-Server betrieben. Dies ermöglicht eine relativ einfache Wartung und Pflege des Gesamtsystems. Insbesondere werden alle relevanten Daten zentral verwaltet und gepflegt, sodass alle Nutzer ständig mit der aktuellen Daten- und Regelversorgung arbeiten können. Ferner werden so eine hohe Verfügbarkeit und Aktualität aller Planungen gewährleistet. Letztlich sind bei Softwareupdates aufgrund der Nutzung von Browser-basierten Thin-Clients keine Installationen an den einzelnen Arbeitsplätzen notwendig. Ein gewisser Aufwand für Updates, Schutzmaßnahmen und Monitoring kommt natürlich auf jeden Betreiber zu.

Ein Beispiel für einen zentralen Genehmigungsprozess im Rahmen eines regionalen Verkehrsmanagements ist das zuständigkeitsübergreifende Strategiemangement. Strategiemangement ermöglicht das Ergreifen abgestimmter Maßnahmen als kurzfristige Reaktion auf vorhandene oder erwartete Verkehrsprobleme und ist insbesondere dann erforderlich, wenn derartige Maßnahmen sich gegenseitig beeinflussen oder die Mitwirkung unterschiedlicher Institutionen für die Umsetzung erforderlich ist [KOCHS/KIRSCHFINK (2006), S. 401 ff.]. Das Strategiemangement dient dabei als „Makler“ zwischen den betroffenen und an der Aktivierung und Deaktivierung von Strategien beteiligten Partnern. Das Strategiemangement kann optimal in einer verteilten, offenen Verkehrsmanagement-Systemarchitektur unter Nutzung von OGC®-Web-Services implementiert werden.

Das beschriebene Datenmanagementkonzept bietet dabei die Grundlage zur zuständigkeitsübergreifenden Koordinierung von Informationen und Empfehlungen. In einer ersten Stufe führt die zuständigkeitsübergreifende Verfügbarkeit von Verkehrsinformationen bereits zu verbesserten Daten- und Infor-

mationsgrundlagen, auf welchen einzelne Zuständigkeiten für ihren Bereich Empfehlungen unter Kenntnis der Verkehrslage und der Ereignisse in Bereichen fremder Zuständigkeiten erstellen können. Die integrierte Visualisierung ist somit eine wesentliche Informationsquelle zur Plausibilisierung von Strategieanfragen.

In einer weitergehenden Stufe kann eine Koordinierung von Empfehlungen im Rahmen eines zuständigkeitsübergreifenden Strategiemagements, bei dem diverse Partner die Aktivierung und Deaktivierung von Maßnahmen online abstimmen, über das verteilte System erfolgen. Wird eine definierte Verkehrssituation erkannt, sucht sich ein so genannter Strategiemanager passende Strategien aus einer Strategien-Datenbank heraus. Für jede einzelne Strategie überprüft er, ob sie in der aktuellen Verkehrslage aktiviert werden kann. Dazu wird u. a. die Verkehrsqualität auf der Ausweichroute berücksichtigt. Sind an der gewählten Strategie mehrere Zuständigkeiten bei der Umsetzung beteiligt, wird eine Anfrage an die beteiligten Partner geschickt.

Die Abstimmung der Strategien mit den betroffenen Zuständigkeiten wird durch so genannte Strategiemakler umgesetzt. Generell hat jeder Partner mit einer eigenen Leitzentrale einen eigenen Strategiemakler, der mit den anderen Strategiemaklern über ein XML-basiertes Protokoll „StrategyXML“ kommuniziert. Der Strategiemakler ist ein Web-Server und übernimmt die Kommunikation zwischen der jeweils eigenen Leitzentrale und den externen Partnern des Strategiemagements. Der Strategiemakler wird bei Strategiemeldungen aktiv, die eine Beteiligung externer Partner vorsehen. Dies beinhaltet auch die Veröffentlichung aktiver Strategien für Services. Er koordiniert den Prozess der Strategieaktivierung und -deaktivierung zwischen der eigenen Leitzentrale und den externen Partnern. Der Strategiemakler kann in offene Web-Map-Services eingebunden werden, um so entsprechend der OGC-Spezifikation Strategien im Kontext von Lageinformationen, die von unterschiedlichen Stellen als verteilter Informationsdienst eingebunden werden, auf Karten zu visualisieren.

Informationsverbreitung (Kommunikationskanäle, Endgeräte)

Die Informationen und Daten aus einem regionalen Verkehrsinformationsmanagementsystem, welches auf OGC-konformen Web-Services basiert, können – neben einem Internetportal – prinzipiell über be-

liebige Informationskanäle auf beliebige Endgeräte kommuniziert werden. Die kartenbasierte Informationsbereitstellung durch überlagerte WMS-Kartenlayer, wie Sie im Rahmen des regionalen Informationsportals im Rahmen des Demonstrators angewendet wurde, eignet sich insbesondere für HTML-basierte Informationsmedien wie Internet-PC (Browserapplikation) oder internetfähige mobile Endgeräte wie PDA. Insbesondere bei der Darbietung der Information auf mobilen internetfähigen Endgeräten ist auf eine optimierte Darstellung zu achten. So müssen ggf. für mobile Endgeräte entsprechende spezialisierte Client-Applikationen erstellt werden, welche auf die Rahmenbedingungen mobiler Endgeräte (begrenzte Bildschirmgrößen und -auflösungen, begrenzte Bandbreiten bei der Internetübertragung) optimiert sind.

Neben HTML-basierten Informationsmedien (Infoportal im Internet) können die Informationen eines regionalen Verkehrsinformationsmanagements prinzipiell auch für andere kollektive Informationsmedien wie z. B. Rundfunk, Videotext, aber auch über individuelle Informationsmedien wie z. B. Navigationsgeräte genutzt werden. Dazu sind die Verkehrsinformationen des regionalen Verkehrsmanagements (z. B. Informationen zu verringerter Netzverfügbarkeit durch Baustellen oder Sondernutzungen im kommunalen Bereich, städtische Parkrauminformationen, Umleitungsempfehlungen aus einem regionalen Strategiemangement) über entsprechende Schnittstellen bereitzustellen. Hierzu sind entsprechende Ausgangskanäle aus dem regionalen Verkehrsinformationsmanagementsystem zu schaffen, welche diese Informationen für die jeweiligen Informationsmedien (z. B. als DATEX II-Meldung) bereitstellen. Das regionale Verkehrsinformationsmanagementsystem realisiert so einen Access-Point, an welchem auf die relevanten Informationen von Dritten zugegriffen werden können. So können regionale und kommunale Meldungen z. B. von Rundfunkanstalten übernommen und ausgestrahlt werden oder von kommerziellen Diensteanbietern übernommen und z. B. zu Zwecken der Fahrzeugnavigation verwendet werden.

In Zusammenhang mit der Informationsverbreitung von Meldungen aus einem regionalen Verkehrsinformationsmanagement ist jedoch zu beachten, dass die Referenzierung von Störungsmeldungen für den Verkehrswarndienst im öffentlichen Rundfunk derzeit in der Regel auf Basis der RDS/TMC-Location-Code-Liste (LCL) erfolgt. Die LCL ist zwar europaweit standardisiert, deckt jedoch überwie-

gend das klassifizierte Straßennetz ab und wird daher derzeit in der Regel für die Referenzierung von Störungsmeldungen im Autobahn- und Bundesstraßennetz genutzt. Zwar ist die LCL prinzipiell auch auf innerörtliche Straßennetze ausdehnbar (in der jüngeren Vergangenheit wurden für zahlreiche städtische Netzknoten POI Location Codes ergänzt), jedoch bleibt die Erweiterung der LCL aufgrund der limitierten Verfügbarkeit von freien Location Codes begrenzt. Somit könnten zwar die wichtigsten städtischen Hauptstraßen in das LCL-Schema aufgenommen werden, eine flächendeckende Abbildung kommunaler Netze über LCL wird jedoch mit dem derzeitigen Standard nicht möglich sein. Vor dem Hintergrund eines regionalen Ansatzes, bei welchem insbesondere auch die flächendeckende Einbindung innerörtlicher Informationen angestrebt wird, sollten zukünftig andere Referenzierungsmechanismen Anwendung finden. In diesem Zusammenhang ist insbesondere der sich derzeit in der Erprobung befindende TPEG-Ansatz zu nennen.

7 Zusammenfassung und Handlungsempfehlungen

Die Ergebnisse und Erkenntnisse des Forschungsvorhabens zum Datenmanagement zur Einbindung städtischer Verkehrsinformationen in ein regionales Verkehrsmanagement werden nachfolgend in Form von Handlungsempfehlungen zusammengefasst. Hierbei werden im Kapitel 7.1 die Empfehlungen zur technischen Architektur basierend auf dem vorgeschlagenen Datenmanagementkonzept dargestellt. Kapitel 7.2 behandelt die Anforderungen an die datenmäßigen Voraussetzungen für ein regionales Verkehrsinformationsmanagement. Hierbei werden allgemeine Anforderungen an datenmäßige Voraussetzungen formuliert, Aspekte der relevanten Dateninhalte sowie der Georeferenzierung behandelt. Kapitel 7.3 gibt Empfehlungen zu organisatorischen und betrieblichen Aspekten.

7.1 Empfehlungen zur technischen Architektur

Die für ein regionales Verkehrsmanagement bzw. Verkehrsinformationsmanagement relevanten Daten betreffen unterschiedliche Zuständigkeiten. Um die Datenaktualität und -qualität zu maximieren, sollten die Zuständigkeiten auch im Rahmen

des Datenmanagements aufrechterhalten werden. Das heißt, eine verteilte Datenhaltung, die eine Abfrage zyklisch oder im Bedarfsfall unterstützt, ist gegenüber der physischen Zusammenführung der Daten zu favorisieren. Die physische Zusammenführung ist zudem mit Mehraufwand verbunden, als sie technisch realisiert werden muss, Daten mehrfach vorzuhalten sind und komplexe Plausibilitätsprüfungen bei der dynamischen Zusammenführung erforderlich sind. Zudem führt das mehrstufige Datenmanagement in unterschiedlichen Zuständigkeiten zu zeitlichen Verzögerungen, die mit einer geringeren Aktualität der resultierenden Informationen verbunden sind.

Empfohlen wird der Betrieb einer verteilten Datenplattform, die dem Prinzip der dezentralen Datenhaltung und -pflege folgt. Jedes einzelne System hält seinen Datenpool bereit und verwaltet diesen eigenständig. Das setzt allerdings voraus, dass die eingebundenen Systeme über notwendige technische Ausstattungen verfügen, geeignete Datenformate verwenden und nach einheitlichen Standards gepflegt werden. Die verteilte Architektur sichert dabei die Systemgrenzen und stellt Konverter zur Übernahme bestehender Daten zur Verfügung. Die Datenbereitstellung sollte über standardisierte Schnittstellen erfolgen. Durch diese Vorgehensweise werden eine gute Lastverteilung und Datensicherheit erzielt. Dabei sollte versucht werden, möglichst viele bereits vorhandene Datenbestände zu integrieren.

Für die Abfrage von verteilt vorliegenden Daten haben sich Web Services bewährt. Diese Methode ist insbesondere für dynamische Daten vorteilhaft, da eine Abfrage der Daten im Bedarfsfall unmittelbar bei der Datenquelle erfolgen kann und ein zusätzliches Datenmanagement entbehrlich ist. Da die im Rahmen eines regionalen Verkehrsmanagements relevanten Daten (Verkehrsdaten sowie andere verkehrsrelevante Daten wie Wetterdaten oder Veranstaltungsdaten) immer einen geografischen Bezug haben (z. B. zu einem Streckenabschnitt, einem Messquerschnitt oder einem administrativen Bereich), empfiehlt sich eine einheitliche Beschreibung der in das System integrierten Web-Services nach der weltweiten Spezifikation des „Open Geospatial Consortium“ (OGC). Dort sind Services für das Handling von Daten und Karten in einer verteilten Web-Umgebung über WMS und WFS standardisiert.

Das vorgeschlagene Konzept einer webbasierten serviceorientierten Systemarchitektur auf Basis von

OGC-Standards bietet den prinzipiellen Vorteil, dass die Geometrien der Objekte in einer verteilten OGC-konformen Systemwelt jederzeit verfügbar sind. Koordinatenangaben zur räumlichen Verortung von Objekten sind innerhalb der OGC-konformen Systemwelt sauber und durchgehend modelliert. Somit führen die auszutauschenden Objekte und Datensätze diese zur Referenzierung gegen verschiedene Systeme wichtige Information immer mit sich, sodass innerhalb OGC-konformer Wertschöpfungsketten diesbezüglich keine Medienbrüche auftreten.

Weitere Vorteile der Verwendung OGC-konformer Web-Services sind die freie Verfügbarkeit (offenlegter, freier Standard) sowie die einfache Integrationsfähigkeit bestehender Systeme und somit die einfache Erweiterbarkeit.

Bestehende Subsysteme, die in eine OGC-konforme webbasierte verteilte Architektur eingebunden werden sollen und die selbst keine OGC-konformen WMS- oder WFS-Schnittstellen bereitstellen, müssen dabei über entsprechende zu schaffende Schnittstellen und Referenzierungswandler eingebunden werden.

Im Rahmen dieses Projektes wird der Einsatz von OGC Web Services empfohlen, da die existierenden Standards bereits weite Verbreitung gefunden haben, Produkte und Open Source Lösungen am Markt verfügbar sind und die Services die meisten Anforderungen von Verkehrsmanagement- und Verkehrsinformationssystemen erfüllen. Der Aufbau eines regionalen Verkehrsmanagementsystems unter Einbindung von Daten aus unterschiedlichen Zuständigkeiten muss dabei jedoch keineswegs ausschließlich und „reinrassig“ OGC-konformen Datenaustausch- und Datenzugriffsmechanismen folgen. Es sind durchaus „Mischformen“ realisierbar, in welchen auch Daten über andere, nicht OGC-konforme Web-Services eingebunden werden. Die OGC-Technologie erweist sich besonders vorteilhaft zur Realisierung von Verkehrsinformationssystemen, in welche Datenbestände unterschiedlicher Zuständigkeiten in Form von Kartenlayern und von Featureinformationen integriert werden.

In anderen Bereichen der Wertschöpfungskette des Verkehrsmanagements können jedoch auch andere Mechanismen zum Datenzugriff und Datenaustausch sinnvoll eingesetzt werden, die in ihren speziellen Einsatzbereichen gegenüber dem OGC-Ansatz Vorteile bieten. Dies betrifft z. B. den Austausch von Massendaten zwischen Applikationen

innerhalb einer Leitzentrale oder aber Applikationen, welche besondere Anforderungen an die Sicherheit stellen. Werden zusätzliche Anforderungen definiert, z. B. an die Daten- oder Kommunikationssicherheit, ist auch der Einsatz anderer Kommunikationsstandards wie beispielsweise OTS 2 denkbar – auch als Mischlösung mit den OGC Web Services. Über OTS 2 ist es möglich, sowohl Daten (z. B. Datex II) als auch Befehle (z. B. Schaltbefehle für die Anzeige von Maßnahmen auf Vario-Tafeln) zu kommunizieren. Dabei setzt OTS 2 auf eigene Spezifikationen der unteren OSI-Schichten und der notwendigen Protokolle. Vor allem, wenn es um den Austausch von Befehlen von einer Zentrale zur Aktorik geht, stellt OTS 2 eine sinnvolle Ergänzung zum Einsatz von OGC Web Services dar.

7.2 Anforderungen an datenmäßige Voraussetzungen

7.2.1 Allgemeine Anforderungen an datenmäßige Voraussetzungen

Die Wirksamkeit von Verkehrsinformationen, aber auch von anderen Maßnahmen des Verkehrsmanagements, die auf Basis von verkehrlichen Daten ergriffen werden, ist in entscheidendem Maße von der Akzeptanz durch die Verkehrsteilnehmer abhängig. Um diese Akzeptanz zu schaffen, müssen die Verkehrsdaten und die darauf aufbauenden Verkehrsinformationen unabhängig von ihrer Verwendung und unabhängig vom technischen Konzept des Datenzugriffs und des Datenaustauschs bestimmten Qualitätsansprüchen genügen.

Dazu zählen neben der Richtigkeit auch die Aktualität und die Zuverlässigkeit. Veraltete oder falsche Informationen führen dazu, dass die Verkehrsteilnehmer zum einen ihr Verkehrsverhalten falschen Rahmenbedingungen anpassen und zum anderen das Vertrauen in die Verkehrsinformationen verlieren und diese somit nicht mehr nutzen.

Eine weitere Grundvoraussetzung stellt die Verfügbarkeit von Verkehrsinformationen dar. So müssen Informationen für den Verkehrsteilnehmer während der gesamten Reisekette unabhängig vom Ort, d. h. sowohl zu Hause als auch unterwegs und am Zielpunkt, abrufbar sein. Hieraus resultiert, dass die Verkehrsinformationen über verschiedene Informationsmedien und Endgeräte (z. B. mobile Endgeräte) zur Verfügung gestellt werden können müssen.

In diesem Zusammenhang, d. h. abhängig vom verwendeten Endgerät, ist es wichtig, die Verkehrsinformationen so aufzubereiten, dass ihre Darstellung lesbar, verständlich und übersichtlich ist. Dabei ist insbesondere auf eine einfache Bedienung mit wenigen Bearbeitungsschritten zu achten.

Ein weiterer entscheidender Aspekt bei der Akzeptanzerreichung von Verkehrsinformationen stellen die Kosten dar. Im Sinne der Ziele des Verkehrsmanagements sollten die durch die öffentliche Hand angebotenen Informationen für den Endnutzer (Verkehrsteilnehmer) kostenfrei angeboten werden (vgl. auch Empfehlungen zu Organisation und Ablauf, Kapitel 7.3).

7.2.2 Dateninhalte

Bezüglich der Dateninhalte für ein regionales Verkehrsinformationsmanagement lassen sich keine expliziten Aussagen machen, da die erforderlichen Dateninhalte abhängig von der Zielsetzung des Informationsangebotes bzw. der zu realisierenden Applikation sind. Bei der Konzeption der einzubindenden Dateninhalte sind daher die unterschiedlichen Nutzerebenen (inhomogene Nutzergruppe der Verkehrsteilnehmer, Institutionen der operativen Ebene, vgl. Kapitel 3.1) sowie der Verkehrsinformationsbedarf in Abhängigkeit vom Wegezweck und vom Zeitpunkt (pre-trip, on-trip, post-trip) (vgl. Kapitel 3.2) zu berücksichtigen.

Grundvoraussetzung für ein regionales Verkehrsmanagement ist es jedoch, die Verkehrsinformationen zuständigkeitsübergreifend zu koordinieren und dem Nutzer vernetzt bereitzustellen, da sich die Wegeketten im regionalen Bereich zu einem Großteil Gemeindegrenzen überschreitend erstrecken und dabei auch Straßen unterschiedlicher Baulastträger tangiert werden. Kernbestandteil für ein regionales Verkehrsinformationsangebot sollten immer Informationen zur Netzverfügbarkeit sein. Diese umfassen Informationen zu vorhandenen Kapazitätsengpässen durch Baumaßnahmen oder veranstaltungsbedingte Engstellen (Sperrungen, Sondernutzungen) sowie Informationen zur aktuellen oder prognostizierten Verkehrslage (Störungen, Stauinformationen).

Die Befragung der am Demonstrator beteiligten Kommunen hat gezeigt, dass diese die Verfügbarkeit von zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsinformationen prinzipiell für sehr wichtig einschätzen. Insbesondere kleinere Kommunen oder Gebiets-

körperschaften im ländlichen Raum, die in besonderem Maße auf enge Abstimmungen mit benachbarten Kommunen oder übergeordneten Gebietskörperschaften (z. B. Kreisverwaltung) angewiesen sind, beurteilen den Nutzen für intra-kommunale Abstimmungsprozesse als sehr hoch. Die Veröffentlichung der kommunalen verkehrsbezogenen Daten in einem öffentlichen Informationsportal erscheint für kleinere Kommunen erst in Kombination mit weitergehenden Informationsinhalten attraktiv. Dies liegt darin begründet, dass bei kleineren Kommunen – im Gegensatz zu Ballungsräumen und Großstädten – verkehrsmanagementbezogene Dateninhalte (aktuelle Verkehrslage, Informationen aus Parkraumbewirtschaftung) in der Regel nicht oder nur sehr rudimentär vorliegen. Für solche Gebietskörperschaften kann die Beteiligung an einem entsprechenden Angebot jedoch insbesondere im Zusammenhang mit einer verwaltungsinternen Nutzung (eGovernmentlösung zur Abstimmung von Maßnahmen zwischen Fachabteilungen der Verwaltung und Leitungsträgern/Bürgern) sowie im regionalen Kontext (Abstimmung von VM-Maßnahmen mit Nachbargemeinden) trotzdem interessant sein.

Weiterhin kann eine Integration weiterer Dateninhalte in ein Informationsportal sinnvoll und attraktiv sein (z. B. Dateninhalte aus dem Bereich Tourismus, Naherholung oder Veranstaltungen). Anstelle eines Verkehrsinformationsportals, welches sich vorrangig verkehrsmanagementbezogener Dateninhalte bedient, tritt hier ein aktivitätenbasierter Ansatz. Dabei sind die Aktivitäten jedoch in der Regel auch mit Wegen oder Fahrten verbunden, sodass auch verkehrsbezogene Dateninhalte angeboten werden sollten (z. B. Anreiseinformation für Urlaubsreisen, Naherholung, Freizeitaktivitäten oder Veranstaltungen).

7.2.3 Anforderungen an Georeferenzierung und Standards

Die Anforderungen hinsichtlich der Georeferenzierung in einem heterogenen Datenverbund, in welchem Datenbestände aus verschiedenen Systemen mit unterschiedlichen Referenzierungssystemen ausgetauscht oder zusammengeführt werden sollen, lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Jedes Objekt (z. B. Erfassungsquerschnitt, Verkehrslagesegment, Baustelle) muss in seinem Ursprungssystem mit entsprechenden geografi-

sch Informationen (Minimum Koordinaten) verwaltet werden.

- Mit jedem auszutauschenden Datum muss die Ortsreferenz des zugehörigen Objektes mitgeführt werden.
- Darüber hinaus sollte jedes Datum Metainformationen zur Ortsreferenz (Referenzierungssystem, Genauigkeit, Projektion der Koordinaten, ...) während der gesamten Verarbeitungskette mit sich führen.
- Beim Aufsetzen von Systemen sollte möglichst auf Referenzierungsstandards und geeignete Standards zur Netzbeschreibung aufgebaut werden wie z. B. dem OKSTRA® (proprietäre Netzmodelle sind dagegen zu vermeiden).
- Bestehende Referenzierungsübersetzungsmechanismen sollten wenn möglich genutzt werden.
- Bei bestehenden Lücken oder Brüchen zwischen Netzmodellen/Referenzierungssystemen müssen entsprechende Referenzierungsübersetzer (im einfachsten Fall statische Matchingtabellen) geschaffen werden.

Durch die Nutzung der standardisierten OGC-konformen Web Services kann der technische Integrationsaufwand für die verschiedenen Komponenten der SOA reduziert werden, da keine neuen proprietären Schnittstellen geschaffen werden müssen. Bei der Nutzung des WFS muss aber eine Konvertierung der internen Datenstrukturen (z. B. der Datenstrukturen der internen Datenbanken) in das GML-Schema gewandelt werden, damit die Daten als Payload mit dem WFS transportiert werden können. Generell ist es möglich, beliebige Datenmodelle in das GML-Format zu wandeln und zu übertragen. Dabei muss der Empfänger der Daten aber die Struktur der Daten kennen, damit er diese richtig interpretieren kann. Neben der formalen Standardisierung, die GML bietet, sollte also auch noch eine fachliche Standardisierung der Daten eingesetzt werden, wie es z. B. Datex II darstellt. Im Rahmen des europäischen Forschungsprojektes eMOTION wurden etablierte europäische Standards wie Datex II und SIRI einer formalen Überarbeitung und Integration in ein einheitliches GML-basiertes Datenmodell unterzogen, sodass es nun möglich ist OGC Web Services zu nutzen, um die fachlich standardisierten Daten auszutauschen. Die Entwicklungen des eMOTION-Projektes können die Grundlage für einen standardisierten Da-

tenaustausch in einem regionalen Verkehrsmanagementsystem darstellen, ohne dass neue Datenmodelle entwickelt werden müssen. Sind Datendienste z. B. für Datex II bereits vorhanden, können diese mit geringem Aufwand in eine web-basierte SOA integriert werden.

Die Informationen und Daten aus einem regionalen Verkehrsinformationsmanagementsystem, welches auf OGC-konformen Web-Services basiert, können – neben einem Internetportal – prinzipiell über beliebige Informationskanäle auf beliebige Endgeräte kommuniziert werden. Die kartenbasierte Informationsbereitstellung durch überlagerte WMS-Kartenlayer eignet sich dabei insbesondere für HTML-basierte Informationsmedien wie Internet-PC (Browserapplikation) oder internetfähige mobile Endgeräte wie PDA. Neben HTML-basierten Informationsmedien können die Informationen eines regionalen Verkehrsinformationsmanagements, prinzipiell auch für andere kollektive Informationsmedien wie z. B. Rundfunk, Videotext, aber auch über individuelle Informationsmedien wie z. B. Navigationsgeräte genutzt werden. Dazu ist der Content des regionalen Verkehrsmanagements über Ausgangskanäle für die jeweiligen Informationsmedien (z. B. als Datex II-Meldung) bereitzustellen. Das regionale Verkehrsinformationsmanagementsystem realisiert so einen Access-Point, an welchem auf die relevanten Informationen von Dritten zugegriffen werden können. So können regionale und kommunale Meldungen z. B. von Rundfunkanstalten übernommen und ausgestrahlt werden oder von kommerziellen Diensteanbietern übernommen und z. B. zu Zwecken der Fahrzeugnavigation verwendet werden.

In Zusammenhang mit der Referenzierung von innerörtlichen Meldungen aus einem regionalen Verkehrsmanagement für den Verkehrswarndienst im öffentlichen Rundfunk müssen neben dem derzeit verbreiteten RDS/TMC-Standard – aufgrund der fehlenden flächendeckenden Abbildbarkeit kommunaler Netze über LCL – zukünftig andere Referenzierungsmechanismen Anwendung finden. In diesem Zusammenhang ist insbesondere der sich derzeit in der Erprobung befindende TPEG-Ansatz zu nennen.

7.3 Empfehlungen zu Organisation und Ablauf

7.3.1 Motivation der beteiligten Kommunen

Damit ein regionales Verkehrs(informations)management zielgerichtet Wirkung entfalten kann, sollte für eine Region eine möglichst flächendeckende und durchgängige Informationsbereitstellung angestrebt werden. Dies erfordert, dass nach Möglichkeit sämtliche Gebietskörperschaften (Städte, Kommunen) und alle relevanten Straßennetzbetreiber (insbesondere auch überregionales Netz) in der Region auf der Basis entsprechend formulierter Datenüberlassungsverträge eingebunden werden sollten.

Für die beteiligten Kommunen muss dabei ein Mehrwert eines solchen Systems, welcher über den Fokus des Verkehrsmanagements im eigenen Zuständigkeitsbereich hinausgeht, deutlich erkennbar sein. In diesem Zusammenhang ist – bedingt durch die Regionbildung – der Bedarf einer zukünftig stärkeren Vernetzung der Kommunen untereinander ein wichtiges Argument.

Wie bereits in Kapitel 7.2.2 ausgeführt, kann eine Beteiligung kleinerer Kommunen oder Gemeinden im ländlichen Raum zum einen durch einen Mehrwert im Zusammenhang mit einer verwaltungsinternen Nutzung (eGovernmentlösung zur Abstimmung von Maßnahmen zwischen Fachabteilungen der Verwaltung und Leitungsträgern/Bürgern) sowie im regionalen Kontext (Abstimmung von VM-Maßnahmen mit Nachbargemeinden) motiviert werden und zum anderen kann für solche Gemeinden eine Integration weiterer Dateninhalte (Tourismus, Naherholung oder Veranstaltungen) ein starkes Argument für die Beteiligung an einer regionalen Vernetzung sein. Ein wichtiger Aspekt bei der Realisierung eines regionalen Verkehrs(informations)managements ist, dass der Arbeitsaufwand zur Eingabe und zur Pflege der Daten für die beteiligten Fachabteilungen so einfach und gering wie möglich sein muss. Vorhandene Systeme (z. B. Baustellenkataster) sind zu integrieren bzw. die Datenbestände über Schnittstellen zu übernehmen, um doppelte Eingaben zu vermeiden.

Neben einer Bereitstellung der Verkehrsinformationen in einem regionalen Verkehrsinformationsportal, können durch funktionale Erweiterungen weitere Anwendungsmöglichkeiten des Verkehrsmanagements und darüber hinaus erschlossen werden, wie z. B. die Schaffung von Fachinformations-

systemen (Auskunftssysteme für Verwaltung und Bürger), Workflow-Services zur Unterstützung von Genehmigungsprozessen (Genehmigung von Gefahrgut- und Sondertransporten, Baustellenmanagementsystem, Genehmigung von Aufbrüchen und Sondernutzungen) oder Anwendungen des strategischen Verkehrsmanagements (vgl. Kapitel 6.2). Weiterhin können die Daten des regionalen Verkehrsinformationsmanagements über entsprechende Schnittstellen zur Kommunikation über andere Informationsmedien (Rundfunk, Fahrzeugnavigation) bereitgestellt werden.

7.3.2 Organisation, Betreibermodelle

Zur Gewährleistung eines zukünftigen Regelbetriebes eines regionalen Verkehrsinformations- und Verkehrsmanagementsystems sind organisatorische Fragestellungen zum

- Betrieb der zentralen Applikation (Applikationsserver),
- Betrieb der WMS der einzelnen Content-Provider,
- zur Begleitung des Ausbaus in die Fläche und in die Tiefe

zu klären. Die Applikation als Ganzes bedarf vor diesem Hintergrund einer pflegenden Stelle. Ihre Aufgaben bestehen darin, den Betrieb der Applikation zu gewährleisten, die Applikation zu pflegen und zu optimieren und die Integration weiterer Content-Provider in das System technisch und organisatorisch zu ermöglichen (vgl. Kapitel 4.2.2).

Auch innerhalb der Zuständigkeit der verschiedenen Content-Provider (hier in der Regel die Kommunen mit ihren Fachabteilungen) sind festgelegte Zuständigkeiten (Wer hat welche Aufgaben zu welchem Zweck?) sowie definierte Arbeitsinhalte (z. B. Zeitpunkt zum Anlegen einer neuen Maßnahme, welche Informationsinhalte verpflichtend einzugeben sind etc.) erforderlich, um den Qualitätsanforderungen eines regionalen Verkehrsmanagements (Vollständigkeit und Aktualität der Informationen) zu genügen.

Potenziell geeignete Betreibermodelle wurden in Kapitel 4.2.3 diskutiert. Allgemeingültige Aussagen oder Empfehlungen erscheinen hierzu nicht zweckmäßig, vielmehr muss die Lösung der jeweiligen Situation und Konstellation der Partner angepasst sein und die Motivation/Interessen der Partner berücksichtigen.

7.4 Fazit

Zur Realisierung eines zukunftsorientierten Konzeptes zur Bereitstellung von Verkehrsinformationen für stadtregionale Bereiche sowie für das zuständigkeitsübergreifende Verkehrsmanagement bieten sich die Entwicklung und der Aufbau einer verteilten serviceorientierten Architektur unter Nutzung von Web-Services an. Zur Umsetzung eines technischen Konzeptes zur Bereitstellung von Verkehrsinformationen mit dem Schwerpunkt auf städtische bzw. regionale Bereiche, die von verschiedenen Institutionen angeboten werden, wird der Einsatz von OGC-Web-Services empfohlen.

Das Konzept der Bereitstellung von Verkehrsinformationen durch Integration von verschiedenen Datenquellen unterschiedlicher Zuständigkeiten basierend auf offenen OGC-Web-Standards wurde in der Vergangenheit bereits mehrfach im überregionalen Kontext angewendet. Hierbei konnte praktisch nachgewiesen werden, dass eine Integration von Verkehrsinformationen unterschiedlicher Regionen und Anbieter möglich ist, ohne die Daten physisch zu integrieren. Im Rahmen des gegenständlichen Forschungsvorhabens wurde dieser Ansatz erstmals auf den Kontext eines regionalen Verkehrsinformationsmanagements unter Einbindung städtischer Daten übertragen.

Das vorgeschlagene technische Konzept wurde im Rahmen eines Demonstrators in der Städteregion Aachen umgesetzt und anhand ausgewählter Informationsbereiche am Beispiel eines Verkehrsinformationsportals für die Städteregion Aachen praktisch geprüft. Hierbei wurden unterschiedliche kommunale Datenquellen (Baustellen, städtische Verkehrslage, Parkhausdaten) verschiedener Gebietskörperschaften zusammen mit überregionalen Verkehrsinformationen des Fernstraßennetzes unter Nutzung von OGC-Web-Standards in einem gemeinsamen Verkehrsinformationsportal integriert. Im Rahmen der Demonstratoranwendung konnte die technische und organisatorische Eignung des gewählten Ansatzes zur Einbindung städtischer Daten in ein regionales Verkehrsinformationsmanagement erfolgreich gezeigt werden.

Im Kontext der Demonstratoranwendung wurde eine Nutzer-Evaluation mit den beteiligten Kommunen durchgeführt, um Informationen zu Erfahrungen mit dem Demonstrator und zur Weiterentwicklung des Konzeptes zu ermitteln. Die Nutzer-Evaluation zeigt prinzipielle Zustimmung zum vorge-

schlagenen Ansatz. Die zuständigkeitsübergreifende Verfügbarkeit von Verkehrsinformationen für die Zwecke sowohl der Informationsbereitstellung städtischer Verkehrsinformationen in einem regionalen Kontext für die Öffentlichkeit als auch die Nutzung dieser Daten für die abteilungsübergreifende Koordinierung von kommunalen Maßnahmen innerhalb der Kommune wurde als wichtig und sehr hilfreich bewertet. Neben kleineren Kritikpunkten, welche im Wesentlichen dem prototypischen Entwicklungsstand der eingesetzten Softwarelösung geschuldet sind, offenbarte die Nutzer-Evaluation jedoch auch zahlreiche Ideen für weitergehende Entwicklungspotenziale, die über die im Rahmen des Demonstrators schwerpunktmäßig betrachteten Datenbereiche (kommunale Maßnahmen) hinausgehen.

Die Erfahrungen aus dem Forschungsvorhaben zeigen, dass der vorgeschlagene technische Ansatz eine geeignete Vorgehensweise für eine gebietskörperschaftübergreifende Integration von verkehrsbezogenen Daten und Informationen für ein regionales Verkehrsmanagement ist. Vorteile der Verwendung OGC-konformer Web-Services sind die freie Verfügbarkeit sowie die einfache Integrationsfähigkeit bestehender Systeme und somit die einfache Erweiterbarkeit. Somit sind die Eintrittsbarrieren zur Teilnahme an einem regionalen Verkehrsmanagement für die Kommunen als eher gering zu bewerten. Die Bereitstellung kommunaler Daten in einem regionalen Verkehrsdatenmanagement, welches auf dem Prinzip einer verteilten serviceorientierten Architektur unter Nutzung von Web-Services beruht, erschließt für die beteiligten Gebietskörperschaften weitergehende Nutzenpotenziale:

Der verfolgte Web-Service-basierte Ansatz zur Realisierung eines zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsinformations- und -managementsystems ist auf andere Regionen übertragbar und ermöglicht eine räumliche und funktionale Erweiterung der angebotenen Informationen und Dienste, z. B. zur Schaffung von Fachinformationssystemen oder die Realisierung von Workflow-Support-Services zur Unterstützung von Abstimmungs- und Genehmigungsprozessen. Weiterhin kann eine Integration weiterer Dateninhalte (z. B. aus dem Bereich Tourismus, Naherholung oder Veranstaltungen) in ein Informationsportal sinnvoll und attraktiv sein. Darüber hinaus können die Daten des regionalen Verkehrsinformationsmanagements über entsprechende Schnittstellen zur Kommunikation über andere

Informationsmedien (Rundfunk, Fahrzeugnavigation) bereitgestellt werden.

Zur Gewährleistung eines zukünftigen Regelbetriebes eines regionalen Verkehrsinformations- und Verkehrsmanagementsystems sind organisatorische Fragestellungen zum Betrieb der zentralen Applikation (Applikationsserver), Betrieb der WMS der einzelnen Content-Provider, Begleitung des Ausbaus in die Fläche und in die Tiefe zu klären.

Literatur

- arrive (2008): Kooperationspartner arrive, c/o Landeshauptstadt München (Hrsg.): arrive – Angebote für eine mobile Region, Abschlussbroschüre „2005 – 2008, Ein Kooperationsprojekt der Region München zieht Bilanz“
- BayernInfo (2008): Verkehrs-Infoportal des Freistaats Bayern, im Auftrag der Obersten Landesbehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern zum Thema Verkehr. Abrufbar unter: www.bayerninfo.de, Stand: 18.02.2008
- Bitkom (25.04.2007): 3 Millionen Deutsche besitzen bereits ein mobiles Navigationsgerät. Abrufbar unter: www.bitkom.org.
- Bitkom (21.07.2007): Notebooks ziehen an Tisch-PCs vorbei. Abrufbar unter: www.bitkom.org.
- Bitkom (23.10.2007): Rekord: Deutsche kaufen dieses Jahr fast 37 Millionen Handys. Abrufbar unter: www.bitkom.org.
- BMBF (2002): Bundesministerium für Bildung und Forschung, Referat Öffentlichkeitsarbeit (Hrsg.): Mobilität in Ballungsräumen – Erste Umsetzungsergebnisse der Leitprojekte, erschienen in der Reihe BMBF publik, Mai 2002
- BMVBS (2006): Leitfaden Verkehrstelematik – Hinweise zur Planung und Nutzung in Kommunen und Kreisen. Erstellt im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung durch die Technische Universität Darmstadt, Fachgebiet Verkehrsplanung und Verkehrstechnik, sowie das Zentrum für integrierte Verkehrssysteme; Oktober 2006
- BMVBS (2007a): Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Abteilung Straßenbau, Straßenverkehr (Hrsg.): Vernetzung dynamischer Verkehrsbeeinflussungssysteme im zu-

- ständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagement, Projektbericht. Veröffentlicht in der Reihe Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 978; Dezember 2007
- BMVBS (2007b): 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; April 2007
- BMWi (2008): Verkehrsmanagement und Verkehrstechnologien – Mobile Zukunft mit intelligenten Verkehrssystemen. Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (Hrsg), Berlin 2008
- BOLTZE, M., BRESER, Chr. (2005): Vernetzung dynamischer Verkehrsbeeinflussungssysteme auf Ringstrukturen überörtlicher Straßen und städtischen Verkehrsnetzen unter Einsatz dynamischer, kollektiver Wechselverkehrszeichen, Forschungsbericht, veröffentlicht von der Bundesanstalt für Straßenwesen in BAST-Bericht V 132, 2005
- Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahn (2007): Tätigkeitsbericht 2006/2007 für den Bereich Telekommunikation. Abrufbar unter: www.bundesnetzagentur.de
- BUSCH, F., HANITZSCH, A. (2007): Prognose Verkehrstelematik 2015+. In: Internationales Verkehrswesen, Nr. 59, S. 563-566
- BUSCH, F., HOYER, R., KELLER, H., REUPKE, H., RIEGELHUTH, G., ZACKOR, H. (2007): Telematikanwendungen im Straßenverkehr – Stand und Perspektiven (Teil 2), in: Straßenverkehrstechnik, Heft 7/2007
- Comscore (23.10.2006): Europeans more likely than Americans to use mobile phones to access the internet. Abrufbar unter: www.comscore.com
- COSTE (2004): COSTE BUSINESS Case, Deliverable No.: D7 V1.0, Projektreferenz EDC 41030 COSTE/28459 (unveröffentlichter Projektbericht)
- Destatis – Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (31.8.2007): Informations- und Kommunikationstechnologie. Abrufbar unter: www.destatis.de
- Destatis – Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2007): Entwicklung der Informationsgesellschaft.
- Destatis – Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2009): Zu Hause in Deutschland
- Dmotion (2008): Projektinformationen auf dem Internetportal des Projekts Dmotion. Abrufbar unter: www.dmotion.info, Stand: 18.02.2008
- eMOTION (2007a): Europe-wide multi-modal on-trip traffic information, Newsletter no 2, May 2007
- eMOTION (2007b): Business Cases and Financial Framework, Deliverable No.: D7, Final Draft 1.0, Projektreferenz TREN/06/FP6TR/S07.57248/019939 EMOTION (unveröffentlichter Projektbericht)
- ERSTLING, R., ECKART, W., KIRSCHFINK, H. (2004): GeoView.nrw – Integrierte Verkehrsinformationen in einer verteilten Geodateninfrastruktur, Tagungsband GI-Tage in Münster, 2004
- FGSV (2002): Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV (Hrsg.); Verkehrsmanagement. Einsatzbereiche und Einsatzgrenzen. Köln
- FRANKEN, V., LENZ, B. (2004): Nutzeranforderungen an Verkehrsinformationsdienste als Grundlage für technologische Entwicklungen. In: IMA 2004 – Informationssysteme für mobile Anwendungen
- FRANKEN, V., LULEY, T. (2005): Verkehrstelematik und Analysen zu ihrer Akzeptanz: Sachstand – Defizite – Potenziale. In: HEUREKA '05 Optimierung in Verkehr und Transport
- hr-online (21.01.2005): „Diana“ hilft – Hessen will den Stau abschaffen. Abrufbar unter: www.hr-online.de
- GeoView.nrw (2004): GeoView.nrw – Betriebskonzept, interner Bericht im Auftrag des Ministeriums für Verkehr, Energie und Landesplanung des Landes Nordrhein-Westfalen (unveröffentlicht)
- HUANG, L. (2007): Analyse der Nutzung von Verkehrsinformationen am Beispiel verschiedener Verkehrsinformationssysteme des öffentlichen Nahverkehrs in Aachen. Diplomarbeit am Institut für Stadtbauwesen und Stadtverkehr der RWTH Aachen

- intermobil (2005): Projektbüro intermobil (Hrsg.): Leitprojekt intermobil Region Dresden, Abschlussbericht; Mai 2005
- KALTWASSER, J., SCHÖN, T. (2007): Analyse der technischen Rahmenbedingungen für die Integration von Verkehrsdaten in einer Metadatenplattform für Verkehrsinformation, Forschungsbericht FE 63.0005/2007, August 2007
- KIRCHHOFF, P. (2002): Städtische Verkehrsplanung. Konzepte, Verfahren, Maßnahmen. Stuttgart, Leipzig, Wiesbaden
- KIRSCHFINK, H. (2005): Regionales Content Providing in der Verkehrstelematik. Shaker-Verlag, Aachen, 2005
- KIRSCHFINK, H., RIEGELHUTH, G., BARCELO, J. (2003): Scenario analysis to support strategic traffic management in the region Frankfurt Rhein-Main. Proceedings of the 10th World Conference on ITS, Madrid 2003
- KIRSCHFINK, H., RIEGELHUTH, G. (2005): GeoVip.hessen – Map-based multimodal traffic information portal Hessia, in: Tagungsdokumentation i2tern 2005, Dublin, 2005
- KIRSCHFINK, H., RIEGELHUTH, G. (2006): Technical approach for the implementation of re-routing measures on long distance corridors (LDC), in: Tagungsdokumentation i2tern 2006, Barcelona, 2006
- KLINGHAMMER, S., KÄTGER, J., REINTS, W., JENTSCH, H., SCHIEWE, O. (2007): Vorbereitende Begleituntersuchung zur Metaplatzform – Bestandsaufnahme abgeschlossener und laufender Projekte zu Verkehrsinformationsplattformen für den Straßenverkehr, Forschungsbericht FE 63.0006/2007, August 2007
- KOCHS, A., KIRSCHFINK, H. (2006): Nutzung verteilter Systeme im Internet zum Aufbau einer Verkehrsdateninfrastruktur für das Verkehrsmanagement, in: Straßenverkehrstechnik 5/2006, S. 253-257 & 7/2006, S. 401-408
- KRETSCHMER, A., JENKNER, S., HERRMANN, A.: Potenziale des Dezentralen Datenpools für das regionale Verkehrsmanagement-Netzwerk. 8. Aachener Kolloquium „Mobilität und Stadt“, Aachen, 17.-18.09.2007, Tagungsband, S. 57-64
- Teltarif (29.03.2007): Die Trends bei mobilen Navigationssystemen. Abrufbar unter: www.teltarif.de
- MOBILIST (2003): Koordinatoren der MOBILIST-Arbeitspakete und des Leitprojekts MOBILIST: Mobilität im Ballungsraum Stuttgart – Das Leitprojekt MOBILIST – Ergebnisse, Evaluation, Umsetzung; Juni 2003
- Mobilität & Verkehrstechnologien (2008): Intelligentes Verkehrsmanagement als Herausforderung für Wissenschaft und Praxis – Eine Stellungnahme von Prof. Dr.-Ing. Fritz BUSCH, Leiter des Lehrstuhls für Verkehrstechnik an der TU München; in: Mobilität & Verkehrstechnologien – Informationen zum Forschungsschwerpunkt Verkehrsmanagement 2010; Nr. 3 ORINOKO; Januar 2008; Projektträger Mobilität und Verkehr, Bauen und Wohnen (PT MVBW), Zentralbereich Forschungsmanagement, TÜV Rheinland Group (Hrsg.)
- MOBINET (2003): Landeshauptstadt München, Kreisverwaltungsreferat (Hrsg.): Abschlussbericht 2003 – 5 Jahre Mobilitätsforschung im Ballungsraum München, November 2003
- ORINOKO (2008): Stadt Nürnberg, Verkehrsplanungsamt; CNA e. V. Nürnberg (Hrsg.): Forschungsprojekt ORINOKO – Ausführlicher Ergebnisbericht mit Konzept zum Weiterbetrieb, November 2008
- PORTELE, C.; KÖNIG, D. (1999): Standardisierung graphischer Daten im Straßen- und Verkehrswesen Teil 2 – Teilbericht F: Abbildungen auf andere Standards, Forschungsbericht FE-Nr. 09.092 G95D, Oktober 1999
- POSCHMANN, M., KIRSCHFINK, H. (2007): Metadatenplattform Qualität – Vorbereitende Begleituntersuchungen zur Metadatenplattform Qualität, Qualitätsstufen und deren Kategorisierung, Forschungsbericht FE 63.0003/2007, August 2007
- RIEGELHUTH, G. (2006): Mobile Kommunikationstechnik der Zukunft am Beispiel der C2X-Technologie, Vortrag auf dem hessen-it Kongress am 30.11.2006
- Ruhrpilot (2008): Informationen auf dem Internetportal der Ruhrpilot Betriebsgesellschaft mbH. Abrufbar unter: www.ruhrpilot.de, Stand: 18.02.2008

Universität der Bundeswehr München, Institut für Informationstechnische Systeme (2008): „Zugriffskontrolle für Geo Web Services mit GeoXACML“, Hintergrundinformationen zum Projekt „Sicherheit für OpenGIS Web Services“. Abrufbar unter: http://iisdemo.informatik.unibw-muenchen.de/WMSCClient/Systems05/About_de.html, Stand: 21.02.2008

WAYflow (2003): Leitprojekt WAYflow, Förderkennzeichen 19 B 9819 A/0, Gesamtsachbericht, Dezember 2003

WEICHENMEIER, F., KÖRBER, J., MEYER, T., ORTGIESE, M., SCHIMANDL, F., WEISS, R., ZWICKER, A. (2007): Detektionsverfahren im Straßenverkehr – Schlussbericht der vorbereitenden Begleituntersuchung zur Metadatenplattform für Verkehrsinformation (FE 63.0002/2007), August 2007

Zentrum für integrierte Verkehrssysteme (ZIV), Heusch/Boesefeldt GmbH, Albert Speer & Partner GmbH (2001): Verknüpfung von Strategien, Maßnahmen und Systemen des regionalen und städtischen Verkehrsmanagements, Projektbericht, 2001

Schriftenreihe

Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen

Unterreihe „Verkehrstechnik“

2006

V 133: Charakterisierung der akustischen Eigenschaften offener Straßenbeläge Hübelt, Schmid	€ 17,50
V 134: Qualifizierung von Auditoren für das Sicherheitsaudit für Innerortsstraßen Gerlach, Kesting, Lippert	€ 15,50
V 135: Optimierung des Winterdienstes auf hoch belasteten Autobahnen Cypra, Roos, Zimmermann	€ 17,00
V 136: Erhebung der individuellen Routenwahl zur Weiterentwicklung von Umlegungsmodellen Wermuth, Sommer, Wulff	€ 15,00
V 137: PM _x -Belastungen an BAB Baum, Hasskelo, Becker, Weidner	€ 14,00
V 138: Kontinuierliche Stickoxid (NO _x)- und Ozon (O ₃)-Messwertaufnahme an zwei BAB mit unterschiedlichen Verkehrsparametern 2004 Baum, Hasskelo, Becker, Weidner	€ 14,50
V 139: Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit von Taumittelsprühanlagen Wirtz, Moritz, Thesenvitz	€ 14,00
V 140: Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2004 – Jahresauswertung der automatischen Dauerzählstellen Fitschen, Koßmann	€ 15,50
V 141: Zählungen des ausländischen Kraftfahrzeugverkehrs auf den Bundesautobahnen und Europastraßen 2003 Lensing	€ 15,00
V 142: Sicherheitsbewertung von Maßnahmen zur Trennung des Gegenverkehrs in Arbeitsstellen Fischer, Brannolte	€ 17,50
V 143: Planung und Organisation von Arbeitsstellen kürzerer Dauer an Bundesautobahnen Roos, Hess, Norkauer, Zimmermann, Zackor, Otto	€ 17,50
V 144: Umsetzung der Neuerungen der StVO in die straßenverkehrsrechtliche und straßenbauliche Praxis Baier, Peter-Dosch, Schäfer, Schiffer	€ 17,50
V 145: Aktuelle Praxis der Parkraumbewirtschaftung in Deutschland Baier, Klemps, Peter-Dosch	€ 15,50
V 146: Prüfung von Sensoren für Glättemeldeanlagen Badelt, Breitenstein, Fleisch, Häusler, Scheurl, Wendl	€ 18,50
V 147: Luftschadstoffe an BAB 2005 Baum, Hasskelo, Becker, Weidner	€ 14,00
V 148: Berücksichtigung psychologischer Aspekte beim Entwurf von Landstraßen – Grundlagenstudie – Becher, Baier, Steinauer, Scheuchenpflug, Krüger	€ 16,50
V 149: Analyse und Bewertung neuer Forschungserkenntnisse zur Lichtsignalsteuerung Boltze, Friedrich, Jentsch, Kittler, Lehnhoff, Reusswig	€ 18,50
V 150: Energetische Verwertung von Grünabfällen aus dem Straßenbetriebsdienst Rommeiß, Thrän, Schlägl, Daniel, Scholwin	€ 18,00

V 151: Städtischer Liefer- und Ladeverkehr – Analyse der kommunalen Praktiken zur Entwicklung eines Instrumentariums für die StVO Böhl, Mausa, Kloppe, Brückner	€ 16,50
V 152: Schutzeinrichtungen am Fahrbahnrand kritischer Streckenabschnitte für Motorradfahrer Gerlach, Oderwald	€ 15,50
V 153: Standstreifenfreigabe – Sicherheitswirkung von Umnutzungsmaßnahmen Lemke	€ 13,50
V 154: Autobahnverzeichnis 2006 Kühnen	€ 22,00
V 155: Umsetzung der Europäischen Umgebungslärmrichtlinie in Deutsches Recht Bartolomaeus	€ 12,50
V 156: Optimierung der Anfeuchtung von Tausalzen Badelt, Seliger, Moritz, Scheurl, Häusler	€ 13,00
V 157: Prüfung von Fahrzeugrückhaltesystemen an Straßen durch Anprallversuche gemäß DIN EN 1317 Klößner, Fleisch, Balzer-Hebborn, Ellmers, Friedrich, Kübler, Lukas	€ 14,50
V 158: Zustandserfassung von Alleebäumen nach Straßenbaumaßnahmen Wirtz	€ 13,50
V 159: Luftschadstoffe an BAB 2006 Baum, Hasskelo, Siebertz, Weidner	€ 13,50
V 160: Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2005 – Jahresauswertung der automatischen Dauerzählstellen Fitschen, Koßmann	€ 25,50
V 161: Quantifizierung staubedingter jährlicher Reisezeitverluste auf Bundesautobahnen – Infrastrukturbedingte Kapazitätsengpässe Listl, Otto, Zackor	€ 14,50
V 162: Ausstattung von Anschlussstellen mit dynamischen Wegweisern mit integrierter Stauinformation – dWiSta Grahl, Sander	€ 14,50
V 163: Kriterien für die Einsatzbereiche von Grünen Wellen und verkehrsabhängigen Steuerungen Brilon, Wietholt, Wu	€ 17,50
V 164: Straßenverkehrszählung 2005 – Ergebnisse Kathmann, Ziegler, Thomas	€ 15,00

2007

V 165: Ermittlung des Beitrages von Reifen-, Kupplungs-, Brems- und Fahrbahnabrieb an den PM ₁₀ -Emissionen von Straßen Quass, John, Beyer, Lindermann, Kuhlbusch, Hirner, Sulkowski, Sulkowski, Hippler	€ 14,50
V 166: Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2006 – Jahresauswertung der automatischen Dauerzählstellen Fitschen, Koßmann	€ 26,00
V 167: Schadstoffe von Bankettmaterial – Bundesweite Datenauswertung Kocher, Brose, Siebertz	€ 14,50
V 168: Nutzen und Kosten nicht vollständiger Signalisierungen unter besonderer Beachtung der Verkehrssicherheit Frost, Schulze	€ 15,50
V 169: Erhebungskonzepte für eine Analyse der Nutzung von alternativen Routen in übergeordneten Straßennetzen Wermuth, Wulff	€ 15,50
V 170: Verbesserung der Sicherheit des Betriebspersonals in Arbeitsstellen kürzerer Dauer auf Bundesautobahnen Roos, Zimmermann, Riffel, Cypra	€ 16,50

- V 171: Pilotanwendung der Empfehlungen für die Sicherheitsanalyse von Straßennetzen (ESN)**
Weinert, Vengels € 17,50
- V 172: Luftschadstoffe an BAB 2007**
Baum, Hasskelo, Siebertz, Weidner € 13,50
- V 173: Bewertungshintergrund für die Verfahren zur Charakterisierung der akustischen Eigenschaften offener Straßenbeläge**
Altreuther, Beckenbauer, Männel € 13,00
- V 174: Einfluss von Straßenzustand, meteorologischen Parametern und Fahrzeuggeschwindigkeit auf die PMx-Belastung an Straßen**
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann kostenpflichtig unter www.nw-verlag.de heruntergeladen werden.
Düring, Lohmeyer, Moldenhauer, Knörr, Kutzner, Becker, Richter, Schmidt € 29,00
- V 175: Maßnahmen gegen die psychischen Belastungen des Personals des Straßenbetriebsdienstes**
Fastenmeier, Eggerdinger, Goldstein € 14,50

2009

- V 176: Bestimmung der vertikalen Richtcharakteristik der Schallabstrahlung von Pkw, Transportern und Lkw**
Schulze, Hübelt € 13,00
- V 177: Sicherheitswirkung eingefräster Rüttelstreifen entlang der BAB A24**
Lerner, Hegewald, Löhe, Velling € 13,50
- V 178: Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2007 – Jahresauswertung der automatischen Dauerzählstellen**
Fitschen € 26,00
- V 179: Straßenverkehrszählung 2005: Methodik**
Kathmann, Ziegler, Thomas € 15,50
- V 180: Verteilung von Tausalzen auf der Fahrbahn**
Hausmann € 14,50
- V 181: Voraussetzungen für dynamische Wegweisung mit integrierten Stau- und Reisezeitinformationen**
Hülsemann, Krems, Henning, Thiemer € 18,50
- V 182: Verkehrsqualitätsstufenkonzepte für Hauptverkehrsstraßen mit straßenbündigen Stadt-/Straßenbahnkörpern**
Sümmermann, Lank, Steinauer, M. Baier, R. Baier, Klemps-Kohnen € 17,00
- V 183: Bewertungsverfahren für Verkehrs- und Verbindungsqualitäten von Hauptverkehrsstraßen**
Lank, Sümmermann, Steinauer, Baur, Kemper, Probst, M. Baier, R. Baier, Klemps-Kohnen, Jachtmann, Hebel € 24,00
- V 184: Unfallrisiko und Regelakzeptanz von Fahrradfahrern**
Alrutz, Bohle, Müller, Prahl, Hacke, Lohmann € 19,00
- V 185: Möglichkeiten zur schnelleren Umsetzung und Priorisierung straßenbaulicher Maßnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit**
Gerlach, Kesting, Thiemeyer € 16,00
- V 186: Beurteilung der Streustoffverteilung im Winterdienst**
Badelt, Moritz € 17,00
- V 187: Qualitätsmanagementkonzept für den Betrieb der Verkehrsrechnerzentralen des Bundes**
Kirschfink, Aretz € 16,50

2010

- V 188: Stoffeinträge in den Straßenseitenraum – Reifenabrieb**
Kocher, Brose, Feix, Görg, Peters, Schenker € 14,00
- V 189: Einfluss von verkehrsberuhigenden Maßnahmen auf die PM10-Belastung an Straßen**
Düring, Lohmeyer, Pöschke, Ahrens, Bartz, Wittwer, Becker, Richter, Schmidt, Kupiainen, Pirjola, Stojiljkovic, Malinen, Portin € 16,50

- V 190: Qualitätsmanagementkonzept für den Betrieb der Verkehrsrechnerzentralen des Bundes**
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann kostenpflichtig unter www.nw-verlag.de heruntergeladen werden.
Lank, Steinauer, Busen € 29,50
- V 191: Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2008**
Fitschen, Nordmann € 27,00
Dieser Bericht ist als Buch und als CD erhältlich oder kann ferner als kostenpflichtiger Download unter www.nw-verlag.de heruntergeladen werden.
- V 192: Sicherheitsbewertung von Maßnahmen zur Trennung des Gegenverkehrs in Mittelstreifen auf Bundesautobahnen**
Gerlach, Flunkert, Mohr, Egelhaaf, Gärtner € 16,50
- V 193: Anprallversuche an motorradfahrerfreundlichen Schutzeinrichtungen**
Klößner € 14,50
- V 194: Einbindung städtischer Verkehrsinformationen in ein regionales Verkehrsmanagement**
Ansoerge, Kirschfink, von der Ruhren, Hebel, Johanning € 16,50

Alle Berichte sind zu beziehen beim:

Wirtschaftsverlag NW
Verlag für neue Wissenschaft GmbH
Postfach 10 11 10
D-27511 Bremerhaven
Telefon: (04 71) 9 45 44 - 0
Telefax: (04 71) 9 45 44 77
Email: vertrieb@nw-verlag.de
Internet: www.nw-verlag.de

Dort ist auch ein Kompletverzeichnis erhältlich.