

Forschungsprojekt FE 77.480/2004
Integrierte kommunale Verkehrsnetzdocumentation

Schlussbericht

*im Auftrag des
Bundesministers für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung*

*Forschungsprojekt FE 77.480/2004
Integrierte kommunale Verkehrsnetzdokumentation
Schlussbericht*

Projektleiter: Dr. Heribert Kirschfink (momatec GmbH)
Bearbeiter: Dr.-Ing. Andreas Kochs (momatec GmbH)
Dipl.-Phys. Bernd Weidner (interactive instruments GmbH)
Dr.-Ing. Jochen Hettwer (interactive instruments GmbH)

momatec GmbH, Aachen

interactive instruments GmbH, Bonn

Version: 1.0

Status: freigegeben

Datum: 13.02.2007

Das Forschungsvorhaben wurde von einem Betreuerkreis begleitet, dessen konstruktive Mitarbeit es ermöglichte, bereits in der Forschungsphase die Anforderungen der Praxis zu berücksichtigen. Durch die rege Diskussion und den fachlichen Gedankenaustausch konnte ein praxistauglicher Ansatz entwickelt werden. Die Auftragnehmer bedanken sich bei den Mitgliedern des Betreuerkreises dafür.

Teilnehmer	Institution
Herr Berthold	Lehmann+PartnerH
Frau Borgwardt	Stadt Münster
Herr Fuhrmann	Novasib
Herr Gerlach	Hansestadt Hamburg
Herr Grafenhorst	Senatsverwaltung Berlin
Herr Grosch	Stadt Düsseldorf
Herr Hagina	Stadt Villingen-Schwenningen
Herr Hauling	GIS Consult
Herr Hettwer	interactive instruments
Herr Kirschfink	momatec
Herr Kochs	momatec
Herr Kroll	2kh-tema
Frau Lotz	Bast
Frau Metz-Dörner	Bast
Herr Möllers	Regio IT Aachen
Herr Pott	Stadt Münster
Herr Bahndorf	FH Bielefeld
Herr Roth	BMVBS
Herr Schäfer	MBV NRW
Herr Schlund	Durth Roos Consulting
Herr Schreyer	Techscan
Herr Schüller	Landesbetrieb Straßenbau.NRW
Herr Socina	Heller IG
Herr Stein	Bast
Herr Vielsack	Stadt Pforzheim
Herr Weidner	interactive instruments
Herr Westphal	Hansestadt Bremen
Herr Wienberg	Senatsverwaltung Berlin
Herr Witte	RWTH Aachen
Herr Zarth	Stadt Münster

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	13
2	Kurzbeschreibung des Forschungsprojektes	15
2.1	Stand der Wissenschaft und Technik	15
2.2	Gesamtziel.....	16
2.3	Wirtschaftliche, wissenschaftliche und technische Bedeutung	17
2.4	Methodik des Vorgehens	18
3	Prozessanalyse im kommunalen Straßen- und Verkehrswesen	20
3.1	Organisationsstrukturen der Kommunen.....	22
3.2	Ausstattung der Kommunen mit IT-Systemen und Verfügbarkeit von digitalen Datenbeständen	26
3.3	Prozesse im Bereich der Verkehrsplanung	27
3.4	Prozesse im Bereich des Straßenentwurfs und Straßenbaus.....	30
3.5	Prozesse im Bereich des Straßenbetriebs	31
3.6	Genehmigungsprozesse und Koordinationsprozesse für Maßnahmen im Straßenraum	33
3.7	Prozesse im Bereich des Verkehrsmanagements	34
3.8	Fazit aus der Befragung der Kommunen.....	36
4	Auswertung der relevanten Standards	40
4.1	Standards und Regelwerke mit Relevanz für das Ordnungssystem	40
4.1.1	ASB „Anweisung Straßeninformationsbank“.....	40
4.1.2	OKSTRA® „Objektkatalog für das Straßen- und Verkehrswesen“	44
4.1.3	FGSV-Arbeitspapier K 1.2 „Ordnungssystem und Netzbeschreibung für innerörtliche Verkehrsflächen“	45
4.1.4	ALERT-C	46
4.1.5	GDF	48
4.1.6	CentroMap und CentroMap+	52
4.2	Standards und Regelwerke mit Relevanz für die Fachdaten	53
4.2.1	ASB „Anweisung Straßeninformationsbank“.....	53
4.2.2	OKSTRA® „Objektkatalog für das Straßen- und Verkehrswesen“	55
4.2.3	GDF	56
4.2.4	Bemessung von Verkehrsanlagen (HBS 2001)	57
4.2.5	Planung und Entwurf von Verkehrsanlagen im fließenden Verkehr (hier speziell EAHV und EAE)	60
4.2.6	Regelwerk für die Bestandsverwaltung (vor allem E EMI 2003)	65
4.2.7	Regelwerk für die Verkehrssteuerung/Verkehrstechnik (RiLSA u.a.).....	69
4.2.8	Sonstige relevante Regelwerke.....	75
4.3	Weitere Quellen	78

4.3.1	ATKIS und ALKIS	78
4.3.2	NWSIB und kommunale Belange	80
4.4	Fazit aus der Analyse des Regelwerkes im Straßen- und Verkehrswesen	81
5	Anwendungsfälle, Software und Dienste	84
5.1	Straßeninformationsbanken und GI-Systeme zur Straßennetzverwaltung	84
5.2	Erfassung des Straßenzustands/Erhaltungsmanagement	88
5.3	Bauwerksdatenbanken	89
5.4	Trassierungssoftware	90
5.5	Unfalldatenbank/Unfalltypensteckkarte	90
5.6	Parkraummanagement und -bewirtschaftung	91
5.7	Verkehrsmodellierung und Verkehrssimulation	92
5.8	Planung/Prüfung der wegweisenden Beschilderung	93
5.9	Genehmigung/Verwaltung von Sondernutzungen/Baustellen und Aufbrüchen	94
5.10	Genehmigung von Transporten	96
5.11	Verwaltung von Verkehrsdaten	96
5.12	Projektmanagement und Finanzplanung	97
5.13	Sonstige Anwendungen	100
6	Prozessmodell zur Bestandsdatenverwaltung	101
6.1	Erhebungsprozess	102
6.2	Qualifizierungsprozess	103
6.3	Führungsprozess	103
6.4	Benutzungsprozess	103
6.5	Übertragungsprozess	104
7	Leitfaden für Einführungsprozess eines kommunalen Datenmanagements	106
7.1	Strategische Planung	108
7.1.1	Projektinitialisierung	108
7.1.2	Projektorganisation	108
7.1.3	Projektphasenplan	109
7.2	Analysephase	109
7.2.1	Entwicklung der Methodik und Vorgehensweise	110
7.2.2	Ist-Analyse	110
7.2.3	Zieldefinition und Ergebnispräsentation	112
7.3	Konzeptphase	112
7.3.1	Grobkonzept	112
7.3.2	Fachliches Konzept (Feinkonzept)	116
7.3.3	Systemtechnisches Konzept	117
7.4	Systemeinführung	117

7.4.1	Ausschreibung	118
7.4.2	Vergabe	118
7.4.3	Systementwicklung	119
7.4.4	Einführungsplanung/Migrationsplanung	119
7.4.5	Systemdokumentation und Schulungskonzept.....	119
7.4.6	Implementierung /Inbetriebnahme.....	120
7.4.7	Systemtest/Probetrieb/Abnahme.....	120
7.5	Roll-Out und Systembetrieb	120
7.5.1	Nutzereinführung	120
7.5.2	Produktdefinition	120
7.5.3	Datenpflegekonzept	121
7.5.4	Betriebskonzept	121
7.5.5	Qualitätsüberwachung	122
8	Systemarchitekturen eines kommunalen Datenmanagements.....	123
8.1	Das integrale System.....	123
8.2	Unabhängige Einzelsysteme.....	124
8.3	Serviceorientierte Architektur	125
9	Anwendungsszenarien.....	128
9.1	Zentrale Netzdokumentation	129
9.2	Interne Informationssysteme	130
9.2.1	Zustandskataster	130
9.2.2	Erhaltungsmanagement.....	130
9.2.3	Beschilderungs-Kataster	131
9.2.4	Unfall-Kataster/elektronische Unfallsteckkarte	132
9.2.5	Verkehrsdaten-Kataster	132
9.2.6	Bauwerk-Kataster	133
9.2.7	Telematik-Karte.....	133
9.3	Externe Informationsdienste.....	134
9.4	Workflow-Support-Services.....	134
9.4.1	Auftragsmanagement Straßenbegeher	135
9.4.2	Maßnahmen-Kataster und -koordinierung sowie Projektmanagement....	135
9.4.3	Genehmigungsprozess Sondernutzung	135
9.4.4	Aufbruch-Kataster und Genehmigungsprozess	136
9.4.5	Genehmigungsprozess Transport.....	136
10	Das OKSTRA kommunal-Datenmodell.....	137
10.1	Inhaltliche Rahmenbedingungen.....	137
10.2	Grundlagen der Modellierung, Bezüge zum OKSTRA®	137

10.3	Netzmodell.....	139
10.3.1	Teilmodell Straßenverzeichnis	141
10.3.2	Teilmodell Hausnummern	142
10.3.3	Teilmodell Verkehrsnutzungen	144
10.3.4	Teilmodell Flächenmodell.....	145
10.3.5	Teilmodell Knoten-Kanten-Modell	146
10.3.6	Teilmodell ASB-Netz-Referenzierung.....	151
10.3.7	Teilmodell Routing	153
10.3.8	Teilmodell Historisierung.....	156
10.4	Fachdatenmodell	157
10.4.1	Vorgang mit verkehrlicher Beeinträchtigung.....	158
10.4.2	Verkehrliche Beeinträchtigung, Umleitung.....	159
10.5	Vergleich des Netzmodells mit dem Arbeitspapier K 1.2 der FGSV.....	160
11	OKSTRA kommunal Prototyping.....	163
11.1	Allgemeines	163
11.2	Szenario Münster.....	163
11.3	Szenario Pforzheim.....	165
11.4	Szenario Schwerte.....	166
11.5	Szenario Paderborn	167
11.6	Erkenntnisse aus dem Prototyping.....	167
12	Strategie zur Praxiseinführung des OKSTRA kommunal	169
12.1	Ausgangslage	169
12.2	Strategie zur Praxiseinführung des OKSTRA kommunal.....	169
12.3	Strategie zur Information der Öffentlichkeit	171
12.4	Know-How-Transfer in die Praxis.....	172
12.5	Integration des OKSTRA kommunal in Software-Produkte	172
12.6	Pflege und Weiterentwicklung des Standards OKSTRA kommunal.....	173
13	Literatur.....	175

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Darstellung des Arbeitsplans	19
Abbildung 2: Handlungsfelder zur Nutzung von Geoinformation nach /22/	21
Abbildung 3: Abhängigkeiten der Prozesse im kommunalen Straßen- und Verkehrswesen	25
Abbildung 4: Ordnungssystem ASB.....	42
Abbildung 5: Aufgliederung eines Netzknoten nach ASB.....	43
Abbildung 6: GDF-Ordnungssystem	51
Abbildung 7: Überblick über Fachschemata im OKSTRA®.....	56
Abbildung 8: Benutzeroberfläche der Verkehrsführungsdatenbank /6/	88
Abbildung 9: Beispiel für Datenmodell für Unfalldaten	91
Abbildung 10: Prozessmodell nach /1/.....	101
Abbildung 11: Phasen des Einführungsprozesses.....	107
Abbildung 12: Teilmodelle des OKSTRA kommunal Ordnungssystems	140
Abbildung 13: NIAM-Diagramm zum Teilmodell Straßenverzeichnis	141
Abbildung 14: NIAM-Diagramm zum Teilmodell Hausnummern	143
Abbildung 15: NIAM-Diagramm zum Teilmodell Verkehrsnutzungen.....	144
Abbildung 16: NIAM-Diagramm zum Teilmodell Flächenmodell	145
Abbildung 17: Beispiel für das Flächenmodell	146
Abbildung 18: NIAM-Diagramm zum Teilmodell Knoten-Kanten-Modell	147
Abbildung 19: Beispiel für das Knoten-Kanten-Modell	149
Abbildung 20: Beispiel für die Objektarten <i>Komplexer_Knoten</i> und <i>Teilnetz</i>	150
Abbildung 21: NIAM-Diagramm zum Teilmodell ASB-Netz-Referenzierung.....	152
Abbildung 22: Möglichkeiten zur Referenzierung auf das ASB-Netz.....	153
Abbildung 23: NIAM-Diagramm zum Teilmodell Routing	154
Abbildung 24: NIAM-Diagramm: Subtypen der Objektart <i>Beschränkung_verkehrlich</i>	155
Abbildung 25: Beispiel für die Objektarten des Teilmodells Routing	155
Abbildung 26: NIAM-Diagramm: <i>historisches_Objekt</i>	156
Abbildung 27: Beispiel für eine Versionskette.....	156
Abbildung 28: NIAM-Diagramm: <i>identisches Netzteil kommunal</i>	157
Abbildung 29: NIAM-Diagramm: <i>Vorgang_m_verkehrl_Beeintr</i>	158
Abbildung 30: NIAM-Diagramm: <i>Beeinträchtigung_verkehrl</i>	159
Abbildung 31: Technisches Konzept des Szenarios Münster.....	164
Abbildung 32: Oberfläche des implementierten Web-Clients	165
Abbildung 33: Technisches Konzept des Szenarios Pforzheim	166
Abbildung 34: Technisches Konzept des Szenarios Paderborn.....	167
Abbildung 35: Aufgaben auf dem Weg zur Praxiseinführung des OKSTRA kommunal.....	170

Abkürzungsverzeichnis

AdV	Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland
AHG	Aufgabenhauptgruppe
AKS 85	Anweisung zur Kostenberechnung für Straßenbaumaßnahmen – Ausgabe 1985
ALK	Automatisierten Liegenschaftskarte
ALKIS	Amtliches Liegenschaftskataster-Informationssystem
ASB	Anweisung Straßeninformationsbank
ATKIS	Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem
AVA	Ausschreibung, Vergabe, Abrechnung
BAB	Bundesautobahn
BImSchG	Bundesimmissionsschutzgesetz
BIS	Baustellen-Informationssystem Baden-Württemberg
BMVBS	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (ab 2005)
BMVBW	Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (bis 2005)
DTV	Durchschnittlicher täglicher Verkehr
DXF	Drawing Interchange Format (Drawing Exchange Format)
E EMI	Empfehlungen für das Erhaltungsmanagement von Innerortsstraßen
EAE	Empfehlungen für die Anlage von Erschließungsstraßen
EAHV	Empfehlungen für die Anlage von Hauptverkehrsstraßen
EAÖ	Empfehlungen für Anlagen des öffentlichen Personennahverkehrs
EAR	Empfehlungen für Anlagen des ruhenden Verkehrs
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
EFA	Empfehlungen für Fußgängerverkehrsanlagen
EUDAS	Erweiterter Unfalldatensatz
EWS	Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen
FGSV	Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen
GAEB	Gemeinsamer Ausschuss Elektronik im Bauwesen
GDF	Geographic Data Files
GIS	Geoinformationssystem
GPS	Global Positioning System
HBS	Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure

ISO	International Standardisation Organisation
IV	Individualverkehr
Kfz	Kraftfahrzeug
KGSt	Kommunalen Gemeinschaftsstelle für Verwaltungsvereinfachung
LCL	Location Code List
Lkw	Lastkraftwagen
LSA	Lichtsignalanlage
LV	Leistungsverzeichnis
MIV	Motorisierter Individualverkehr
NAS	normbasierte Austauschchnittstelle
NKF	Neues kommunales Finanzmanagement
NMIV	Nichtmotorisierter Individualverkehr
OKSTRA	Objektkatalog für das Straßen- und Verkehrswesen
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
ÖV	Öffentlicher Verkehr
PDF	Portable Document Format
Pkw	Personenkraftwagen
PLS	Parkleitsystem
PSA	Parkscheinautomat
RAS-L	Richtlinie für die Anlage von Straßen – Linienführung
RAS-N	Richtlinie für die Anlage von Straßen - Netzgestaltung
RAS-Q	Richtlinie für die Anlage von Straßen – Querschnitt
RBL	Rechnergestütztes Betriebsleitsystem
RDS	Radio Data System
REB	Regelung für die elektronische Bauabrechnung
RiLSA	Richtlinien für Lichtsignalanlagen - Lichtzeichenanlagen für den Straßenverkehr
SIB	Straßeninformationsbank
StVO	Straßenverkehrsordnung
SWG	Special Working Group
TK25	Topografische Karte 1:25.000
TMC	Traffic Message Channel
UDIS	Unfalldateninformationssystem
VDE	Verein deutscher Elektroingenieure
VEMAGS	Verfahrensmanagement für Großraum- und Schwertransporte
VIZ	Verkehrsinformationszentrale

VwV	Verwaltungsvorschrift
WFS	Web Feature Service
WMS	Web Map Service

1 Einleitung

Die Verwaltungen der Kommunen sind Dienstleister für den Bürger. Ihre Aufgabe ist u.a. der Aufbau und die Erhaltung einer zum Leben der Bürger notwendigen Infrastruktur. Zur Infrastruktur gehören z. B. ein Straßennetz, sowie Versorgungs- und Entsorgungseinrichtungen.

Für eine wirtschaftliche und effektive Verkehrs- und Siedlungspolitik sind Informationen über vorhandene Straßen, Leitungen, Gebäude, Parkplätze usw. eine unverzichtbare Grundlage, und zwar nicht nur in Form von Statistiken und Tabellen, sondern auch mit Informationen über die Lage eines Objektes, dessen Relation zu anderen Objekten oder die Länge und den geometrischen Verlauf einer Straße.

In vielen Verwaltungen werden die für die verschiedenen Dienste jeweils notwendigen Informationen (Lage und Adressen von Objekten oder Straßeninformationen) individuell in jeweils eigenen Strukturen erstellt und in eigenen Systemen, Dateien oder Karteikästen verwaltet. Da viele dieser Informationen unserem Straßennetz zugeordnet sind (z. B. Unfalldaten, Zustandsdaten, Leitungen, usw.), gibt es in einer Gemeinde oftmals eine Vielzahl von Straßendokumentationen mit den unterschiedlichsten Ordnungsmerkmalen. Ordnungsmerkmale können z. B. der Straßename in Verbindung mit einer Hausnummer oder eine Straßenummer mit einer Längenangabe sein. Man nennt das auch ein *Ordnungssystem*.

Diese Dokumentationen werden in den jeweiligen Ämtern individuell gemäß ihren Ordnungssystemen fortgeschrieben. Ein ämterübergreifender Informationsaustausch ist dadurch nicht oder nur unvollständig möglich, zudem gibt es eine Unsicherheit für den Nutzer dieser Daten (z. B. den Verkehrsplaner), weil er das zugrunde liegende System der Datenaufnahme (Ordnungssystem) nicht kennt bzw. sich mit mehreren Ordnungssystemen befassen muss.

Hier setzt der OKSTRA kommunal an. Er definiert ein einheitliches, standardisiertes Ordnungssystem für kommunale Straßendaten und ermöglicht damit die Spezifikation standardisierter Schnittstellen. Auf dieser Grundlage können vorhandene Fachinformationssysteme besser miteinander kommunizieren, weil die von ihnen verwendeten Straßendaten über standardisierte Schnittstellen ausgetauscht werden können. Ferner werden über die standardisierte Spezifikation verteilte, kooperative Architekturmodelle wie z. B. SOA (Service Oriented Architectures) angeregt und unterstützt. Damit können zukünftig Prozesse elektronisch unterstützt werden, die bisher manuell erledigt werden, weil kein integrierter Zugriff auf die benötigten Informationen existiert.

Die Zielsetzung des OKSTRA kommunal ist *nicht* der Ersatz etablierter Fachinformationssysteme. Er ist auch nicht primär als Strukturmodell für neue Fachinformationssysteme oder Datenbanken gedacht. Sein Schwerpunkt liegt vielmehr auf der Verbesserung der Kommunikationsmöglichkeiten bestehender Systeme und damit auf einer erleichterten Einbettung dieser Systeme in eine integrierte IT-Infrastruktur. Dies schließt aber keinesfalls aus, dass einzelne Kommunen neue Straßeninformationssysteme nach dem OKSTRA kommunal-Modell aufbauen können, wenn sie dies wollen.

Unter betrieblichen Gesichtspunkten ist der OKSTRA kommunal besonders für den **Datenaustausch** zwischen verschiedenen Anwendungen bzw. zwischen verschiedenen Zuständigkeiten interessant. Durch erweiterte Möglichkeiten zum Datenaustausch eröffnet sich die Chance, die Datenpflege für einzelne Bereiche zu zentralisieren. Damit verringert sich der Aufwand bei der Fortführung, und die frei werdenden Ressourcen können u. a. dazu genutzt werden, die Aktualität der Daten zu steigern.

Der OKSTRA kommunal kann auch im Rahmen von **serviceorientierten Architekturen** sinnvoll eingesetzt werden: Basierend auf den einzelnen Fachinformationssystemen können Services eingerichtet werden, die auf Anfrage bestimmte Daten des jeweiligen Systems zur

Verfügung stellen. Aufgrund der durch den OKSTRA kommunal gegebenen standardisierten Spezifikation straßenbezogener Daten können die über die einzelnen Services erhaltenen Daten leicht integriert werden. Damit wäre es z. B. möglich, ein Informationssystem einzurichten, das seine Daten aus verschiedenen Services bezieht und entweder intern – für die verschiedenen Ämter und Fachbereiche einer Kommune - oder extern - für jeden interessierten Bürger – zur Verfügung stellt. Mögliche Inhalte eines solchen Systems wären neben den Bestandsdaten beispielsweise Informationen über Ereignisse temporärer Natur wie etwa Baumaßnahmen, Veranstaltungen oder Verkehrsstörungen. Es wäre auch möglich, solche Services in ein Workflow-Managementsystem zu integrieren, mit dem die in einer Kommune ablaufenden Prozesse (z. B. die Erteilung von Genehmigungen) effizienter gestaltet werden können.

Da zwischen den verschiedenen Kommunen erhebliche Unterschiede sowohl hinsichtlich ihrer Besiedlungsstruktur und (verkehrs-)technischen Infrastruktur als auch hinsichtlich der Organisationsstruktur und der IT-technischen Voraussetzungen in der kommunalen Verwaltung existieren, kann (und will) das Vorhaben keine konkrete Anleitung für den Aufbau eines kommunalen Straßeninformationssystems sein. Vielmehr sollen allgemeine Grundlagen für die Haltung von straßenbezogenen Daten im kommunalen Umfeld herausgearbeitet und die Möglichkeiten beleuchtet werden, die sich durch den Einsatz des OKSTRA kommunal im Hinblick auf einen effizienten Umgang mit diesen Daten eröffnen. Aufgrund der unterschiedlichen Voraussetzungen in den einzelnen Kommunen haben diese Szenarien allerdings nur Beispielcharakter. Letztendlich muss es der einzelnen Kommune überlassen bleiben, beim Aufbau ihrer Straßendateninfrastruktur zu entscheiden, was für sie wirklich wichtig ist.

2 Kurzbeschreibung des Forschungsprojektes

Ziel dieses Forschungsprojekts ist zu aller erst die Spezifikation eines Ordnungssystems und von Fachdatenmodellen für das kommunale Verkehrsnetz. Durch Befragung von Kommunen werden die Anforderungen an ein solches Netz herausgearbeitet und die wesentlichen Geschäftsprozesse identifiziert. Darauf aufbauend werden ein geeignetes Ordnungssystem und beispielhafte Fachdatenmodelle spezifiziert und Hinweise für ein betriebliches Konzept zur Nutzung von standardisierten Datenmodellen im kommunalen Verkehrswesen gegeben. Durch ein anschließendes Prototyping wird die Funktionsfähigkeit der gewonnenen Konzepte überprüft.

2.1 Stand der Wissenschaft und Technik

Die Verantwortlichkeiten für verkehrspolitische, verkehrsplanerische und verkehrstechnische Aufgaben sind gemäß der föderalistischen Struktur in Deutschland auf den unterschiedlichen Ebenen der Verwaltungshierarchie angesiedelt. So fallen Gemeindestraßen i. a. in die Zuständigkeit der Kommunen, während überörtliche Straßen, wie z. B. Bundesautobahnen und Bundesstraßen, in die Zuständigkeit des Bundes oder Landes (Straßenverwaltungen) fallen bzw. im Auftrag des Bundes vom Land unterhalten werden.

Entsprechend sind IT-Systeme zur Unterstützung verkehrlicher Aufgaben i. a. nur auf die Teile des Netzes in der Zuständigkeit der verantwortlichen Stelle ausgerichtet. Beispielsweise dienen die Straßeninformationsbanken der Länder¹ (SIBs) primär zur Erfassung und Pflege der Daten zum sog. klassifizierten Straßennetz. Das angrenzende kommunale Straßennetz ist häufig nicht Gegenstand dieser Systeme. Die Integration von z. B. Gemeindestraßen in die SIBs der Länder ist je nach Interessenslage unterschiedlich, aber durchaus vorhanden.

Für übergreifende Aufgaben, z. B. Verkehrsanalysen oder die Fahrwegbestimmung zur Beförderung gefährlicher Güter, stellt diese Zerstückelung ein Problem dar. „Gute“ Lösungen lassen sich hier nur mit einer realitätsnäheren Sicht auf die Verkehrsinfrastruktur gewinnen, und das heißt insbesondere unter Verwendung eines integrierten Verkehrsnetzes, in dem das kommunale und das überörtliche Straßennetz integriert berücksichtigt sind.

Für das überörtliche Straßennetz gibt es hier bereits einen eingeführten Standard, den OKSTRA[®] (Objektkatalog für das Straßen- und Verkehrswesen).² Dieser Standard stellt ein dokumentiertes Datenschema zur Abbildung straßenbezogener Informationen dar. Dabei werden sowohl die unterschiedlichen fachlichen Bereiche, z. B. Netz- und Bestandsdaten, Straßenzustandsdaten oder Daten zu Bauwerken, als auch die unterschiedlichen Lebensphasen der Straße, z. B. Planung und Entwurf, Bestandsverwaltung und Zustandserfassung etc., berücksichtigt.

In den Jahren 2000/2001 wurde im Rahmen der OKSTRA[®]-Pflege ein erster Vorstoß in Richtung eines integrierten Straßennetzes unternommen. Ziel war es, das gemäß ASB verwaltete überörtliche Straßennetz um ein kommunales Modell zu erweitern, um eine integrierte Repräsentierung des Straßennetzes zu ermöglichen. Eine Umfrage unter Kommunen³ ergab ein

¹ vgl. Straßeninformationsbank Nordrhein-Westfalen NWSIB, Ministerium für Wirtschaft und Mittelstand, Technologie und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf 1998 und Anweisung Straßeninformationsbank, ASB 92 + Teilsystem Bauwerksdaten + Teilsystem Netzdaten, Verkehrsblattverlag, Stand 10/98

² vgl. Das OKSTRA[®]-Merkblatt, Ausgabe 2003, FGSV, Köln und Schlussbericht zum OKSTRA[®], div. Teile, interactive instruments, Bonn 1996ff.

³ vgl. Objektkatalog für das Straßen- und Verkehrswesen - Auswertung des Fragebogens an die Kommunen, interactive instruments, Bonn 2001

sehr breites Spektrum von Ansätzen in verschiedensten Entwicklungsstadien. Das Vorhaben wurde letztlich als zu aufwändig für die OKSTRA[®]-Pflege eingestuft und zur weiteren Erarbeitung von Grundlagen an eine andere Betreuungsgruppe des Bund-/Länder-Fachausschusses "IT-Koordinierung"⁴, die BG1, abgegeben.

Auf staatenübergreifender Ebene gibt es erfolgreiche Projekte wie z. B. das CENTRICO-Projekt im Bereich des Straßen- und Verkehrswesens zur Schaffung von Straßennetzdokumentationen über Zuständigkeitsgrenzen hinweg. Mit der Spezifikation der CentroMap und CentroMap+⁵ wurde beispielsweise im Bereich der Telematikanwendungen eine digitale Straßenkarte der zentraleuropäischen Regionen entwickelt, welche die bisher mehr planungs- und bautechnische Orientierung des OKSTRA[®] hinsichtlich Anwendungsfällen im Bereich der Verkehrstelematik ergänzen kann. Bei der CentroMap+ handelt es sich um eine digitale Karte, die um verkehrstechnische Attribute ergänzt worden ist, so dass sie für Verkehrsmanagement und -informationzwecke z. B. in der Verkehrsinformationszentrale VIZ NRW⁶ eingesetzt werden kann.⁷

In den Kommunen findet sich demgegenüber i. A. eine Vielzahl von Einzellösungen für spezielle Aufgaben des Straßen- und Verkehrswesens. IT-Systeme mit einem eng abgegrenzten Einsatzgebiet arbeiten z. T. völlig ohne Austausch untereinander. Basisdaten müssen häufig individuell neu erfasst werden. Auch die Kommunen selbst sehen hier nach ersten Befragungen einen hohen Bedarf an einer Integration dieser Lösungen oder arbeiten bereits an dieser Integration.

Dieses Forschungsprojekt soll für die Kommunen und die Länder/den Bund als Wegweiser dienen, wie diese Vielzahl von Daten zu einer gemeinsamen Datenbasis zusammengeführt werden kann. Dabei werden die im Einsatz befindlichen Strukturen und Lösungen analysiert und integrierte Ansätze herausgearbeitet.

2.2 Gesamtziel

Ziel dieses Forschungsprojekts ist daher ein technisches und betriebliches Konzept zur Erstellung und Pflege eines integrierten kommunalen und überörtlichen Verkehrsnetzes. Schwerpunkt ist dabei das Straßennetz.

Auf der technischen Ebene wird ein Datenschema erstellt, mit dem verkehrliche Aspekte auf kommunaler und überörtlicher Ebene integriert repräsentiert werden können. Erfassung und Pflege des Netzes erfolgen nach wie vor innerhalb der Organisation, die für den entsprechenden Teil des Verkehrsnetzes zuständig ist. Die Verknüpfung mit anderen Teilen erfolgt anschließend durch Aufnahme in einen integrierten Datenbestand, möglicherweise "on the fly" im Rahmen von Web-Diensten. Das gewonnene Datenschema dient als Vorschlag für die Erweiterung des OKSTRA[®] in Richtung eines integrierten Straßennetzes des kommunalen und überörtlichen Verkehrs.

Auf der betrieblichen Ebene werden Wege zur Bereitstellung, Nutzung und wirtschaftlichen Fortführung des integrierten Verkehrsnetzes entwickelt. Hier sind vor allem die Erfassung und Pflege der relevanten Daten von Interesse. Es muss ein Produktmanagement für das

⁴ Seit Juni 2005 heißt der Bund-/Länder-Fachausschuss nun Dienstbesprechung „IT-Koordinierung im Straßenwesen“. die Betreuungsgruppe BG 1 wurde umbenannt in PG ASB.

⁵ vgl. CentroMap – Technical Specification Version 1.2.5, SWG „Digital Map and TMC Locations“, Düsseldorf 2001 und CentroMap+ - Technical Specification Version, 1.1, SWG „Digital Map and TMC Locations“, Düsseldorf 2002

⁶ Verkehrsinformationszentrale NRW

⁷ „Systemoptimierte Digitale Straßenkarten für Verkehrstechnische Informationssysteme am Beispiel der Verkehrsinformationszentrale VIZ NRW 2.0“, Kirschfink, Müller, Portele, Tagungsband HEUREKA 2002, Karlsruhe

integrierte Verkehrsnetz entwickelt werden.⁸ Für alle relevanten Datenklassen und alle Lebensphasen einer kommunalen Straße müssen wirtschaftliche Verfahren zur Datenbeschaffung und -pflege definiert werden. Schon heute werden verschiedene Softwarelösungen zur Aufnahme von Straßendaten/-informationen in den Kommunen eingesetzt, wobei die Daten nicht zu anderen Systemen portierbar sind und die Datenschemata immer auf einen speziellen Anwendungsbereich angepasst sind (z. B. Kommunale Straßeninformationsbanken, Straßenverzeichnisse, Aufbruchkataster, Straßenzustandsdatenbanken und Bauwerksverzeichnisse). Weiterhin werden relevante Straßendaten auch in anderen Systemen wie Verkehrsplanungsmodellen und Verkehrssimulationsmodellen benötigt, die aber meistens nicht aus anderen Systemen übernommen werden können. Wiederum andere Datengrundlagen erfordern die Verkehrsmanagementsysteme, die häufig mit digitalen Straßenkarten, basierend auf RDS-TMC-Locations⁹ (z. Z. nicht definiert für das kommunale Straßennetz) oder GDF-basierten Netzdaten von kommerziellen Anbietern, arbeiten.

2.3 Wirtschaftliche, wissenschaftliche und technische Bedeutung

Das Ergebnis dieses Projekt ist als Basislösung für verkehrsbezogene Probleme zu verstehen. Ein integriertes Verkehrsnetz steht am Beginn jeder verkehrsbezogenen Softwarelösung, die über Zuständigkeitsgrenzen hinausgeht. Ein integriertes Verkehrsnetz muss derzeit in verschiedenen Detaillierungsgraden immer wieder projektbezogen erstellt werden, z. B. für Verkehrsanalysen. Dies verursacht mehrfach Kosten für eine Arbeit, die einmal zentral durchgeführt werden könnten. Hier liegt das große Sparpotenzial, das durch dieses Projekt erzielt werden kann. Zielsetzung von „OKSTRA kommunal“ ist somit die Herstellung einer aufgabenübergreifenden Kommunikationsfähigkeit der unterschiedlichen Systeme und Akteuren. Ein zentral gepflegtes, integriertes und aktuelles Verkehrsnetz kann einer Vielzahl von Projekten zur Verfügung gestellt werden und spart dort Zeit und Geld. Die einzelnen Netze, die in das integrierte Verkehrsnetz eingehen, erhalten so ebenfalls einen erhöhten Nutzen und Mehrwert. Durch die Verknüpfung mit benachbarten Netzen, im räumlichen wie im technischen Sinne (z. B. IV und ÖV integriert), werden Lücken geschlossen und "lose Enden" in den beteiligten Netzen vermindert oder sogar beseitigt. Dies unterstützt die Straßenverwaltungen auf lokaler, regionaler aber auch nationaler und internationaler Ebene bei der Verwendung von Straßendaten in allen Lebensphasen eines Straßenbauwerks. Weiterhin ermöglicht die Berücksichtigung von Objektklassen, die relevant für Telematikdienste sind, die Schaffung und den Betrieb von Mehrwertdiensten und Verkehrsinformationsangeboten.

Die Erfassung, Verwaltung und der Austausch von Straßendaten zwischen unterschiedlichen Verantwortungsbereichen und Zuständigkeiten, von öffentlicher zu privater Hand, zwischen Planungs-, Management-, und Informationstools wird wirtschaftlicher gestaltet, da doppelte Erfassung und Verwaltung von Straßendaten und die wiederholte Aufbereitung in elektronischer Form entfallen können. Bisher manuell durchzuführende Datenerfassungen und die manuelle Bearbeitung von Straßennetzen können durch die Automatisierung von übergreifenden Aufgaben deutlich reduziert werden oder ganz entfallen. Es liegt eine einheitliche Ausgangsbasis an Straßendaten zur Bearbeitung der unterschiedlichsten Fragestellungen vor. Erstmals wird eine integrierte Betrachtung des gesamten Netzes (außerorts und innerorts) möglich, was insbesondere für Management- und Informationsmaßnahmen von großer Bedeutung ist.

⁸ Die interactive instruments GmbH und die momatec GmbH haben den Landesbetrieb bei der Umsetzung eines Produktmanagements für die digitale Karte der VIZ NRW 2.0 unterstützt.

⁹ Zur Zeit existiert aber nur in wenigen Kommunen eine Definition von RDS/TMC-Location für das Hauptverkehrsstraßennetz.

2.4 Methodik des Vorgehens

Die Entwicklung des OKSTRA kommunal erfolgt unter starker Einbeziehung der Erfahrungen von Experten aus der kommunalen Praxis. Durch die frühzeitige Berücksichtigung der Rahmenbedingungen und Anforderungen aus den kommunalen Straßenverwaltungen soll gewährleistet werden, dass die Entwicklungen des Vorhabens eine schnelle Umsetzung in der kommunalen Praxis finden.

Das Projekt wird in drei wesentlichen Phasen durchgeführt:

- **Analyse:** Der Ist-Zustand und die Anforderungen in den Kommunen werden durch Befragung und Interviews kommunaler Akteure bestimmt sowie weitere Quellen ausgewertet. Dabei werden besonders die bestehenden Lösungen in den Kommunen berücksichtigt. Die bestehenden Individuallösungen der Kommunen werden erfasst. Ferner werden die einschlägigen Standards im Bereich des Straßen- und Verkehrswesens und angrenzender Bereiche berücksichtigt. Die Analyse der Ausgangssituation bei den Kommunen wurde durch eine schriftliche Befragung sowie persönliche Interviews durchgeführt.
- **Konzeption:** Ein technisches und ein betriebliches Konzept für die integrierte Verkehrsnetzdokumentation werden erstellt. Es wird dargestellt, wie die unterschiedlichen Anforderungen der Individuallösungen in den Kommunen und dem überörtlichen Bereich zu einem integrierten Konzept vereint werden können. Der Schwerpunkt liegt auf der Beschreibung der Datenmodelle, der Vorgehensweise zur Erstellung einer auf OKSTRA kommunal basierten Straßendateninfrastruktur sowie der Nutzung des OKSTRA kommunal in unterschiedlichen IT-Architekturen.
- **Prototyping:** Die Konzepte aus der vorherigen Phase werden exemplarisch auf ihre Praxis- Tauglichkeit geprüft. Anhand eines realen Anwendungsfalls wird die Tauglichkeit der gewonnenen Konzepte für die Praxis erprobt. Das exakte Szenario für das Prototyping wird während der vorherigen Projektphasen erarbeitet. Denkbar wäre z. B. ein Anwendungsfall aus dem Bereich der Verkehrsanalyse oder der Gefahrguttransporte.

Der geplante Ablauf ist in folgender Grafik dargestellt:

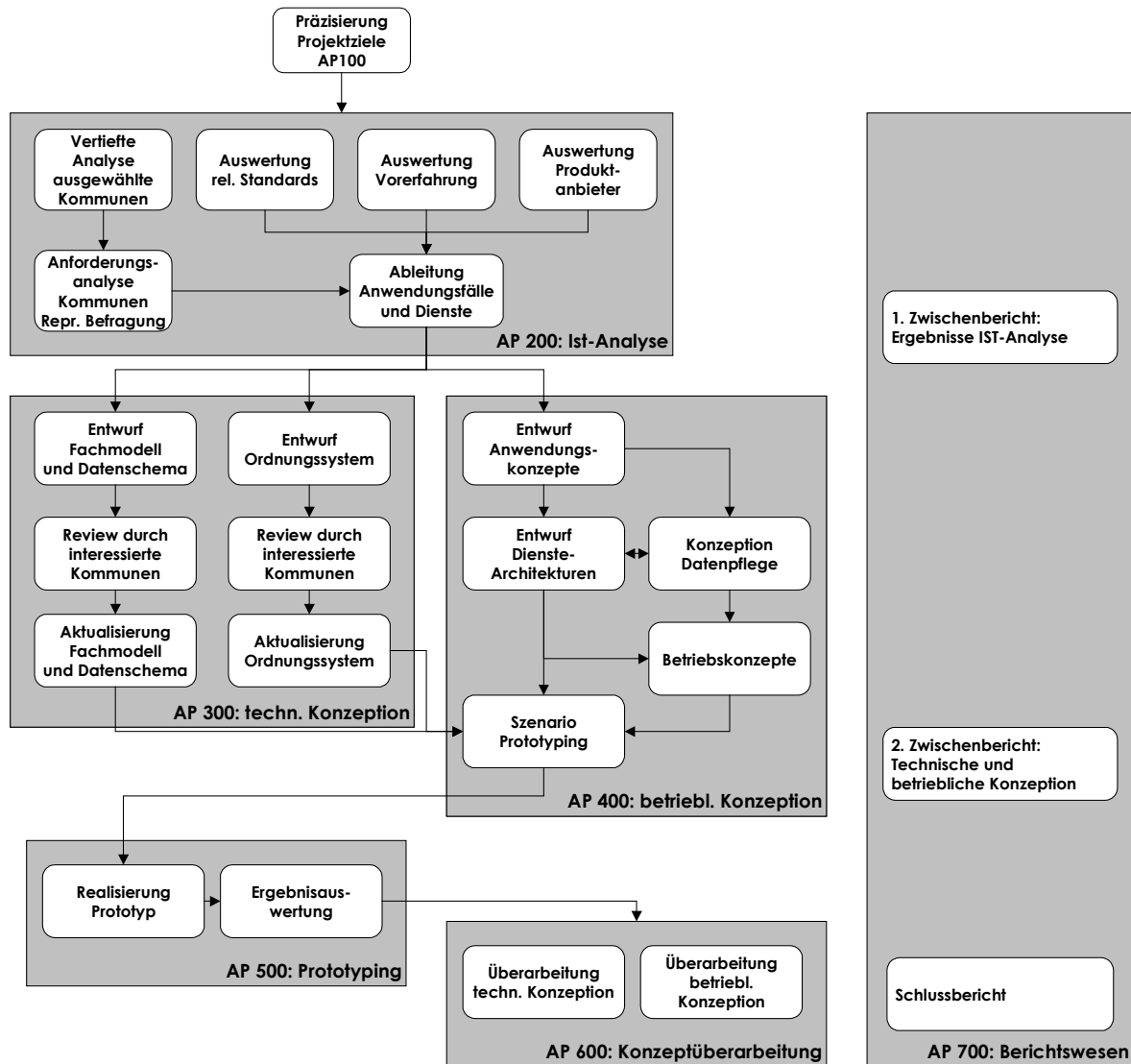


Abbildung 1: Darstellung des Arbeitsplans

Details zur Vorgehensweise sind im 1. Zwischenbericht enthalten, der auf den Internetseiten der OKSTRA®-Pflegestelle (www.okstra.de) veröffentlicht ist.

3 Prozessanalyse im kommunalen Straßen- und Verkehrswesen

Die Entwicklung eines Datenmodells für das kommunale Straßennetz muss die Anforderungen der Nutzer in der kommunalen Straßen- und Verkehrsverwaltung erfüllen. Hier sind vor allem die zu berücksichtigenden Prozesse im Straßen- und Verkehrswesen relevant, die die Funktionalitäten des Datenmodells bestimmen. Aus diesem Grund wird zu Beginn analysiert, welche Prozesse in der kommunalen Straßen- und Verkehrsverwaltung definiert sind und welche Anforderungen daraus an das Datenmodell gestellt werden. Wichtige Aspekte bei der Betrachtung der Prozesse sind neben der Analyse der vorhandenen Organisationsstrukturen und Zuständigkeiten auch die Analyse des Einsatzes von IT-Systemen und die Verfügbarkeit von digitalen Daten in den Prozessen.

Einleitend soll kurz auf eine Befragung aus dem Jahr 1998/99 eingegangen werden, die die Nutzung von neuen Informationstechniken in der Raumplanung als Gegenstand hatte /8/. Es wurden Planungs- und Umweltämter auf Landes- und Regionalebene ebenso wie auf kommunaler Ebene und private Planungsbüros befragt. Auch wenn das Verkehrswesen nicht zentraler Bereich war, so können doch einige Fakten zur Nutzung und Bedeutung von digitalen Informationsbanken auch im Verkehrswesen in diesem Kontext von Interesse sein.

Immerhin in 75 % der befragten städtischen Planungsämter wurden Geoinformationssysteme genutzt. Von knapp 33 % der befragten Institutionen (also nicht nur kommunaler Art) wurden Geodaten aus dem Bereich Verkehr als sehr wichtig und von weiteren 42 % als wichtig bezeichnet. Damit waren Verkehrsdaten nach Katasterdaten, Topografiedaten und Flächennutzungsdaten die am häufigsten genannten Fachdaten. Digitale Straßendatenbanken wurden aber trotz dieser hohen Einschätzung der Wichtigkeit nur von 6 % der Institutionen genutzt, wobei angemerkt werden muss, dass Planungs- und Umweltämter nicht unbedingt eine Straßeninformationsbank betreiben müssen. Trotzdem gehen die Einschätzung der Wichtigkeit der Daten und die Nutzung digitaler Informationstechnologien weit auseinander.

In den Handlungsempfehlungen für das Geodatenmanagement des Städtetags NRW /22/ werden für Großstädte eine Vielzahl von Nutzungsmöglichkeiten und Einsatzbereiche für Daten, die in mittelbarer oder unmittelbarer Beziehung zum Straßen- und Verkehrswesen (vgl. Abbildung 2) stehen, gezeigt, die ein Geodatenmanagement notwendig machen. Die Entwicklung eines Standards für den Bereich des Straßen- und Verkehrswesens könnte die Bereitstellung von straßenbezogenen Daten für Geoinformationssysteme unterstützen.

Handlungsfelder mit Nutzung von Geoinformationen							
Planung	Wirtschaftsförderung	Dienstleistung	Regulierung	Dokumentation	Ver-/Entsorgung	Orientierung	Gefahrenabwehr
Bauleitplanung	Standortinformation	Metadaten im Internet	Bauordnung	Altlasten/ Zechen	Kanal	Routing	Kampfmittelräumung
Verkehrsplanung	Gewerbeansiedlung	neue Produkte	Gewerbe-genehmigung	Grünflächen/ Bäume	Leitungen	Feuerwehr	Hochwasser-schutz
Bauprojektplanung	Immobilienmanagement	Online-Vertrieb	Nutzung öffentl. Raum	Facility Management	Müllabfuhr	Polizei	Brandschutz
NKF	Internet-präsentation	Services/ Analysen	Verkehrsüber-wachung	Straßen	Telekom-munikation	Points of interest	Verbrechens-bekämpfung
Umwelt-monitoring		Geodaten aus einer Hand	Standorte Funkmasten	Kompensa-tionsflächen		Flotten-management	
Sozialplanung			Abfallüber-wachung	Sportstätten		LBS	
Schulplanung			Gewässer-benutzung	Friedhöfe			
Baulücken							

Abbildung 2: Handlungsfelder zur Nutzung von Geoinformation nach /22/

In den Handlungsempfehlungen werden Hemmnisse zur Nutzung von Geodaten genannt, die auch auf die Nutzung von Daten des Straßen- und Verkehrswesens im Speziellen zutreffen, und die durch einen Standard wie „OKSTRA kommunal“ minimiert werden könnten:

- Vorhandene Datenbestände liegen auf verschiedenen Hard- und Softwareplattformen vor.
- Es liegen verschiedene logische Datenmodelle vor.
- Es existieren keine einheitlichen Schnittstellen.
- Der Raumbezug ist nicht immer identisch.
- Datenbestände können nicht gemeinsam präsentiert und analysiert werden.
- Die Aktualisierung ist zum Teil nicht gesichert.
- Metadaten sind nur unzureichend vorhanden.

Auch die genannten Vorteile eines Geodatenmanagements treffen auf die in diesem Projekt angestrebten Ziele einer integrierten kommunalen Verkehrsnetzdokumentation zu:

- Die Visualisierung räumlicher Zusammenhänge und die gemeinsame Präsentation und Analyse der Daten erleichtert die Entscheidungsfindung.
- Entscheidungen werden immer auf Basis der aktuellen und vollständigen Geodaten getroffen.
- Entscheidungen können der Politik und dem Bürger besser vermittelt werden. Es ergeben sich neue Möglichkeiten, den Bürger zu erreichen und zu beteiligen.
- Die öffentlichen Daten können Nutzern bedarfsgerecht und zügig über einen Ansprechpartner bereitgestellt werden.
- Der größte wirtschaftliche Gewinn liegt in der Effizienzsteigerung der Prozessabläufe in den Fachbereichen (Einbindung der Informationen in die Geschäftsprozesse).

Im Folgenden sollen die Ergebnisse der Ist-Analyse dargestellt werden. Dies umfasst die Auswertung der Befragung der Kommunen, die Beschreibung und Auswertung der relevanten Standards und des geltenden Regelwerkes, und der Systemhersteller sowie die Produkt- und Anwendungsanalyse.

3.1 Organisationsstrukturen der Kommunen

Die Entwicklung des OKSTRA kommunal zielt darauf ab, ein zuständigkeitsübergreifendes Datenmanagement im Straßen- und Verkehrswesens durch standardisierte Lösungen zu ermöglichen. Dabei ist es von großem Interesse, welche Organisationsstruktur in den kommunalen Verwaltungen vorliegt und wie die Schnittstellen zwischen den unterschiedlichen Zuständigkeiten aussehen.

Die Organisationsstrukturen der Kommunen sind heute sehr heterogen, wobei die Strukturen sich immer noch weitestgehend an den Verwaltungsgliederungsplänen der Kommunalen Gemeinschaftsstelle für Verwaltungsvereinfachung¹⁰ (KGSt) orientieren. Dieser Gliederungsplan sieht 45 Aufgabengruppen vor, aus denen sich in den Verwaltungen die Ämter ableiten. Diese 45 Ämter verteilen sich auf 8 Aufgabenhauptgruppen, also die Geschäftsbereiche/ Dezernate oder Fachbereiche in den Kommunen.

Die für das Straßen- und Verkehrswesen relevanten Aufgabengruppen (Ämter) teilen sich auf die folgenden Aufgabenhauptgruppen und Aufgabengruppen:

AHG 3 Rechts-, Sicherheits- und Ordnungsverwaltung	AHG 6 Bauverwaltung	AHG 7 Stadtreinigung	AHG 8 Wirtschaft und Verkehr
AG 32 Sicherheit und Ordnung (Ordnungsamt)	AG 61 Stadtplanung	AG 70 Stadtreinigung	AG 80 Wirtschafts- und Verkehrsförderung
Aufgabe 32.19 Straßenverkehrsangelegenheiten	Aufgabe 61.2 Bauleitplanung	Aufgabe 70.2 Durchführung der Straßenreinigung, Winterdienst	Aufgabe 80.3 Förderung des öffentlichen Nah- und Fernverkehrs
	Aufgabe 61.3 Verkehrsplanung		AG 81 Wirtschaftliche Betätigung (Eigenbetriebe)
	AG 62 Vermessung		Aufgabe 81.2 Aufgaben der kommunalen Verkehrswirtschaft
	Aufgabe 62.2 Liegenschaftskataster		
	Aufgabe 62.4 Ingenieurvermessung		

¹⁰ Heute: Kommunale Gemeinschaftsstelle für Verwaltungsmanagement

Aufgabe 62.6 Kartographie
Aufgabe 62.10 Benennung von Straßen und Plätzen, Nummerierungen
AG 66 Tiefbau
Aufgabe 66.1 Straßenbau- und - verwaltung
Aufgabe 66.2 Lichtsignale und Ver- kehrsschilder
Aufgabe 66.3 Planung, Bau und Unterhaltung von Brückenbauwerken
Aufgabe 66.5 Abwasserbeseitigung
AG 67 Grünflächen
Aufgabe 67.7 Grünflächen, Freian- lagen für andere Auf- gabengruppen

Die oben aufgezeigte Verwaltungsstruktur zeigt, dass

- die Verkehrsplanung (und die Bauleitplanung) vom Straßenentwurf und Straßenbau getrennt bearbeitet wird,
- die Vorplanung für eine Baumaßnahme häufig von einer anderen Stelle bearbeitet wird als die spätere Entwurfs- und Ausführungsplanung,
- die technische Betreuung von Baumaßnahmen und die Vergabe der Aufträge (technische und betriebswirtschaftliche Betreuung eines Projektes) von unterschiedlichen Stellen bearbeitet wird,
- die Vermessung und der Straßenbau von unterschiedlichen Stellen bearbeitet werden,
- die Pflege von Grünflächen im Straßenraum und die Erhaltung der Straßen von unterschiedlichen Stellen bearbeitet wird.

Die kommunale Straßenverwaltung gliedert sich damit in die folgenden „Einheiten“ mit unterschiedlichen Aufgabenbereichen:

- **Verkehrsplanung:** übergeordnete Planungen im Bereich der Stadtplanung/Verkehrsplanung, Erstellung von Konzepten sowie Vorplanung von Maßnahmen
- **Straßenverkehrsbehörde:** verkehrsrechtliche Anordnungen aller Art

- **Straßenbau:** Entwurfs- und Ausführungsplanung, Betreuung von Bau- und Erhaltungsmaßnahmen
- **Verkehrstechnik:** Planung und Betrieb verkehrstechnischer Einrichtungen
- **Straßenerhaltung:** Planung und Durchführung von Straßenerhaltung, Reinigung und Bestandsverwaltung

Diese „Einheiten“ arbeiten dabei mit unterschiedlichen Partnern wie der Vermessung und dem Katasterwesen, den für den kommunalen Haushalt zuständigen Ämtern/Fachbereichen sowie dem Bereich Umwelt eng zusammen.

Werden Aufgaben von unterschiedlichen Dezernaten/Referaten (dargestellt durch Aufgabenhauptgruppen) bearbeitet, dann ist mit einer u. U. erschwerten Kommunikation unter den Akteuren zu rechnen, was sich auch in einem „erschweren“ Datenaustausch widerspiegelt. Bei diesen „interdisziplinären“ Aufgaben werden häufig „Arbeitsgruppen“ gebildet, die für bestimmte Bereiche für Einzelmaßnahmen aber auch für ständige Aufgaben gebildet werden. Eine solche Aufgabe wäre beispielsweise die Entwicklung einer Straßennetzdokumentation, die verschiedene Fachbereiche betrifft.

Selbst innerhalb eines Amtes kann es zu „Reibungsverlusten“ zwischen den unterschiedlichen Abteilungen kommen, wobei hier die Widerstände deutlich geringer sind, als über Dezernatsgrenzen hinaus. Bei kleineren Kommunen, bei denen wenige Mitarbeiter mit dem Straßen- und Verkehrswesen beschäftigt sind und dabei mehrere Aufgaben übernehmen, ist das Problem mangelnder Kommunikation geringer als in großen Verwaltungen mit vielen Mitarbeitern.

Neben dem Kommunikationsbedarf innerhalb der kommunalen Verwaltung bestehen im Bereich des Straßen- und Verkehrswesens auch Verknüpfungspunkte mit anderen Institutionen.

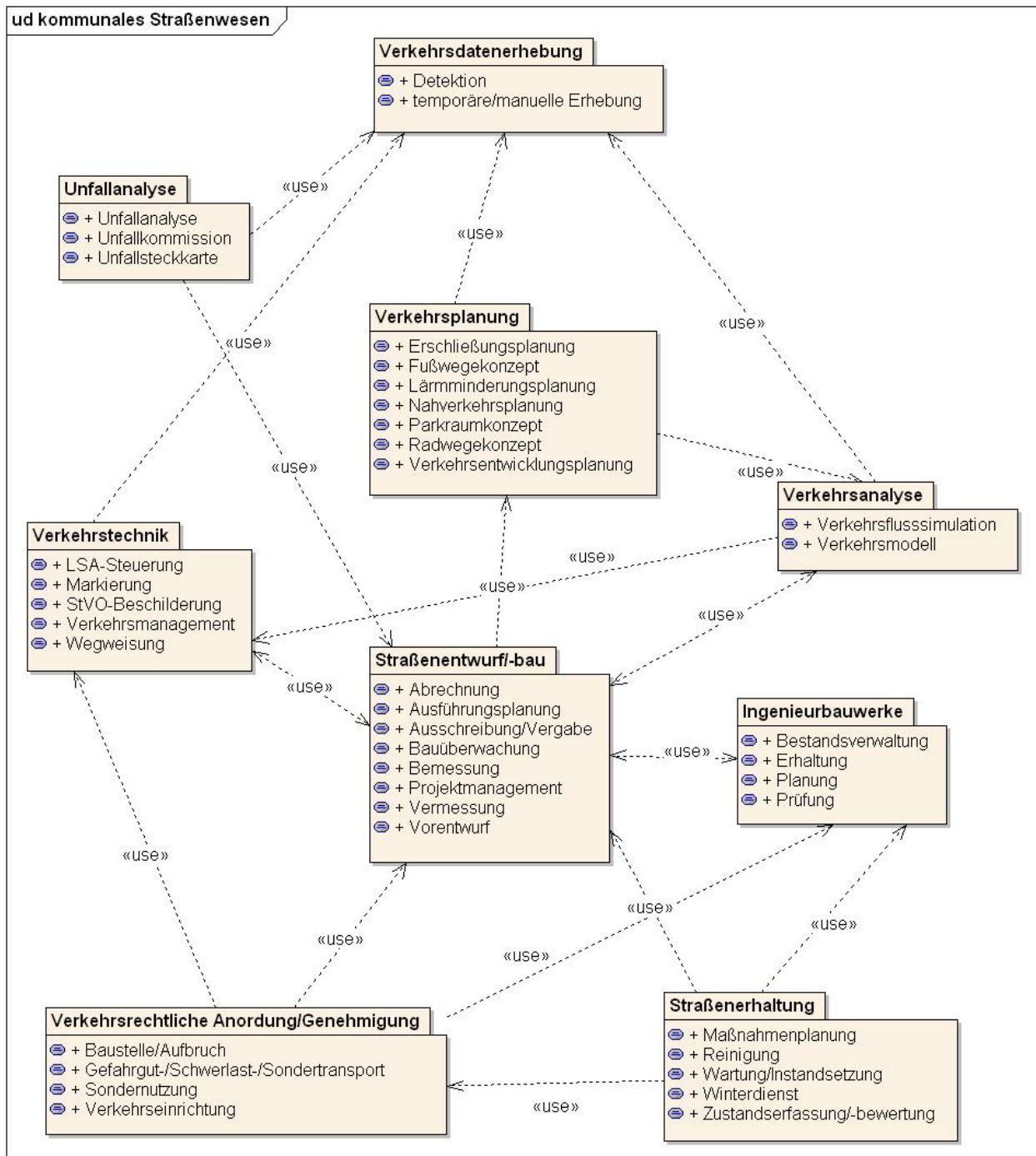
Vor allem im Bereich der verkehrsrechtlichen Anordnung und der Verkehrssicherheit (Unfallkommission) kommt es zu Verknüpfungspunkten von Straßenbauverwaltung, Straßenverkehrsbehörde und Polizei.

Die Planung im Bereich des öffentlichen Personennahverkehrs wird in enger Zusammenarbeit mit den örtlichen Verkehrsbetrieben oder den regionalen Verkehrsverbänden durchgeführt. Zu einem Datenaustausch kommt es hier nach den Erfahrungen aus der Analysephase meistens nur Vorhaben-bezogen. Hier bestehen zumeist Verknüpfungen mit der Stadt- und Verkehrsplanung, aber auch mit der Straßenbauverwaltung.

Im Bereich des Tiefbaus bestehen enge Verknüpfungen der kommunalen Straßenbauverwaltung mit den Versorgungsunternehmen für Wasser, Strom, Gas sowie Telekommunikation usw. Weiterhin kann es der Fall sein, dass die Straßenbeleuchtung von den Stadtwerken betrieben wird.

Generell gibt es eine Entwicklung hin zu einer Privatisierung der Eigenbetriebe, so dass z. B. die Straßenreinigung und der Winterdienst nicht mehr von kommunalen Einrichtungen, sondern von privaten oder teilprivatisierten Einrichtungen nach wirtschaftlichen Aspekten durchgeführt werden.

Insgesamt sind die Prozesse in der kommunalen Straßenverwaltung stark untereinander verknüpft. Die unterschiedlichen Zuständigkeiten stehen in einem permanenten Informations- und Datenaustausch. Die folgende Abbildung zeigt, dass die „Prozess-Pakete“ mit den einzelnen Prozessen untereinander Abhängigkeiten («use») besitzen, da einige Prozesse die Daten, die in anderen Prozessen erzeugt werden, als Input nutzen. Eine Liste der in der kommunalen Verwaltung genutzt Daten bei diesen Prozessen ist im Anhang verfügbar.

Abbildung 3: Abhängigkeiten der Prozesse im kommunalen Straßen- und Verkehrswesen¹¹

¹¹ Diese Abbildung berücksichtigt nicht die Abhängigkeiten von Prozessen im Verkehrswesen mit anderen Rahmenbedingungen wie beispielsweise der finanziellen Lage der Kommune oder Baumaßnahmen von anderen Institutionen wie Versorgungsunternehmen oder dem Land. Es sind nur generelle Abhängigkeiten zwischen Prozessen mit Verkehrsbezug dargestellt.

3.2 Ausstattung der Kommunen mit IT-Systemen und Verfügbarkeit von digitalen Datenbeständen

Als standardisiertes Datenmodell für Daten im Straßen- und Verkehrswesen ist OKSTRA kommunal geeignet, vorhandene IT-Systeme zu verknüpfen und digitale Datenbestände einer Mehrfachnutzung zugänglich zu machen. Die Ausstattung von Kommunen mit EDV-Systemen und die Verfügbarkeit von digitalen Daten sind in erster Linie, aber nicht ausschließlich, von der Größe der Kommune abhängig.

Digitale Datenbestände, die häufig im Bereich des kommunalen Verkehrswesens genutzt werden, sind Daten aus dem Vermessungs- und Katasterwesen. Hier sind vor allem Katasterpläne und Liegenschaftspläne sowie digitale Orthofotos zu nennen. Diese Daten werden sowohl für Planungsprozesse als auch zur Bestandsverwaltung genutzt.

Ansonsten werden digitale Daten aus anderen Bereichen nur selten genutzt (am ehesten noch Umweltdaten wie z. B. Lärm- oder Emissionsdaten).

Netzdaten

Digitale Datenbestände zum Straßennetz werden aus verschiedenen Quellen bezogen. Eine wichtige Stelle sind hierbei kommerzielle Straßennetze, die von der Kommune angekauft werden und in ihre Anwendungen integriert werden.

Eine zweite Quelle sind die Katasterdaten der Kommune, aus denen die Flächen für den Verkehr extrahiert werden können. Die Qualität der Netzdaten und der Aufwand zur Nachbearbeitung hängt von der Qualität/Granularität der Darstellung von Verkehrsflächen in den Katasterdaten ab.

Bei der Anschaffung einer Straßendatenbank wird häufig direkt die Netzerstellung mit beauftragt. Der Auftragnehmer bekommt damit die Aufgabe, vor Ort das Straßennetz zu erfassen (z. B. durch GPS-Messungen).

Die Entscheidung, welche Datenquelle genutzt wird, hängt vor allem von den Kosten der Versorgung ab. Bei großen Städten ist eine Erfassung vor Ort nicht finanzierbar. Die Kosten für die Übernahme von Netzdaten aus dem Kataster hängen von der Datenqualität der Katasterdaten und dem Nachbearbeitungsaufwand ab. Weiterhin bestimmt die spätere Nutzung der Daten, in welcher Qualität und Granularität das Netz aufgenommen werden muss.

Für die Vervollständigung von Netzen können auch weitere Datenquellen wie beispielsweise Orthofotos genutzt werden.

Verkehrsplanung, Entwurf und Trassierung

Kleinere Kommunen lassen viele Aufgaben, vor allem im Bereich der Planung sowie des Entwurfs von externen Planern bearbeiten. Die Planunterlagen liegen meistens in Papierform vor und auch der Austausch von Daten wird nicht oder nur selten elektronisch durchgeführt. Wichtigstes Austauschformat bei der Kommunikation von Planungs- und Entwurfsunterlagen ist DXF.

Teilweise werden Planunterlagen von Hand gezeichnet, meistens aber sind Softwarelösungen für Straßenentwurf und Trassierung vorhanden. Im Bereich der Verkehrsplanung werden häufig Planunterlagen mit Zeichenprogrammen (z. B. Corel Draw) erstellt.

Bestandsdatenverwaltung

Eine Bestandsdatenverwaltung erfolgt in kleineren Kommunen zumeist nicht EDV-gestützt sondern auf Karteikarten, in Ordnern oder in Plandarstellungen auf Papier. Elektronische Kataster und Informationsbanken werden nur wenige geführt, häufiger anzutreffen ist die Nutzung von Excel-Tabellen und Access-Datenbanken (auch bei Großstädten). Eine Referenzierung von Objekten auf das Straßennetz erfolgt dabei häufig über den Straßennamen

sowie die Einteilung von Straßenabschnitten durch Hausnummernbereiche oder die Nennung von Querstraßen.

Eine räumliche Dokumentation von verkehrsrelevanten Daten erfolgt häufig auf Basis von Stadtkarten oder anderen Plänen als Zeichnung (z. B. Lagepläne von Parkraumbewirtschaftungsbereichen oder Tempo-30-Zonen).

Ein wichtiges Dokument (unter vielen anderen) im kommunalen Straßen- und Verkehrswesen ist die verkehrsrechtliche Anordnung. Diese dokumentiert, in welcher Form eine Verkehrsanlage, ein Schild oder eine Baustelle genehmigt worden ist. Die Anordnung stellt häufig das einzige Dokument dar, welches die Lage und Ausprägung eines Objektes beschreibt. Dabei ist die Lagebeschreibung zumeist recht ungenau und nicht standardisiert. In den meisten Kommunen existiert diese Anordnung nur als Dokument auf Papier.

Mit den Aufgaben im Rahmen des „Neuen kommunalen Finanzmanagements“ und der Notwendigkeit zur Bewertung des gesamten Verkehrsnetzes für die Eröffnungsbilanz, welches eine Erfassung des Zustands mit sich bringt, werden von Kommunen vermehrt elektronische Systeme zur Netzdokumentation eingeführt. Es zeigt sich, dass die Investitionen für ein elektronisches System zumeist nur getätigt werden, wenn die Aufgabe nicht mehr mittels anderer Systeme geleistet werden kann. Solange nicht die zwingende Notwendigkeit besteht, auch wenn durch ein EDV-gestütztes System eine deutliche Qualitätssteigerung möglich wäre, werden herkömmliche Vorgehensweisen und Systeme bevorzugt.

Das Führen von elektronischen und georeferenzierten Bestandskatastern setzt sich langsam in der kommunalen Straßenverwaltung durch¹². Dabei werden die Anwendungen zumeist nur für einen Aufgabenbereich genutzt und besitzen keine Schnittstelle zum Austausch der Daten mit anderen Systemen. Auch werden meistens „nur“ Aufgaben zur Bestandsverwaltung unterstützt, eine Unterstützung des Workflows von Prozessen zur Genehmigung oder der Auftragsabwicklung wird nur selten durchgeführt. Häufig ist es der Fall, dass für jede Anwendung, die eine Straßennetzbeschreibung nutzt, dieses Netz neu und nicht einheitlich innerhalb der kommunalen Verwaltung erzeugt wird, so dass ein automatisierter Datenaustausch fast unmöglich wird.

Viele Kommunen bauen interne GIS-Plattformen im Intranet auf. Hier werden teilweise auch Informationslayer mit verkehrsrelevanten Daten integriert. Diese Systeme besitzen dabei meistens ausschließlich die Möglichkeit zur visuellen Information über Sachverhalte. Ein Export von Daten sowie logische Abfragemöglichkeiten existieren nicht.

3.3 Prozesse im Bereich der Verkehrsplanung

Im Bereich der Verkehrsplanung werden im großen Maßstab Konzepte und Planungsvorgaben erarbeitet, die die Zielsetzungen für Maßnahmen im Straßen- und Verkehrswesen für einen längeren Zeitraum definieren.

Schlagworte sind dabei

- Verkehrsentwicklungspläne,
- Nahverkehrspläne,
- Rad- und Fußwegekonzepte,
- Erschließungskonzepte für Innenstadtbereiche usw.

¹² Im Bereich des Kanals werden aufgrund der rechtlichen Form der Betreiber schon lange elektronische Kataster genutzt, wahrscheinlich auch, da nicht ohne weiteres vor Ort der Bestand überprüft werden kann, wie dies im Straßenwesen möglich ist.

Diese Konzepte basieren auf einer Analyse des Ist-Zustands und der Identifizierung von Mängeln. Es wird ein Ziel definiert und Einzelmaßnahmen zur Erreichung dieses Ziels im groben Maßstab skizziert. Detailplanungen werden nicht beschrieben, sollen aber später auf den Aussagen der Planungen aufsetzen oder durch diese politisch begründet werden.

Vor allem bei der Erstellung von Verkehrsentwicklungsplänen und den Nahverkehrsplänen werden Daten zum öffentlichen Personennahverkehr in der Kommune genutzt. Diese Daten werden häufig nicht von der Kommune selbst erhoben und verwaltet, sondern liegen in der Zuständigkeit der ÖV-Betreiber oder Verkehrsverbünde.¹³

Zur Erstellung der Pläne und Konzepte werden häufig Verkehrsmodellrechnungen und Verkehrsflusssimulationen genutzt, um die notwendigen Grundlagendaten zum Verkehr zu erzeugen.

Verkehrskonzepte und Verkehrsentwicklungspläne

Die Konzepte basieren meistens auf einer makroskopischen Netzbeschreibung für den MIV, ÖV und den Fuß- und Radverkehr sowie einer Beschreibung der Verkehrsnachfrage in diesem Netz. Die Beschreibung der Verkehrsnachfrage wird meistens auf Basis von erhobenen Daten mittels Verkehrsmodellrechnung erzeugt. Detaillierte Informationen zum Netz sowie zur Verkehrsnachfrage (Verkehrsdaten) gehen zumeist nicht in die Analyse ein.

Auf Basis von identifizierten Mängeln des derzeitigen Verkehrssystems werden Maßnahmenvorschläge gemacht, die in einer späteren Feinplanung präzisiert werden und in die Umsetzung kommen (sollen).

Die identifizierten (zumeist punktuellen) Mängel (z. B. punktuelle Unfallschwerpunkte für Radfahrer und Fußgänger durch fehlende Querungshilfen oder Knotenpunkte mit zu geringer Kapazität zur Abwicklung der Verkehrsnachfrage durch nicht optimale Lichtsignalsteuerung) dienen zur Definition von Maßnahmen, die von der Kommune umgesetzt werden sollten. Die im Rahmen dieser Prozesse erzeugten Daten dienen als Input für die Vorplanung von Maßnahmen sowie als Leitlinie für Verkehrssteuerung, Mobilitätsmanagement oder den ÖV-Betrieb.

Vorplanung für Einzelmaßnahmen

Weitere Prozesse im Bereich der Verkehrsplanung sind Planungen (Vorplanung) von Einzelmaßnahmen in Form von lokal beschränkten Neu- oder Umbaumaßnahmen. Häufige Prozesse sind dabei der Rückbau (z. B. Verkehrsberuhigung) oder die Umgestaltung von Straßen oder Knotenpunkten, die Planung der Lichtsignalsteuerung, die Erschließung von Innenstadtbereichen oder der Ausbau des Radwegenetzes. Im Rahmen dieser Planungsprozesse werden teilweise detaillierte Analysen z. B. in Form von mikroskopischer Verkehrsflusssimulation durchgeführt, die detaillierte Daten zur Verkehrsnachfrage (z. B. aus Zählungen) und detaillierte Informationen über die Querschnittsdaten und Geometrie des Straßennetzes benötigen.

Im Rahmen von Neu- und Umbaumaßnahmen und als Vorgabe für den Entwurf und die Trassierung von Straßen werden die Bemessung von Verkehrsanlagen und der Nachweis der Verkehrsqualität (nach HBS) durchgeführt. Ziel dieses Prozesses ist die Bestimmung des notwendigen Querschnitts bzw. der Knotenpunktsgeometrie zur Abwicklung des erwarteten

¹³ In diesem Bereich ist es notwendig, dass ein standardisierter Datenaustausch zwischen den Verantwortlichen für die ÖV-Daten und den Verantwortlichen für die Straßenverkehrsdaten ermöglicht wird. Aus diesem Grund wird als zusätzliche Aktivität im Projekt eine Analyse des im Rahmen des FOPS-Projektes „Infrastruktur-Daten-Management (IDM) im Öffentlichen Personennahverkehr“ FE 70.0746/2004 entwickelten Modells durchgeführt. Das IDM-Projekt erarbeitet ein standardisiertes Datenmodell für Infrastrukturdaten aus dem ÖV analog zu diesem Projekt, welches sich auf die Straßeninfrastruktur fokussiert.

Verkehrs bzw. der Nachweis, dass ein gewählter Querschnitt oder eine Knotenpunktsgeometrie den erwarteten Verkehr mit ausreichender Qualität abwickeln kann.

Lärminderungspläne, Luftreinhaltepläne usw.

Ein weiterer Bestandteil der Planungsprozesse im Verkehrswesen ist beispielsweise die Aufstellung von Lärminderungsplänen, Luftreinhalteplänen oder sonstigen Konzepten mit Verbindung zum Umweltbereich. Die gesetzliche Grundlage für diese Planung ist § 47a des BImSchG, nach dem die Kommunen zu einer Vorplanung verpflichtet sind.

Eine Befragung von Kommunen aus dem Jahr 2000 /21/ hat ergeben, dass die Zuständigkeit für die Lärminderungspläne meistens bei den Umweltämtern oder bei den Bauämtern liegt. Als drittes Amt wird das Stadtplanungsamt als verantwortliche Stelle genannt. Für den Fall, dass das Umweltamt (und nicht ein Amt, welches in die Verkehrsplanung integriert ist) verantwortlich ist, kann es – wie die weiteren Ergebnisse der Befragung auch zeigen – zu Verlusten bei der Kommunikation und dem Informationsaustausch innerhalb der Kommune kommen, so dass die Ergebnisse der Lärminderungsplanung bei den Prozessen im Straßen- und Verkehrswesen keine große Rolle mehr spielen.

Weiterhin bestehen die Lärminderungspläne häufig parallel neben Verkehrsentwicklungsplänen, ohne dass es eine Verknüpfung gibt. Weiterhin werden die Ergebnisse der Lärminderungsplanung nur wenig bei der späteren Maßnahmenplanung berücksichtigt. Eine Nutzung der Ergebnisse der Lärminderungsplanung und somit ein Austausch von Daten und Informationen findet nur wenig statt.

Im Rahmen von Luftreinhalteplänen werden von einigen Kommunen auch Emissionskataster angelegt. Einer der wichtigsten Verursacher von Luftverunreinigungen ist der Straßenverkehr, weshalb es in kommunalen Emissionskatastern immer auch Emissionskataster für die Emittentengruppe Verkehr gibt. Dieses Kataster wird auf Basis von Informationen über die Fahrzeugflotte, über die zeitliche und räumliche Verteilung der Verkehrsnachfrage z. B. in Form von DTV-Werten sowie über den Verkehrslablauf z. B. in Form von Geschwindigkeitsprofilen oder Geschwindigkeitsganglinien ermittelt. Wichtiger Faktor für die Berechnung von Emissionen ist natürlich der Anteil des Schwerverkehrs.

Beschilderungs-/Wegweisungsplanung

Unter dem Oberbegriff „Verkehrsplanung“ werden hier auch die Beschilderungs- und Wegweisungsplanung verstanden (StVO-Beschilderung für den fließenden und den ruhenden Verkehr sowie die wegweisende Beschilderung).

Auf Basis der entwickelten Konzepte (z. B. Parkraumbewirtschaftungskonzept) muss die StVO-Beschilderung geplant werden. Neben den Inhalten der Beschilderung (Planung der Verkehrsregelungen) müssen auch die Standorte, sowie die Schilderausführung geplant werden. Dies erfolgt meistens durch den Bereich „Verkehrsplanung“, die Anordnung der Beschilderung erfolgt durch die Straßenverkehrsbehörde, die Realisierung durch den Bereich „Straßenbau“ und die Bestandsverwaltung und Pflege durch die Straßenerhaltung.

Ein wichtiger Prozess bei der Wegweisungsplanung ist die Überprüfung der Wegweisungskette. Dazu werden Zielspinnen für jedes Ziel erzeugt, die überprüfen, ob an jedem Entscheidungspunkt das Ziel angegeben ist. Obwohl für diesen Prozess Softwarelösungen existieren, wird diese Aufgabe häufig noch von Hand und auf Papier gelöst.

Neben der Wegweisung für den MIV gewinnt die Radverkehrswegweisung immer höhere Bedeutung.

3.4 Prozesse im Bereich des Straßenentwurfs und Straßenbaus

Prozesse zum Entwurf und zur Trassierung bereiten die Realisierung einer Baumaßnahme vor und basieren in Kommunen zumeist auf den Festsetzungen eines Bebauungsplanes, eines Vorhaben- und Erschließungsplanes oder Maßnahmen eines Investors, wenn es sich um Neubauten handelt. Umbaumaßnahmen werden meistens im Rahmen von Verkehrskonzepten wie einem Verkehrsentwicklungsplan, einem Radverkehrsplan oder einem Konzept zur Verkehrsberuhigung durchgeführt.

Nach HOAI gliedern sich die Prozesse des Straßenentwurfs in die folgenden Leistungsphasen, die zumeist Grundlage für die Vorgehensweise der Kommune sind. Dabei wird häufig ein Teil der Aufgaben an externe Auftragnehmer vergeben und nur wenige Aufgaben von der Kommune selbst durchgeführt. Einige wenige Kommunen mit einer sehr guten personellen Ausstattung bearbeiten annähernd alle Planungsstufen selbst, wobei dann vor allem die Ausführungsplanung an externe Planer vergeben wird.

Leistungsphasen nach HOAI (Details im Schlussbericht-Anhang Abschn. 1.2):

1. Grundlagenermittlung:
Wird zumeist von den Kommunen selbst durchgeführt. Ergebnisse dienen als Input für die Bearbeiter der späteren Planung
2. Vorplanung (Projekt- und Planungsvorbereitung):
Wird zumeist von den Kommunen selbst durchgeführt. Die Vorplanung wird dabei häufig noch von der Abteilung „Verkehrsplanung“ durchgeführt, bevor die Abteilung „Straßenentwurf und -bau“ das Projekt übernimmt.
3. Entwurfsplanung:
Die Entwurfsplanung präzisiert die Ergebnisse der Vorplanung. Bei vielen Kommunen werden diese Planungen an externe Planer vergeben.
4. Genehmigungsplanung:
Die Genehmigungsplanung wird häufig von den Kommunen selbst durchgeführt, wobei sie von externen Planern unterstützt werden. Diese Planungsstufe stellt die Verbindung zur genehmigenden Behörden dar. Die Inhalte der Planung sind eher von verwaltungstechnischer Natur, die technischen Inhalte basieren auf der Entwurfsplanung.
5. Ausführungsplanung:
Die Ausführungsplanung bereitet die Realisierung der Maßnahme vor und dient als Grundlage für den Bau. Diese Stufe wird am häufigsten an externe Planer vergeben.
6. Vorbereitung der Vergabe:
In dieser Stufe werden aus den vorangehenden Planungen die für die Vergabe der Leistungen notwendigen Dokumente (Leistungsbeschreibung/Leistungsverzeichnis) erzeugt. Diese Stufe wird meistens von den Kommunen selbst bearbeitet.
7. Mitwirken bei der Vergabe:
In dieser Stufe werden die eingegangenen Angebote ausgewertet. Es werden keine „technischen Planungen“ durchgeführt. Die Kommunen bearbeiten diesen fast immer ohne Beteiligung externer Partner. Innerhalb der Kommune kann aber für die Vergabe eine andere Abteilung zuständig sein als für die technische Planung.
8. Bauoberleitung:
Diese Stufe ist für dieses Projekt eher von untergeordneter Bedeutung.
9. Objektbetreuung und Dokumentation
Nach Fertigstellung wird das Projekt dokumentiert. Hier wird vor allem ein erneutes Aufmaß durch die Vermesser der Kommune und eine Mengenermittlung durchgeführt.

Grundlage für die Bearbeitung einer Entwurfsplanung von externen Planern sind Planunterlagen über die vorhandenen Örtlichkeiten. Dabei handelt es sich häufig um einen Ausschnitt aus dem Liegenschaftskataster oder einen Bebauungsplan. Für die Bemessung der Verkehrsanlage werden zusätzlich noch Verkehrsdaten benötigt¹⁴.

Der Planer erstellt auf Basis der bereitgestellten Unterlagen einen Straßenentwurf, der die Trassierung im Lage- und Höhenplan sowie die Grundlagen für die Vermessung umfasst. Häufig werden die Planunterlagen von der Kommune auf Papier bereitgestellt, so dass eine Digitalisierung (z. B. durch Einscannen oder Vektorisieren) notwendig wird. Werden die Pläne digital bereitgestellt, dann sind das Austauschformat und das vom Planer und der Kommune genutzte System ausschlaggebend für die Weiterverwendbarkeit der Planunterlagen. Für den 3-dimensionalen Entwurf und vor allem die Massenermittlung für Erdarbeiten ist die Einbindung ein „Digitalen Geländemodells“ unbedingt notwendig.

Die Erstellung von Unterlagen für die Vergabe (Leistungsverzeichnis/Leistungsbeschreibung) wird teilweise durch Software-Produkte unterstützt, wobei nicht direkt aus den Planungsunterlagen LVs erzeugt werden, sondern EDV-unterstützt LVs aus Muster-LVs erstellt werden.

Wichtige Prozesse für jede Neu- oder Umbaumaßnahme sind die Massen- bzw. Mengenermittlung sowie die Kostenberechnung. Während des Planungsprozesses wird bereits eine Schätzung der Mengen und Kosten vorgenommen. Diese Abschätzungen werden im Verlaufe des Planungsprozesses sowie während der Bauausführung immer weiter konkretisiert. Bei beiden Prozessen ist das Regelwerk zu beachten (Kostenberechnung im Straßenbau nach AKS 85 sowie Mengenermittlung nach REB und GAEB).

Die Informationen zu den Mengen und Kostenschätzungen aus dem Entwurfsprozess sind vor allem wichtig für die Vergabe und Abrechnung der Baumaßnahme, wobei hier eine direkte Nutzung der Informationen aus den Entwurfsunterlagen nur selten erfolgt, meistens werden die Informationen zur Mengenermittlung von Hand aus den Entwurfsunterlagen abgelesen und für die Mengenermittlung aufbereitet. Die relevanten Daten aus dem Straßenentwurf sollten dafür auch für die Erstellung von Vergabeunterlagen wie einem Leistungsverzeichnis zur Verfügung stehen. Insgesamt sollten die Daten zur Trassierung und zum Entwurf auch für AVA-Prozesse zur Verfügung stehen. Die genauen Daten zu den abzurechnenden Mengen werden nach Fertigstellung einer Anlage vor Ort eingemessen.

Nach Abschluss der Bauarbeiten werden von der Vermessung die örtlichen Gegebenheiten aufgenommen. Die Trassierungsinformationen für die Straßenverkehrsanlage können nur den der Realisierung zugrunde liegenden Planunterlagen entnommen werden.

Das Medium Papier hat immer noch eine hohe Bedeutung bei der Entwurfsplanung, da nur hier die Genehmigung/Abnahme einer Planung durch Unterschrift und Stempel durchgeführt werden kann. Diese Pläne werden dann auch archiviert. Eine Ablage der digitalen Pläne erfolgt - wo vorhanden - meistens in einem File-System auf dem kommunalen Server.

3.5 Prozesse im Bereich des Straßenbetriebs

Unter dem Begriff „Straßenbetrieb“ werden hier die folgenden Bereiche zusammengefasst:

- Zustandserfassung und -bewertung
- Erhaltungsmanagement
- Straßenreinigung und Winterdienst
- Verwaltung und Pflege von Infrastruktur

¹⁴ Die Prozesse der Bemessung werden hier unter der Rubrik Verkehrsplanung behandelt.

Die Zustandserfassung und Zustandsbewertung sind Grundlage für ein systematisches Erhaltungsmanagement. Weiterhin dienen Informationen über die Zustandsbewertung als Eingangsgröße in die Bilanzerstellung für das „Neue kommunale Finanzmanagement“ (NKF).

Die Verwaltung und Pflege von Infrastruktur ist notwendig für eine Vielzahl anderer Prozesse und liefert Hintergrundinformationen und Eingangsdaten über den Bestand im Straßen- und Verkehrswesen.

Die Straßenreinigung und der Winterdienst sind Aufgaben, die zur Erhaltung der Verkehrssicherheit des Straßenverkehrs durchgeführt werden oder aber der Sauberkeit des Stadtbildes dienen.

Bestandsverwaltung

Wichtigstes Instrument für den Straßenbetrieb sind Bestandskataster oder Straßendaten-/Straßeninformationsbanken oder andere Datenbanken und Tabellenwerke. Die Form der Verwaltung von Bestandsdaten ist von Kommune zu Kommune sehr unterschiedlich. Allen Organisationsstrukturen gemein ist, dass meistens jede Abteilung/Einheit den Bestand der für sie relevanten Infrastruktur pflegt und Aufträge für die Instandsetzung und Wartung an andere vergibt.

Die Informationen über den Bestand an Infrastruktur und dessen Zustand sowie über aktuelle Schäden werden in Kommunen häufig von Straßenbegehern oder Straßenkontrolleuren erfasst. Durch eine regelmäßige Begehung aller Straßen kommt die Kommune ihrer Verkehrssicherungspflicht nach.

Die Straßenbegeher führen ein Kontrollbuch, in welches sie jeden festgestellten Schaden eintragen. Für die festgestellten Schäden werden Aufträge z. B. für den Bauhof erteilt, der in vielen Kommunen für die Behebung von kleineren Straßenschäden zuständig ist. In einem Auftragsbuch werden die Aufträge dokumentiert. Nur in wenigen Kommunen werden das Kontrollbuch und die Auftragsverwaltung elektronisch geführt, noch seltener ist eine Verknüpfung mit einer Straßendatenbank und eine Referenzierung der Schadensmeldungen und Aufträge auf eine Netzbeschreibung.

Neben der Erfassung von Schäden zur Erhaltung der Verkehrssicherheit können die Straßenbegeher auch weitere Aufgaben zur Bestandsverwaltung erledigen. Dabei muss berücksichtigt werden, dass der Begeher ein bestimmtes Pensum erledigen muss. So ist es möglich, dass der Straßenbegeher vor Ort neben der Erhebung von Schäden jeweils eine weitere Aufgabe zugeteilt bekommt¹⁵. Denkbar sind dabei die Erfassung von Infrastruktur zu einem bestimmten Thema (z. B. Beleuchtung, Parkscheinautomaten usw.) inkl. grober Verortung, die Erfassung des Zustands der Fahrbahn, von Infrastruktur oder die Aufnahme des Straßenoberbaus an vorhandenen Aufbrüchen¹⁶. Die Daten aus der Erfassung vor Ort werden dann in eine Datenbank eingepflegt und verbessern somit schrittweise die Datenlage der Kommune.

Die Bestandsverwaltung von Infrastrukturobjekten im Straßen- und Verkehrswesen umfasst die folgenden Aspekte:

- Erfassung der Lage des Bestandsobjektes

¹⁵ Der Einsatz von Straßengehern für regelmäßige weitere Erfassung von Infrastruktur kann nur geleistet werden, wenn der Begeher trotzdem seine originäre Aufgabe zur Sicherung Verkehrssicherheit erfüllen kann. Da die Zahl der Begeher wirtschaftlich bemessen ist, ist es eher die Ausnahme, dass Kapazitäten für regelmäßige Sonderaufgaben bestehen. Hier ist zu prüfen, welche Möglichkeiten bestehen z. B. Projektbezogen temporärer zusätzliches Personal als „Straßenbegeher“ einzusetzen.

¹⁶ Diese Aufnahme scheint eine gängige Praxis zu sein, da Daten zum Straßenoberbau nur in geringem Umfang vorliegen, aber für die Zustandsbewertung und das Erhaltungsmanagement sowie für die Wertermittlung und die Restnutzungsdauer relevant sind.

- Erfassung aller relevanten Eigenschaften der Infrastrukturobjekte hinsichtlich ihrer baulichen und technischen Ausprägung
- Erfassung und Verwaltung des Zustands der Infrastrukturobjekte
- Erfassung und Verwaltung aller Aktivitäten, die zur Sicherstellung der Funktion sowie zur regelmäßigen Wartung durchgeführt werden (Wartung, Reparatur, Austausch eines Gerätesteils usw.) sowie Kosten
- Erfassung und Verwaltung von administrativen Informationen zum Infrastrukturobjekt (Baulast, Zuständigkeiten usw.)

Die Bestandsdaten werden für eine Vielzahl anderer Prozesse genutzt. Vor allem zur Maßnahmen- und Kostenplanung sind Daten zum Bestand von großem Interesse.

Winterdienst und Straßenreinigung

Wichtige Prozesse im Bereich des Winterdienstes und der Straßenreinigung ist die Einsatz- und Routenplanung. Im Winterdienst werden Streupläne erstellt, die das Straßennetz in Prioritäten einteilt, die die Reihenfolge der Streueinsätze und die Routen bestimmen. Wichtige Parameter, die Eingang in die Entwicklung von Streuplänen finden, sind die Definition von Vorbehaltsnetzen/Vorrangnetzen, die Berücksichtigung von Busrouten, Schulwegen und Rettungswegen sowie die Lage von Einrichtungen des Rettungsdienstes.

Bei der Planung von Routen für den Winterdienst und die Straßenreinigung sind weiterhin Informationen über die Verkehrsbeziehungen und die Restriktionen notwendig, um Fahrtrouten für die Streu- und Reinigungsfahrzeuge zu planen. Wichtige Informationen sind auch die Fahrbahnbreiten, da u. U. in 2 Durchfahrten geräumt werden muss und das Vorhandensein von Parkmöglichkeiten im Straßenraum, da dort eine Reinigung nur möglich ist, wenn keine oder nur wenige geparkte Fahrzeuge vorhanden sind.

Eine Software-technische Unterstützung dieser Prozesse zur Durchführung des Winterdienstes oder der Straßenreinigung ist eher selten. Eine Darstellung von Routen (z. B. Winterdienst) oder Prioritäteneinteilungen des Netzes erfolgt in Tabellen oder auf Basis einer Karte auf Papier.

Bauwerke

Im Rahmen des Straßenbetriebs werden Bauwerke wie Brücken, Tunnel, Unterführungen, Treppen oder auch Schilderbrücken zumeist von einer anderen Zuständigkeit betreut als der Straßenkörper. Eine Bestandsdatenverwaltung wird dabei häufig nur für Brücken durchgeführt. Da für Bauwerke regelmäßige Prüfungen vorgeschrieben sind, existieren auf jeden Fall Bestandsdaten, die aber häufig nicht zentral und digital geführt werden.

Die Planung der Bauwerksprüfungen und die Dokumentation der Prüfungsergebnisse stellen die wichtigsten Prozesse im Bereich der Bestandsverwaltung von Bauwerken dar, denn diese Ergebnisse dienen als Input für andere Prozesse wie beispielsweise die Planung von Erhaltungs- und Sanierungsmaßnahmen sowie für die Wertermittlung (NKF) oder die Genehmigung von Schwerlast- und Gefahrguttransporten.

3.6 Genehmigungsprozesse und Koordinationsprozesse für Maßnahmen im Straßenraum

Wichtige Genehmigungs- und Koordinierungsprozesse innerhalb des Straßenverkehrswezens umfassen die folgenden Maßnahmen:

- Genehmigung einer Sondernutzung / Veranstaltung im Straßenraum
- Genehmigung eines Aufbruchs durch Versorgungs- und Telekommunikationsunternehmen

- Genehmigung eines Transportweges eines Schwerlast-, Gefahrgut- oder Sondertransportes
- Planung und Koordinierung von Baumaßnahmen der Kommunen

Bei allen Genehmigungsprozessen wird ein Antrag eines externen Antragstellers (Bürger, Firma, Versorgungsunternehmen, Spediteur) an die Kommune gerichtet. Meistens erfolgt die Antragstellung über Papier oder ein Online-Formular (PDF) im Internet. Die notwendigen Angaben des Antragstellers umfassen dabei die Art, die Dauer und die Lage der Maßnahme/Veranstaltung. Der Bearbeiter bei der Kommune wertet diese Anträge zumeist manuell aus, durch Umlauf oder persönliche Kontaktaufnahme werden andere relevante Mitarbeiter der Kommune in den Prozess eingebunden. Eine Referenzierung von Maßnahmen auf ein Straßennetz und eine EDV-unterstützte (zeitliche und räumliche) Koordination von Maßnahmen erfolgt nur in wenigen Kommunen. Teilweise sind für Sondernutzungen, Aufbrüche und Baumaßnahmen unterschiedliche Mitarbeiter zuständig.

Viele Daten, die zur Entscheidungsunterstützung notwendig sind, müssen von den jeweiligen Bearbeitern mühsam zusammengetragen werden. Vor allem bei der Genehmigung von Transportwegen müssen umfangreiche Informationen zu der vom Antragsteller vorgeschlagenen Route (inkl. der Bauwerke) genutzt werden, die häufig in sehr verschiedenen Zuständigkeiten liegen.

Die Koordination von Baumaßnahmen und Aufbrüchen muss zeitlich und räumlich erfolgen, damit es nicht zu unangemessenen Beeinträchtigungen des Verkehrsflusses kommt. Hierbei ist auch eine Kommunikation mit der Verkehrstechnik (z. B. Lichtsignalsteuerung) und dem Verkehrsmanagement notwendig. Bei der Planung von Baumaßnahmen muss die Leistungsfähigkeit des Netzes berücksichtigt werden, so dass Daten zur Verkehrsnachfrage und zum Straßenquerschnitt notwendig sind.

Bei größeren Baumaßnahmen und bei der Genehmigung von Transportwegen ist die Ortsbesichtigung ein häufiger Prozess, da viele Daten nicht auf anderem Wege zusammengetragen werden können.

3.7 Prozesse im Bereich des Verkehrsmanagements

Im Rahmen dieses Vorhabens werden unter dem Oberbegriff Verkehrsmanagement alle Maßnahmen zur Steuerung und zur Beeinflussung des Verkehrs verstanden. Für Kommunen aller Größen relevant ist dabei die Lichtsignalsteuerung. Neben der Steuerung eines einzelnen Knotens stellen „Grüne Wellen“, verkehrsabhängige Steuerungen, ÖV-Bevorrechtigungen und Netzsteuerungen Steuerungsverfahren dar, die einer besonderen Planung bedürfen.

Weitere andere Möglichkeiten des Verkehrsmanagements in Kommunen können wie folgt beschrieben werden:

- Betrieb eines Systems zur Verkehrsdatenerfassung zur Erzeugung von aktuellen Verkehrsdaten und der Ableitung eines Verkehrslageberichtes. Diese Daten können genutzt werden, um Verkehrsmanagementsysteme zu versorgen und um Verkehrsinformationen für den Bürger bereit zu stellen.
- Betrieb einer Alternativroutensteuerung (z. B. für den Zielverkehr von Großveranstaltungsorten wie Messegelände, Konzerthallen, Sportarenen und Kongresszentren oder als Brückenleitsystem) durch die Schaltung von Wechselwegweisern oder Freitextanzeigen. Diese Systeme des Verkehrsmanagements basieren zumeist auf der online-Erfassung von Verkehrsdaten (s. o.).
- Kollektive Verkehrsinformationen über die Schaltung von Freitextanzeigen. Bei planbaren Ereignissen können diese Informationen präventiv angezeigt werden. Dazu

muss ein Ereigniskalender vorliegen. Auf akute Störungen kann durch die Erfassung von Verkehrsdaten reagiert werden. Ist die Verkehrslage oder das Vorhandensein von lokalen Störungen im MIV, ÖV oder im ruhenden Verkehr bekannt, dann können entsprechende Informationstexte geschaltet werden.

- Individuelle Verkehrsinformationen über das Internet oder andere individuelle Endgeräte (z. B. PDA). Über Medien wie das Internet können aktuelle Informationen wie beispielsweise die aktuelle Verkehrslage, die Lage von Baustellen, die Auslastung des Parkraums oder Störungen und Verspätungen im ÖV angezeigt werden.
- In Ballungsräumen ist es u. U. sinnvoll und notwendig, dass Maßnahmen des Verkehrsmanagements mit anderen Zuständigkeiten (z. B. Betreiber des benachbarten Autobahnnetzes) abzustimmen. Dazu muss ein Daten- und Informationsaustausch über geplante und aktive Strategien ausgetauscht werden.

Allen Formen des Verkehrsmanagements sind die folgenden Prozessstufen gemeinsam:

- Errichtung der Infrastruktur zur Datenerfassung, Datenkommunikation und Datenbereitstellung: Die Planung und der Bau von Infrastruktur für ein Verkehrsmanagementsystem sollte vor dem Hintergrund einer optimalen Funktion des Managementsystems bei minimalem Mitteleinsatz erfolgen. Dies ist nur möglich, wenn die Rahmenbedingungen für das Managementsystem bekannt sind. Wichtige Eingangsparameter sind vor allem die zu steuernden Verkehre sowie die Steuerungsmöglichkeiten (d. h. z. B. mögliche Ausweichstrecken). Vor allem die Kenntnis der Verkehrssituation durch Auswertung von historischen Verkehrsdaten (MIV, ÖV, ruhender Verkehr) ist dazu notwendig.
- Erfassung einer statischen Datengrundlage: Zu dieser statischen Datengrundlage gehören Informationen wie beispielsweise das zugrunde liegende Netz, auf welchem die Maßnahmen abgewickelt werden sollen bzw. auf welchem die Modelle und Managementsysteme basieren.
- Erfassung von online-Daten: während des Betriebs eines Verkehrsmanagementsystems ist es notwendig online aktuelle Verkehrsdaten als Input für die Management- und Informationssysteme zu sammeln. Diese werden weiterverarbeitet und teilweise in einer Datenbank als Archiv abgelegt. Dies ermöglicht den Aufbau einer historischen Wissensbasis, die zur Qualitätsverbesserung des Managementsystems eingesetzt werden kann.
- Monitoring/Überwachung des Managementsystems: Während des Betriebs des Managementsystems ist es notwendig die Funktionsfähigkeit und die Qualität der einzelnen Systembausteine zu überwachen und auszuwerten.
- Aufbereitung der Daten zur Erzeugung von Verkehrsinformationen: Die von den Erfassungssystemen erhobenen Daten werden zu Informationen aufbereitet und dem Verkehrsteilnehmer über unterschiedliche Medien (z. B. im Internet) zur Verfügung gestellt.

Über die LSA-Steuerung hinausgehendes Verkehrsmanagement wird meistens nur von Großstädten betrieben. Allein dynamische Parkleitsysteme finden sich auch in kleineren Städten.

Bei kleineren Städten wird häufig die LSA-Planung von externen Ingenieurbüros durchgeführt. Die Bestandsdatenverwaltung für Lichtsignalanlagen wird fast ausschließlich auf Papier oder in Excel-Tabellen geführt. Bei Anlagen, die an einen Verkehrsrechner angeschlossen sind, existiert dort eine Dokumentation der technischen Daten.

Infrastruktur zur Verkehrsdatenerfassung in Form von Induktivschleifen oder Infrarot-Detektoren zum Verkehrsmanagement existieren vorwiegend zur Lichtsignalsteuerung. Stra-

teigische Detektoren zur Verfassung der Verkehrslage im Rahmen des Verkehrsmanagements oder zur Erhebung von statistischen Verkehrsdaten (z. B. DTV-Daten) werden vorwiegend nur von Großstädten betrieben. Eine georeferenzierte Dokumentation dieser Daten erfolgt häufig nicht.

3.8 Fazit aus der Befragung der Kommunen

Die Erkenntnisse aus der Befragung und den Interviews der Kommunen können wie folgt zusammengefasst werden¹⁷:

Organisationsstruktur

1. Die Aufgaben für das Straßen- und Verkehrswesen in Kommunen ist aufgeteilt zwischen planenden, genehmigenden und bauenden/betreibenden Ämtern (oder Fachbereichen o. ä.). Diese müssen innerhalb von Prozessketten miteinander kommunizieren und nach Abschluss eines Prozesses die Daten evtl. für andere Prozesse bereitstellen.
2. Die Kommunikation innerhalb der Kommunen zwischen unterschiedlichen Zuständigkeiten, beispielsweise zwischen der planenden und der genehmigenden Behörde oder zwischen der Straßenbauverwaltung und der Vermessung ist häufig nicht optimal gelöst.
3. Die Kommunikation zwischen der kommunalen Verwaltung und anderen Institutionen im Verkehrsbereich (Polizei, ÖV-Betrieb, Versorger) stellt ebenfalls eine Schnittstelle dar, bei der es zu Informationsverlusten kommen kann.
4. Eine Kommunikation mit übergeordneten Behörden (z. B. auf Landesebene) oder mit benachbarten kommunalen Verwaltungen findet meistens nur bei speziellem Projektbezug statt.
5. Insbesondere bei kleineren Kommunen erfolgt der Datenaustausch mit externen Planern und Auftragnehmern überwiegend auf Papier.

Allgemeines

6. Die oben beschriebenen Prozesse des kommunalen Straßen- und Verkehrswesens haben für die Kommune unterschiedliche Bedeutung. Diese folgt zu aller erst aus dem Einsatz von finanziellen Mitteln für die unterschiedlichen Bereiche und den Unterschieden in den Aufgaben / Problemstellungen bei unterschiedlichen Stadtgrößen.
7. Alle Arten von Verwaltungsakten und Genehmigungsprozessen sind für alle Kommunen von besonderer Bedeutung. Ein Workflow-Support dieser Prozesse ist besonders wichtig.
8. In den Kommunen liegen viele Daten zum Straßen- und Verkehrswesen vor. Zumeist unterliegen sie unterschiedlichen Zuständigkeiten und werden von verschiedenen Stellen in unterschiedlichem Maße gepflegt.

¹⁷ Auf eine quantitative Auswertung der Fragebögen wird auf Grund der geringen Stichprobenzahl verzichtet. Insbesondere die Interviews lieferten wertvolle Erkenntnisse, die in den Fragebögen nicht abgefragt werden konnten. Insgesamt wurden 8 Interviews geführt (Dortmund, Wuppertal, Düsseldorf, Münster, Aachen, Villingen-Schwenningen, Pforzheim und Dormagen). Von diesen Kommunen liegen auch die Fragebögen vor. Zusätzlich haben die Städte Köln, Berlin und Bietigheim-Bissingen die Fragebögen ausgefüllt. Trotz weiterer Kontakte zu den Kommunen Bottrop, Erfurt, Kiel, Ellwangen, Ostfildern, Schwäbisch-Gmünd und München konnten keine weiteren Teilnehmer an der Befragung gewonnen werden.

9. Es werden häufig viele verschiedene Systeme zur Verwaltung und Archivierung von Straßendaten genutzt. In kleineren Städten liegen nur wenige Daten digital vor. Häufig genutzte IT-Anwendungen sind Tabellen, isoliert geführte Datenbanken und Planzeichnungen auf Basis von Zeichenprogrammen.
10. Das Dokument der „Verkehrsrechtlichen Anordnung“ stellt häufig die einzige Informationsquelle für einen Sachverhalt dar. Die Archivierung der Anordnungen erfolgt meistens nur auf Papier.
11. Das Liegenschaftskataster ALK sowie Luftbilder sind eine wichtige Informationsquelle im Straßen- und Verkehrswesen.
12. Die Nutzung von IT-Systemen im Straßen- und Verkehrswesen gewinnt in den Kommunen an Akzeptanz. Die größten Hemmschwellen zur Nutzung solcher Systeme sind die hohen Investitionskosten, die häufig komplizierte Bedienung der Anwendung und der Zeitaufwand für die Einarbeitung und vor allem für die Pflege der Systeme.
13. GI-Systeme werden verstärkt von Kommunen eingesetzt, wobei der Verkehrsbereich diese noch nicht im größeren Maße nutzt.
14. Nur wenige Städte betreiben eine elektronische Straßeninformationsbank. Wenn dies der Fall ist, dann ist das Netz in der Regel nur relativ grob erfasst, da die damit unterstützten Prozesse keinen höheren Detaillierungsgrad benötigen oder die Fachdaten ebenfalls nur entsprechend grob vorliegen.
15. Flächeninformationen liegen nur indirekt über die Abschnittslänge und eine Breite vor, eine Integration von Flächen in das Ordnungssystem wird meistens nicht praktiziert.

Prozesse allgemein

16. Die Prozesse im Straßen- und Verkehrswesen sind untereinander stark verknüpft. Es besteht großer Bedarf für Datenaustausch und Information, der häufig durch persönlichen Kontakt gelöst wird.
17. Die Ortsbesichtigung ist eine sehr wichtige Quelle zur Beschaffung von Informationen zum Bestand.

Prozesse der Verkehrsplanung

18. Für die Verkehrsplanung wird eine Vielzahl von Inputdaten benötigt. Neben einer Netzbeschreibung für die unterschiedlichen Verkehrsmittel sind insbesondere Verkehrsdaten zur Verkehrsnachfrage von Interesse.
19. Verkehrsdaten liegen vor allem in kleineren Kommunen, aber auch in größeren Kommunen mit nur schwach ausgeprägtem Verkehrsmanagement, nur stichprobenartig aus punktuellen Erhebungen vor. Die Daten sind meist mehrere Jahre alt und werden nicht zentral verwaltet.
20. Die Ergebnisse der Verkehrsplanung sollten die Eingangsdaten für Detailentwürfe darstellen. Dazu muss eine Bereitstellung der Daten aus der Planung für den Entwurf erfolgen. Häufig sind die relevanten Daten (z. B. detaillierte Verkehrsdaten) nicht aktuell verfügbar.
21. Planungen im Bereich des öffentlichen Verkehrs werden häufig nicht von der Kommune, sondern von den ÖV-Betreibern/Verkehrsbetrieben durchgeführt. Detaillierte Daten zum ÖV liegen bei den Kommunen häufig nicht vor.

Prozesse des Straßenentwurfs und Straßenbaus

22. Im Bereich des Straßenentwurfs und des Straßenbaus sind die Prozesse im kommunalen Straßenwesen und im klassifizierten überörtlichen Netz sehr ähnlich.

23. Der standardisierte Austausch von Entwurfs- und Trassierungsdaten wird in Kommunen nicht praktiziert, obwohl die Probleme des am meisten genutzten Austauschformates DXF bekannt sind.
24. Genaue Lagedaten werden in der Regel nur bei Neu- und Umbaumaßnahmen von der Vermessung erfasst.
25. Eine Übernahme von Daten aus dem Straßenentwurf hinsichtlich der Trassierung und der Querschnittsgestaltung für andere Prozesse wird nur sehr selten praktiziert.
26. Die EDV-Systeme zum Straßenentwurf und Bau (inkl. AVA) sowie die dort genutzten Daten unterscheiden sich nicht vom außerörtlichen Netz. Allein das zugrunde liegende Regelwerk ist unterschiedlich. Die Nutzung von Software im Bereich AVA ist eher selten und wenn, dann werden nur wenige Funktionalitäten eingesetzt.
27. Eine Software-gestützte Mengen- und Massenermittlung, die Eingang in die AVA-Unterlagen findet, wird nur sehr selten betrieben.

Prozesse des Straßenbetriebs

28. Die Verwaltung des Bestands, die Zustandserfassung und das Erhaltungsmanagement sind für Kommunen besonders wichtig, da sie einen großen Anteil der finanziellen Mittel für das Straßen- und Verkehrswesen binden¹⁸.
29. Vor dem Hintergrund des „Neuen kommunalen Finanzmanagements“ NKF gewinnt die Erfassung des Zustands und die Bewertung der Infrastruktur für die Eröffnungsbilanz besondere Bedeutung.
30. Der Straßenbegeher/Straßenkontrolleur ist eine wichtige Informationsquelle zum Bestand und Zustand der verkehrlichen Infrastruktur.
31. Elektronische Systeme für die Bestandsverwaltung sind vor allem für die Begründung von finanziellen Investitionen notwendig, um die notwendigen Informationen bereitstellen zu können.
32. Wichtige Bereiche der Bestandsverwaltung neben der Zustandsbewertung sind die Beschilderung (StVO- und wegweisende), die Straßenbeleuchtung, Straßenentwässerung, Infrastruktur zur Parkraumbewirtschaftung und Lichtsignalanlagen.
33. Die Betriebsdienste wie Straßenreinigung und Winterdienst müssen Routing-Aufgaben zur Einsatzplanung erledigen, die bei IT-Unterstützung ein routing-fähiges Netz benötigen. Die Routenplanung wird häufig von Hand durchgeführt.
34. Die Verwaltung von Bauwerken umfasst wie im Außerortsbereich vor allem die Überwachung der Bauwerksprüfung sowie die Planung von Erhaltungs- und Sanierungsmaßnahmen.

Prozesses des Verkehrsmanagements

35. Verkehrsmanagement ist für kleinere Kommunen kein relevanter Bereich, selbst die Lichtsignalsteuerung wird dort häufig von externen Planern bearbeitet.
36. Verkehrsmodellrechnungen und Verkehrssimulationen werden von kleineren Kommunen meist nur bei Detailplanungen durchgeführt, und dann meistens an externe Planer vergeben. Die Datengrundlage für solche Modellrechnungen sind z. T. mehrere Jahre alt und basieren auf Erhebungen, die zu andere Zwecken durchgeführt worden sind.

¹⁸ Selbst wenn die bereitgestellten Mittel meistens nicht ausreichend sind, um alle erforderlichen Maßnahmen zur Bestandserhaltung zu realisieren.

37. Das Verkehrsmanagement benötigt neben den Infrastrukturinformationen (Wechselwegweiser, Freitextanzeigen, Lichtsignalanlagen usw.) vor allem historische und aktuelle Verkehrsdaten sowie ein routing-fähiges Netz.
38. Bestandsdaten für verkehrstechnische Infrastruktur werden häufig „nur“ in Tabellen oder isolierten Datenbanken ohne direkten Bezug zum Straßennetz geführt.

4 Auswertung der relevanten Standards

Die Entwicklung des OKSTRA kommunal berücksichtigt neben den Anforderungen und Rahmenbedingungen der Struktur und Aufgaben der kommunalen Straßen- und Verkehrsverwaltungen auch die vorhandenen Standards und Regelwerke im Straßen- und Verkehrswesen. Vor allem Regelwerke und Standards zur Beschreibung eines kommunalen Ordnungssystems sind hier von Relevanz. Regelwerke und Standards, die sich mit Fachdaten befassen, besitzen eine untergeordnete Relevanz, da eine Modellierung von Fachdaten im Rahmen des Projektes nur für das Prototyping erfolgt. Diese Standards und Regelwerke bieten aber wichtige Hinweise für eine spätere Entwicklung von Fachdatenmodellen.

4.1 Standards und Regelwerke mit Relevanz für das Ordnungssystem

Die zentrale Aufgabe des Vorhabens ist die Entwicklung eines Ordnungssystems, das erstens alle Anforderungen des kommunalen Straßen- und Verkehrswesens erfüllt und zweitens mit dem Ordnungssystem des OKSTRA[®] kompatibel ist. Deshalb haben vor allem die folgenden Standards und Regelwerke große Bedeutung für den OKSTRA kommunal:

- Arbeitspapiere zur Erhaltungsplanung, Reihe K: Kommunale Belange, Unterabschnitt K 1.2: „Ordnungssystem und Netzbeschreibung für innerörtliche Verkehrsflächen“ (2005) in Verbindung mit
- Empfehlungen für das Erhaltungsmanagement von Innerortsstraßen (E EMI) – (2003)
- ASB „Anweisung Straßeninformationsbank“, Teilsystem Netzdaten, Stand: April 2005 sowie der darauf basierend
- OKSTRA[®] - Schema „Straßennetz“

4.1.1 ASB „Anweisung Straßeninformationsbank“

Zielsetzung:

Die ASB, „Anweisung Straßeninformationsbank“, definiert die Art und Weise, wie Informationen in den Straßeninformationsbanken der Bundesländer (SIBs) vorzuhalten sind, das dafür zu verwendende Ordnungssystem sowie die Vorhaltung eines Kerndatenbestandes. Sie ist in mehrere Teilsysteme gegliedert, von denen bisher die Teilsysteme „Netzdaten“ /3/, „Bestandsdaten“ /31/ und „Bauwerksdaten“¹⁹ /32/ vorliegen. Weitere Teilsysteme sind geplant, z. B. „Ausstattungsdaten“, „Verkehrsdaten“, „Zustandsdaten“, „Projektdateien“, „Sonstige Infrastruktur“ und „Umweltbelange“.

Ein ganz wesentlicher Aspekt der ASB ist die Festlegung eines zentralen Ordnungssystems für das klassifizierte Straßennetz, des Netzknoten-Stationierungs-Systems. Die in der ASB definierten Objektklassen erhalten ihren Netzbezug gemäß diesem Ordnungssystem.

Die ASB ist in den betreffenden Fachbereichen eine wesentliche Grundlage für die entsprechenden informationstechnischen Spezifikationen im OKSTRA[®].

Herausgeber, Gültigkeitsbereich und Status:

¹⁹ Das Teilsystem „Bauwerksdaten“ heißt auch „ASB-ING“, für Ingenieur-Bauwerke.

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Wohnungswesen (Abteilung Straßenbau, Straßenverkehr); Redaktion: Betreuungsgruppe 1 des Bund/Länder-Fachausschusses „IT-Koordinierung“ (Straßenwesen)²⁰; nationales Regelwerk, maßgeblich für die von Bund und Ländern betriebenen Straßeninformationsbanken

4.1.1.1 Ordnungssystem (Netzbeschreibung)

Das Ordnungssystem wird im Teilsystem „Netzdaten“ der ASB beschrieben.

Das Straßennetz gemäß ASB wird durch *Netzknotten* strukturiert, in denen verkehrliche Verbindungen zwischen *Straßen* des aufzunehmenden, klassifizierten Straßennetzes bestehen. Die verbindenden Teilstücke der Straße zwischen zwei benachbarten Netzknotten heißen *Abschnitte*, die Verbindungsarme innerhalb eines Netzknottens heißen *Äste*.

Abschnitte und Äste werden lagegenau durch *Nullpunkte* am Anfang und Ende begrenzt, die jeweils zu einem Netzknotten gehören. Die *Bestandsachse* des Abschnitts oder Astes verläuft vom Nullpunkt am Anfang zum Nullpunkt am Ende. Entlang dieser Bestandsachse wird die *Stationierung* definiert, die mit *Station 0* am Anfang beginnt und mit der *Station* der Länge des Abschnitts oder Astes endet. Auf diese Weise definieren Netzknotten und Abschnitte/Äste ein lokales Koordinaten-System, das *Netzknotten-Stationierungs-System*. Die Richtung vom Nullpunkt am Anfang zum Nullpunkt am Ende ist die *Stationierungsrichtung* des Abschnitts oder Astes. Jeder Abschnitt ist genau einer *Straße* des klassifizierten Straßennetzes zugeordnet (z.B. einer Autobahn oder einer Bundesstraße).

Die Netzknotten tragen bundesweit eindeutige Schlüssel, der sich aus einer vierstelligen TK25-Blattnummer und einer dreistelligen laufenden Nummer zusammensetzt. Die Nullpunkte eines Netzknottens erhalten zusätzlich einen Buchstaben als Kennung und sind so ebenfalls bundesweit eindeutig identifiziert. Abschnitte und Äste erhalten eine abgeleitete Kennung aus ihrem Nullpunkt am Anfang und ihrem Nullpunkt am Ende. Diese Kennung identifiziert dann auch Abschnitte und Äste bundesweit eindeutig.

Ein Objekt mit Bezug zum Straßennetz kann dann durch Angabe eines Abschnitts oder Astes und einer Station eindeutig seine Lage relativ zum Straßennetz beschreiben. Eine derartige Lagebeschreibung heißt *Straßenpunkt*.

Ein abgehender oder einmündender Ast von einem Abschnitt oder Ast zerschlägt diesen i.A. nicht, sondern wird mit einem *Nullpunktort* auf diesem verortet. Der Nullpunktort verwendet für diese Verortung einen Straßenpunkt. Diese Sachverhalte sind in Abbildung 4 noch einmal schematisch zusammengefasst.

Streckenförmige Bezüge zum Straßennetz ermöglicht die ASB durch Angabe je eines Straßenpunkts am Anfang und am Ende. Dies definiert eine *Strecke*, die nicht auf einen Abschnitt oder Ast beschränkt, deren Verlauf zwischen den Straßenpunkten jedoch eindeutig sein muss. Zwei Straßenpunkte auf demselben Abschnitt oder Ast definieren einen *Teilabschnitt*.

²⁰ nun PG ASB der Dienstbesprechung „IT-Koordinierung im Straßenwesen“

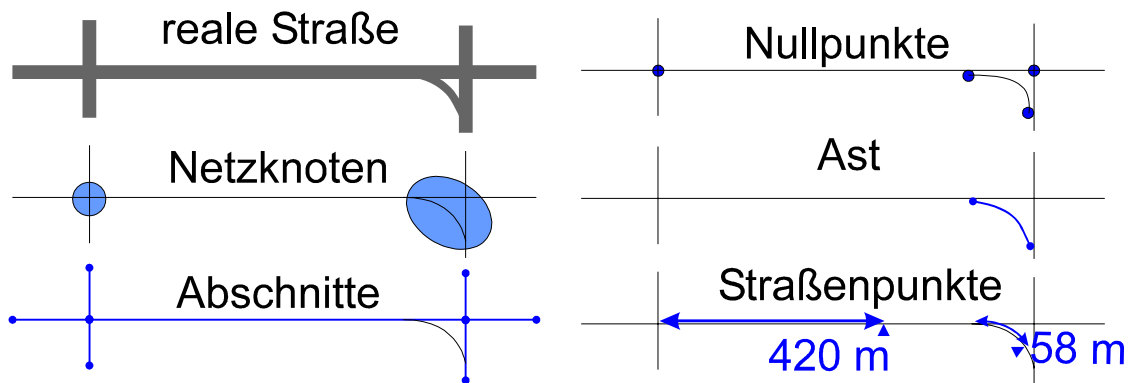


Abbildung 4: Ordnungssystem ASB

Das Netzknoten-Stationierungs-System liefert eine Rasterung des klassifizierten Straßennetzes in einer gewissen Granularität. Für Aufgaben, die eine feinere Granularität erfordern (insbesondere zur Darstellung verkehrlicher Beziehungen), kann diese Rasterung zu grob sein. Für diese Fälle bietet die ASB eine ergänzende Beschreibung des Straßennetzes an. Neben der Zerlegung in Netzknoten und Abschnitte/Äste definiert die ASB eine Zerlegung des Netzes in *Straßenelemente*. Diese weisen i.A. selbst einen streckenförmigen Netzbezug auf, können jedoch in den genannten feiner strukturierten Bereichen auch eigenständig stehen und dort selbst als Bezugssystem eines Netzbezugs fungieren. Straßenelemente werden am Anfang und am Ende durch *Verbindungspunkte* begrenzt. Diese tragen eine Koordinaten-Geometrie und i.A. einen Bezug zu einem Nullpunkt. Auch die Verbindungspunkte tragen eine bundesweit eindeutige Kennung durch Angabe der TK25-Blattnummer und einer achtstelligen laufenden Nummer.

Ein Beispiel für das Netzknoten-Stationierungssystem der ASB zeigt Abbildung 5. Dieses Beispiel zeigt eine planfreie Einmündung einer Landesstraße vom *Netzknoten* NK 008 nach NK 014 in eine durchgehende Bundesstraße über die *Netzknoten* NK 007, NK 014 und NK 009. Die Landesstraße endet im *Netzknoten* NK 014 bereits am *Nullpunkt* B; die Verbindung beider Straßen wird im *Netzknoten* NK 014 über verschiedene *Äste* hergestellt (angegeben sind in der Erläuterung zur Grafik die Buchstabenzusätze der begrenzenden *Nullpunkte*). Am *Nullpunkt* F ist ersichtlich, dass ein *Ast* in einem *Nullpunkt* nicht exakt auf dem *Abschnitt* der durchgehenden *Straße* enden muss. Aus diesem Grund kann ein *Nullpunkt* mehrere *Nullpunktsorte* besitzen (in diesem Fall einen auf dem durchgehenden *Abschnitt* und einen am Ende des *Astes*). Eingetragen sind in der Abbildung auch noch verschiedene *Teilabschnitte* und *Straßenelemente*.

Da es sich in diesem Beispiel um eine planfreie Einmündung handelt, wird der zentrale *Nullpunkt* O nur auf der durchgehenden Bundesstraße angelegt; der *Ast* zwischen den *Nullpunkten* A und B wird dadurch nicht in zwei Teile gespalten. Aus diesem Grund kann auch der auf diesem *Ast* eingezeichnete *Teilabschnitt* ohne Unterbrechung über den *Nullpunkt* O hinweg verlaufen.

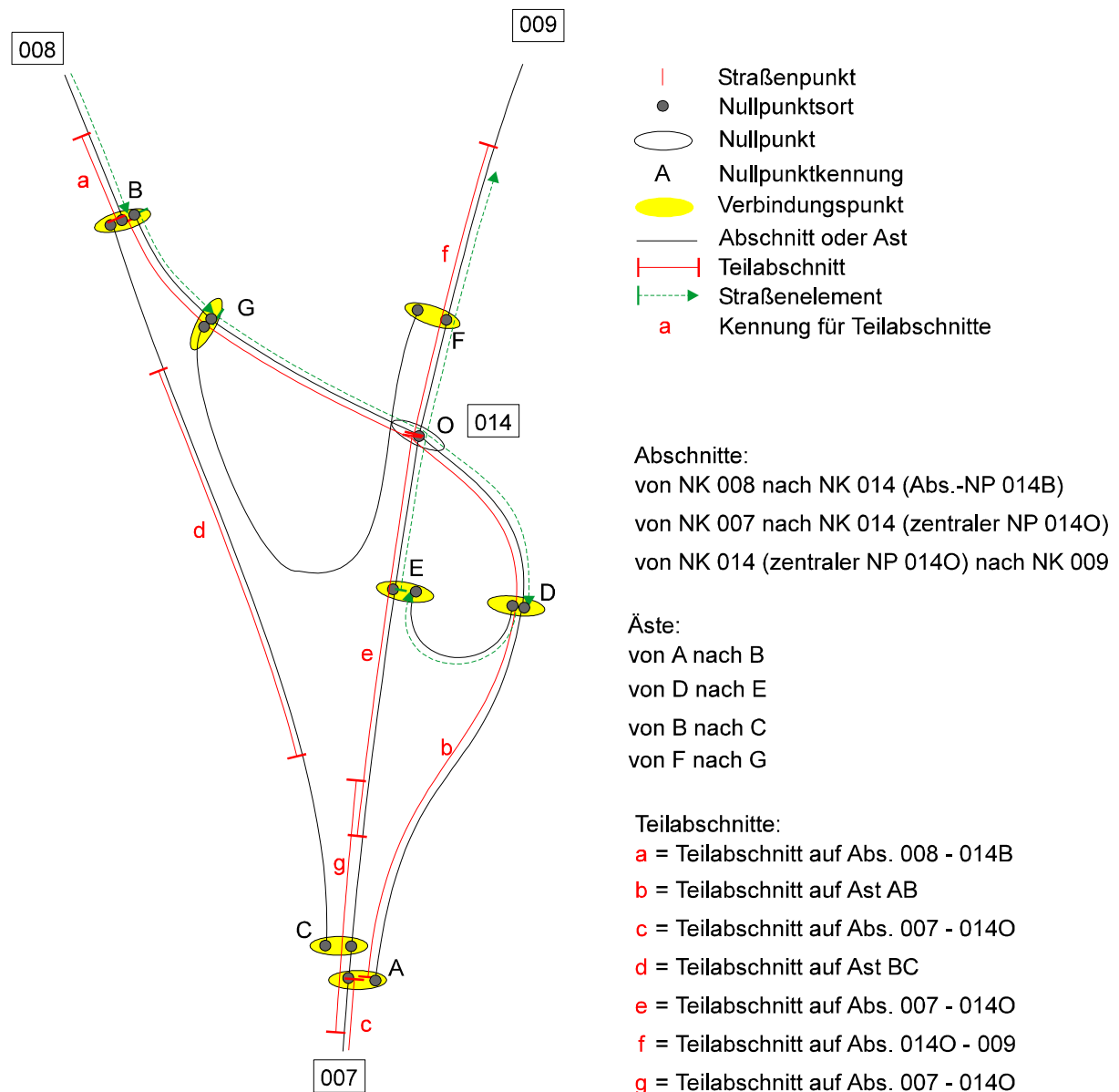


Abbildung 5: Aufgliederung eines Netzknoten nach ASB

Die ASB definiert neben den eigentlichen Netzelementen auch die möglichen Netzänderungen mit ihren Ursachen und Auswirkungen sowie ein Verfahren zur Historienverwaltung, d.h. zur Darstellung von Veränderungen des Straßennetzes über die Zeit.

4.1.1.2 Betriebliche Aspekte

Die Bundesländer der Bundesrepublik Deutschland betreiben Straßeninformationsbanken (SIBs) auf der Grundlage der Festlegungen der ASB. Inhalt ist das sogenannte „klassifizierte Straßennetz“, das sich im Zuständigkeitsbereich der jeweiligen Landesstraßenbauverwaltung befindet. SIB-Daten werden von den Ländern auch an das „Bundesinformationssystem Straße“ (BISStra) des Bundes abgegeben.

4.1.1.3 Relevanz für das Forschungsprojekt

Ordnungssystem:

Die ASB definiert ein Ordnungssystem für das überörtliche Netz, das sich in seinen strukturellen Merkmalen von kommunalen, speziell von innerstädtischen Netzen unterscheidet (wenige Kreuzungspunkte, lange lineare Abschnitte etc.). Daher erscheint es sinnvoll, für kommunale Netze ein besser an die dortigen Gegebenheiten angepasstes Netzmodell zu verwenden. Die Möglichkeit zur Integration von kommunalen Netzen und dem ASB-Netz sollte jedoch gegeben sein, um bei Bedarf ein vollständiges amtliches Straßennetz erzeugen zu können, das z. B. für Routing-Aufgaben verwendet werden kann.

Generell:

Die Erhebungsrichtlinien der ASB können teilweise als Basis für die Erfassungsrichtlinien zum OKSTRA[®] kommunal herangezogen werden.

4.1.2 OKSTRA[®] „Objektkatalog für das Straßen- und Verkehrswesen“

Zielsetzung:

Der OKSTRA^{®21} /33/ („Objektkatalog für das Straßen- und Verkehrswesen“), ist ein bundesweit eingeführter IT-Standard für den Bereich des überörtlichen Straßen- und Verkehrswesens. Er beschreibt in einheitlicher (Modellier-)Sprache Objektklassen mit ihren Eigenschaften (Attributen und Relationen) über ein breites Spektrum von fachlichen Bereichen hinweg.

Die Regelwerke oder Standards des entsprechenden Fachbereichs bilden die Grundlage der OKSTRA[®]-Modellierung. Eine Hauptaufgabe des OKSTRA[®] ist die Integration der verschiedenen Sichten auf denselben Sachverhalt im Straßen- und Verkehrswesen.

Mit seiner integrierten Betrachtungsweise verfolgt der OKSTRA[®] das Ziel, Barrieren bei der übergreifenden und durchgängigen Nutzung von Daten abzubauen. Durch ein gemeinsames, abgestimmtes Verständnis der Objekte im Straßen- und Verkehrswesen werden Daten aus vorhergehenden oder benachbarten Prozessen besser nutzbar.

Mit dem Allgemeinen Rundschreiben Straßenbau 12/2000 vom 15. Mai 2000 wurde der OKSTRA[®] vom BMVBW für den Bereich der Bundesfernstraßen eingeführt. Auszug aus dem Rundschreiben:

"Bei dv-technischen Entwicklungen ist zukünftig der Objektkatalog im Straßen- und Verkehrswesen (OKSTRA) zu verwenden. Dies gilt auch für bereits vorhandene IT-Verfahren. Sie sind in einem angemessenen Zeitraum anzupassen."

Neben einem standardisierten, integrierten Datenmodell für eine Vielzahl fachlicher Bereiche bietet der OKSTRA[®] standardisierte Formate zur Repräsentierung, Speicherung und den Austausch von Daten an.

Herausgeber, Gültigkeitsbereich und Status:

Projektgruppe „OKSTRA“ des Bund-/Länder-Fachausschusses „IT-Koordinierung“. Nationaler Standard, vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Wohnungswesen (BMVBW) offiziell eingeführt. Empfehlung des BMVBW, den OKSTRA bei neuen IT-Projekten im Straßenwesen der Bundesländer zu berücksichtigen.

4.1.2.1 Ordnungssystem (Netzbeschreibung)

Das Ordnungssystem für das Straßennetz im OKSTRA[®] orientiert sich stark an der ASB, Teilsystem Netzdaten. Die Ausführungen dort können fast unverändert übernommen wer-

²¹ „OKSTRA“ ist eine geschützte Wortmarke der Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach.

den. Genauer gesagt wurde der OKSTRA[®] im Bereich der Netzdaten aufgrund der neuen ASB-Netzdaten überarbeitet. Folgende Aspekte sind zusätzlich zum Netzknoten-Stationierungs-System anzumerken:

- Netzknoten und Nullpunkte tragen eigenständige Punktgeometrien.
- In der Liniengeometrie des Abschnitts oder Astes wird die Bestandsachse abgebildet.
- Die Strecken werden im OKSTRA[®] vollständig als Liste ihrer Teilabschnitte dargestellt. Damit ist die Forderung der ASB, dass die Strecke zwischen den beiden Straßenpunkten einen eindeutigen Verlauf haben muss, hier nicht erforderlich.
- Der OKSTRA[®] kennt neben punktförmigen und streckenförmigen auch noch bereichsförmige Netzbezüge. Dies sind beliebige Teilbereiche des Straßennetzes, die nicht zusammenhängen müssen.

4.1.2.2 Relevanz für das Forschungsprojekt

Ordnungssystem:

Der OKSTRA[®] orientiert sich wie die ASB, auf der er in wesentlichen Teilen basiert, bisher weitgehend am überörtlichen Straßennetz. Daher gelten bezüglich des Ordnungssystems die zur ASB gemachten Aussagen aus Kapitel 4.1.1.3.

Generell:

Aufgrund seines Anspruchs, den Austausch von Daten aus verschiedensten Bereichen des Straßen- und Verkehrswesens zu ermöglichen, stellt der OKSTRA[®] eine geeignete technologische Plattform dar, in die der OKSTRA[®] kommunal integriert werden sollte.

4.1.3 FGSV-Arbeitspapier K 1.2 „Ordnungssystem und Netzbeschreibung für innerörtliche Verkehrsflächen“

Zielsetzung:

Das Arbeitspapier K 1.2 „Ordnungssystem und Netzbeschreibung für innerörtliche Verkehrsflächen“ /25/ definiert ein Ordnungssystem für kommunale Straßennetze als Grundlage für das Erhaltungsmanagement kommunaler Straßen.

Herausgeber, Gültigkeitsbereich und Status:

FGSV-Arbeitspapier im Rahmen der Reihe K „Kommunale Belange“; herausgegeben vom Arbeitsausschuss 9.15 „Systematik der Straßenerhaltung“ der Arbeitsgruppe „Sonderaufgaben“ der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV).

4.1.3.1 Ordnungssystem (Netzbeschreibung)

Im Arbeitspapier K 1.2 /25/ wird als Ordnungssystem für kommunale Straßennetze ein Knoten-Kanten-Modell definiert, bei dem sich die als *Netzknoten* bezeichneten Knotenpunkte als Schnittpunkte bzw. Verzweigungspunkte der Straßenachsen ergeben. Die komplexe Struktur der ASB-Netzknoten ist aufgelöst. *Netzknotenabschnitte* verbinden je zwei benachbarte Netzknoten. Zu Netzknoten und Netzknotenabschnitten wird Geometrie in geodätischen Koordinaten (z. B. Gauss-Krüger-System) als Georeferenz gehalten.

Netzknoten werden mit siebenstelligen Nummern bezeichnet: Die ersten vier Stellen ergeben sich aus den Koordinaten der linken unteren Ecke des 1-Kilometer-Quadrates, in dem der jeweilige Netzknoten liegt; in den folgenden drei Stellen wird die laufende Nummer des Netzknotens in dem betreffenden 1-Kilometer-Quadrat eingetragen (möglich sind dabei die Nummern 001 bis 499).

Zur Darstellung komplizierter, unregelmäßiger Kreuzungsbereiche mit erheblicher räumlicher Ausdehnung können *komplexe Netzknotten* definiert werden, die sich aus mehreren *Teilknoten* zusammensetzen. Damit können die verschiedenen Rampen und Äste des Knotens einzeln dargestellt und referenziert werden; gleichzeitig wird jedoch ihre Zusammengehörigkeit erkennbar. Komplexe Netzknotten werden wie normale Netzknotten mit einer siebenstelligen Nummer bezeichnet; die zugehörigen Teilknoten erhalten im Anschluss an diese Nummer einen Buchstabenzusatz.

Aus Netzknottenabschnitten lassen sich verschiedene Aggregationen bilden: Eine lineare Aneinanderreihung von Netzknottenabschnitten wird als *Abschnittsfolge* bezeichnet. Eine *Straße* ist die Aggregation aller Netzknottenabschnitte mit derselben Straßenbezeichnung. Schließlich existiert noch die *Strecke*, mit der sich ein beliebiger linear zusammenhängender Bereich des Straßennetzes beschreiben lässt. Sie basiert auf der Angabe einer Abschnittsfolge sowie eines Anfangs- und eines Endpunktes, die auf der Abschnittsfolge liegen müssen und jeweils durch die Angabe eines Netzknottenabschnittes und einer Stationierung lokalisiert sind.

Querschnittelelemente (Fahrbahnen und Nebenflächen) werden auf Netzknottenabschnitte bezogen und über die Angabe einer Anfangs- und einer Endstationierung lokalisiert; außerdem wird ihre Breite und die jeweilige Richtung (in Bezug zur Netzknottenabschnittsrichtung) angegeben. Für Fahrbahnen erfolgt zusätzlich die Angabe der Anzahl der Fahrstreifen, für Nebenflächen die der Art der Nebenfläche (Busbucht, Radweg, Gehweg etc.).

Auch Sachdaten werden im Regelfall auf einem Netzknottenabschnitt und durch Angabe einer Stationierung und einer Richtung verortet, wobei zusätzlich noch die lotrechte Entfernung von der Bezugslinie angegeben wird. Es besteht darüber hinaus die Möglichkeit, Sachdaten auf einen *Teilabschnitt* zu beziehen, d.h. einen Stationsbereich auf einem Netzknottenabschnitt. Für Sachdaten, die sich auf mehrere Netzknottenabschnitte beziehen, ist die Referenzierung auf eine Strecke vorgesehen. Da generell die zur Referenzierung verwendeten Stationierungen in der Örtlichkeit nicht sichtbar sind, wird zusätzlich die Verknüpfung mit „örtlichen Fixpunkten“ (z.B. Hausnummern) empfohlen.

Um einen Bezug zwischen einem kommunalen und dem klassifizierten Straßennetz herzustellen, wird vorgeschlagen, einander entsprechende Netzknotten in einer Zuordnungstabelle gegenüberzustellen.

4.1.3.2 Relevanz für das Forschungsprojekt

Das Arbeitspapier K1.2 definiert explizit ein Ordnungssystem für kommunale Straßennetze. Es wurden bestimmte Strukturelemente der ASB (Anweisung Straßendatenbank, Teilsystem Netzdaten) übernommen und für Innerortsstraßen ergänzt. Damit kommt ihm im Rahmen des Forschungsprojektes eine erhebliche Bedeutung zu. Viele der in diesem Papier dargestellten Konzepte bezüglich des Knoten-Kanten-Modells finden sich deshalb in identischer oder ähnlicher Form im OKSTRA-kommunal-Datenmodell, vgl. Kapitel 10.5.

4.1.4 ALERT-C

Zielsetzung

Bei ALERT-C handelt es sich um einen europaweiten Standard /34/, /35/ für Verkehrsmeldungen. Dieser Standard wurde geschaffen, um Verkehrsmeldungen in standardisierter Form übertragen zu können, sodass sie sich durch einen beliebigen TMC Receiver interpretieren lassen.

Aufgrund der Zielsetzung existiert ein starker Bezug zwischen ALERT-C und dem Straßennetz, da vorrangig Orte im Verlauf des Straßennetzes für Verkehrsmeldungen relevant sind.

Herausgeber, Gültigkeitsbereich und Status

ISO EN Norm 14819

4.1.4.1 Ordnungssystem (Netzbeschreibung)

Die zentrale Aufgabe von ALERT C ist die Angabe von (identifizierbaren) Orten, den sog. *Locations*. Die dafür verwendete Netzbeschreibung ist ein rein topologisches Modell, die *Locations* selbst sind topologische Elemente mit angehängter Fachbedeutung (Typ und Subtyp). Weitere Fachdaten sind in ALERT C nicht vorhanden.

Jede *Location* gehört einer der drei Kategorien *Area Location*, *Linear Location* oder *Point Location* an und ist durch eine Ganzzahl eindeutig gekennzeichnet. Darüber hinaus besitzen *Locations* (u. U. mehrere) Benennungen zur Präsentation (z.B. Straßennamen, -nummern, Anschlussstellenummern usw.) und sind untereinander durch Beziehungen miteinander verknüpft (*References* bzw. *Offsets*). Diese Beziehungen sind nie m:n. Für *Locations* können frei definierbare Zusatzattribute vergeben werden, beispielsweise eine Geometrie in Form von Koordinaten²², zusätzliche Namen bzw. Abkürzungen oder Zu- und Ausfahrtsbeschränkungen.

Bei den *Area Locations* wird zwischen *Administrative Areas* und *Other Areas* unterschieden. Für die *Administrative Areas* existiert eine durchgängige Hierarchie, die vom *Continent* über die *Country Group* und die *Country* bis zur *Order 5 Area* reicht. Jede *Area Location* mit Ausnahme der *Continents* verfügt über eine *Area Reference* zu einer *Area Location* der nächsthöheren hierarchischen Stufe.

Die *Other Areas* lassen sich weiter unterteilen in *Water Areas*, *Fuzzy Areas* und *Application Regions*. Diese *Areas* haben eine *Area Reference* zur kleinstmöglichen umgebenden *Administrative Area*.

Linear Locations beschreiben Teile des Straßennetzes (Straßen bzw. Teile von Straßen). Sie lassen sich unterteilen in *Roads*, *Ring Roads*, *Order 1 Segments*, *Order 2 Segments*, *Urban Streets* und *Vehicular Links*.

Roads, *Ring Roads*, *Order 1 Segments* und *Order 2 Segments* werden durch eine Nummer oder einen Namen (oder beides) gekennzeichnet. *Roads*, *Order 1 Segments*, *Order 2 Segments* und *Vehicular Links* sind darüber hinaus gerichtet: Sie haben ein positives und ein negatives Ende, die durch Namen bezeichnet werden (Von-Nach-Kennzeichnung). Außerdem besitzen *Roads*, *Ring Roads*, *Urban Streets* und *Vehicular Links* eine *Area Reference* zu der *Area Location*, in der sie liegen.

Order 1 Segments unterteilen *Roads* und *Ring Roads*, *Order 2 Segments* unterteilen *Order 1 Segments*. Die Zugehörigkeit einer *Linear Location* zu einer hierarchisch höher angesiedelten *Linear Location* wird durch eine *Linear Reference* ausgedrückt. Wenn eine Unterteilung durch Segmente vorhanden ist, ist sie lückenlos. Die Richtung aller Segmente, die zu einer *Road* oder *Ring Road* gehören, muss die gleiche sein. Außerdem kennt jedes Segment seinen Vorgänger und seinen Nachfolger, sofern diese existieren (*Negative Offset* und *Positive Offset*).

Point Locations beschreiben Punkte im Straßennetz oder im Zusammenhang damit. Sie lassen sich unterteilen in die Typen *Junction*, *Intermediate Point* und *Landmark*. *Junctions* und *Intermediate Points* werden durch eine Nummer oder einen Namen (oder beides) identifiziert. Zusätzlich können bei *Junctions* der Straßename sowie der Name einer kreuzenden Straße angegeben werden; bei *Landmarks* wird nur ein Name vermerkt.

Jede *Point Location* hat eine *Area Reference* auf die hierarchisch niedrigste *Administrative Area*, in der sie liegt, und auf die hierarchisch niedrigste *Linear Reference*, zu der sie gehört.

²² nach dem aktuellen ISO-Standard sind x-y-Koordinaten für *Point Location* verbindlich (mandatory) als WGS84-Koordinate.

Außerdem kennt jede *Point Location* ihre Vorgänger- und ihre Nachfolger-*Point Location*. Sofern an einer *Junction* oder *Landmark* eine andere Straße kreuzt und auch auf dieser Straße eine entsprechende *Point Location* existiert, wird mit einer *Intersection Reference* darauf verwiesen.

Jede *Point Location* wird als außer- oder innerörtlich gekennzeichnet, was den Charakter des dort vorherrschenden Verkehrs beschreiben soll. Kreuzen sich mehr als zwei Straßen an einem Punkt, werden die an diesem Punkt liegenden *Point Locations (Junctions)* der einzelnen Straßen zyklisch untereinander verknüpft.

Bei einer in beiden Richtungen befahrbaren Straße bezieht sich eine *Point Location* bzw. *Linear Location* grundsätzlich auf beide Richtungen.

4.1.4.2 Betriebliche Aspekte

Die Datenerfassung geschieht in Europa auf nationaler Ebene: In den einzelnen Ländern werden nationale Location-Code-Listen (LCLs) gepflegt, die sich am Standard orientieren. Im Location Coding Handbook werden weitergehende Regeln für die Interpretation des Standards beschrieben.

Eine Location-Code-Datenbank eines Landes besitzt 4 Level: TERN-Netz, EUROAD-Netz, vollständiges nationales Netz, übrige Locations. Road, Ring Road, Urban Street und Vehicular Link werden jeweils einem Level zugeordnet. Point Locations gehören zu dem Level, zu dem die durch ihre Linear Reference bezeichnete Linear Location gehört. Aussagen bezüglich der Levels sind in der Praxis nicht gegeben, auch muss eine LCL nicht das vollständige nationale Netz enthalten.

Linear Locations sind gerichtet (positiv / negativ). Normalerweise soll so erfasst werden, dass die positive Richtung von Süd nach Nord und von West nach Ost verläuft, bei Ring Roads im Uhrzeigersinn. Ausnahmen von diesen Regeln sind möglich. Die Richtung muss für alle Segmente einer Road gleich sein.

Das TMC Forum führt ein Zertifizierungsverfahren durch, bei dem die nationalen LCLs gegen ein Regelwerk geprüft werden.

4.1.4.3 Relevanz für das Forschungsprojekt

Im ALERT-C-Ordnungssystem stehen grundsätzlich die einzelnen Straßen im Vordergrund und nicht ihre Verknüpfung zu einem Straßennetz („Spaghetti-Modell“). Daher ist sein Einsatz zur Beschreibung kommunaler Straßennetze, speziell in kreuzungsreichen Innenstädten, generell problematisch.

4.1.5 GDF

Zielsetzung:

Format zum Austausch von digitalen Straßenkarten-Daten; wurde ursprünglich eingeführt, um die Fahrzeug-Navigationssysteme verschiedener Hersteller mit einheitlichen Straßenkarten-Daten versorgen zu können. GDF /37/ ermöglicht eine umfassende Beschreibung des Straßenraums und seiner näheren Umgebung und wird heute als Standard für die gesamte Verkehrstelematik betrachtet.

Herausgeber, Gültigkeitsbereich und Status:

ISO-Standard (ISO 14825:2004)

4.1.5.1 Ordnungssystem (Netzbeschreibung)

Vorbemerkung: Zum Verständnis des verwendeten Ordnungssystems ist die Kenntnis des in GDF verwendeten Geometriemodells Voraussetzung. Deshalb wird hier zunächst ein kurzer Überblick über das GDF-Geometriemodell gegeben.

GDF-Daten lassen sich grundsätzlich in drei Komplexitäts-Level unterteilen:

- *Level 0* enthält nur geometrische Primitive. Die geometrischen Primitive lassen sich unterteilen in die Gruppe der topologischen Primitive (*Nodes, Edges, Faces*) und die Gruppe der nicht-topologischen Primitive (*Dots, Polylines, Polygons*). Der Unterschied zwischen beiden Gruppen besteht darin, dass die topologischen Primitive im Gegensatz zu den nicht-topologischen untereinander durch Relationen zur expliziten Angabe ihrer topologischer Beziehungen verknüpft sind.
- *Level 1* enthält die *Simple Features*. Ein *Simple Feature* ist ein "real world object" und gehört zu genau einer *Feature Category* (*Point, Line, Area*).
- *Level 2* enthält die *Complex Features*. Ein *Complex Feature* ist eine Aggregation aus mehreren *Simple Features* bzw. anderen *Complex Features*.

Seine Bedeutung erhält ein *Feature* über die *Feature Class*, zu der es gehört. *Simple Features* erhalten ihre Geometrie durch die Zuordnung entsprechender Level-0-Primitive; *Complex Features* erhalten Geometrie durch die *Simple Features*, aus denen sie zusammengesetzt sind.

An dieser Aufteilung wird deutlich, dass vollständige Objektinformationen erst mit den *Features* der Level 1 und 2 vorliegen. Der Level 0 stellt lediglich die erforderliche Geometrie und ggf. explizite topologische Information zur Verfügung.

Für die Zuordnung der geometrischen Primitive aus Level 0 zu den *Simple Features* aus Level 1 existieren drei verschiedene Modelle, die sich durch den Grad der enthaltenen expliziten topologischen Information unterscheiden:

- *Non-explicit topology*: Topologische Information wird nicht explizit angegeben, d.h. es werden nur die nicht-topologischen Primitive *Dot, Polyline* und *Polygon* benutzt. Topologische Information ist auf diese Weise nur implizit über die verwendeten Koordinatenwerte vorhanden. Diese Variante ist dann sinnvoll, wenn die topologischen Bezüge der Daten nur untergeordnete Bedeutung haben (z.B. bei einer reinen Darstellung).
- *connectivity topology*: Die Topologischen Relationen zwischen null- und eindimensionalen Geometrien werden explizit angegeben, d.h. *Point Features* werden durch *Nodes* und *Line Features* durch *Edges* dargestellt. Die Bezüge zweidimensionaler Geometrien zu den null- und eindimensionalen Geometrien werden nicht explizit dargestellt. Aus diesem Grund wird das Primitiv *Face* nicht verwendet; stattdessen wird ein *Area Feature* über seine Begrenzung dargestellt (d.h. mittels *Edges*). Die topologischen Primitive bilden einen nicht-planaren Graphen: Bei einer planfreien Kreuzung erfolgt z.B. keine Zerschlagung der entsprechenden *Edges* durch einen gemeinsamen *Node* im Schnittpunkt. Diese Topologie-Variante ist geeignet für Routing-/Netzwerkverfolgungsaufgaben.
- *full topology*: Alle topologischen Relationen werden explizit angegeben, d.h. *Point Features* werden durch *Nodes*, *Line Features* durch *Edges* und *Area Features* durch *Faces* dargestellt. Es entsteht ein planarer Graph. Bei dieser Variante lassen sich auch Flächen in Netzwerkverfolgungsaufgaben verwenden.

Die in GDF vorhandenen *Features* lassen sich zwölf *Feature Themes* zuordnen (siehe Kapitel 4.2.3). Die Darstellung des Straßennetzes erfolgt dabei im *Feature Theme* „Roads and Ferries“. Informationen zum ÖPNV finden sich im *Feature Theme* „Public Transport“.

Das Feature Theme „Roads and Ferries“ enthält folgende Simple Features:

- Road Element,
- Junction,
- Ferry Connection,
- Enclosed Traffic Area,
- Address Area,
- Address Area Boundary Element.

Zusätzlich sind noch die folgenden Complex Features vorhanden:

- Road,
- Intersection,
- Ferry,
- Aggregated Way,
- Roundabout,
- Interchange.

Ein *Road Element* ist ein Teilstück einer Straße. *Road Elements* werden von *Junctions* begrenzt und stellen die feinste Granularitätsstufe bei der Darstellung des Straßennetzes in GDF dar.

Eine *Junction* begrenzt *Road Elements* oder *Ferry Connections*. An einer *Junction* treffen sich mindestens zwei *Road Elements* oder *Ferry Connections*, normalerweise sogar mehr.

Eine *Ferry Connection* ist eine Einrichtung zum Transport von Fahrzeugen zwischen zwei festen Orten des Straßennetzes (Beispiele: Schiff, Zug).

Eine *Enclosed Traffic Area* ist eine beliebige, fest begrenzte Fläche, in der unstrukturierte Verkehrsbewegungen erlaubt sind (Beispiele: Industriegelände, Hafen, Camping-Platz).

Eine *Address Area* ist eine Fläche, die Adressen enthält, die keinem *Road Element* zugeordnet werden können.

Ein *Address Area Boundary Element* ist eine Begrenzung einer *Address Area*.

Eine *Road* ist die Level-2-Repräsentation einer Straße. Sie wird von zwei *Intersections* begrenzt und kann ein, mehrere oder in Spezialfällen auch kein *Road Element* umfassen.

Eine *Intersection* ist die Level-2-Repräsentation einer Kreuzung; sie begrenzt *Roads* bzw. *Ferries* und kann aus mehreren *Junctions*, *Road Elements* und *Enclosed Traffic Areas* bestehen.

Eine *Ferry* ist eine Aggregation von zusammenhängenden *Ferry Connections* (analog dem Verhältnis zwischen *Road Elements* und *Roads*).

Ein *Aggregated Way* ist eine Gruppe zusammenhängender *Road Elements* und ggf. auch *Junctions*, die eine gemeinsame Funktion oder Charakteristik besitzen.

Ein *Roundabout* ist ein Kreis; er umfasst alle *Road Elements* und *Junctions*, die den Kreis bilden, und zusätzlich noch alle *Road Elements* und *Junctions*, die zu *Intersections* entlang des Kreisels gehören.

Ein *Interchange* umfasst die Menge aller *Road Elements* und ggf. *Junctions*, die eine (komplexe) Kreuzung bilden.

Die Relationen zwischen den einzelnen *Features* zeigt das folgende NIAM-Diagramm:

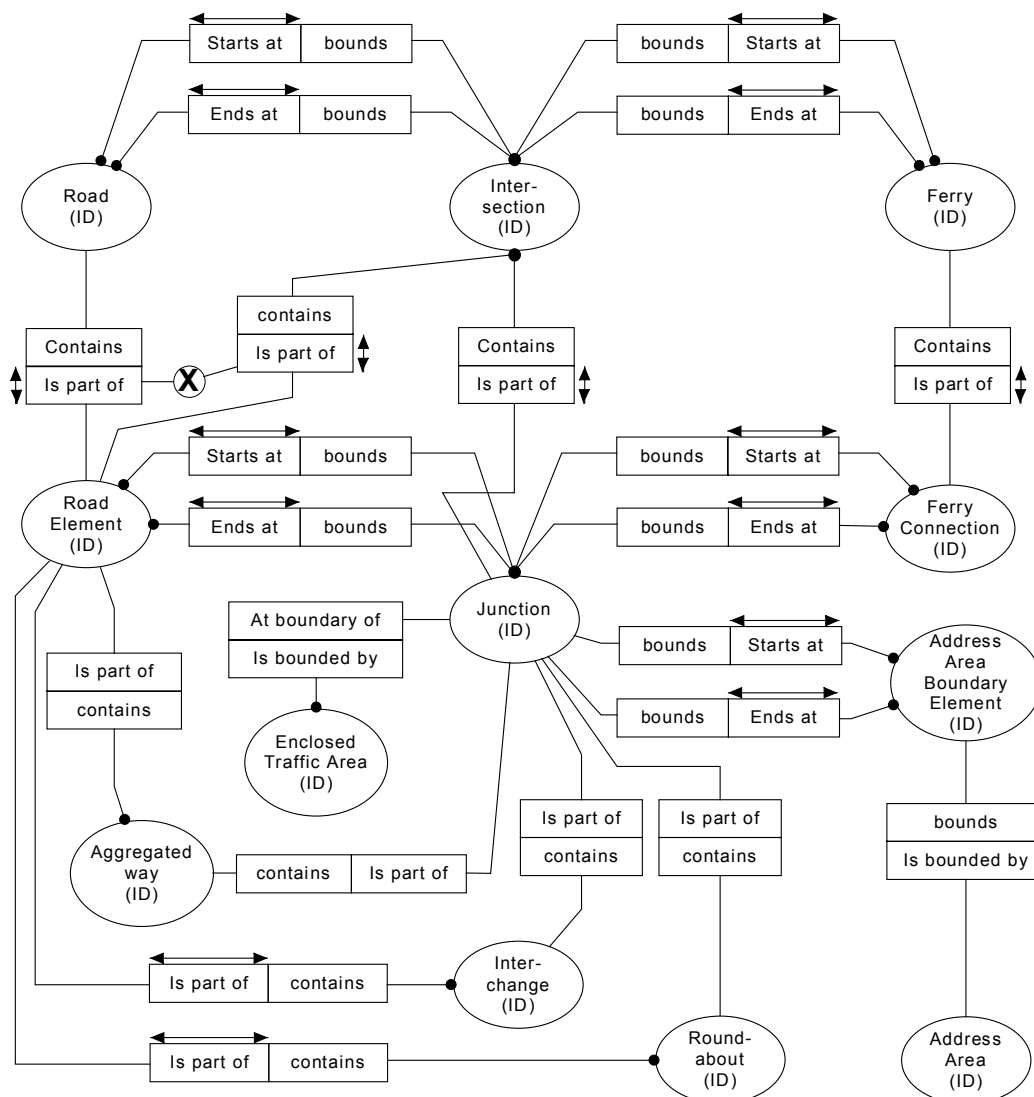


Abbildung 6: GDF-Ordnungssystem

Zur Darstellung von Verkehrsnetzen wird immer ein explizites topologisches Modell verwendet.

4.1.5.2 Betriebliche Aspekte

GDF-Daten werden in großem Umfang von privatwirtschaftlichen Unternehmen erfasst und vermarktet (insbesondere von den Firmen TeleAtlas und NavTeq). Daraus ergibt sich, dass bei der Nutzung von GDF-Daten grundsätzlich mit entsprechenden Lizenzkosten zu rechnen ist. Der Einsatzbereich von GDF-Daten reicht von der Verwendung als Datengrundlage in Fahrzeugnavigationssystemen bis hin zu weiter veredelten Mehrwertprodukten und -diensten.

4.1.5.3 Relevanz für das Forschungsprojekt

Ordnungssystem:

Da die Zielsetzung bei GDF in der Schaffung einer Datengrundlage für die Fahrzeugnavigation bzw. für verkehrstelematische Anwendungen besteht, wird in dem Format mit einem dafür geeigneten Knoten-Kanten-Graphen gearbeitet. Für eine Bestandsverwaltung ist das GDF-Ordnungssystem weniger geeignet, da die Unterstützung entsprechender flächenhafter

Ausprägungen nicht in ausreichendem Maße gegeben ist. Da GDF aber im Bereich der Verkehrstelematik eine große Bedeutung hat, sollte vor dem Hintergrund, dass der Standard OKSTRA kommunal auch im Bereich des Verkehrsmanagements in Städten genutzt werden soll, eine Möglichkeit zur Verknüpfung der GDF-Welt mit der OKSTRA kommunal langfristig angestrebt werden.

4.1.6 CentroMap und CentroMap+

Zielsetzung:

CentroMap²³: Schaffung einer standardisierten digitalen Straßenkarte für ein grenzüberschreitendes Verkehrsmanagement auf dem Transeuropäischen Netz. in den zentraleuropäischen Regionen.

CentroMap+: Erweiterung der CentroMap für den Einsatz in Nordrhein-Westfalen

Herausgeber, Gültigkeitsbereich und Status:

Spezifikation, erarbeitet von der „Special Working Group for Digital Maps and TMC Locations“ im Rahmen des CENTRICO-Projektes. CENTRICO ist eine von der Europäischen Union unterstützte Initiative der folgenden zentraleuropäischen Regionen: Niederlande, Wallonie, Flandern, Brüssel, Rheinland-Pfalz, Nordrhein-Westfalen, Saarland, Hessen, Lorraine, Nord Picardie, Luxemburg.

4.1.6.1 Ordnungssystem (Netzbeschreibung)

Die CentroMap ist eine digitale Straßenkarte für die zentraleuropäischen Regionen, die auf einer Abbildung der ALERT C-Locations auf ein GDF-Straßennetz basiert (alternativ GDF-Level-1 bzw. GDF-Level-0). Die CentroMap+ wurde gegenüber der CentroMap inhaltlich erweitert um Informationen zur dynamischen Beschilderung, zu Umleitungen, zur maßstabsabhängigen Repräsentation von Fahrbahngeometrien, zum erwarteten Level of Service und zu Flüssen (zur Erleichterung der Orientierung). Eine Übersicht über die in der CentroMap und in der CentroMap+ verwendeten Feature Classes findet sich im Anhang.

4.1.6.2 Betriebliche Aspekte

Digitale Straßenkarten auf Basis der CentroMap-/CentroMap+-Spezifikation sind in einigen der am Projekt beteiligten zentraleuropäischen Regionen im Einsatz, beispielsweise in Nordrhein-Westfalen sowie in Rheinland-Pfalz²⁴. In Nordrhein-Westfalen wurden im Rahmen des Produktmanagements „Digitale Straßenkarten NRW“ definierte Wertschöpfungsketten spezifiziert; die entsprechenden Datenprodukte können weitgehend automatisiert erzeugt werden, die Bereitstellung erfolgt über Internettechniken²⁵. Die digitale Straßenkarte umfasst in Nordrhein-Westfalen das vollständige Autobahnnetz einschließlich relevanter Lückenschlüsse, genutzt wird sie sowohl für verkehrstelematische Anwendungen (Störfallmanagement etc.) als auch als Datengrundlage für die Verkehrsinformationszentrale NRW.

4.1.6.3 Relevanz für das Forschungsprojekt

Da die CentroMap nur das überörtliche Straßennetz darstellt, hat sie für das OKSTRA®-kommunal-Projekt nur eine untergeordnete Bedeutung.

²³ CentroMap: „Central European Regional Telematics Road Map“ /38/, /39/, /40/

²⁴ Hessen besitzt eine ähnlich spezifizierte Karte.

²⁵ Kunden der CentroMap NRW sind die VIZ NRW, das Stauauswertesystem (SAS) der Bez.reg. Arnsberg, die Verkehrssimulation der Universität Duisburg/Essen (www.autobahn.nrw.de) sowie – als „CentroMapVRZ“ – die VRZ-Neuentwicklung.

4.2 Standards und Regelwerke mit Relevanz für die Fachdaten

Die Anforderungen für eine kommunale Straßeninformationsbank oder andere Anwendungen, die auf Straßendaten basieren, an das Datenmodell werden durch die für das kommunale Verkehrswesen relevanten Vorschriften, Richtlinien und Empfehlungen sowie diverse Hinweisblätter definiert. In Abhängigkeit des Datenbedarfs für Planungs-, Betriebs- und Managementaufgaben ist es notwendig, das Netzmodell/Ordnungssystem sowie die benötigten Attribute und Beziehungen zwischen den Objekten sowie die relevanten Fachdaten bei der Standardisierung des Objektkataloges zu berücksichtigen.

Bei der Planung von Straßenverkehrsanlagen erfolgt

1. die Bemessung der Verkehrsanlage, um die erforderliche Verkehrsqualität zu gewährleisten,
2. die Trassierung der Verkehrsanlage um Lage- und Höhenplan, um die Geometrie der Anlage festzulegen,
3. die Planung von verkehrstechnischer Infrastruktur wie der Lichtsignalsteuerung und die StVO- und wegweisende Beschilderung zur Abwicklung des Verkehrs.

Nach der Planung und dem Bau der Verkehrsanlage muss die Bestandsverwaltung sowie der Straßenbetrieb von der Verwaltung geleistet werden. Dies umfasst vor allem die Erhaltung der Verkehrssicherheit durch Wartung und Instandsetzung sowie die Erhaltungsmaßnahmen durch Erneuerung der Anlage.

Während des Betriebs müssen im Bereich der Verkehrssteuerung und Verkehrsbeeinflussung (Verkehrsmanagement) „online“ Prozesse weitgehend automatisiert von einer Verkehrsrechnerzentrale durchgeführt werden. Zu den Aufgaben der Kommunen gehört während des Betriebs auch die Erfassung von Daten und Informationen für statistische Zwecke und für die Bewertung der Qualität des Verkehrsablaufs, so dass auf Basis dieser Daten Neu- bzw. Umplanungen durchgeführt werden können.

In den Regelwerken und Standards wie ASB, OKSTRA[®] usw., die eine Relevanz für das Netzmodell haben, wird auch eine Vielzahl von Fachdaten behandelt. Die fachdatenbezogenen Aspekte der oben schon betrachteten Regelwerke und Standards sollen deshalb im Folgenden behandelt werden. Zusätzlich existiert eine Vielzahl von Regelwerken aus dem Bereich des kommunalen Straßen- und Verkehrswesens, die keine Relevanz zum Netzmodell haben und teilweise auch keine Standards für Fachdaten definieren, aber eine Vielzahl von Hinweisen auf Fachdaten enthalten, die zur Unterstützung von Prozessen im kommunalen Straßen- und Verkehrswesen in ein kommunales Datenmanagement integriert sein sollten. Im Folgenden soll auch das Regelwerk

- zur Bemessung von Straßenverkehrsanlagen,
- zur Trassierung und zum Entwurf von Straßen,
- zum Straßenbetrieb und
- zum Verkehrsmanagement

ausgewertet werden.

4.2.1 ASB „Anweisung Straßeninformationsbank“

In Ergänzung zu Kapitel 4.1.1, das die ordnungssystemspezifischen Inhalte der ASB erläutert, geht das vorliegende Kapitel auf die fachdatenbezogenen Inhalte ein, die sich hauptsächlich in den Beschreibungen zu den Teilsystemen „Bestandsdaten“ und „Bauwerksdaten“ finden.

4.2.1.1 Teilsystem Bestandsdaten

Das Teilsystem Bestandsdaten beschreibt Bestandsdaten im aufzunehmenden Straßennetz. Definiert werden folgende Sachverhalte²⁶:

- Geometrie in Grund- und Aufriss: Die Lage des Straßennetzes in Grundriss und Aufriss wird beschrieben
- Querschnittsabmessungen und stoffliche Bestandteile: Querschnitt und Aufbau der Straße werden beschrieben.
- Einrichtungen der Straße: Bauliche Einrichtungen entlang der Straße zur Unterstützung des Betriebsdienstes oder der Verkehrsteilnehmer werden definiert.
- Ausstattungen für die Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs: Ausstattungen, die den Verkehrsteilnehmer bei der Nutzung des Straßennetzes sichern oder unterstützen werden spezifiziert.
- Landschaftspflegerische Informationen: Landschaftspflegerische Aspekte im Straßenraum und im Umfeld werden beschrieben.
- Bestandsplan/Feldkarte: Der Aufbau des Bestandsplans und der Feldkarte werden spezifiziert.
- Schlüsselkatalog: Angaben mit festgelegtem Wertebereich, hier bisher nur die Querschnittstreifenarten, werden mit Schlüssel und Erklärung definiert.

4.2.1.2 Teilsystem Bauwerksdaten

Das Teilsystem Bauwerksdaten beschäftigt sich mit der Verwaltung und Bewertung der Bauwerke im Straßenraum. Definiert werden folgende Sachverhalte²⁷:

- Bauwerke: Bauwerke bilden eine Klammer um ein Gesamtbauwerk, das sich in Teilbauwerke gliedert. Jedes Bauwerk erhält eine bundesweit eindeutige Bauwerksnummer, die sich aus der TK25-Blattnummer und einer dreistelligen laufenden Nummer zusammensetzt.
- Teilbauwerk: Dies ist ein Oberbegriff für die verschiedenen Arten von Teilbauwerken. Angegeben werden administrative und grundlegende Daten des Teilbauwerks.
- Sachverhalte: Als Sachverhalt werden alle auf, unter oder entlang dem Bauwerk liegenden Verkehrswege, Gebäude und Landschaften bezeichnet. Hierüber wird i.A. die Lage des Teilbauwerks bestimmt. Die Lage des Sachverhalts wird dabei stets in Bezug zum (Teil-)Bauwerk, nicht in Bezug auf die jeweilige Straße angegeben.
- GIS-Zuordnung: Die Zuordnung einer geografischen Koordinate bietet eine Alternative zur Verortung über das Straßennetz gemäß ASB, Teilsystem Netzdaten.
- Konstruktionsdetails: Hier werden Angaben zur baulichen Konstruktion von Teilbauwerken zusammengefasst.
- Instandsetzungsdetails: Hier werden Details zu den am Teilbauwerk durchgeführten Instandsetzungen gesammelt.
- Baustoffe: Für alle wichtigen Bauteile, z.B. Überbau, Pfeiler, Widerlager, Gründungen und Kappen, sind Baustoffangaben zu erfassen.

²⁶ Hier wird nur ein kurzer Überblick gegeben. Eine detailliertere Auflistung findet sich im Anhang.

²⁷ Hier wird nur ein kurzer Überblick gegeben. Eine detailliertere Auflistung findet sich im Anhang.

- Prüfungsdetails: Die Prüfungen des Teilbauwerks werden mit Anweisungen, Geräteeinsatz, Prüfergebnissen und daraus resultierenden Empfehlungen dokumentiert.
- Verwaltungsdetails: Hier werden administrative Angaben zum Teilbauwerk zusammengestellt, wie Kostenangaben, Vereinbarungen und Entwürfe.

4.2.1.3 Betriebliche Aspekte

Neben den Straßeninformationsbanken für die Netzdaten werden von den Bundesländern separate „SIB-Bauwerke“-Datenbanken zur Speicherung von Bauwerksdaten betrieben.

4.2.1.4 Relevanz für das Forschungsprojekt

Aus der ASB Bestand und der ASB ING können teilweise Informationen über auch im kommunalen Umfeld relevante Fachdaten gewonnen werden.

4.2.2 OKSTRA® „Objektkatalog für das Straßen- und Verkehrswesen“

Neben seinem Ordnungssystem, auf das in Kapitel 4.1.2 eingegangen wird, enthält der OKSTRA® eine umfangreiche Fachdatenmodellierung. Generell können die in ihm vorhandenen Fachdaten grob in drei Bereiche eingeteilt werden, wobei die Grenzen fließend sind:

- vorhandene Daten: Hier werden die baulichen und administrativen Angaben zum bestehenden Straßennetz behandelt.
- Neubaudaten: Hier werden die Daten für Neubauplanung und -entwurf behandelt.
- Verkehrsdaten: Hier werden Daten zum Verkehr im Straßennetz behandelt.

Ferner gibt es einen Bereich mit allgemeingültigen Modellierungen, z.B. ein Geometriemodell, Historienmodell und allgemein verwendbaren Datentypen.

Der OKSTRA® ist nach thematischen Gesichtspunkten in sog. Schemata eingeteilt. Einen Überblick über die Schemata der OKSTRA®-Version 1.009 gibt folgende Grafik:

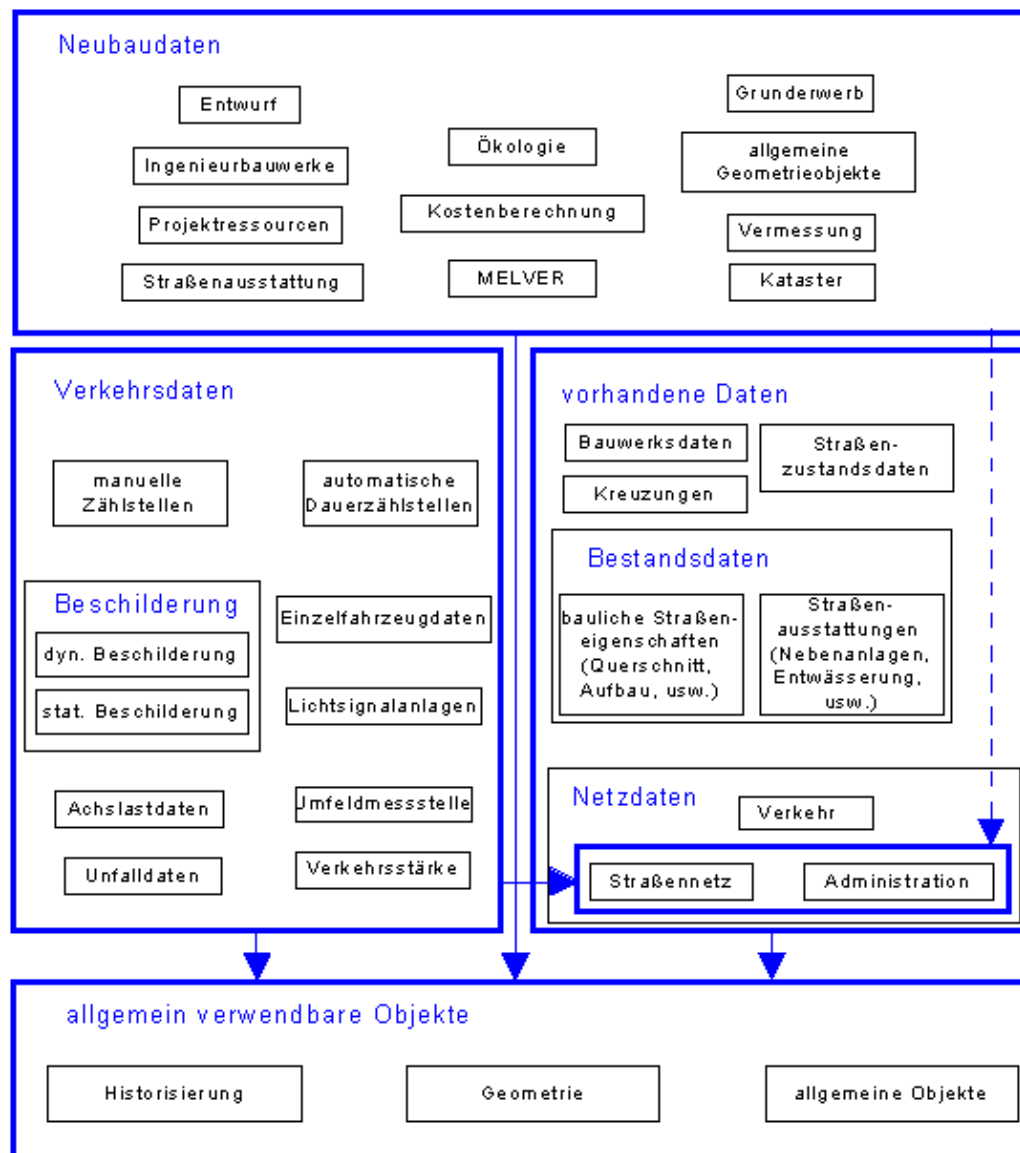


Abbildung 7: Überblick über Fachschemata im OKSTRA®

Details zu den einzelnen Schemata finden sich im Anhang.

4.2.2.1 Relevanz für das Forschungsprojekt

In vielen Fachbereichen kann der OKSTRA® als Grundlage für die Modellierung des OKSTRA® kommunal dienen. Zur übergreifenden Nutzung der Fachdatenmodelle wäre es darüber hinaus vorteilhaft, wenn diese wahlweise auf das OKSTRA®-Netz oder das OKSTRA-kommunal-Netz referenziert werden könnten.

4.2.3 GDF

Neben dem in Kapitel 4.1.5 beschriebenen Ordnungssystem existieren in GDF in Bezug auf die Fachdaten folgende *Feature Themes*:

- Roads and Ferries (Straßen und Fähren),
- Administrative Areas (administrative Gebietseinheiten): Länder, Verwaltungsbezirke etc.,

- Named Areas (benannte Gebiete): Durch einen Namen bezeichnete (z.B. geographische) Gebiete, auch: Postleitzahlenbezirk, Wahlbezirk, Einzugsbereich einer Schule etc.,
- Land Cover And Use (Landbedeckung und -nutzung),
- Structures (Bauwerke): Brücken, Tunnel etc.,
- Railways (Eisenbahn),
- Waterways (Gewässer),
- Road Furniture (Straßenausstattung): LSA, Beschilderung etc.,
- Services (Dienstleistungseinrichtungen): Hotels, Restaurants, Banken, Flughäfen etc.,
- Public Transport (Öffentlicher Verkehr): Linien, Haltestellen etc.,
- Chainage Referencing Features (Punkt- und Streckeneigenschaften an linearen Strukturen),
- General Features (Allgemeine Features): Feature-Mittelpunkt etc..

4.2.3.1 Relevanz für das Forschungsprojekt

Bezüglich der Fachdatenmodellierung decken die in GDF vorhandenen Feature Themes insbesondere diejenigen Inhalte ab, die im Zusammenhang mit der Zielsetzung des Formates stehen (d.h. mit Verkehrsnavigation und -telematik). Im Hinblick auf die Belange der Kommunen ist GDF daher von untergeordneter Bedeutung.

4.2.4 Bemessung von Verkehrsanlagen (HBS 2001)

Zielsetzung

Die Bemessung von Verkehrsanlagen erfolgt nach dem „Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen“ HBS /17/. Das HBS gibt Bemessungsverfahren für die folgenden innerörtlichen Verkehrsanlagen vor:

- Knotenpunkte mit Lichtsignalanlage
- Knotenpunkte ohne Lichtsignalanlage
- *Streckenabschnitte von Hauptverkehrsstraßen (Verweis auf Bemessung von Knotenpunkten und auf Forschungsbedarf)*
- Straßengebundener öffentlicher Personennahverkehr
- *Anlagen für den Fahrradverkehr (Verweis auf Forschungsbedarf)*
- Anlagen für den Fußgängerverkehr
- Abfertigungssysteme bei Anlagen des ruhenden Verkehrs²⁸

Herausgeber, Gültigkeitsbereich und Status:

FGSV, national, Empfehlungen des BMVBW

4.2.4.1 Fachdaten/Bereiche, Bezüge zum Verkehrsnetz

Grundlage der Bemessung von Straßenverkehrsanlagen ist eine angestrebte Verkehrsqualität, die bei der erwarteten Verkehrsbelastung erreicht werden soll. Dies bedeutet, dass die

²⁸ Werden im Rahmen dieses Forschungsvorhabens nicht behandelt.

Kapazität der Verkehrsanlage die erwartete Verkehrsnachfrage ohne Störungen des Verkehrsablaufs abwickeln kann.

Zur Bemessung der Verkehrsanlage sind deshalb umfangreiche verkehrliche Eingangsdaten von Nöten, die im Planungsstadium gemessen, erhoben, berechnet, geschätzt oder abgeleitet werden müssen.

Grundlagen für die Planung einer Lichtsignalanlage sind:

- die Bemessungsverkehrsstärke
- für Erstellung von Signalprogrammen: Kfz-Verkehrsstärken in 15-Minuten- und Stundenwerten für typische Zeiträume
- Verkehrsstärken-Ganglinien für typische Verkehrszeiten
 - Hauptverkehrszeit morgens
 - Normalverkehrszeit (zwischen Hauptverkehrszeit morgens und nachmittags)
 - Hauptverkehrszeit nachmittags
 - Schwachverkehrszeit
- für Bemessung von Stauräumen maßgebenden Verkehrsstärken in der Spitzenstunde

Bei der verkehrstechnischen Berechnung eines Einzelknotenpunktes werden im wesentlichen

- die Zwischenzeiten,
- die Signalzeiten (Umlaufzeiten und Freigabezeiten) bestimmt und
- die Qualität des Verkehrsablaufs für die einzelnen Verkehrsteilnehmergruppen sowie
- die Kapazität des Kfz-Verkehrs

nachgewiesen.

Dazu werden neben der maßgebenden Verkehrsstärke, das Phasensystem mit den erforderlichen Zwischenzeiten für die Phasenübergänge sowie die Sättigungsverkehrsstärken der einzelnen Fahrstreifen der Signalzufahrten benötigt.

Während der Bemessung werden für den Knotenpunkt eine Vielzahl von Parametern und Kenngrößen berechnet und ermittelt, die hier nicht detailliert dargestellt werden sollen.

Bemessung von Knotenpunkten ohne Lichtsignalanlage

Knotenpunkte ohne Lichtsignalanlagen werden unterschieden in

- Kreuzungen und Einmündungen mit Vorfahrtsbeschilderung
- Kreisverkehrsplätze mit Vorfahrtsbeschilderung

Knotenpunkte mit einer „Rechts-vor-links“-Regelung können nicht bemessen werden. Ebenso können keine kleinen Kreisverkehrsplätze („Mini-Kreisel“) bemessen werden.

Grundlage der Bemessung sind die Bemessungsverkehrsstärken für alle Teilströme. Die Verkehrsstärken sollten getrennt nach Pkw und Lkw vorliegen. Eine Umrechnung in Pkw-Einheiten wird in gewissen Fällen durchgeführt.

Im Rahmen des Bemessungsverfahrens werden eine Vielzahl von Parametern und Kennwerten für die Knotenpunkte berechnet und ermittelt, die hier nicht detailliert dargestellt werden sollen.

Bemessung von Anlagen für den straßengebundenen öffentlichen Personennahverkehr

Die folgenden Anlagen des straßengebundenen öffentlichen Personennahverkehrs können mit den Verfahren des HBS bemessen werden:

- Mischverkehrsstrecken mit gemeinsamen Fahrstreifen für IV und ÖV,
- Busfahrstreifen als Sonderfahrstreifen für Linienbusse,
- Straßenbündige Bahnkörper für Straßenbahnen und Busse oder
- Busfahrstreifen mit Zulassung sonstiger Verkehre,
- Fahrbahnrandhaltestellen und
- Haltestellenkaps.

Als Planungsgrundlagen müssen Daten über die vorhandene und prognostizierte Verkehrsnachfrage sowie über die Art und Kapazitäten der Fahrzeuge, die Fahrwege und die Fahrplandaten sowie Aufenthaltszeiten bekannt sein. Bei gemischt genutzten Fahrspuren sind auch Daten über die sonstigen Verkehre notwendig.

Im Rahmen des Bemessungsverfahrens werden eine Vielzahl von Parametern und Kennwerten für die Anlagen für den ÖPNV berechnet und ermittelt, die hier nicht detailliert dargestellt werden sollen.

Einige der hier genannten ÖV-Daten werden im Datenmodell des FOPS-Projektes FE 70.0746/2004 behandelt. Hier ist eine Abstimmung der Datenmodelle zu leisten.

Bemessung von Anlagen für den Fußgängerverkehr

Das Bemessungsverfahren bezieht sich auf Gehwege. Eingangsparemeter und Planungsgrundlage ist die Fußgänger-Verkehrsstärke für das 15-Minuten- und das 2-Minuten-Intervall. Weiterhin muss die Geometrie der Gehflächen bekannt sein. Die Fußgängerverkehrsanlagen müssen zur Bemessung in Teilabschnitte mit gleicher Charakteristik eingeteilt werden. Einflussfaktoren dabei sind:

- die Veränderung der Fußgänger-Verkehrsstärke,
- besondere Gegebenheiten z. B. aus Querverkehr und Haltestellen, die die gerichtete Bewegung eines Fußgängerstroms beeinflussen und
- die Veränderung der Häufigkeit von seitlichen Aktivitäten (z. B. Schaufenster) mit einem besonders hohen Anteil an stehenden Personen

4.2.4.2 Relevanz für das Forschungsprojekt

Für die Bemessung von Verkehrsanlagen sind vor allem Daten zur Verkehrsnachfrage in Form von Ganglinien oder aber von Verkehrsmengen pro Zeiteinheit (z. B. 15-Minuten, 1-Stunde oder für die Spitzenstundengruppe von 4 Stunden) notwendig.

Die Verkehrsdaten sollen für einzelne Spuren sowie für unterschiedliche Fahrzeuggruppen vorliegen.

Für die Bemessung sind weiterhin Informationen über den Querschnitt in Streckenabschnitten und die Spuraufteilung im Knotenpunktsbereich notwendig.

Bei der Lichtsignalsteuerung sind vor allem die Kennwerte der Signalprogramme von Interesse. Besonders wichtig sind dabei die Zwischenzeiten, die Umlauf- und Freigabezeiten, sowie die Phasenfolge.

Diese Daten sollten in einer standardisierten Datenhaltung einer Kommune verfügbar sein und auf das OKSTRA kommunal-Netz referenziert werden.

4.2.5 Planung und Entwurf von Verkehrsanlagen im fließenden Verkehr (hier speziell EAHV und EAE)

Zielsetzung

Die folgenden Richtlinien sind als für den Entwurf kommunaler Straßen (inklusive der Flächen für Radfahrer, Fußgänger, den ÖPNV und den ruhenden Verkehr) besonders relevant anzusehen²⁹:

- Empfehlungen für die Anlage von Hauptverkehrsstraßen EAHV 93
- Empfehlungen für die Anlage von Erschließungsstraßen EAE 85/95
- Empfehlungen für Fußgängerkehrsanlagen EFA
- Empfehlungen für Anlagen des ruhenden Verkehrs EAR 05
- Empfehlungen für Anlagen des öffentlichen Personennahverkehrs EAÖ

Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens können nicht alle relevanten Richtlinien umfassend analysiert werden. Es wird vor allem auf die EAHV und die EAE als Richtlinie für den Entwurf von Straßen im kommunalen Bereich eingegangen, da in diesen auch die Anlagen für den ÖPNV, den Rad- und Fußgängerkehr mit behandelt werden. Aus den anderen Richtlinien werden ergänzende Aspekte übernommen.

Für den Entwurf von Straßen im kommunalen Bereich werden generell dieselben Trasselemente (Gerade, Klotoide und Kreisbogen) wie bei Außerortsstraßen genutzt. Auch die Ausbildung von Wannen und Kuppen sowie die Quer- und Längsneigung werden wie in der RAS-L genutzt, wobei innerorts andere Grenzwerte vorhanden sind und andere Nachweise zu führen sind. Fahrdynamische Nachweise haben im kommunalen Straßenentwurf so gut wie keine Bedeutung.

Deutliche Unterschiede gibt es hinsichtlich der Querschnittsgestaltung sowie der Gestaltung von Knotenpunkten im kommunalen Bereich.

Die **Empfehlungen für die Anlage von Hauptverkehrsstraßen EAHV /14/** bezieht sich auf die Straßenkategorien der RAS-N und gilt für die Kategorien BIII sowie in den Kategorien-Gruppen C bis E für die Verbindungsfunktions-Stufen I bis III. Die Empfehlungen dienen als konzeptionelle Entwurfs- und Entscheidungshilfen und sollen damit in der Vorentwurfs- und Entwurfsplanung eingesetzt werden. Sie behandeln „für geplante und bestehende Baugebiete Planung, Entwurf und Gestaltung von Erschließungsstraßen“ - bzw. Hauptstraßen. Da sie vielfach die gleichen Begriffsbildungen verwenden, scheint eine gemeinsame Behandlung gerechtfertigt, zumal sie demnächst in einer einzigen Empfehlung EAS zusammengefasst werden sollen (nach EAÖ Abschn. 0, Anm. 1).

„Planung und Entwurf von Straßenverkehrsanlagen sind eine städtebauliche Planungs- und Gestaltungsaufgabe, die sich an den Bedürfnissen aller Nutzer orientieren soll. Dies gilt von der Netzkonzeption bis zur Detailgestaltung“ (EAE 85/95, Abschn. 1).

Die **Empfehlungen für die Anlage von Erschließungsstraßen EAE /12/** beziehen sich auf die in der RAS-N /13/ definierten Verbindungsfunktions-Stufen IV bis VI und die Kategorien-Gruppen B bis E, also vorwiegend angebaute Straßen mit flächenerschließender und untergeordneter Verbindungsfunktion. Die Empfehlungen sollen bei der Vor- und Entwurfsplanung angewandt werden. Dabei soll sich die Erschließungsplanung in die übergeordneten Kon-

²⁹ Es existieren eine Vielzahl weiterer Regelwerke in Form von Richtlinien, Empfehlungen und Hinweisen, die Bezug zum kommunalen Straßenwesen haben, die aber hier nicht weiter aufgeführt werden.

zepte der gemeindlichen Planung wie beispielsweise der funktionalen Gliederung der Verkehrswegenetze, der Freiflächenplanung und der Planung der städtebaulichen Infrastruktur einfügen. Grundlage und Rahmen der Erschließungsplanung auf Ortsteilebene ist dabei die Verkehrsentwicklungsplanung.

Grundlegende Ziele bei der Erschließungsplanung sind

- die Verkehrssicherheit,
- der Verkehrsablauf,
- die Umfeldverträglichkeit,
- die Straßenraumgestaltung und
- die Wirtschaftlichkeit.

Diese Aspekte müssen in der Planung von Erschließungsstraßen berücksichtigt werden, wobei im Verlaufe des Planungsprozesses eine Vielzahl von Daten zur Entscheidungsunterstützung genutzt werden sollen. Neben den Nutzungsansprüchen der unterschiedlichen Verkehrsarten und Verkehrsteilnehmer an den Straßenraum sind auch die Entwurfsvorgaben aus den gesamtgemeindlichen Zusammenhängen und den städtebaulichen Strukturen sowie die Bewertungskriterien für die straßenraumspezifischen Aspekte zu ermitteln.

Die **Empfehlungen für Anlagen des ruhenden Verkehrs EAR /27/** enthalten „Bestimmungen, Grundsätze und Hinweise für Planung, Entwurf, Bau und Betrieb von Parkflächen im öffentlichen Straßenraum, von Parkplätzen und Parkbauten, sowie von mechanischen Parksystemen.“ (EAR 91, Einleitung)

„Anlagen des ruhenden Verkehrs haben nachhaltige Auswirkungen auf Entwicklung und Struktur der Städte. Durch die Art und Weise der Parkraumbereitstellung kann in erheblichem Maß Einfluss genommen werden auf die Flächennutzung, die Ziel- und Verkehrsmittelwahl sowie auf die Qualität des Verkehrsablaufs.“ (EAR 91, Einleitung).

Die **Empfehlungen für Anlagen von des öffentlichen Personennahverkehrs EAÖ /28/** behandeln die Anlagen des öffentlichen Nahverkehrs: „Die Verkehrssysteme des öffentlichen Nahverkehrs bestehen aus den Komponenten Fahrzeug, Fahrweg und Haltestelle Die vorliegenden Empfehlungen befassen sich mit dem Entwurf von Fahrweg und Haltestelle und deren Integration in den Straßenraum.“ (EAÖ, Abschn. 1).

Die **Empfehlungen für Fußgängerkehrsanlagen EFA /26/** „betreffen die Planung, den Entwurf und den Betrieb von Anlagen für den Fußgängerkehr längs von Straßen, quer zur Fahrbahn und auf selbstständig geführten Geh- und Radwegen sowie Hinweise zur Verbesserung der Bedingungen des Fußgängerkehr.“ (EFA, Abschn. 0)

Die **Empfehlungen für Radkehrsanlagen ERA /29/** „behandeln die Planung und den Entwurf von Radkehrsanlagen sowie bauliche und betriebliche Aspekte.“ (ERA 95, Abschn. 0).

Herausgeber, Gültigkeitsbereich und Status:

FGSV, national, nachgeordnete Empfehlungen des BMV

4.2.5.1 Fachdaten/Bereiche, Bezüge zum Verkehrsnetz

In den Regelwerken wird kein Ordnungssystem definiert; die EAE (EAE 85/95 Abschn. 2.2) zählt aber für die folgenden Bereiche Netzelemente auf, die im Schlussbericht-Anhang Abschn. 1.1.5 aufgelistet sind:

- Fußgängerkehr
- Radkehr

- Öffentlicher Personennahverkehr
- Kraftfahrzeugverkehr

Von einigen dieser Elementtypen gibt es weitere Differenzierungen in Typen. Netzelemente werden weiter strukturiert durch die im nächsten Abschnitt beschriebenen Entwurfselemente für den Straßenraum. Dabei werden in beiden Empfehlungen die Netze als in **Streckenabschnitte** und **Knotenpunkte** strukturiert gedacht. Dabei spielt in beiden Empfehlungen die Aufteilung des **Querschnitts** der Streckenabschnitte die bei weitem dominierende Rolle. Die Strukturierung der Knotenpunkte ist dagegen weit weniger klar erkennbar, z.B. ob Abbiegestreifen noch zur Strecke oder schon zum Knotenpunkt gehören. Die „Begriffsbestimmungen“ (FGSV 220, Ausgabe 2000) definieren einen Knotenpunkt als „Bauliche Anlage, die der Verknüpfung von Verkehrswegen dient“. Hierunter fiel sowohl ein kompletter Bahnhofsvorplatz als auch, im anderen Extrem, die Einmündung einer Grundstückszufahrt.

Nach EFA setzt sich das Verkehrsnetz für den Fußgängerverkehr aus den folgenden Elementen zusammen:

- Wege für den Längsverkehr
- Anlagen für den Querverkehr
- Haltestellen des ÖPNV

Das Hauptaugenmerk liegt auf der Gestaltung der Überquerungseinrichtungen.

In der ERA wird definiert, dass das Netz für den Radverkehr aus den folgenden Elementen besteht:

- Führung auf Streckenabschnitten von Hauptverkehrsstraßen
- Führungen an Knotenpunkten
- Führung auf Erschließungsstraßen sowie auf Straßen und Wegen ohne Kfz-Verkehr

Gegenüber der Behandlung der Radverkehrsanlagen in (EAHV 93, EAE 85/95) stellt sich das Radverkehrsnetz erstens stärker differenziert dar, und zweitens liegt der Schwerpunkt auf der Wahl der Führung auf bzw. an den Streckenabschnitten und Knotenpunkten des innerörtlichen Straßennetzes.

Die **EAE** nennen zunächst Daten, die zur Analyse herangezogen werden können (EAE 85/95, Abschn. 2.3-3.1; 4.1-4.3) (siehe Schlussbericht-Anhang Abschn. 1.1.5).

Bei der Ermittlung der Nutzungsansprüche werden die unterschiedlichen Verkehrs- und Nutzungsarten getrennt betrachtet.

Die Entwurfselemente und Entwurfparameter für die Netzelemente sind detailliert im Schlussbericht-Anhang Abschn. 1.1.5 aufgelistet.

Die **EAR** beschreibt

- Daten zur Parkraumplanung,
- Kenngrößen zur Parkraumbereitstellung,
- Elemente für Anlagen des ruhenden Verkehrs,
- und Ausstattung und Betrieb von Anlagen des ruhenden Verkehrs,

die im Schlussbericht-Anhang Abschn. 1.1.6 detailliert aufgelistet werden.

Die **EAÖ** behandelt Fachdaten zu den folgenden Bereichen, die im Schlussbericht-Anhang Abschn. 1.1.7 detailliert aufgelistet werden:

- Grundlagen und Grundmaße für Schienen- und Busverkehr,

- Daten zur Analyse
- Daten zur Strecke
- Daten zu Knotenpunkten und Haltestellen
- Daten zu Überquerungsstellen und Wendeanlagen

Gegenüber den zuvor betrachteten Empfehlungen (EAHV 93, EAE 85/95, EAÖ) behandelt diese Empfehlung nur wenige *neuen* Objektarten für die Ausstattung:

- Beleuchtung
- Umgangssperren
- Ruheplätze
- Sanitäranlagen
- Wegweiser

Gegenüber den zuvor betrachteten Empfehlungen (EAHV 93, EAE 85/95, EAÖ) behandelt die **ERA** wenige *neuen* Objektarten:

- Wegweiser
- Aufbaudaten (siehe auch die RStO /30/)
- Abstellanlagen

4.2.5.2 Betriebliche Aspekte

Nach **EAE** sind grundlegende Ziele bei der Erschließungsplanung

- die Verkehrssicherheit,
- der Verkehrsablauf,
- die Umfeldverträglichkeit,
- die Straßenraumgestaltung und
- die Wirtschaftlichkeit.

Prozesse:

In der **EAE** werden die folgenden Prozesse behandelt:

Netzplanung

- Auswahl von Netzformen nach den Kriterien
 - Gebietstyp
 - Überlagerung/Trennung der Netze
 - Hierarchie der Netzelemente
 - Zentrale/periphere Erschließung
 - Vermaschungsgrad

Straßenraumplanung und -gestaltung

- Vorplanung
 - Ermittlung der Entwurfsvorgaben aus den gesamtgemeindlichen Zusammenhängen und den städtebaulichen Strukturen (EAE 85/95 Tab. 4)

- Ermittlung der Nutzungsansprüche (EAE 85/95 Tab. 5)
- Ermittlung der Bewertungskriterien im Hinblick auf die grundlegenden Ziele (s.o.) (EAE 85/95 Tab. 6)

Dabei soll die Ermittlung nach einem dreistufigen Verfeinerungsmodell (Einschätzung, Abschätzung, Analyse) erfolgen.

- Entwicklung von Maßnahmen und Konzepten mit Hilfe genereller Entwurfsprinzipien unter Abwägung und Ausgleich der Nutzungsansprüche (EAE 85/95 Tab. 7 und 8)
- Abschätzung der Auswirkungen (EAHV 93)
- Abwägung und Bewertung der Handlungskonzepte (EAHV 93)

- Straßenraumentwurf

Aufgabe ist die Auswahl, Dimensionierung und Kombination der Entwurfselemente und ihre Integration zum Straßenraum.

In der **EAR** werden die folgenden Prozesse behandelt:

- Planung
 - Analyse der gegenwärtigen Parksituation
 - Prognose des Parkraumbedarfs
 - Festlegung des zukünftigen Parkraumangebots
- Entwurf der Parkflächen
- Parkraumbereitstellung durch rechtliche, bauliche und betriebliche Maßnahmen
- Bewirtschaftung

Dabei liegt der Schwerpunkt eindeutig auf Planung, Entwurf und Bau. Hinweise zu Nutzung und Betrieb nehmen insgesamt nur 8 Seiten des 100-seitigen Regelwerks ein. Auch die Hinweise zum Betrieb zielen vorrangig auf die Inbetriebnahme (z.B. Wahl der Abfertigungstechnik) als auf die Anforderungen des *laufenden* Betriebes.

Die **EAÖ** behandelt die folgenden Prozesse:

- Entwurf von Fahrweg und Haltestellen
 - Gestaltung (Auswahl, Dimensionierung und Kombination von Elementen)
 - Integration in den Straßenraum

Die **EFA** behandelt die folgenden Prozesse:

- Beschaffung von Entwurfsgrundlagen
 - Unfalldaten
 - Pläne (Schulwege, Radverkehrs, ÖV usw.)
 - Verkehrsdaten
 - Bauleitplanung
- Bestands- und Mängeluntersuchung

Untersuchungsgegenstände:

- Dimensionierung der Gehwege
- Ausstattung der Gehwege

- Konflikte mit Rad- und Kfz-Verkehr
- Orientierung (Wegweiser, Straßenschilder mit Hausnummer-Bereichen)
- Sicherheit
- Querungsprobleme
- Lichtsignalanlagen
- Haltestellen
- Einmündungsbereiche
- Wichtige Quellen und Ziele

Bewertung und Festlegung der Netzelemente

Vernetzung

Maßnahmenprogramm zur Umsetzung

Die **ERA** behandelt die folgenden Prozesse:

- Beschaffung von Entwurfsgrundlagen
 - Unfalldaten
 - geeignete Wege
 - Verkehrsdaten
 - Wichtige Quellen und Ziele
- Bestands- und Mängeluntersuchung („Angebots- und Problemkarte“)

Untersuchungsgegenstände:

- geeignete Straßen und Wege
- Netzlücken
- Bauliche Mängel
- Betriebliche Mängel
- Festlegung des Wunschnetzes
- Maßnahmenprogramm zur Umsetzung

4.2.5.3 Relevanz für das Forschungsprojekt

Die oben genannten Regelwerke nennen eine Vielzahl von Objekten aus dem kommunalen Straßen- und Verkehrswesen, die für den Entwurf von Straßenverkehrsanlagen verfügbar sein müssen. Die maßgeblichen Instrumente des Straßenentwurfs sind Lagepläne, Entwurfszeichnung, Querschnitte oder 3-D-Zeichnungen. Diese haben für OKSTRA kommunal nur geringe Relevanz. Von größerer Relevanz sind die für die Erarbeitung und Bewertung des Straßenraumentwurfs notwendigen Daten (wie z. B. Unfalldaten, Parknachfragedaten usw.), die aus vorhandenen Datenquellen nutzbar gemacht werden müssen. Hier geben die Regelwerke hinweise über die im kommunalen Datenmanagement vorzuhaltenden Fachdaten.

4.2.6 Regelwerk für die Bestandsverwaltung (vor allem E EMI 2003)

Zielsetzung

Für die Verwaltung von Infrastrukturbestand im kommunalen Straßenwesen sind insbesondere die folgenden Regelwerke relevant:

- E EMI - Empfehlungen für das Erhaltungsmanagement von Innerortsstraßen
- FGSV-Arbeitspapiere zur „Systematik der Straßenerhaltung“
- Hinweise für die Inventarisierung der Beschilderung und Markierung an Straßen

Die **Empfehlungen für das Erhaltungsmanagement von Innerortsstraßen** /1/ dienen als Leitfaden für den Aufbau eines Managementsystems zur Zustandserfassung und -bewertung sowie zur Planung des Bedarfs an Erhaltungsmaßnahmen basierend auf den Ergebnissen der Zustandsbewertung mit dem Ziel eines Erhaltungsprogramms für das kommunale Straßennetz. Die Empfehlungen definieren die Managementstufen

- Bestandsdatenerfassung,
- Zustandserfassung und -bewertung,
- Bedarfsplanung und
- Erhaltungsprogramm.

Für jede dieser Stufen wird der Bedarf an Eingangsdaten definiert, die in die folgenden Kategorien unterteilt werden:

- Ordnungssystem,
- Leitdaten,
- administrative Daten,
- Zustandsdaten,
- Querschnittsdaten,
- Aufbaudaten,
- Verkehrsdaten,
- Erhaltungsdaten,
- Grund- und Aufrissdaten,
- Unfalldaten und
- Funktionsdaten.

Der hier definierte Datenbedarf inklusive des Ordnungssystems führt zu der Forderung zum Aufbau einer Straßeninformationsbank, in der die unterschiedlichen Datenarten zusammengeführt und auf das Ordnungssystem referenziert werden. Die Vorschläge für das Ordnungssystem und der Datenkatalog sollten bei der Entwicklung der Struktur der in diesem Vorhaben zu entwickelnden integrierten kommunalen Straßennetzdokumentation berücksichtigt werden.

Gleichzeitig stellt das Erhaltungsmanagement sowie die Zustandserfassung und -bewertung eine wichtige Anwendung der Straßennetzdokumentation dar, bei der Daten aus den verschiedensten Bereichen des Verkehrswesens integriert werden.

Die Inventarisierung und damit die Verwaltung von Bestandsdaten für die Beschilderung und die Markierungen wird in den **Hinweisen für die Inventarisierung der Beschilderung und Markierung an Straßen** /15/ behandelt.

Die Ziele der Inventarisierung werden wie folgt genannt:

- Steigerung der Verkehrssicherheit,
- Erhöhung der Wirtschaftlichkeit und

- Verbesserung der Informationen.

Diese generellen Ziele können für die Inventarisierung auch anderer Infrastrukturen angeführt werden. So kann beispielsweise die Inventarisierung von Infrastruktur für das Parkraummanagement und die Parkraumbewirtschaftung die Wirtschaftlichkeit dieser erhöhen. Als weitere Infrastruktur der Straßenausstattung werden neben der wegweisenden und StVO-Beschilderung und der Markierung die folgenden genannt:

- Lichtsignalanlagen
- Schutzeinrichtungen
- Straßenbeleuchtung

Die Zielsetzung des **Arbeitspapiers zur Systematik der Straßenerhaltung /25/** wird wie folgt beschrieben: „Für eine schnelle und effektive Bearbeitung der Aufgabenbereiche der systematischen Straßenerhaltung sollten die Möglichkeiten der Informationstechnik genutzt werden. Das verwendete Informationssystem muss gewährleisten, dass die benötigten Daten selektiv gespeichert, erweitert und gegebenenfalls umstrukturiert werden können.

Alle Daten der systematischen Straßenerhaltung beziehen sich auf bestimmte Punkte bzw. Bereiche im Straßenraum einer Straße. Zur Speicherung und weiteren Verarbeitung bedürfen diese Daten eines Ordnungsmerkmals, das eine eindeutige Zuordnung des örtlichen Geltungsbereichs ermöglicht. Es ist zweckmäßig, die Daten nicht lediglich geografisch (mit Koordinaten) zu referenzieren, sondern diese mit Bezug auf die dazu gehörende Straßenachse bzw. ein Ordnungssystem zu verorten.“(Arb.-Papier, Abschn. 1).

Herausgeber, Gültigkeitsbereich und Status:

FGSV, national, nachgeordnete Empfehlungen des BMVBW

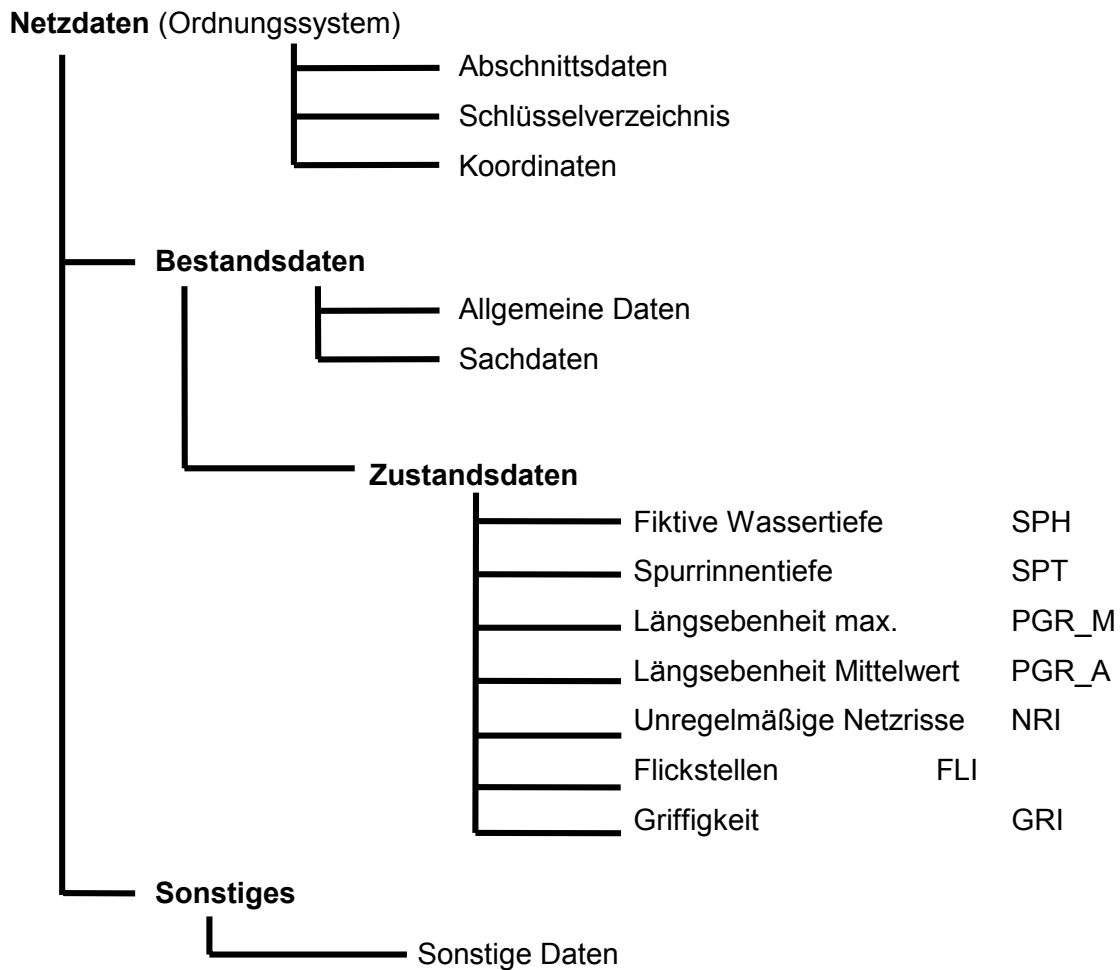
4.2.6.1 Fachdaten/Bereiche, Bezüge zum Verkehrsnetz

Alle Straßendaten, die im Erhaltungsmanagement benötigt werden, werden auf das Ordnungssystem referenziert. Die Eingangsdaten unterteilen sich dabei auf die oben schon genannten Datenkategorien, die u. U. aus sehr verschiedenen Bereichen der kommunalen Verwaltung stammen und integriert werden müssen. Vor diesem Hintergrund verdeutlicht sich wiederum die hohe Wichtigkeit eines eindeutigen Ordnungssystems für kommunale Straßennetzdokumentationen, das die Austauschbarkeit von Straßendaten zwischen unterschiedlichen Fachanwendungen erst ermöglicht.

Die empfohlenen Daten in der E EMI umfassen die folgenden Bereiche und sind im Schlussbericht-Anhang Abschn. 1.1.8 detailliert aufgelistet:

- Leitdaten,
- administrative Daten,
- Querschnittsdaten für Elemente im Querschnitt,
- Aufbaudaten,
- Erhaltungsdaten,
- Verkehrsdaten,
- Unfalldaten,
- Zustandsdaten,
- Grund/Aufrissdaten und
- Funktionsdaten

Das Arbeitspapier sieht die folgenden Fachdaten vor (Arb.-Papier, Bild 1):



Die Fachdaten für die Beschilderung und Markierung werden in den Hinweisen zur Inventarisierung in die folgenden Gruppen zusammengefasst und aufgelistet (Details im Schlussbericht-Anhang Abschn. 1.1.9):

Beschilderung

- Schildinformationen,
- Abmessungen,
- Bauart und Herstellung und
- Zustand und Erkennbarkeit.

Markierung

- Art und Geometrie,
- Material,
- Applikation und
- Zustand und Erkennbarkeit.

Generell wichtig für die Haltung von Bestandsdaten ist die Vergabe von Ordnungskennzeichen/-kriterien. Folgende Ordnungskennzeichen und -kriterien werden in den untersuchten Regelwerken genannt:

- Straßenklasse und Straßen-Nr.,
- Verkehrsmengen,
- Genauigkeit der Erfassung in Längs- und Querrichtung,
- Standort,
- Sonstige Ordnungskriterien wie die laufende Nummer, der Erfassung- bzw. Änderungszeitpunkt und der Verweis auf andere Datenträger.

4.2.6.2 Betriebliche Aspekte

Prozesse:

Die Hinweise für die Inventarisierung nennen eine Vielzahl von Prozessen und Aufgaben, die durch die Inventarisierung der Beschilderung und Markierung unterstützt werden können. Die Vielzahl zeigt, die breite Nutzung der vorhandenen Daten in unterschiedlichsten Bereichen. Hier einige Beispiele:

- Überprüfung auf Vorhandensein, Notwendigkeit, Übereinstimmung mit den Richtlinien, Funktionsfähigkeit und Zustand
- Übereinstimmung zwischen Beschilderung, Markierung und anderen Elementen der Straßenausstattung (z. B. LSA)
- Maßnahmenplanung, Material- und Personaleinsatz, Organisation und Dringlichkeitsreihung der Straßenerhaltung
- Finanzplanung (Bestandswert, Investitionsbedarf, Finanzierungsplan)
- Bestandinformationen und verkehrstechnische Überprüfung (z. B. Plausibilität und Kontinuität) in der Verkehrsplanung
- Statistische Auswertungen

4.2.6.3 Relevanz für das Forschungsprojekt

Das Regelwerk gibt Hinweise auf eine Vielzahl von Fachdaten, die für die Zustandserfassung, -bewertung und das Erhaltungsmanagement relevant sind. Da diese Bereiche klassische Einsatzfelder von Straßendatenbanken darstellen, sind diese Fachdaten möglichst schnell als Bestandteil des OKSTRA kommunal zu modellieren.

4.2.7 Regelwerk für die Verkehrssteuerung/Verkehrstechnik (RiLSA u.a.)

Zielsetzung:

Im Bereich der Verkehrssteuerung und der Verkehrstechnik ist vor allem die Lichtsignalsteuerung als relevant für dieses Forschungsvorhaben zu betrachten. Weit verbreitet sind auch Parkleitsysteme, die statisch oder dynamisch ausgebildet werden können. Die folgenden Regelwerke werden insbesondere als relevant angesehen:

- Richtlinien für Lichtsignalanlagen - Lichtzeichenanlagen für den Straßenverkehr RiLSA und deren Teilergänzung 2003
- Hinweise zu Verkehrsrechnern als Bestandteil der innerörtlichen Lichtsignalsteuerung
- Hinweise zur Bevorrechtigung des öffentlichen Personennahverkehrs bei der Lichtsignalsteuerung

- Hinweise für Arbeitsplätze zur interaktiven Bearbeitung von Aufgaben des Verkehrs-System-Managements
- Hinweise zu Parkleitsystemen - Konzeption und Steuerung

In den **Richtlinien für Lichtsignalanlagen RiLSA /19/** und der Teilforschreibung der RiLSA aus 2003 /20/ wird die Planung von Lichtsignalanlagen behandelt, wobei die Entwicklung von Signalprogrammen den Schwerpunkt der Richtlinie bildet, aber auch die Ausführung von Lichtsignalanlagen berücksichtigt wird.

Die **Hinweise zu Verkehrsrechnern als Bestandteil der innerörtlichen Lichtsignalsteuerung /16/** behandeln ein Verkehrssteuerungssystem mit der Zielsetzung einer optimierten Planung und eines optimierten Betriebs der Lichtsignalanlagen einer Kommune. Dabei besteht ein Verkehrssteuerungssystem aus den folgenden Komponenten, deren Funktionalitäten im Hinweispapier behandelt werden:

- Erfassungseinrichtungen,
- Signalgeber,
- Steuergerät,
- Verkehrsrechner,
- Bedieneinrichtungen/Verkehrsingenieurarbeitsplatz
- Einrichtungen zur Datenübertragung

Herausgeber, Gültigkeitsbereich und Status:

FGSV, national, nachgeordnete Richtlinien und Empfehlungen des BMVBW

4.2.7.1 Fachdaten/Bereiche, Bezüge zum Verkehrsnetz

Bezüglich der Lichtsignalsteuerung existieren die folgenden Planungs- und Bestandsunterlagen:

- **Signallageplans:**
Lage der Signalgeber für den MIV, den ÖV, den Rad- und Fußgängerverkehr auf Basis eines Knotenpunktplans inkl. Knotenpunktsgeometrie, Spuraufteilung und Lage der Markierung
- **Signalzeitenplan:**
Zwischenzeitenmatrix auf Basis von Überfahr-, Räum- und Einfahrtzeiten aus Knotenpunktsgeometrie. S Signalzeitenplan enthält zeitliche Abfolge der Signale (Rot – Rot-Gelb, Gelb und Grün) für jede Signalgruppe
- **Phasenfolgeplan:**
Zeigt die Übergänge zwischen den unterschiedlichen Signalisierungsphasen. Bei Steuerungsprogrammen, die nicht über eine Festzeitsteuerung zu bestimmten Zeiten definierte starre Phasen schalten wird ein Ablaufdiagramm erstellt, welches den zeitlichen und logischen Ablauf des Steuerungsprogramms beschreibt.
- **Signalakte:**
Enthält die folgenden Dokumente für jede Lichtsignalanlage:
 - Signallageplan,
 - Signalzeitenpläne,
 - Zwischenzeiten-Matrix,
 - Signalsicherungstabelle,

- Kabelpläne (schematisch),
- Verteilerbelegungen,
- Schalt- und Gültigkeitszeiten der Signalprogramme und
- Abnahmeprotokolle.

Zusätzlich können die folgenden Dokumente vorgehalten werden:

- Phasenfolgepläne,
- Phasenübergänge,
- Steuerungslogik bei verkehrsabhängiger Steuerung und
- Zeit-Weg-Diagramme.

Als notwendige Unterlagen und Voruntersuchungen für die Planung einer LSA nennt die RiLSA die folgenden Dokumente:

- Übersichtsplan, aus dem die Lage des betroffenen Knotenpunktes im Netz und die Lage von benachbarten Lichtsignalanlagen deutlich wird.
- Lageplan des Knotenpunktes mit Eintragungen der für den Entwurf maßgebenden örtlichen Gegebenheiten wie beispielsweise:
 - Fahrbahnbegrenzungen,
 - Geh- und Radwege,
 - Bebauung und Ein- und Ausfahrten,
 - Objekte wie Bäume, Masten, Schaltkästen,
 - Längsneigung,
 - Beschilderung,
 - Markierungen und
 - Verkehrseinrichtungen.
- Ergebnisse von Unfalluntersuchungen.
- Angaben zur Verkehrsbelastung.

Die generellen Zielgrößen im Rahmen der Planung der Lichtsignalsteuerung werden wie folgt benannt und müssen zur erhoben, gemessen oder abgeleitet werden:

- Anzahl der Halte,
- Wartezeiten,
- Reisezeiten,
- Staulängen,
- Verkehrsstärke und
- Fahrgeschwindigkeit.

Da diese Zielgrößen teilweise nicht oder nur sehr schwer erhoben, gemessen oder abgeleitet werden können, bieten sich die folgenden verkehrstechnischen Kenngrößen als Steuerungsgrößen für die Lichtsignalsteuerung an:

- Zeitlücke,
- Verkehrsstärke,

- Belegungszeit,
- Geschwindigkeit,
- Anmeldung/Anforderung von Fußgängern und Radfahrern,
- Anmeldung/Anforderung von Fahrzeugen,

Durch Aufbereitung dieser Kenngrößen können weitere Kenngrößen abgeleitet werden:

- Belegungsgrad,
- Verkehrsdichte,
- Auslastungsgrad und
- Belastungsquotient.

Die Teilfortschreibung 2003 der RiLSA definiert im Anhang für „Beispiele zu verkehrsabhängigen Steuerungen“ sog. verkehrstechnische Objekte, die in erforderliche und optionale Knotenpunktobjekte sowie Netzobjekte unterschieden werden.

Knotenpunktobjekte bestimmen dabei das Verhalten von Steuerungen einzelner Knotenpunkte während Netzobjekte das Steuerungsverhalten von Netzsteuerungen.

Die folgenden Objekte werden definiert:

Erforderliche Knotenpunktobjekte	Optionale Knotenpunktobjekte
Signalgruppe Zwischenzeiten Mindestfreigabezeiten Mindestsperrzeiten Signalfolge Einschaltprogramm Ausschaltprogramm Umschaltprogramm	Verkehrsstrom Basissignalprogramm Rahmenprogramm Situationsbezogene Zwischenzeit Situationsbezogene Mindestfreigabezeit Situationsbezogene Mindestsperrgabwezeit Situationsbezogene Versatzzeit Phase Phasenfolge Phasenübergang
Erforderliche Netzobjekte	Optionale Netzobjekte
Netzkante Netzknoten Streckenabschnitt Knotenpunkt Haltlinie Messstelle Quelle-Ziel-Beziehung	Teilnetz Teilstrecke Haltestelle

Die Ziele des Einsatzes eines Verkehrsrechners zur Lichtsignalsteuerung sind vielfältig, betreffen auch Bereiche, die nicht direkt mit der Lichtsignalsteuerung zu tun haben und zeigen, dass Daten aus der Lichtsignalsteuerung auch für andere Prozesse genutzt werden können (falls sie verfügbar gemacht werden können):

- Zentrale Bedienung und Überwachung der Lichtsignalsteuerung
Funktionskontrolle der Komponenten und Ein-/Ausgabe von Steuerungsprogrammen und -daten

- Knotenpunktsübergreifende Steuerung verkehrsabhängige Programmauswahl, streckenbezogene Beeinflussung für ÖV, Sonderprogramme
- Datenerfassung und -auswertung im ÖV und MIV
Daten zur Optimierung der Verkehrssteuerung, Nutzung der Daten für andere verkehrsplanerische und verkehrstechnische Zwecke, Weitergabe der Daten an andere kommunale und regionale Verkehrsmanagementsysteme und individuelle Informationssysteme
- Übernahme von Daten aus anderen Systemen des Verkehrsmanagements
Daten aus RBL, Daten aus PLS, Daten aus Umweltinformationssystem, Daten aus Baustellenmanagementsystem

Für die Lichtsignalsteuerung werden die folgenden Daten über geeignete Erfassungsgeräte erhoben:

- Verkehrsdaten des MIV über Schleifen- oder Überkopfdetektoren
- ÖV-Daten über Baken oder andere geeignete Detektoren
- Fußgängeranforderung über Anforderungstaster

Die Einzeldaten werden an den Verkehrsrechner übertragen und weiterverarbeitet. Zur Lichtsignalsteuerung sind weitere Daten wie die Signalgruppenzustände, Zähler, Merker, und Störungsdaten notwendig. Es werden Daten aufbereitet wie beispielsweise aggregierte Verkehrsstärkedaten oder Freigabezeiten und weitere Daten abgeleitet wie beispielsweise Wartezeiten, oder Häufigkeitsverteilungen von Freigabezeiten.

4.2.7.2 Betriebliche Aspekte

Prozesse:

Die **Hinweise für Arbeitsplätze zur Interaktiven Bearbeitung von Aufgaben des Verkehrs-System-Managements** /18/ stellen die Ergebnisse einer Befragung zur Wichtigkeit von interaktiven Systemen im Verkehrssystemmanagement für unterschiedliche Aufgaben und Prozesse zusammen. Die Ergebnisse geben auch einen Hinweis zur Relevanz von Prozessen für die kommunale Verkehrssteuerung und den Bedarf an Daten, die in einer Straßennetzdokumentation, wie sie in diesem Forschungsvorhaben entwickelt werden soll.

Es ergibt sich die folgende Rangfolge mit Prozessen, für die ein interaktiver Arbeitsplatz als besonders wichtig empfunden wird:

1. Planung und Test von verkehrsabhängigen Steuerungen
2. Planung von Grüner Welle
3. Auswertung von Verkehrszählungen und Verkehrsbeobachtungen
4. Knotenpunkte mit LSA
5. Versorgung von Verkehrsrechnern und Steuerungsgeräten
6. Bearbeitung von Knotenpunkts- und Streckenlageplänen
7. Umlegungsverfahren zur Verkehrswegwahl
8. Auswertung von Unfalldaten
9. Knotenpunkte ohne LSA
10. Sicherheitsprüfung an LSA nach VDE
11. Erstellung von Markierungs- und Beschilderungsplänen (Kataster)

12. Baustellenkoordinierung
13. Bearbeitung von Wegweisungen
14. Parkmanagement/Parkraummanagement
15. Planung von Parkleitsystemen
16. Planung von Wechselverkehrszeichen

Für die letzten drei genannten Prozesse liegt der Anteil der Nennungen, das ein interaktives System „weniger wichtig“ ist, bei 50 % und mehr. Auch bei Verkehrsbetrieben wurde eine vergleichbare Befragung durchgeführt. Hier wurden vor allem Prozesse in bezug auf die Lichtsignalsteuerung und die Fahrtverläufe als wichtig genannt. Die Bearbeitung von Lageplänen und Schnittstellen zu anderen internen und externen Systemen wurden als weniger relevant eingeschätzt.

Das Hinweispapier nennt für 10 verkehrstechnische Kernprozesse Möglichkeiten einer EDV-gestützten Bearbeitung von Aufgaben und beschreibt beispielhaft vorhandene kommerzielle Systeme. Ein Kapitel widmet sich auch dem Datenaustausch zwischen verschiedenen Systemen, wobei die folgenden genannt werden:

- Übernahme von Vermessungsdaten verschiedenster Erfassungssysteme
- Übernahme von Strecken-/Knotenpunktlageplänen aus digitalisiertem Stadtkartenwerk (Katasterpläne)
- Übergabe bzw. Übernahme von Versorgungsdaten der Gebietsrechner und Knotenpunktsgaräte
- Übernahme von floating car- bzw. Routendaten aus Leitsystemen der individuellen Zielführung- bzw. rechnergestützten Betriebsleitsystemen
- Übernahme von Daten aus Parkleitsystemen
- Datenaustausch zwischen Systemen verschiedener Hersteller

Im Bereich der Lichtsignalsteuerung existiert mit OCIT³⁰-I VD-LSA (Standardisierte Schnittstelle zur Datenversorgung der LSA) ein Standard zur Versorgung von LSA. Der vorliegende Standard OCIT-I VD-LSA und die darauf abgestimmte Technik der Tools, Zentralen und Geräte, berücksichtigt die wichtigen Forderungen des OCA-Arbeitskreises "Durchgängige Versorgungskette":

- Planung durch Ingenieurbüro
- Versorgung durch Anwender
- Versorgungsänderung durch Signalbaufirmen
- Datenerzeugung mit unterschiedlichen Werkzeugen

Diese komplexen, von unterschiedlichen Bedienern an unterschiedlichen Stellen des Systems angestoßenen Vorgänge, verlangen nach einem integrierten Versionierungsverfahren, mit dessen Hilfe der Versorgungsstand dokumentiert werden kann.³¹

Diese Schnittstelle (eine systemunabhängige XML-Datei) findet nicht nur Anwendung bei Städten mit einem Verkehrsrechner zur Direktversorgung und zum Datenaustausch von Planungsdaten für LSA sondern hat auch eine große Bedeutung für den Datenaustausch von

³⁰ OCIT[®] ist eine registrierte Marke der Firmen Dambach, Siemens, Signalbau Huber, STOYE, Stührenberg.

³¹ vgl. Internet-Seite www.ocit.org

Planungsbüros zu den Städten (auch wenn diese keinen Verkehrsrechner haben und die Daten nur archivieren) und den unterschiedlichen Planungsbüros. Über diese Schnittstelle/XML-Datei (in der Praxis schon durch die Vorgängerversion bei vielen Städten und Ingenieurbüros zum Datenaustausch im Einsatz) stehen alle oben beschriebenen LSA Daten als XML-Datei zur Verfügung. OCIT hat deshalb nicht nur eine Bedeutung für Städte mit einem Verkehrsrechner (Stichwort Schnittstellenproblematik beim Anschluss von unterschiedlichen Steuergeräten an einen Verkehrsrechner), sondern liefert alle von Ihnen geforderten LSA-Daten als XML_Datei für vielfältige Anwendungen.

4.2.7.3 Relevanz für das Forschungsprojekt

Die Regelwerke im Bereich des Verkehrsmanagements geben vor allem Hinweise auf die in einem kommunalen Datenmanagement zu verwaltenden Bestandsdaten für die Lichtsignalsteuerung und andere verkehrstechnische Infrastrukturen. Basierend auf den Regelungen zur Lichtsignalsteuerung sollte eine Überarbeitung des vorhandenen OKSTRA[®]-Fachdatenmodells zur LSA und eine Integration in den OKSTRA kommunal erfolgen. Weiterhin wäre zu prüfen, welche Möglichkeiten es gibt, eine Integration von OCIT[®]/OTS-Standardisierungen in den OKSTRA kommunal zu leisten. Es sollte der Grundsatz gelten, dass ein Fachdatum nur einmal modelliert wird. Dies bedeutet, dass alle verkehrstechnischen Bestandsdaten, die Gegenstand einer OCIT[®]- oder OTS-Standardisierung sind, nicht Gegenstand des OKSTRA kommunal sein sollten. Hier sollte ausschließlich eine Referenzierung auf das OKSTRA kommunal-Netz möglich sein.

4.2.8 Sonstige relevante Regelwerke

4.2.8.1 Merkblatt für die Auswertung von Straßenverkehrsunfällen

Zielsetzung:

Das Merkblatt für die Auswertung von Straßenverkehrsunfällen gliedert sich in zwei Teile, wobei Teil 1 /9/ die Führung und Auswertung der Unfalltypen-Steckkarte und Teil 2 /10/ Maßnahmen gegen Unfallhäufungen behandelt.

Die gesetzliche Grundlage der örtlichen Unfalluntersuchung ist § 44 der VwV-StVO. Dort wird die Führung der Unfalltypen-Steckkarte als Instrument der örtlichen Unfalluntersuchung gefordert. Das Ziel der örtlichen Unfalluntersuchung ist dabei die Polizei bei der Einsatzplanung sowie die Verkehrsbehörde bei verkehrsregelnden und die Straßenbaubehörden bei straßenbaulichen Maßnahmen zu unterstützen /11/. Schon hieraus ergibt sich eine Kommunikation zwischen unterschiedlichen Instanzen (Polizei, Verkehrsbehörde, Straßenbauverwaltung), die in der Realität zumeist in einer Unfallkommission (s. u.) umgesetzt wird. Außerhalb dieses Gremiums scheint es häufig nur geringen Informationsaustausch zwischen den Institutionen zu geben.

Die hier genannte Beteiligung der Polizei, der Verkehrs- und Straßenbaubehörde wird in dem o. g. Merkblatt aufgenommen und gefordert, dass in einer zu bildenden Unfallkommission Fachkenntnisse aus dem Bereich „Unfall“ und „Straße“ vertreten sein müssen. Diese Forderung beinhaltet, dass sowohl Unfalldaten als auch Straßen- und Verkehrsdaten bei der Unfallauswertung verfügbar sein müssen.

Herausgeber, Gültigkeitsbereich und Status:

FGSV, national, Merkblatt

4.2.8.2 Ordnungssystem (Netzbeschreibung)

Für die im Merkblatt behandelte Aufgabenstellung ist es offenbar notwendig, eine möglichst genaue Verortung der Unfallstelle vorzunehmen. Für die elektronische Führung der Unfallty-

pen-Steckkarten wird eine Lokalisierung durch geodätische Koordinaten, d.h. Georeferenzierung, empfohlen, um von Veränderungen in Straßennetzbezeichnungen unabhängig zu sein.

4.2.8.3 Fachdaten/Bereiche, Bezüge zum Verkehrsnetz

Die Erfassung von Unfällen liegt im Zuständigkeitsbereich der Polizeibehörden. Diese erfassen die Unfallanzeige, die die folgenden Informationen enthält:

- Unfalldatum und Unfallzeit
- Unfallbeteiligte mit Anzahl und Art der Unfallbeteiligung
- Genauer Unfallort und Ortslage
- Unfallskizze
- Unfalltype (optional und wünschenswert)
- Bezeichnung (Markierung) des Unfallverursachenden in der Skizze (optional und wünschenswert)
- Wichtigste Unfallursache
- Angaben über Besonderheiten, wie Aufprall auf Hindernis, Besonderheiten der Unfallstelle, Lichtverhältnisse, Unfallart und Verkehrsregelung (optional und wünschenswert)

Die Unfallanzeigen werden in einer Unfallblattsammlung nach örtlichen Gesichtspunkten geordnet zusammengefasst.

Das zentrale Instrument der Verkehrssicherheitsarbeit ist die Unfalltypen-Steckkarte, in der alle Unfälle verortet und nach Kategorien unterschieden eingetragen werden. Unterschieden werden die Unfälle nach Unfalltyp, Unfallkategorie (Schwere der Unfallfolgen) und nach Sondermerkmalen.

Durch zeitliche und räumliche Aggregation einzelner Unfälle nach bestimmten Regeln können so Unfallhäufungsstellen, Unfallhäufungslinien und Unfallhäufungsgebiete identifiziert werden. Diese Identifikation erfolgt allein auf Basis der Unfalldaten und der zeitlichen und räumlichen Verteilung der Unfälle.

Zur weiteren Auswertung von Unfalldaten wie der Bildung von Unfallkenngrößen sind weitere Daten notwendig. Neben der absoluten Anzahl der Unfälle als Kenngröße sind die folgenden Kenngrößen zu unterscheiden:

- Unfallkosten: Die Unfallkosten ergeben sich aus der Anzahl der Unfälle einer Kategorie multipliziert mit den Unfällekostensätzen für diese Kategorie
- Unfalldichte: Die Unfalldichte bezieht die Anzahl der Unfälle auf die Straßen-/Abschnittslänge (Unfälle pro Kilometer und Jahr)
- Unfallkostendichte: Die Unfallkostendichte bezieht die Unfallkosten auf die Straßen-/Abschnittslänge (Kosten pro Kilometer und Jahr)
- Unfallrate: Die Unfallrate bezieht die Anzahl der Unfälle auf die Fahrleistung (Unfälle pro Kfz-km und Jahr)
- Unfallkostenrate: Die Unfallkostenrate bezieht die Unfallkosten auf die Fahrleistung (Kosten pro Kfz-km und Jahr)

Es wird deutlich, dass für die Dichten Daten über die Länge der Streckenabschnitte vorliegen müssen und für die Raten zusätzlich noch Informationen über den DTV.

Zur Beschreibung des sogenannten Sicherheitspotenzials, d. h. die vermeidbare Anzahl und die Schwere der Unfälle wird eine in der RAS-Q 96 /23/ bzw. EWS 97 /24/ angegebene „Grundunfallkostenrate“ herangezogen, die für unterschiedliche Straßenkategorien definiert sind.

Diese Daten (Abschnittslängen, DTV-Werte, Straßenkategorien und „Grundunfallkostenraten“) können u. U. aus anderen Informationssystemen übernommen werden. Bei der Führung einer elektronischen Unfalltypen-Steckkarte können diese Attribute den Netzelementen zugeordnet werden, so dass eine automatische Bestimmung der Unfallkenngrößen möglich wird.

Grundlage der elektronischen Unfalltypen-Steckkarte sind entweder vollständige Unfalldatensätze oder die Unfalldatensätze der Straßenbauverwaltungen (UM 001X oder EUDAS³²).

Für den Innerortsbereich wird bemerkt, dass die elektronischen Unfalldaten und die daraus erstellten Unfalltypen-Steckkarten für örtliche Unfalluntersuchungen nur selten geeignet sind, weil

- für kommunale Straßen eine Zuordnung des Unfallortes in einer digitalen Karte nur schwer möglich ist, da kein Netzknotensystem vorhanden ist,
- die Lokalisierung des Unfallortes über Straßenschlüssel und Hausnummer u. U. irrtümlich ist, da eine falsche Hausnummer eingegeben wird, oder aber zu ungenau, weil die Angabe eines Hausnummernbereiches u. U. sehr lange Abschnitte beschreibt und für einige Abschnitte gar keine Hausnummernbereiche existieren,
- häufig keine genaue Ortsangabe zur Lage des Unfalls im Querschnitt oder im Knotenpunkt vorhanden sind und die Fahrtrichtung der an dem Unfall beteiligten Verkehrsteilnehmer unbekannt ist und
- Unfallskizzen in den Datensätzen nicht enthalten sind.

Für die elektronischen Unfalltypen-Steckkarten wird angestrebt, dass die 1- und 3-Jahreskarten für beliebige Enddaten erzeugt werden können.

4.2.8.4 Betriebliche Aspekte

Prozesse:

- Erfassung der Unfall-Einzeldaten
- Führung der Unfalltypen-Steckkarte zum Erkennen von Häufungen
- Erstellung der Unterlagen für die Unfallkommission

Die zusätzlich benötigten Daten für die Berechnung der Unfallkenngrößen (Abschnittslängen, DTV-Werte, Straßenkategorien und „Grundunfallkostenraten“) können u. U. aus anderen Informationssystemen übernommen werden. Bei der Führung einer elektronischen Unfalltypen-Steckkarte können diese Attribute den Netzelementen zugeordnet werden, so dass eine automatische Bestimmung der Unfallkenngrößen möglich wird.

4.2.8.5 Relevanz für das Forschungsprojekt

Ordnungssystem:

Für das verkehrsplanerische und verkehrstechnische Regelwerk gilt grundsätzlich, dass in den einzelnen Empfehlungen kein explizites Ordnungssystem definiert wird. Eine Ausnahme

³² EUDAS ist der um Straßendaten erweiterte Unfalldatensatz der Straßenbauverwaltungen auf Basis der Unfalldatensätze der Statistischen Ämter.

davon stellt das Arbeitspapier zur Systematik der Straßenerhaltung /25/ dar, das aufgrund seiner speziellen Ausrichtung auf kommunale Netze eine wertvolle Quelle darstellt.

Fachdaten:

Aus dem verkehrsplanerischen und verkehrstechnischen Regelwerk können viele Informationen zu den benötigten Fachdaten entnommen werden können; darin besteht der besondere Wert dieser Quellen für das Forschungsprojekt.

4.3 Weitere Quellen

4.3.1 ATKIS und ALKIS

Zielsetzung:

ALKIS und ATKIS sind Standards für Informationssysteme für Katasterdaten (ALKIS) bzw. topographische Daten (ATKIS). Dies wird erreicht über eine standardisierte Datenmodellierung, eine daraus abgeleitete Schnittstelle (NAS – normbasierte Austauschschnittstelle) sowie standardisierte Ausgabe-/Signaturenkataloge. ALKIS und ATKIS sind Bestandteile des übergeordneten AFIS-ALKIS-ATKIS-Konzepts („AAA-Konzept“) der AdV, dessen Grundzüge in der „Dokumentation zur Modellierung der Geoinformationen des amtlichen Vermessungswesens (GeoInfoDok)“ /36/ beschrieben sind.

Beide Standards basieren auf einem gemeinsamen Basisschema und sind inhaltlich harmonisiert. Die verwendeten Datenschemata sind komplex; sie bestehen aus Objektarten, die über Attribute und Relationen verfügen können. Bei der Modellierung wird das Prinzip der Vererbung benutzt. Außerdem sind Objektinstanzen historisierbar. Die einzelnen Objektarten sind unter thematischen Gesichtspunkten zu Objektartengruppen zusammengefasst.

Die Standards berücksichtigen Verkehrswege einerseits als Nutzflächen, andererseits als Landschaftselemente (Bauwerke).

Herausgeber, Gültigkeitsbereich und Status:

Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV); verabschiedete nationale technische Spezifikation.

4.3.1.1 Ordnungssystem

Raumbezogene ALKIS/ATKIS-Objekte sind Ableitungen aus einer Auswahl abstrakter Raumbezugsgrundformen gemäß ISO 19107. Es werden sowohl geometrische Eigenschaften (Georeferenzierung für Punkte, Linien und Flächen) als auch topologische (Relationen von Knoten, Kanten und Maschen) unterstützt. Dabei werden die topologischen Eigenschaften mittels des ISO-Schemas Simple Topology durch geometrische ausgedrückt. Raumbezogene Objekte können sich Linien und Punkte teilen.

Die Objekte werden durch eine stabile Objektidentifikation eindeutig bezeichnet.

4.3.1.2 Fachdaten/Bereiche, Bezüge zum Verkehrsnetz

ALKIS beschreibt die für das Liegenschaftskataster relevanten Daten (Gebäude, Flurstücke, Eigentümer...), ATKIS definiert ein topographisches Landschaftsmodell (Gebäude, Straßen, Gewässer...).

Sowohl in ALKIS als auch in ATKIS existieren Nutzungsflächen, bei denen einem bestimmten Teil der Erdoberfläche eine spezielle Nutzung zugeordnet wird. Dabei können unter Ver-

wendung der Objektartengruppe „Verkehr“ auch Nutzungen durch Verkehrsmittel angegeben werden. Informationen über Verkehrsnetze liegen damit jedoch zunächst einmal nicht vor, weil es sich bei den Nutzungsflächen lediglich um einzelne georeferenzierte Flächen handelt.

ALKIS und ATKIS verfügen darüber hinaus über eine Objektartengruppe „Bauwerke, Anlagen und Einrichtungen für den Verkehr“, mit der eine Vielzahl verkehrsrelevanter Objekte darstellbar ist, z.B. Bauwerke wie Brücken oder Tunnel, Bahnhöfe etc. Verkehrsverbindungen sind eher weniger in ALKIS, sondern mehr in ATKIS zu finden: Dort existieren Objektarten für Straßen, Straßen- und Fahrbahnhachsen sowie Bahnstrecken, mit denen das Verkehrsnetz in seinen wesentlichen Grundzügen beschrieben werden kann. Der Detaillierungsgrad von ATKIS-Daten reicht allerdings bestenfalls für ein sehr elementares Routing aus, weil z.B. komplexere Kreuzungssituationen nicht weiter aufgelöst werden und verkehrliche Beschränkungen nicht erfasst sind. Eine Aufstellung der in ALKIS und ATKIS vorhandenen verkehrsrelevanten Objektarten findet sich im Anhang.

4.3.1.3 Betriebliche Aspekte

ALKIS-Systeme dienen zur Erfassung, Verwaltung und Präsentation von katasterrelevanten Daten. Nutzer von ALKIS-Daten werden zunächst die Vermessungsverwaltungen selber sein; weitere Nutzergruppen finden sich bei den Kommunen und den Versorgungsunternehmen, die die ALKIS-Daten als Datengrundlage für ihre Netzinformationssysteme verwenden können.

ATKIS stellt dagegen ein kleinmaßstäbigeres digitales Modell der Landschaft bereit (Basismaßstab 1:25.000³³), das beispielsweise zur Herstellung der topographischen Kartenwerke verwendet werden kann.

Die Standards sprechen hierfür die Prozesse:

- Erhebung - der Realweltdaten
- Qualifizierung – Prüfung der Erhebungsdaten
- Führung – der Bestandsdaten
- Benutzung – für Präsentation und Weiterverarbeitung
- Transfer – von und in andere Informationssysteme

an. Eine Nutzung für die Belange des kommunalen Straßenwesens würde sich an den Benutzungs- bzw. Transferprozess anschließen.

4.3.1.4 Relevanz für das Forschungsprojekt

Ordnungssystem:

ALKIS und ATKIS enthalten kein Ordnungssystem für das Straßennetz (wenn man von den vier aus dem OKSTRA[®] nach ATKIS übernommenen Objektklassen Netzknoten, Nullpunkt, Abschnitt und Ast absieht). Dies ist begründet durch ihre Aufgabenstellung, bei der es um die Speicherung und Präsentation von Kataster- bzw. Topografiedaten ganz allgemein und nicht um eine primär straßennetzbezogene Sicht der Dinge geht.

³³ Da ATKIS zwar als Zielmaßstab 1:25.000 aber als Erfassungsmaßstab ca. 1:5000 hat (d. h. Genauigkeit im Meter-Bereich), sind die ATKIS-Geometrien durchaus interessant, um daraus auch Vektordaten digital für eine Ersterfassung (z. B. von Straßenachsen) zu übernehmen (nicht nur für On-Screen-Digitizing). Das digitale Straßennetz der NWSIB wurde z. B. anhand von ATKIS-Geometrien komplettiert. Auch das (z. T. städtische) Radverkehrsnetz NRW wurde – wo möglich – aus ATKIS-Geometrien generiert. Applikationen wie die VRS-Auskunft oder der Radroutenplaner.nrw nutzen ATKIS für das (innerstädtische) Fußgängerouting.

Fachdaten:

Hinsichtlich des Fachdatenumfangs für ein kommunales Straßennetz lassen sich aus ALKIS und ATKIS aufgrund der unterschiedlichen Zielsetzungen keine Rückschlüsse ziehen.

Generell:

Der Nutzen von ALKIS und ATKIS für das hier behandelte Forschungsprojekt besteht primär in der Möglichkeit, Daten aus diesen Systemen als Grundlage für die Erfassung des kommunalen Straßennetzes zu verwenden (beispielsweise als Hintergrundbild für On-Screen-Digitizing).

4.3.2 NWSIB und kommunale Belange

Zielsetzung:

Die Diplomarbeit „Konzeptionierung eines Straßeninformationssystems für kommunale Belange auf Basis von NWSIB“ /41/ untersucht die Möglichkeit einer Erweiterung der Straßeninformationsbank Nordrhein-Westfalen (NWSIB) um Objektarten und Verfahren, die einen Einsatz des Systems für Kommunen ermöglichen würden.

Herausgeber, Gültigkeitsbereich und Status:

Diplomarbeit an der FH Oldenburg, mitbetreut durch GIS Consult, Haltern

4.3.2.1 Ordnungssystem (Netzbeschreibung)

Da die NWSIB auf dem Netzknoten-Stationierung-System der ASB beruht, beschreibt die Arbeit eine möglichst natürliche Ergänzung dieses Systems. Dazu werden die Objektklassen Abschnitt (nicht klassifiziert), Knotenpunkt (nicht klassifiziert) sowie Straße (nicht klassifiziert) eingeführt und ihre Verknüpfungen mit dem klassifizierten Straßennetz definiert. Für die Netzreferenzierung der Fachobjekte werden zwei Möglichkeiten diskutiert:

- Die Einführung von abstrakten Detailbereichen, die als NWSIB-Bereichseigenschaft modelliert sind und die die darin enthaltenen Fachobjekte referenzieren.
- Die Modellierung der Fachobjekte unmittelbar als NWSIB-Punkt-, Strecken- oder Bereichseigenschaften.

Letztlich empfohlen wird die zweite Möglichkeit.

4.3.2.2 Fachdaten

Die Arbeit enthält einen umfangreichen und detaillierten Objektartenkatalog im Anhang A, auf den hier nur verwiesen werden soll. Der Katalog ist das Ergebnis der im Laufe der Arbeit durchgeführten Anforderungsanalyse. Die wichtigsten relevanten Resultate der Anforderungsanalyse sind:

- Erfassungs- und Fortführungskosten müssen gering sein.
- Die Prioritäten für die zu unterstützenden Prozesse sind von Kommune zu Kommune verschieden.
- Eine Integration mit vorhandenen Daten anderer Fachbereiche ist anzustreben.
- Die Fachobjekte benötigen einen höheren Detaillierungsgrad als in der NWSIB original vorgesehen.

Die Fachobjekte gehören den Bereichen (Themen)

- Verkehrliche Anlagen,
- Ausstattung,
- Entwässerungsanlagen,
- Grünflächen,
- Verwaltungsangelegenheiten

an.

4.3.2.3 Betriebliche Aspekte

Der Prozess der Kostenverfolgung wird angesprochen. Weitere Prozesse werden nicht explizit genannt, lassen sich aber aus den Themen des Objektartenkataloges grob erschließen.

4.3.2.4 Relevanz für das Forschungsprojekt

Ordnungssystem:

Die Diplomarbeit „Konzeptionierung eines Straßeninformationssystems für kommunale Belange auf Basis von NWSIB“ /41/ ist insofern eine interessante Quelle, als sie modellhaft ein kommunales Netz definiert und in das übergeordnete ASB-Straßennetz integriert – eine Aufgabe, die in diesem Forschungsprojekt ebenfalls geleistet werden soll.

Fachdaten:

Aus dem Objektartenkatalog können Informationen über relevante Fachdaten entnommen werden..

4.4 Fazit aus der Analyse des Regelwerkes im Straßen- und Verkehrswesen

Ordnungssystem:

Hinsichtlich der Eignung der untersuchten Standards und Regelwerke als Quelle bei der Konzeption des Ordnungssystems in einer kommunalen Erweiterung des OKSTRA® kann folgendes festgehalten werden:

- In lediglich zwei der untersuchten Quellen wird explizit ein Ordnungssystem für kommunale Straßennetze definiert: Im „Arbeitspapier zur Systematik der Straßenerhaltung“ /25/ und in der Diplomarbeit „Konzeptionierung eines Straßeninformationssystems für kommunale Belange auf Basis von NWSIB“ /41/. Diese Quellen sollten bei der Konzeption des Ordnungssystems für den OKSTRA kommunal besondere Berücksichtigung finden.
- Den wesentlichen Regelwerken für das überörtliche Straßennetz (ASB und OKSTRA®) ist Beachtung zu schenken, um eine Integration mit den Straßeninformationssystemen der Länder und des Bundes zu erleichtern.

Fachdaten:

Bezüglich der für kommunale Belange relevanten Fachdaten lassen sich folgende Aussagen treffen:

- Dem verkehrsplanerischen und verkehrstechnischen Regelwerk können viele Informationen zu relevanten Fachdaten entnommen werden.
- Für die **Bemessung** von Straßenverkehrsanlagen und damit die Nutzung von Anwendungen, die das Regelwerk des HBS 2001 umsetzen, müssen vor allem die folgenden Daten in standardisierter Form austauschfähig vorliegen:

- Verkehrsstärkedaten für unterschiedliche Fahrzeugklassen (z. B. Pkw, Lkw, Busse) und Fußgänger und Radfahrer für unterschiedliche Fahrstreifen als Ganglinienwerte in unterschiedlichen Zeitrastern (15 Minuten oder 1 h) oder als Kennwert (z. B. DTV)
- Geschwindigkeitsdaten/Reisezeitdaten für Querschnitte und Abschnitte und Daten zur Anzahl von Halten an Knotenpunkten
- Daten zur Spuraufteilung von Streckenabschnitten und Knotenpunkten
- Daten zur Verkehrsregelung (z. B. Geschwindigkeitsbegrenzung, Durchfahrverbote oder Abbiegeverbote), die bestimmte Fahrzeuggruppen, Fahrstreifen oder Zeitbereiche betreffen
- Daten zur Lichtsignalsteuerung, insbesondere Signalprogramme und Phasenpläne als auch Berücksichtigung des ÖV.
- Daten zu Kapazitäten von ÖV-Fahrzeugen und -linien und Daten zur Verkehrsnachfrage im ÖV
- Für den **Straßenentwurf (Trassierung)** gelten die Anforderungen für kommunale Straßen wie für Außerortsstraßen. Die Darstellung in Lage- und Höhenplan, sowie Deckenbuch oder Vermessung sind analog zum Außerortsbereich zu betrachten. Bei der Umsetzung eines „OKSTRA kommunal“ ist aber zu berücksichtigen, dass die Geometrie der Straße auch die folgenden Elemente umfasst:
 - Fahrstreifen für den ÖPNV, die u. U. von anderen Verkehrsteilnehmern genutzt werden
 - sonstige Anlagen für den ÖPNV, vor allem Haltestellen
 - Querschnittselemente für den Fußgänger- und den Radverkehr, wobei ggf. der Radverkehr auf der Fahrbahn zusammen mit dem MIV geführt wird.
 - Elemente des Straßenraumes quer zur „Achse“ wie beispielsweise Überquerungshilfen für Fußgänger
 - Querschnittselemente neben der Fahrbahn wie Parkstreifen oder Mittelstreifen und Promenaden, die durch andere Elemente des Straßenraumes unterbrochen werden (z. B. Unterbrechung des Parkstreifens durch Bushaltestellen)
 - Platzähnliche Verkehrsflächen, die streng genommen keine Achse besitzen.
 - Anlagen für den ruhenden Verkehr, die in Abstellflächen und Fahrgassen unterteilt werden können.
 - Generell ist der Straßenraum innerorts deutlich differenzierter gegliedert als außerorts. Außerdem ist bei den Fahrstreifen der Fahrbahn zu unterscheiden, von welchen Verkehrsteilnehmern diese genutzt werden dürfen, müssen oder sollen.
 - Hinsichtlich der Einschränkung von Abbiegebeziehungen bestehen eine Vielzahl von möglichen Regelungen (z. B. nur für bestimmte Verkehrsteilnehmer)
- Im Bereich der **Bestandsverwaltung** werden generell an den Innerortsbereich die gleichen Anforderungen gestellt wie an den Außerortsbereich. Es ist aber zu beachten, dass innerorts eine sehr viel größere Zahl an Infrastrukturobjekten existiert als außerorts. Zielsetzung der Bestandsverwaltung sind meist Aspekte der Erhaltung sowie der Kostenplanung.
- Die **wegweisende Beschilderung** besitzt innerorts eine untergeordnete Rolle im Vergleich mit der verkehrsregelnden Beschilderung.

- Im Bereich des **Verkehrsmanagements** können nur sehr wenige Anforderungen aus dem Regelwerk abgeleitet werden. Allein die Lichtsignalsteuerung wird intensiver betrachtet; sie stellt einen wichtigen Aspekt des kommunalen Verkehrswesens dar.

5 Anwendungsfälle, Software und Dienste

Die in den folgenden Unterkapiteln dargestellten Anwendungsfälle und Dienste leiten sich ab aus den vorhandenen Aufgaben, die in Kommunen tagtäglich geleistet werden müssen sowie aus Anwendungen, die durch Produkte zur Zeit schon unter Nutzung von Straßennetzdaten realisiert werden können.

Die vorhandenen kommerziellen Anwendungen im Bereich des kommunalen Straßen- und Verkehrswesens können in die folgenden Kategorien unterschieden werden:

- Straßeninformationsbanken und GIS-Anwendungen plus Datenbanken (oder auch Datenbank stand-alone) zur Verwaltung von Straßennetzdaten und Infrastruktur
- Bauwerksdatenbanken
- Trassierungssoftware
- Anwendungen zur Planung und Verwaltung von Baustellen und Aufbrüchen sowie anderen Sondernutzungen
- Anwendungen zur Zustandserfassung und zum Erhaltungsmanagement
- Anwendungen zur Planung und Verwaltung der Beschilderung
- Verkehrsmodellierung und Simulation
- Weitere Anwendungen wie Unfallsteckkarten, zur Parkraumbewirtschaftung, zur Planung des Straßenbetriebsdienstes usw.

Unterschieden werden können diese Anwendungen hinsichtlich Ihrer Zielsetzung:

- Anwendungen zur Verwaltung von Bestandsdaten
- Anwendungen zur Unterstützung von Genehmigungsprozessen und zur Planung von Maßnahmen (Workflow Support)
- Anwendungen für Planungs- und Entwurfsprozesse
- Anwendungen zur Durchführung von Analysen

Die meisten Anwendungen verfolgen dabei mehr als eine Zielsetzung. Weiterhin existieren eine Vielzahl von Anwendungen und Softwaresystemen, die von Kommunen als Eigenentwicklungen realisiert wurden.

5.1 Straßeninformationsbanken und GI-Systeme zur Straßennetzverwaltung

Neben den eigentlichen Straßeninformationsbanken, die ein logisch aufgebautes Straßennetz beinhalten, durch dessen Topologie Zusammenhänge zwischen den Netzelementen hergestellt werden können (und somit ein Routing erlauben), existieren eine Vielzahl von Lösungen, bei denen auf Basis eines GI-Systems und einer verknüpften Datenbank (oder auch ohne GIS nur in Form einer Datenbank) Bestandsdaten zum Straßennetz und der Infrastruktur verwaltet werden können.

Straßeninformationsbanken werden für die unterschiedlichsten Prozesse in Kommunen genutzt, wobei die häufigste Anwendung die Zustandserfassung und Zustandsbewertung ist. Weitere Nutzungsfelder sind die Verwaltung von Bestandsdaten für unterschiedliche Infrastrukturobjekte. Die Definition der zu verwaltenden Infrastrukturobjekte ist dabei bei vielen Produkten frei wählbar.

Bei vielen kommerziellen Produkten existieren vordefinierte „Fachschaalen“ für die folgenden Ausstattungsobjekte:

- Beschilderung (StVO und Wegweisung),
- Beleuchtung,
- LSA-Anlagen und
- Instrumente zur Parkraumbewirtschaftung.

Die analysierten Produkte bieten die folgenden Funktionalitäten für die Netzdokumentation an:

- Definition eines Netzes in Form von Abschnitten zwischen Knotenpunkten (Knoten-Kanten-Modell) (teilweise ASB und OKSTRA-konform)
- Erfassung von Querschnittsflächen (als Rechtecke oder auch als Trapeze) für Straßen, Gehwege, Plätze usw. (Fahrspuren, Borde usw.) für die definierten Abschnitte. Definition von Straßenachsen. (Können keine Flächen im Ordnungssystem erfasst werden, dann wird eine Flächenberechnung über die Breite und die Länge des Elements durchgeführt.)
- Zuordnung von Bestandsdaten (Bauwerke, Durchlässe, Schutzplanken usw.)
- Zuordnung von Attributen zu den Abschnitten oder Einzelflächen der Abschnitte wie Stammdaten/Verwaltungsdaten (Ortsteile, Straßennamen, Straßenkategorien, Widmung, Baulast usw.), Oberflächenart, Breiten
- stationsgenaue Zuordnung von Objekten
- Zuordnung von Bilddaten und Dokumenten (Fotos, Videos, PDF, Word usw.)
- Auswerte-/Filter-/Suchfunktionen
- Berücksichtigung von Planungsvarianten

Die analysierten Produkte bieten die folgenden Funktionalitäten für die Bestandsverwaltung an:

- Verortung der Objekte
- Integration des Verkehrszeichenkatalogs laut StVO zur Bestandsverwaltung von Beschilderung
- Darstellung der Wirkungsfläche für Verkehrszeichen
- Zustandsinformationen zu Objekten
- Inhalte der Wegweiser/Zielangaben nach Richtung
- Fotodokumentation der Objekte
- Verwaltung von Störungsmeldungen für verkehrstechnische Einrichtungen (z. B. LSA)
- Abrechnung von Beleuchtungskosten (bei Beleuchtungskataster)

Die analysierten Produkte bieten die folgenden Funktionalitäten für die Visualisierung an:

- Netzkartendarstellung bei Integration in GIS
- Einbindung einer Rasterkarte als Hintergrund
- Baumstruktur für Straßennetz
- graphische Darstellungen wie Netzknotenskizzen, Feldkarten, Eigenschaftsband usw.

- Tabellarische oder Diagramm-Darstellung für Auswertergebnisse

Eine Besonderheit ist die Straßennetzdokumentation durch Archivierung von Videos einer Straßenabfahrt. Die Videosequenzen werden dabei einzelnen Straßenabschnitten zugeordnet. Aus den Videobildern lassen sich alle beliebigen Informationen zur Straße und zur Ausstattung auswerten und dokumentieren. Über eine Verknüpfung mit einem GIS können die aus den Videosequenzen extrahierten Informationen (z. B. Beschilderung) georeferenziert dargestellt werden.

Die meisten Produkte orientieren sich an den Definitionen der ASB, da es sich um Anpassungen von Anwendungen für den Außerortsbereich handelt. Die Beschreibung des Straßennetzes wird dabei zumeist etwas vereinfacht, das kommunale Straßennetz wird nur sehr selten ASB-konform beschrieben. Beispielsweise ist eine Auflösung von Knotenpunkten mit Nullpunkten und Ästen im kommunalen Bereich nicht möglich oder notwendig und wird in der Praxis nicht angewandt. Eine Integration von Flächen in die Netzbeschreibung leistet die überwiegende Anzahl der kommerziellen Produkte nicht; Flächeninformationen werden über die Länge aus einer als Attribut angegebenen Breite abgeleitet.

Zur Generierung der Netze wird häufig eine Rasterkarte (DGK 5, Stadtplan, Luftbild oder ähnliches) genutzt oder ein bereits vorhandenes Netz in das System integriert. Fast alle Produkte und Anwendungen nutzen Rasterkarten als Hintergrund zur Unterstützung der Orientierung. Die (linearen) Straßenverläufe können dabei der Realität durch Stützpunkte angepasst werden.

Der Einsatz von „Straßeninformationsbanken“ in der kommunalen Straßenverwaltung ist sehr vielfältig. Dabei werden häufig für verschiedene Prozesse unterschiedliche Straßennetze verwaltet. Diese Netze unterscheiden sich z. B. in der Berücksichtigung untergeordneter Netzelemente. Für einige Aufgaben wie beispielsweise die Wertermittlung für NKF sowie für das Erhaltungsmanagement ist es notwendig auch den kleinsten Wohnweg zu berücksichtigen. Für andere Aufgaben wie beispielsweise die Stadtentwicklungsplanung oder Verkehrsmodellierung wird das Hauptverkehrsstraßennetz genutzt. Andere Netze enthalten die Fahrtrouten und Haltestellen des ÖPNV.

Bei den Netzbeschreibungen ist es immer möglich eine Klassifikation der Strecken vorzunehmen. Somit ist es auch möglich, z. B. das Vorbehaltsnetz für den Durchgangsverkehr oder Positivnetze für den Güterverkehr zu definieren.

Zur Referenzierung von Fachdaten auf ein Netzelement wird häufig die Stationierung auf dem Abschnitt gewählt. Hierbei ist innerorts zu berücksichtigen, dass fast nie ein Stationierungssystem existiert, so dass eine im System festgelegte Station in der Realität nur schwer wieder zu finden ist. Häufig wird die Adresse, also Straßename und Hausnummer zur Lokalisierung von Objekten genutzt. Innerorts wird also eine Differenzierung zwischen der Datenverwaltung im Netzmodell (Referenzierung) und der zusätzlichen Beschreibung von Informationen zur Wiederauffindbarkeit des Objektes in der Realität (z. B. vor Hausnummer) notwendig. Eine Lösung zur Referenzierung eines Objektes auf das Straßennetz ist die Darstellung der Fläche, für die dieses Objekt gültig ist (z. B. Darstellung der Straßenfläche, für die eine Regelung eines StVO-Schildes gilt).

Die durch Achsen repräsentierten Streckenabschnitte werden teilweise in Querschnittselemente aufgeteilt, denen Attribute wie Oberflächen oder Breiten zugeordnet werden können. Häufig wird nur eine Achse definiert und ein genereller vereinfachter Querschnitt mit Gesamtbreiten aufgenommen (z. B. Fahrbahn und Gehweg mit Gesamtbreite x). Eine weitergehende Beschreibung der Geometrie der Streckenabschnitte wird meistens als nicht erforderlich angesehen, so dass Entwurfs- und Trassierungsparameter nicht in die Systeme integriert sind.

Die Anwendungen von Straßeninformationsbanken nutzen zur Visualisierung die verschiedensten auf dem Markt befindlichen GI-Systeme. Eine für kommunale Anwendungen wichti-

ge Funktion von Straßeninformationsbanken ist die Verknüpfung von Dokumenten/Formatvorlagen usw. mit Netzelementen oder Objekten, wobei hier vor allem Bilddateien verknüpft werden.

Die Planung von Infrastruktur (wie beispielsweise von Beschilderung oder Markierungen) wird meistens zusammen mit der Neu- oder Umplanung von Straßenabschnitten und Knotenpunkten sowie in Verbindung mit Verkehrskonzepten zur Verkehrsberuhigung oder zur Verbesserung der Verkehrssicherheit durchgeführt. Die Bestandsverwaltung dieser Infrastruktur wird dann meistens im Rahmen des Erhaltungsmanagements durchgeführt, wobei in vielen Kommunen für eine Vielzahl von Infrastrukturobjekten kein eigentliches Bestandskaster besteht.

Viele Produkte zur Verwaltung von Infrastrukturobjekten bieten neben der reinen Bestandsdatenverwaltung (Referenzierung des Objektes auf das Straßennetz und Definition von Attributen für das Objekt) auch Funktionen z. B. zur Zustandsverwaltung, zur Bearbeitung von Schadensmeldungen und Prüfungen inkl. der Terminverwaltung. Weiterhin sind Funktionen zur Wertermittlung häufig in die Produkte integriert.

Sowohl für die im Straßennetz definierten Streckenabschnitte wie auch für die referenzierten Objekte bieten einige Produkte eine Verknüpfung mit einem Projektmanagement an, welches alle mit dem Abschnitt/Objekt zusammenhängenden Maßnahmen verwaltet. Diese „digitale Bauakte“ kann folgende Bereiche umfassen:

- Grunddaten der Baumaßnahme
- Objektvorlage mit Kostenschätzung
- Zuwendung und Kostenbeteiligung Dritter
- Haushalt/Kostenansatz
- Planungsstand
- Vergabe und Abrechnung
- Terminplanung/-verwaltung
- Überwachung der Gewährleistung
- Dokumentation

Eine spezielle Anwendung zur Nutzung von Daten zur verkehrstechnischen Infrastruktur ist die Verkehrsführungsdatenbank der Freien Hansestadt Hamburg /6/. Bei dieser Anwendung wurden Fachdaten aus verschiedensten Bereichen, u. a. auch die Daten zur verkehrsregelnden Beschilderung zusammengeführt und auf ein GDF-basiertes Straßennetz referenziert. Primäres Ziel dieser Anwendungen ist die Verwaltung von polizeilichen Anordnungen, wobei das System aber zu weiteren Aufgaben genutzt werden kann. Vor allem Routing-Aufgaben für Gefahrgut-Routing, Routing von Einsatzfahrzeugen und Aufgaben wie das Baustellenmanagement und die Plausibilitätsprüfung der Beschilderung können mit dem Tool durchgeführt werden.

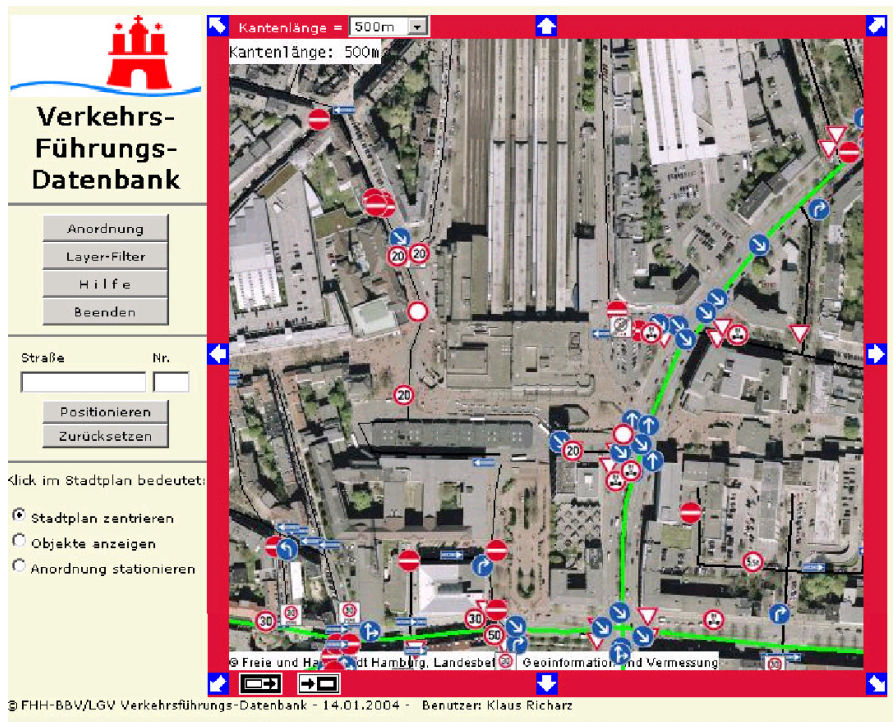


Abbildung 8: Benutzeroberfläche der Verkehrsführungsdatenbank /6/

5.2 Erfassung des Straßenzustands/Erhaltungsmanagement

Die Erfassung des Straßenzustands und die Zustandsbewertung sind Grundlage für Straßenerhaltung in der kommunalen Straßenverwaltung und liefern gleichzeitig Grundlagendaten für die Wertermittlung für NKF. Die netzweite Zustandserfassung und -bewertung vor dem Hintergrund von NKF ist in vielen Kommunen der Auslöser für eine Diskussion über eine Straßeninformationsbank.

Die Zustandserfassung und das Erhaltungsmanagement sind häufig in Produkte für die Straßennetzdokumentation und die Bestandsverwaltung integriert.

Diese Produkte bieten die folgenden Funktionalitäten für die Zustandserfassung und -bewertung an:

- Zuordnung von Attributen zu den Abschnitten oder Einzelflächen der Abschnitte wie Herstellungsjahr, Zustandseigenschaften (z. B. Tragfähigkeit)
- Zuordnung von frei definierbaren Bewertungskriterien für die Abschnitte oder für Einzelflächen auf den Abschnitten
- Zuordnung/Ermittlung von Restnutzungsdauer und Abschreibungsdauer
- Statistische Auswertungen der Zustandsdaten

Weiterhin wird auf Basis der Daten zum Straßenzustand ein Erhaltungsprogramm abgeleitet. Die analysierten Produkte bieten die folgenden Funktionalitäten für das Erhaltungsmanagement an:

- Bildung homogener Abschnitte
- Kosten-Nutzen-Bewertung
- Zustandsprognose und Ermittlung Eingreifzeiträume
- Optimierung für kurz- und mittelfristige Planungszeiträume

- Erstellung von Erhaltungsprogrammen

Die Erfassung des Straßenzustands und die Bewertung der kommunalen Straßennetze stellt eine wichtige Aufgabe im Rahmen des „Neuen Kommunalen Finanzmanagements“ dar. Dabei muss die Kommune auf der Aktivseite seiner Bilanz den Wert seiner Sachanlagen, also auch seines Verkehrsnetzes darstellen. Die monetäre Bewertung des Wertes des Straßennetzes erfolgt dabei u. a. auf Basis von Daten zum Straßenzustand.

Bei der erstmaligen Erstellung der Eröffnungsbilanz ist als Vorarbeit zur Zustandserfassung und -bewertung ein System zur Dokumentation und Verwaltung dieser Straßenzustandsdaten zu entwickeln oder anzuschaffen. Dabei ist darauf zu achten, dass die dort vorhandenen Daten zum Straßennetz evtl. auch für andere Aufgabenstellungen des Straßenbetriebs relevant sind und somit auch in anderen Systemen verfügbar gemacht werden sollten. Die E EMI 2003 regeln die Anforderungen an Anwendungen zur Verwaltung von Daten zum Straßenzustand im Rahmen des Erhaltungsmanagements.

Für die Zustandserfassung/-bewertung wird in den kommerziellen Produkten zumeist das gesamte Straßennetz als Streckenabschnitte zwischen Knotenpunkten definiert. Eine detaillierte Darstellung von Straßennetzen für die Zustandsbewertung ist selten. Neben der Zustandsbewertung wird häufig auch das Erhaltungsmanagement mit den Anwendungen durchgeführt.

Bei der Zustandsbewertung werden jedem Streckenabschnitt des Straßennetzes verschiedene Zustandsparameter aus der Zustandserfassung zugeordnet. Für jeden Straßenabschnitt und häufig auch für jeden Querschnittsstreifen (z. B. Fahrbahn, Gehweg und Radweg oder sogar einzelne Fahrstreifen der Fahrbahn) sind neben den Zustandsdaten weitere Attribute wie das Herstellungsjahr und die Art des Oberbaus sowie andere für das Erhaltungsmanagement notwendige Daten zugeordnet.

Im Rahmen des Erhaltungsmanagements können Auswertungen über die Priorität von Erhaltungsmaßnahmen durchgeführt werden. In Verbindung mit Flächeninformationen und den Schadensbildern kann eine Kostenplanung für die Erhaltungsmaßnahmen durchgeführt werden. Weiterhin unterstützen die Systeme die Dokumentation der durchgeführten Maßnahmen zur Instandsetzung und Erhaltung.

5.3 Bauwerksdatenbanken

Das Führen von Bauwerksdatenbanken ist in Kommunen eher selten. Häufig wird ein Brückenbuch geführt, wobei die Informationen zu dem Bauwerk aber nicht auf ein Straßennetz referenziert sind. Die analysierten Produkte bieten die folgenden Funktionalitäten für das Bauwerksmanagement an:

- Verortung der Bauwerke im Netz
- Zuordnung von technischen Parametern
- Verwaltung von technischer Beschreibung, Prüfungen, Zustand
- Verwaltung von Maßnahmen und Kosten, Organisation von Prüfungen
- Erstellung von Unterlagen wie Prüfberichte, Arbeitsaufträge
- Bauwerksbeschreibung nach DIN 1076

Bauwerksdatenbanken werden meistens mit den Straßeninformationsbanken verknüpft, oder aber die Bauwerke werden als Objekte direkt in die SIB integriert. Bei kommunalen Anwendungen sind neben Brücken und Tunnels vor allem Stützmauern, Bahnübergänge und Über- und Unterführungen sowie Treppen als Bauwerke relevant. Neben der reinen Bestandsverwaltung wird durch Bauwerksdatenbanken vor allem der Prozess der Bauwerksprüfung

(nach RI-EBW-PRÜF und DIN 1076) unterstützt. Die Anwendungen unterstützen dabei z. B. die Führung eines Bauwerksbuches.

5.4 Trassierungssoftware

Die Prozesse bei der Trassierung von klassifizierten Straßen und kommunalen Straßen unterscheiden sich im Grunde nicht. Somit ist eine auf kommunale Anforderungen ausgerichtete Analyse der Produkte eigentlich nicht notwendig. Die analysierten Produkte bieten die folgenden Funktionalitäten für die Trassierung an:

- Achskonstruktion, -berechnung, -optimierung (Lageplan)
- Knotenpunktkonstruktion
- Gradienten (Höhenplan)
- Deckenbuch
- Schleppkurven
- Mengenermittlung
- Entwurf der Beschilderung und Markierung

Wichtige Teilprozesse bei der Trassierung von kommunalen Straßen sind die Knotenkonstruktion, auch von Kreisverkehrsplätzen, die Konstruktion von Wendeanlagen sowie von Erschließungsanlagen wie Park-/Busbuchten, Fahrbahneinengung, Baumscheiben oder Querungshilfen.

Die Planung eines Straßenneu- oder -umbaus im kommunalen Bereich basiert häufig auf der Festsetzung eines neuen Bebauungs- oder Erschließungsplans. Als Rahmenbedingungen gelten dabei die Lage der vorhandenen Straßen sowie die Inhalte des Liegenschaftskatasters. Als Hintergrund für den Entwurf sollten entsprechende Pläne und Karten in die Trassierungssoftware integrierbar sein. Auch digitale Geländemodelle sind als Grundlage für den 3-dimensionalen Straßenentwurf von Belang.

Wichtige Prozesse im Straßenbau sind die Mengenermittlung nach REB/GAEB, die Erstellung eines Leistungsverzeichnisses und Kostenberechnung nach AKS 85 werden von vorhandenen Anwendungen unterstützt. Dabei werden die vorhandenen Software-Funktionalitäten von den Kommunen nur selten genutzt. Im Bereich der Bauwerksverwaltung (Bauwerksverzeichnis) im Planungsprozess sind als besondere Funktionen z. B. Textbausteine für Bauwerksverzeichnisse oder Berechnungen von Kostenanteilen beim Kreuzungsrecht zu berücksichtigen.

5.5 Unfalldatenbank/Unfalltypensteckkarte

Eine Anwendung im Bereich der Unfallanalyse ist die elektronische Unfalltypensteckkarte wie sie beispielsweise in /4/ und /5/ beschrieben und von unterschiedlichen Firmen als Produkt angeboten werden (z. B. EUSka der Firma PTV oder ISISafe von Mechatronic Traffic). Allen Anwendungen ist gemeinsam, dass neben allen Daten zum Unfallgeschehen aus der Unfallanzeige der Polizei auch ergänzende Daten zum Straßenraum (z. B. Kategorisierung der Strecken und/oder Knoten, Kurvigkeit, Steigungen, Straßenbelag) und zur Verkehrssituation (z. B. DTV, Lkw-Anteil) in das System integriert werden müssen, um eine kontextbezogene Auswertung der Unfalldaten vornehmen zu können. Dazu ist es natürlich auch notwendig, die Unfallereignisse nicht nur zu lokalisieren, sondern auch logisch den Straßennetzelementen (Streckenabschnitten oder Knoten) zuzuordnen.

In /4/ werden als genutzte Datenquellen die Unfalldatenbank UDIS (Unfalldateninformationssystem der Polizei) und digitale Straßendaten im GDF-Format genannt. ATKIS-Daten wären

auch möglich gewesen, wurden aber wegen der zu feinteiligen Modellierung von Streckenabschnitten und Knoten sowie der flächenhaften Beschreibung von Straßen sowie der zahlreichen Zusatzattribute nicht genutzt. Das folgende Datenmodell wird basierend auf einem Netzknotensystem zur Beschreibung der Unfallereignisse genutzt, wobei die Position des Unfalls über Geo-Koordinaten erfolgt und eine logische Verknüpfung über die Streckenabschnitte und Netzknoten hergestellt wird. Dabei wird einem Unfall auch eine Fahrtrichtung zugeordnet, indem die Attribute „von_Netzelement“, „über_Netzelement“, „nach_Netzelement“ genutzt werden.

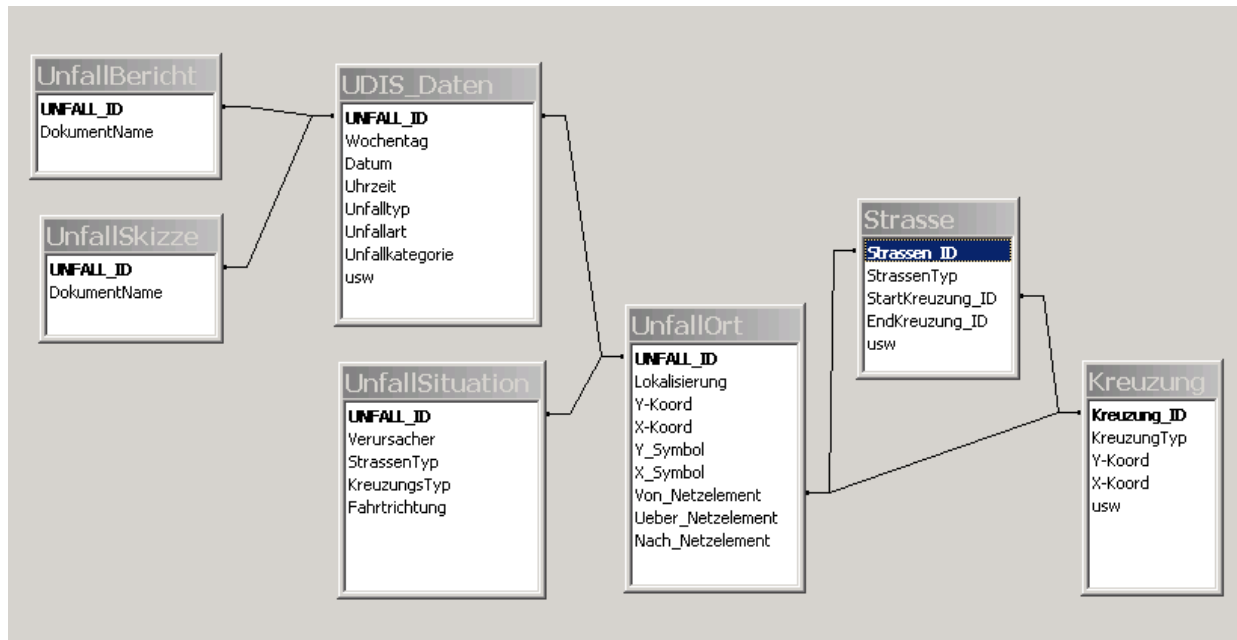


Abbildung 9: Beispiel für Datenmodell für Unfalldaten

Bei der in der Abbildung 9 dargestellten Modellierung sind nur Einzelunfallereignisse auf das Straßennetz referenziert. Zur Nutzung von aggregierten Unfallkennzahlen wie der Unfalldichte/Unfallrate oder Unfallhäufigkeit für Abschnitte oder Knoten müssten auch diese Objekte mit den Netzelementen verknüpft werden.

In dem System BASTa "Brandenburgisches Expertensystem zum Analysieren und Dokumentieren von unfallauffälligen Streckenabschnitten" /5/ wurden die Straßendaten aus der Straßeninformationsbank des Landes Brandenburg (TT-SIB) übernommen. Zusätzlich zu den Unfalldaten wurden auch Daten zu den Verkehrsbelastungen integriert.

Im Polizeipräsidium München wird mit dem System VULKAN („Verkehrs-Unfall-Lage-Karten-(und)-Analyse-Netzwerk“) /7/ ein System betrieben, welches die Visualisierung und Auswertung von Unfalldaten unterstützt. Die Unfälle sind dabei auf Straßenabschnitte und Knotenpunkte referenziert, wobei der Bearbeiter in der Ansicht die Lage der Symbole verändern kann, um den genauen Ort des Unfalls (z. B. eine spezielle Fahrspur oder den Gehweg) zu wählen, wobei hier keine logische Verknüpfung mit dem Querschnittselement erzeugt, sondern nur die Position des Symbols verändert wird. Eine Erweiterung des Systems um Baustelleninformation und Verkehrsdaten wird als möglich bezeichnet.

5.6 Parkraummanagement und -bewirtschaftung

Im Rahmen des kommunalen Parkraummanagements werden generell die Bereiche des Parkens im öffentlichen Straßenraum und des Parkens in bewirtschafteten Parkieranlagen unterschieden. Beide Bereiche gehören zum öffentlichen Parkraumangebot, wobei die bewirtschafteten Parkieranlagen häufig privat betrieben werden. Parken im öffentlichen

Straßenraum findet auf straßenbegleitenden Parkständen oder auf öffentlichen Parkplätzen statt.

Ein wichtiger Bestandteil des Parkraummanagements ist häufig ein kommunales Parkleitsystem, welches dem Verkehrsteilnehmer statische oder dynamische Informationen zum verfügbaren Parkraumangebot verbunden mit einer wegweisenden Beschilderung zur Verfügung stellt.

Die folgenden Anwendungen können für die Verwaltung und Pflege von Daten zum Parkraummanagement und der Parkraumbewirtschaftung relevant sein:

1. Erfassung und Verwaltung von Daten zu Parkflächen hinsichtlich der Lage und Größe dieser Flächen.
2. Erfassung und Verwaltung der Regeln zur Bewirtschaftung der vorhandenen Parkraumkapazitäten.
3. Erfassung und Verwaltung von Infrastruktur, die zum Parkraummanagement bzw. zur Parkraumbewirtschaftung genutzt wird.

Die analysierten Produkte bieten die folgenden Funktionalitäten für das Parkraummanagement an:

- Verortung von PSA im Netz
- Zuordnung von Daten zur Parkraumbewirtschaftung zu PSA (Bewirtschaftungsart, Einnahmen, Anzahl Parkstände usw.)

Eine Erfassung der Parkflächen im öffentlichen Straßenraum inkl. der Anzahl der zur Verfügung stehenden Parkstände wird in fast allen Kommunen nicht auf Basis einer Straßeninformationsbank durchgeführt. Bei bewirtschafteten Parkflächen existiert häufig nur eine Excel-Tabelle, in der den dort verwalteten Parkscheinautomaten die Anzahl der Parkstände zugeordnet wird. Eine Dokumentation der Parkflächen erfolgt dann meistens – wenn überhaupt - auf Basis von Karten (Corel Draw oder ähnlich).

Eine Verwaltung der Parkbeschilderung erfolgt, wenn überhaupt, nur im Rahmen des allgemeinen Beschilderungskatasters, wobei die Erfahrung gezeigt hat, dass diese Art der Beschilderung nicht inventarisiert wird. Auch die Parkraummarkierung wird nicht inventarisiert.

5.7 Verkehrsmodellierung und Verkehrssimulation

Im Rahmen der Verkehrsplanung und des Verkehrsmanagements werden häufig Verkehrsmodelle und Verkehrssimulationen angewandt, die sich in der Feinteiligkeit der Beschreibung des Netzmodells bzw. der Verkehrsnachfrage unterscheiden. Makroskopische Modelle benötigen eine grobe Netzbeschreibung, die in der Regel nur die Topologie und grundlegende geometrische und verkehrstechnische Attribute umfassen (Abschnittslängen, Anzahl der Fahrstreifen, Abbiegebeziehungen). Die Abbildung von Geometrien wie dem Straßenverlauf zwischen Knotenpunkten und kleinteilige Attribute, wie die Fahrstreifenbreite oder Details zur Straßenausstattung, werden nicht benötigt.

Dem gegenüber stehen die mikroskopischen Verkehrsflussmodelle, die auf Basis einer detaillierten Netzbeschreibung den Verkehrsfluss basierend auf Einzelfahrzeugdaten beschreiben. Hierzu ist eine genaue Abbildung des Straßennetzes notwendig, bei der z. B. an Knotenpunkten detaillierte Informationen über die Führung der Fahrstreifen und vorhandene Abbiegebeziehungen hinterlegt sind. Die Anforderungen an die verfügbaren Straßendaten für makroskopische und mikroskopische Simulationsmodelle sind folglich sehr unterschiedlich.

Mit makroskopischen Modellen wird in einer ersten Stufe für definierte Verkehrszellen auf Basis struktureller und demografischer Daten die Verkehrsnachfrage (wie viele Wege entstehen bzw. enden in einer Zelle) erzeugt (Verkehrserzeugung). In dieser Stufe werden noch

keine Informationen über das Verkehrsnetz benötigt. In der zweiten Stufe wird diese Verkehrsnachfrage zwischen den Zellen verteilt, d. h. es wird eine Quelle-Ziel-Matrize erzeugt, die aussagt, wie viele Wege zwischen 2 Zellen durchgeführt werden. Als Widerstand, der die Anzahl der Wege zwischen 2 Zellen beeinflusst, wird dabei häufig die Reisezeit genutzt, Informationen über das Verkehrsnetz sind also in sehr grober Auflösung notwendig.

Anschließend werden die Wege zwischen 2 Zellen auf die vorhandenen Verkehrsmittel (z. B. MIV, ÖV und NMIV) verteilt. Dies erfolgt in Abhängigkeit der Angebotsqualität der Verkehrsmittel, die wiederum durch die Reisegeschwindigkeit beeinflusst wird. In der letzten Stufe werden die Fahrten der einzelnen Verkehrsmittel auf die vorhandenen Streckenabschnitte umgelegt, es wird also eine Routensuche durchgeführt. In dieser Stufe sind detailliertere Informationen zu den Strecken und Knoten notwendig (z. B. Längen und Höchstgeschwindigkeiten sowie Abbiegebeziehungen und Verlustzeiten an Knoten).

Bei der mikroskopischen Verkehrsflusssimulation wird auf Basis einer vorhandenen Quelle-Ziel-Matrize die Routensuche und Umlegung im Verkehrsnetz durchgeführt. Dabei können verschiedene Verkehrsmittel (MIV und ÖV) in einem Netz modelliert werden, falls für beide Quelle-Ziel-Matrizen bzw. Fahrpläne für den ÖV hinterlegt sind. Die Modellierung erfolgt auf der Ebene von Einzelfahrzeugen, d. h. das Verhalten einzelner Fahrzeuge mit Beschleunigung, Fahrstreifenwahl, Überholverhalten und Abbiegeverhalten wird abgebildet. Dazu sind detaillierte Informationen über das Straßennetz und die verkehrstechnischen Regelungen (Höchstgeschwindigkeit, Überhol- und Abbiegeverbote) notwendig. Auch die Lichtsignalsteuerung muss inklusive der Signalsteuerungsprogramme hinterlegt sein. Es werden hohe Anforderungen an das Netzmodell gestellt.

Zusammenfassend sind die folgenden Anforderungen an Straßendaten und Netzmodell aus Sicht der Verkehrsmodellierung und Simulation zu stellen:

- Netze für die unterschiedlichen Verkehrsmittel (getrennt für makroskopische und integriert für mikroskopische Modelle)
- Netztopologie zur Routensuche und Umlegung
- Streckenabschnitte von Knoten nach Knoten mit Informationen zur Länge, Geometrie (nur mikroskopisch), Spuraufteilung (nur mikroskopisch), Steigung (nur mikroskopisch), Verkehrsregeln (nur mikroskopisch)
- Knotenpunkte mit Informationen zu Abbiegebeziehungen, Spuraufteilung (nur mikroskopisch), Verkehrsregeln (nur mikroskopisch), Lichtsignalsteuerung (nur mikroskopisch)

Die Praxis in der Anwendung von Verkehrsmodellierung und -simulation in den Kommunen zeigt, dass die Beschaffung der notwendigen Eingangsdaten für das Verkehrsnetz und die Verkehrsnachfrage sehr aufwändig ist, da die Daten aus unterschiedlichen Zuständigkeiten zusammengeführt werden müssen und die unterschiedliche Qualität und Strukturierung der Daten die Integration in die Modelle erschwert.

5.8 Planung/Prüfung der wegweisenden Beschilderung

Vor der Bestandsverwaltung von Beschilderung (vor allem der Wegweisung) muss der Planungsprozess durchgeführt werden, der eine plausible und kontinuierliche Wegweisungskette garantiert. Dieser Prozess wird von einigen wenigen Produkten unterstützt. Die analysierten Produkte bieten die folgenden Funktionalitäten für die Planung von wegweisender Beschilderung an:

- Verwaltung von Schilderdaten (Inhalte, Größe, Art, bauliche und technische Parameter, Zustand)

- Schilderbilder
- Verwaltung von Planungsvarianten im aktuellen Bestand
- Zielspinnenberechnung
- Erzeugung von Stücklisten für Ausschreibung

Die wegweisende Beschilderung stellt eine besondere Art der verkehrstechnischen Infrastruktur dar. Neben der reinen Bestandsdatenverwaltung ist die Planung neuer und die Überprüfung der vorhandenen wegweisenden Beschilderung eine wichtige Aufgabe der Verkehrsplanung, die über die Planung einzelner Schilderstandorte hinausgeht. Für jedes Ziel, welches auf den Wegweisern angegeben wird, muss die Kontinuität der Wegweisung geprüft werden. Diese erfolgt z. B. über die Erstellung von Zielspinnen. Dabei wird die zusammenhängende Führung des Verkehrs zu einem Ziel überprüft und Lücken oder Fehler (an Entscheidungspunkten) in der Wegweisung identifiziert.

Eine besondere Art der wegweisenden Beschilderung stellen die Parkleitsysteme (PLS) dar. Es werden statische und dynamische PLS unterschieden, wobei statische Systeme ausschließlich eine Wegweisung zu Parkieranlagen darstellen, wohingegen dynamische Systeme neben den Wegweisungsinformationen noch Angaben über die aktuelle Verfügbarkeit von Parkplätzen machen. Die Zielangaben auf den Parkleitsystem-Wegweisern beziehen sich entweder auf einzelne Parkieranlagen (z. B. Parkhäuser) oder aber auf ein Gebiet/Parkquartier, also einer Zusammenfassung von benachbarten Parkieranlagen.

In der kommunalen Praxis wird häufig keine oder nur eine manuelle Überprüfung der Plausibilität und der Kontinuität der Wegweisung durchgeführt, was zu einer verringerten Qualität der Wegweisung führen kann.

5.9 Genehmigung/Verwaltung von Sondernutzungen/Baustellen und Aufbrüchen

Zum alltäglichen Geschäft in der kommunalen Straßenverwaltung gehört die Genehmigung von Sondernutzungen, Baustellen und Aufbrüchen. Die Einrichtung einer Baustelle bzw. die Durchführung von Arbeiten an Versorgungsleitungen im Straßenraum (Aufbrüche) ist in Kommunen nur nach vorheriger Genehmigung und verkehrsrechtlicher Anordnung möglich. Als Entscheidungsunterstützung zur Genehmigung von Baustellen und Aufbrüchen, sowie zur Verwaltung und Dokumentation dieser werden Baustellen- und Aufbruchkataster angeboten, die eine Referenzierung von Maßnahmen auf das Straßennetz erlauben. Die zeitliche und räumliche Darstellung aller aktiven und geplanten Maßnahmen lässt eine Koordination von Bautätigkeiten im Straßenraum erst zu. Dieser Prozess sowie die Verwaltung von genehmigten und „aktiven“ Sondernutzungen, Baustellen oder Aufbrüchen werden in vielen Kommunen von Hand und auf Papier durchgeführt.

Bei der Genehmigung von Maßnahmen werden von den Antragstellern Informationen über die Lage und Dauer sowie über die Ausprägung der Maßnahme zur Verfügung gestellt. Einige Anwendungen erlauben dabei den Online-Zugang für Versorger, Bauunternehmen usw. zur Übermittlung dieser Informationen. Wichtiger Bestandteil der Informationen über die Baumaßnahme ist ein Verkehrszeichenplan zur Baustellenabsicherung.

Die analysierten Produkte bieten die folgenden Funktionalitäten für das Aufbruchkataster an:

- Darstellung flächenhafter Aufbrüche im Netz
- Zuordnung von Attributen (z. B. Aufbruchart, Bauträger usw.)
- Verwaltung/Überwachung von Terminen und Fristen (z. B. Gewährleistungsfrist)

- Bereitstellung von Anträgen, Formulare und Dokumentenvorlagen
- Gebühren
- Verwaltung von Dokumenten (Bilder, Fotos, Skizzen, Textdokumente)

Die analysierten Produkte bieten die folgenden Funktionalitäten für die Genehmigung von Sondernutzungen an:

- Unterstützung des Workflows bei der Sondernutzungsgenehmigung
- Vorlagen für Anträge, Anordnungen usw.
- Kommunikation mit Antragsteller z. B. über Email (Vorlagen)

Die analysierten Produkte bieten die folgenden Funktionalitäten für das Baustellenmanagement an:

- Unterstützung des Workflows bei der Baustellengenehmigung, Vorgangsverwaltung
- Verortung von Baustelle auf Karte als Punktobjekt oder als Bereich
- Prüfung der Verträglichkeit mit anderen Maßnahmen
- Bereitstellung von Baustelleninformationen im Intra-/Internet
- Aufnahme von Baustellendaten vor Ort auf portablem Endgerät (Kontrolle, Verortung durch GPS usw.)
- Gebühren
- Formblätter
- Terminverwaltung
- Generierung von Informationen für Presse usw.
- Online-Dienst für Baustellengenehmigung
- Status-Monitoring der Baustelle
- Verknüpfung mit Dokumenten/Fotos usw.
- Planung der Baustellenabsicherung
- Planung von Umleitungsstrecken

Die vorhandenen Produkte ermöglichen eine Verortung einer Baumaßnahme auf einen Netzbereich, wobei die Maßnahme teilweise auch nur ein Punktobjekt definiert und einem Streckenabschnitt zugeordnet wird.

Typische Produkte zum Baustellen- und Aufbruchmanagement unterstützen neben der reinen Erfassung der Maßnahme und der Referenzierung auf das Netz auch den Workflow des Genehmigungsverfahrens sowie die Terminplanung für die spätere Gewährleistungs- und Sperrfrist. Die Aufbrüche werden beispielsweise für das Erhaltungsmanagement dokumentiert.

Die Genehmigung der Maßnahme kann von der Kommune nur durch eine Koordination aller im Netz geplanten und aktiven Maßnahmen durchgeführt werden, so dass eine Visualisierung der Maßnahmen in einer Kartendarstellung zur Entscheidungsunterstützung angeboten wird.

Diese Darstellung des Netzbezugs lässt auch die Planung von begleitenden Maßnahmen wie Umleitungsempfehlungen zu. Diese können bei einigen Systemen direkt mit der Maßnahme verknüpft werden. Auch die Erstellung der verkehrsrechtlichen Anordnung der Maßnahme wird von den Systemen unterstützt.

Neben der Maßnahmenkoordinierung von Baustellen und Aufbrüchen muss auch die Baustellenabsicherung und Baustellenbeschilderung sowie die Umleitungsbeschilderung durchgeführt werden.

5.10 Genehmigung von Transporten

Für die Genehmigung von Sondertransporten wie Schwerlasttransporte oder Gefahrguttransporte ist es unabdingbar, Daten zu vorhandenen Restriktionen im Straßennetz zu besitzen. Dabei ist besonders hier die Notwendigkeit des Austausches von Daten zwischen verschiedenen Gebietskörperschaften auf kommunaler und Landesebene gegeben. Für die Definition von Positiv- und Negativnetzen sind die vorhandenen Restriktionen und Rahmenbedingungen des Straßennetzes zu berücksichtigen. Weiterhin ist es für die Routenplanung³⁴ notwendig, die Netztopologie zu kennen, d. h. ein routingfähiges Netz vorhanden sein.

Wichtige Attribute bezüglich der Restriktion sind Daten zur Verkehrsregelung, also z. B. Beschränkungen bezüglich des maximalen Gewichts, der maximalen Höhe und/oder Breite sowie der Entwurfelemente (Berücksichtigung der Schleppkurve) zur Planung einer möglichen Route.

Die Stadt Mülheim an der Ruhr hat zusammen mit Partnern das System TranspOnline, entwickelt, welche eine durch das Internet gestützte Genehmigung von Transporten ermöglicht. Die Kommunikation erfolgt über das Internet. Das System verfügt neben einer Straßendatenbank auch über ein Informationssystem für temporäre und ortsveränderliche Hindernisse wie Baustellen, die bei der Routenplanung berücksichtigt werden müssen.³⁵ Mit dem VEMAGS-Projekt soll eine bundesweite Software entwickelt werden, die diesen Prozess unterstützt.

Die GefahrgutKarten.NRW-CD³⁶ stellt die Positiv- und Negativnetze für Gefahrguttransporte der Kommunen in NRW dar. Im Rahmen dieses Projektes wurde also eine horizontale Integration (Kommunen - Land) sowie eine vertikale Integration (Kommune - Kommune) von Straßendaten geleistet.

5.11 Verwaltung von Verkehrsdaten

Für verkehrsplanerische und Verkehrsmanagementaufgaben ist die Kenntnis historischer Verkehrsdaten von besonderer Bedeutung. Diese Verkehrsdaten werden entweder durch temporäre automatische oder manuelle Erhebungen und Messungen oder durch eine kontinuierliche automatische Verkehrsdatenerfassung erhoben. Die Verantwortlichkeit für die Erhebung und Messung von Verkehrsdaten liegt häufig in unterschiedlichen Zuständigkeiten. Dadurch ist die Nutzung dieser Daten in unterschiedlichen Ämtern oder Fachgebieten nur möglich, wenn der Bestand an Verkehrsdaten bekannt ist.

Zu diesem Zweck ist es notwendig, die Netzbereiche, also Streckenabschnitte und Knotenpunkte sowie Parkhäuser und Parkbereiche im öffentlichen Straßenraum, für die Verkehrsdaten vorhanden sind, zu dokumentieren und in einer zentralen Datenbank zu verwalten. Im ÖV können analog Verkehrsdaten zu ÖV-Linien, ÖV-Routen/Abschnitten oder Haltestellen vorliegen.

³⁴ Die Routingfähigkeit ist dabei wahrscheinlich eher für die Spediteure als Nutzer einer eGovernment-Lösung zur Routen-Genehmigung als für die Verwaltungen von Interesse.

³⁵ vgl. Internet-Seite www.transponline.de

³⁶ www.gefahrgut.nrw.de

Häufig existieren ausschließlich Tabellen oder isolierte Datenbanken ohne Netzreferenzierung zur Verwaltung von Verkehrsdaten aus manuellen Erhebungen. Die analysierten Produkte bieten die folgenden Funktionalitäten für die Verwaltung von Verkehrsdaten an:

- Zuordnung von Verkehrsbelastungen zu Streckenabschnitten
- Darstellung von Strömen im Netz
- Darstellung von Knotenpunktsbelastungen

Die folgenden Daten müssten zur Unterstützung von anderen Prozessen in den Systemen vorgehalten werden:

Lage/Gültigkeitsbereich der Verkehrsdaten: Es ist zu dokumentieren, wo die Verkehrsdaten (z. B. Lage eines Messquerschnittes) erfasst werden bzw. für welches Objekt die Verkehrsdaten gültig sind. Verkehrsdaten können dabei Streckenabschnitten (und hier einzelnen Fahrspuren), Knotenpunkten (und hier einzelnen Abbiegebeziehungen), Haltestellen (und hier einzelnen ÖV-Linien), ÖV-Linien (und hier einzelnen Fahrten) sowie ÖV-Abschnitten/Routen (und hier einzelnen ÖV-Linien) sowie einzelnen Parkierungsanlagen, Parkquartieren oder Bewirtschaftungsbereichen zugeordnet werden.

Art der Verkehrsdaten: Es ist zu dokumentieren, um welche Art von Verkehrsdaten es sich handelt und welche Einheiten genutzt werden, um die Daten später richtig interpretieren zu können. Ggf. ist zu dokumentieren, für welche Verkehrsart/Verkehrsmittel die Daten gültig sind.

Gültigkeitszeitraum der Verkehrsdaten: Es ist zu dokumentieren, für welchen Zeitraum oder Zeitpunkt die Verkehrsdaten gültig sind. Dies ist vor allem bei temporären Erhebungen und Messungen, bei Verkehrsparametern für die Verkehrsplanung (z. B. Werte für Werktage oder Wochenende für die Leistungsfähigkeit oder Auslastung) sowie bei Zeitreihen (z. B. Tagesganglinie oder Wochenganglinie) notwendig.

Sonstige Daten: Es ist zu dokumentieren, auf welche Art und Weise die Daten erhoben/gemessen worden sind und wer für die Erhebung/Messung sowie für die Pflege und Archivierung der Daten zuständig ist.

5.12 Projektmanagement und Finanzplanung

Alle Maßnahmen im Bereich des kommunalen Straßennetzes, seien es nun Neu- oder Umbaumaßnahmen oder Erhaltungsmaßnahmen (Instandsetzung und Reparatur) erfordern ein komplexes Projektmanagement zur Planung, Überwachung und Dokumentation von Terminen, Dokumenten und Kosten.

Im Rahmen eines Projektes müssen vielfältige Prozesse unterstützt werden:

- Bauen:
 - Planung
 - Auftragsvergabe
 - Bauvorbereitung
 - Baudurchführung
 - Abnahme
- Finanzieren:
 - Haushalts- und Investitionsplanung
 - Nachtragshaushalt

- Haushaltsüberwachung
- Betreiben:
 - Jahresprogramme
 - Rahmenverträge
 - Wartung und Reparatur
 - Anlagenverwaltung
 - Datenaustausch
- Verfahren
 - Zusammenstellung der Baukosten
 - Ermittlung der Erschließungsbeiträge
 - Zuwendungsverfahren
 - Offenlegungsverfahren

Zumeist sind an den Projekten verschiedene interne und externe Parteien beteiligt, was einen hohen Abstimmungs- und Koordinationsbedarf erfordert.

Neben den technischen Daten spielen vor allen die wirtschaftlichen Daten zu den Kosten eines Projektes für das Projektmanagement eine entscheidende Rolle. Letztendlich werden auf Basis der Kosten für ein Projekt die Beiträge (Erschließungsbeiträge, Straßenausbaubeiträge) ermittelt, die zur Finanzierung der Maßnahmen erhoben werden. Gleichzeitig müssen die Kosten der Maßnahmen für die evtl. zu stellenden Zuwendungsanträge bekannt sein.

Alle Daten über Kosten und Einnahmen sind für den kommunalen Haushalt zur Verfügung zu stellen.

Weitere Aspekte des Projektmanagements sind die Terminplanung sowie das Dokumentenmanagement. Hier müssen Informationen über Abstimmungen, Genehmigungen und Beschlüsse sowie den Stand von Planungsverfahren, Vergabeverfahren, Baudurchführung und Zuwendungs- und Offenlegungsverfahren dokumentiert werden.

Für das Projektmanagement wird das Gesamtprojekt sinnvollerweise in Teilprojekte unterteilt. Diese Teilprojekte beinhalten z. B. die Teilbereiche Kanalbau und Straßenbau einer Maßnahme. Teilprojekte können auch nach räumlich oder zeitlich abgegrenzten Bauabschnitten unterteilt werden. Jedes Teilprojekt besitzt dabei unterschiedliche Projektphasen wie die Planungsphase, die Vergabephase sowie die Bauphase.

Innerhalb der einzelnen Teilprojekte werden Arbeitspakete definiert, die die unterschiedlichen Arbeiten beschreiben. Alle diese Projektelemente haben einen Bezug zum Straßennetz, so dass sie im ganzen oder in den untergeordneten Strukturen Teilprojekt, Projektphase oder Arbeitspaket auf ein oder mehrere Netzelemente referenziert werden können.

In diesem Kapitel sollen besonders die finanztechnischen Aspekte einer Maßnahme betrachtet werden. Jede Investition in Neu- oder Umbau oder in Instandsetzung- und Erhaltungsmaßnahmen besitzt neben dem fachplanerischen Aspekt auch eine enge Verknüpfung mit haushaltstechnischen Fragestellungen innerhalb der Kommune. Während des Planungs- und Genehmigungsprozesses wird jede Maßnahme in die Haushaltspläne eingestellt. Die Einstellung erfolgt in

- ein langfristiges Investitionsprogramm
- die mittelfristige Finanzplanung (Mittelfristiges Investitionsprogramm oder mittelfristige Finanzplanung)

- den jährlichen Haushaltsplan

Neben der Bereitstellung von Daten zur Kostenstruktur von Maßnahmen für die Haushaltsplanung der Kommune werden auf der Grundlage der Kosten auch die zur Finanzierung der Maßnahme zu erhebenden folgenden Beiträge ermittelt:

- Erschließungsbeitrag für die Herstellung/Anschaffung von Erschließungsanlagen nach Erschließungsbeitragsrecht (BauGB), geregelt in der Erschließungsbeitragsordnung der Kommune
- Straßenausbaubeitrag für die Erneuerung und Erweiterung/Verbesserung von Erschließungsanlagen nach dem Kommunalabgabengesetz (KAG), geregelt in der Ausbaubeitragssatzung der Kommune

Die Ermittlung der Höhe der Beitragssätze erfolgt wie oben beschrieben auf Basis der beitragsfähigen Kosten der jeweiligen Erschließungsanlagen und Maßnahmen. Für die Ermittlung der Beiträge können Teilabschnitte einer Maßnahme nach räumlichen/örtlichen und rechtlichen (z. B. Bezirksgrenzen) Gesichtspunkten definiert werden. Weiterhin kann eine Kostenspaltung der Erschließungsbeiträge z. B. nach

- Grunderwerb,
- Freilegung,
- Fahrbahnen (auch richtungsgetreunt),
- Radwegen,
- Gehwegen,
- Sammelstraßen,
- Parkflächen,
- Grünanlagen,
- Beleuchtungseinrichtungen und
- Entwässerungsanlagen

erfolgen.

Für den Ausbau und die Verbesserung von Erschließungsanlagen gelten ähnliche Rahmenbedingungen wie für Erschließungsbeiträge. Auch diese können bei Maßnahmen unterschiedlichen Abschnitten und „Bauteilen“ zugeordnet werden.

Hier zeigt sich, dass eine Referenzierung von Kosten und Beiträgen auf ein Ordnungssystem, wie es OKSTRA kommunal liefert, durchaus sinnvoll ist. Die Kosten und Beitragsdaten können so nicht nur für das kommunale Projektmanagement im Bereich des Verkehrswesens, sondern auch für die Anwendungen zur Haushaltsplanung bereitgestellt werden.

Komplexe Anwendungen für das Projektmanagement im Straßen- und Verkehrswesen existieren nur wenige. Das Produkt KomPlus, welches unter Beteiligung der Stadt Münster entwickelt worden ist, unterstützt die folgenden Prozesse, wobei eine Verknüpfung mit georeferenzierten Daten nicht vorgesehen ist:

- Strukturierung von Projekten (Straßenbau, Kanalbau, Bauabschnitte, räumliche Abgrenzung)
- Angabe und Kontrolle von Soll- und Ist-Terminen auf verschiedenen Ebenen,
- Angabe und Kontrolle von Soll-, Ist- und Prognosekosten
- Behandlung von Zuwendungsverfahren mit Mittelabruf

- Unterstützung von Offenlegungsverfahren
- Baukostenzusammenstellung für Anlagevermögen
- Informationen über Abstimmungen, Genehmigungen, Beschlüsse und Bürgerinformationen
- Informationen über Betriebszustände von Anlagen

Dabei wird ein projektübergreifendes Datenmanagement realisiert:

- Bereitstellung von Daten zur Aufstellung von Haushaltsplänen
- Unterstützung bei der Ausführung des Haushaltsplanes
- Bedarfsermittlung außer- und überplanmäßiger Mittel
- Konsistente Darstellung aller Kosten aus den Projekten
- Projektübergreifendes Controlling von Terminen und Kosten
- Verwaltung von Anlagen aus Straßen- und Kanalbau
- Verschiedene Auswertungen der Anlageinformationen
- Unterstützung bei der Abnahme von Arbeiten an Anlagen
- Auswertung zu Gewährleistungsfristen von Anlagen

Teilweise sind die Vorgänge des Projektmanagements und der Finanzplanung auch in oben beschriebenen Systemen zur Bestandsverwaltung (z. B. bei Bauwerken) oder bei Produkten zur Unterstützung des Erhaltungsmanagements integriert. Die allgemeinen Produkte zum Projektmanagement unterstützen aber nicht nur Projekte im Straßenwesen, sondern generell alle Projekte der Kommune und besitzen keine technischen Daten zu den Maßnahmen oder eine Referenzierung auf ein Straßennetz.

5.13 Sonstige Anwendungen

Es wurden weitere Produkte analysiert, die vor allem im Bereich des Straßenbetriebs zur Unterstützung der Einsatz- und Routenplanung genutzt werden. Die analysierten Produkte bieten die folgenden Funktionalitäten für den Straßenbetrieb an:

- Integration von Fahrzeugen und Kolonnen inkl. Standort, Kapazität und Restriktionen für Winterdienst im Straßennetz
- Berechnung von Bedienzeiten und Streuvolumen nach Streudichte, -breite und Räum-, Streu- und Leergeschwindigkeit
- Routeneingabe für Streubezirke
- Prüfung der Verträglichkeit von Routen
- Graphische Darstellung der Routen auf Netzkarte

6 Prozessmodell zur Bestandsdatenverwaltung

Im Vermessungswesen wurde ein Prozessmodell zur Bestandsdatenverwaltung entwickelt /42/, das allgemeinen Charakter hat und sich daher auch auf das kommunale Verkehrswesen übertragen lässt. Nach diesem Modell existieren im Rahmen einer Bestandsdatenverwaltung folgende Prozesse:

1. Erhebung von Daten,
2. Qualifizierung von Daten,
3. Führung von Datenbeständen,
4. Benutzung von Datenbeständen und
5. Übertragung von Daten.

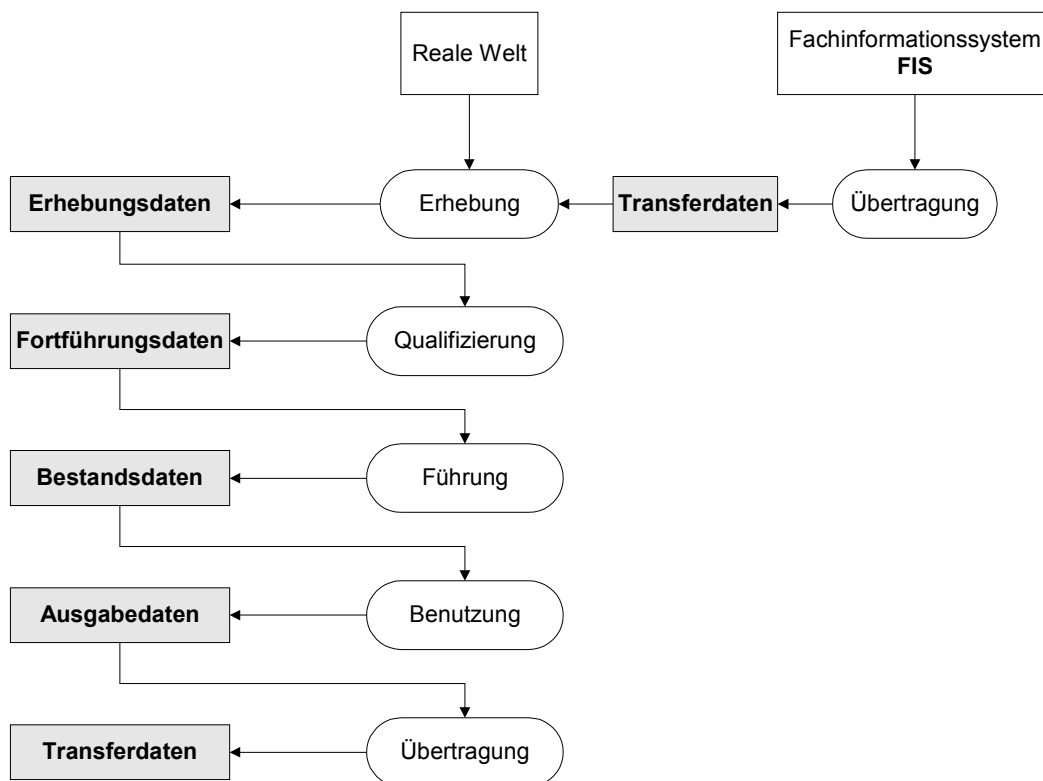


Abbildung 10: Prozessmodell nach /1/

Der Erhebungsprozess liefert *Erhebungsdaten*, aus denen durch den Qualifizierungsprozess *Fortführungsdaten* erzeugt werden. Diese Fortführungsdaten werden im Rahmen des Führungsprozesses in die *Bestandsdaten* integriert. Der Benutzungsprozess erzeugt auf der Grundlage der Bestandsdaten *Ausgabedaten*. Diese sind häufig das Ergebnis von Selektionen und Filterungen; es ist aber auch möglich, weitere Daten abzuleiten (z. B. durch Berechnungsverfahren, Aggregationen etc.). Im Übertragungsprozess werden schließlich aus den *Ausgabedaten* *Transferdaten* erzeugt und übertragen.

In den folgenden Kapiteln werden die einzelnen Prozesse dieses Modells im Kontext der kommunalen Straßennetzdokumentation näher erläutert.

6.1 Erhebungsprozess

Beim Erhebungsprozess werden Daten entweder in der realen Welt erfasst oder aber aus bestehenden Dokumentationen und Datenbeständen (Fachinformationssystemen) in Form von Transferdaten übernommen.

Bei der Erhebung von Daten für eine kommunale Straßennetzdokumentation ist zwischen der Erhebung von Daten zum Straßennetz und der Erhebung von Fachdaten, die das Straßennetz referenzieren, zu unterscheiden.

Die Erhebung von Daten zum Straßennetz kann wie oben genannt in der realen Welt, beispielsweise durch GPS-Einmessung, erfolgen. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Aufnahme des gesamten Straßennetzes vor Ort sehr aufwändig ist, so dass diese Form der Datenbeschaffung nur für Ergänzungen einer bestehenden Datenbasis wirtschaftlich vertretbar ist.

Das Straßennetz als Grundlage für eine Straßennetzdokumentation kann weiterhin aus vorhandenen digitalen Datenbeständen abgeleitet werden. Wichtige Datenquellen zu diesem Zweck sind

- Vermessungs- und Katasterdaten (ALK/ALKIS[®], ATKIS[®]),
- kommerzielle digitale Straßennetze (z. B. von TeleAtlas oder NavTeq),
- bereits vorliegende digitalisierte Straßennetze, z. B. aus einem Verkehrsmodell.

Für die Nutzung dieser Datenquellen gilt, dass die Qualität der Ausgangsdaten darüber entscheidet, wie hoch der Nachbearbeitungsaufwand für die Erstellung einer Straßennetzdokumentation ist. Ggf. muss das Ausgangsnetz um fehlende Netzelemente ergänzt werden und/oder an das Ordnungssystem der Straßennetzdokumentation angepasst werden. Die geometrische Genauigkeit ist bei den Vermessungs- und Katasterdaten i.d.R. sehr hoch und auch bei den kommerziellen Netzen ausreichend, so dass hier nur eine Überprüfung durchzuführen ist. Bei der Nutzung anderer digitaler Quellen muss die Lagegenauigkeit geprüft werden; evtl. muss eine Anpassung erfolgen. In jedem Fall zu prüfen und meistens auch nachzuarbeiten ist die Topologie des Straßennetzes, da diesbezügliche Daten meistens nicht in anderen Quellen verfügbar sind.

Bestehende Digitalisierungen des Straßennetzes können ebenfalls genutzt werden. Prinzipiell besteht auch die Möglichkeit, eine Neu-Digitalisierung des Straßennetzes auf Basis der Stadtgrundkarte oder von Orthofotos durchzuführen. Diese Vorgehensweise ist jedoch so aufwändig, dass sie unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten nur für Ergänzungen in Frage kommt. Die Lagegenauigkeit des digitalisierten Straßennetzes hängt entscheidend von der Qualität der verwendeten Digitalisierungsgrundlage ab.

Neben den eigentlichen Straßennetzdaten müssen auch die auf dieses Netz referenzierten Fachdaten erhoben werden. Diese Daten können wie auch die Netzdaten vor Ort erfasst werden, wobei ihre Verortung sichergestellt werden muss (beispielsweise durch den Einsatz von GPS oder die Angabe einer Adresse oder Station). Ein Großteil der Fachdaten kann allerdings auch direkt aus vorhandenen Unterlagen übernommen werden. Auf diese Weise beschaffte Daten sind häufig nicht georefrenziert, d.h. sie besitzen keine genaue Koordinatenangabe, sondern lediglich eine ungefähre Verortung, beispielsweise über die Angabe einer Adresse. Eine solche Form der Verortung ist vor allem bei Bestandsdaten üblich, die größere Bereiche umfassen und bei denen die genaue Lokalisierung keine Rolle spielt.

Fachdaten zu Projekten und Maßnahmen (z. B. zu Aufbrüchen) und Daten über geplante Objekte können aus den entsprechenden Plänen und Dokumenten übernommen werden.

6.2 Qualifizierungsprozess

Der Qualifizierungsprozess beschreibt die Qualitätssicherung der erhobenen Daten. Die zu prüfenden Qualitätsmerkmale sind:

- Aktualität,
- Einheitlichkeit,
- Vollständigkeit und
- Verfügbarkeit.

Die Qualität muss jeweils von der Zuständigkeit geprüft werden, die die Daten erhebt. Erfolgt eine Verschneidung von Daten aus unterschiedlichen Zuständigkeiten oder eine Zusammenführung gleichartiger Daten aus unterschiedlichen Quellen, dann muss die Qualität - vor allem die Einheitlichkeit – von der Stelle geprüft werden, die für die Zusammenführung verantwortlich ist.

6.3 Führungsprozess

Der Führungsprozess beschreibt die Übernahme von qualitätsgesicherter Erhebungsdaten (Fortführungsdaten) in die Bestandsdaten. Dies kann sowohl im Rahmen der Ersteinrichtung eines Datenbestandes als auch im Rahmen seiner Fortführung geschehen.

Bei der Ersteinrichtung müssen große Datenmengen erhoben, qualifiziert und übernommen werden, so dass hier ein großer Investitionsaufwand zu erwarten ist, der aber nur einmalig aufgebracht werden muss. Ist ein Datenbestand in einer ersten Version eingerichtet, dann geht es im Rahmen der Fortführung um seine räumliche und thematische Erweiterung, vor allem aber um die Erhaltung seiner Aktualität. Die Fortführung muss kontinuierlich erfolgen, um die Aktualität – und damit den Nutzwert des Datenbestandes – aufrechtzuerhalten.

Auch beim Führungsprozess muss zwischen den Straßennetzdaten und den Fachdaten unterschieden werden. Das Straßennetz unterliegt Änderungen durch Umbau- und Neubaumaßnahmen, die zeitnah in die Straßennetzdokumentation übernommen werden müssen. Die Fachdaten unterliegen ebenfalls Änderungen; im Unterschied zu den Straßennetzdaten gibt es in diesem Bereich allerdings nicht nur (quasi-)statische, sondern auch „dynamische“ Fachdaten (beispielsweise über bevorstehende Maßnahmen, die nur für eine bestimmte, von angebbare Lebensdauer gültig sind und damit temporären Charakter besitzen. Auch die Straßennetzdaten gelten selbstverständlich nicht ewig; im Unterschied zu den „dynamischen“ Fachdaten ist ihre Lebensdauer aber i.d.R. sehr viel länger, und ihr Ende kann von vornherein nicht exakt angegeben werden.

Der Führungsprozess kann prinzipiell nicht nur für aktuelle Bestandsdaten sorgen, sondern darüber hinaus veraltete Bestandsdaten speichern, damit frühere Zustände rekonstruiert werden können. Ein Konzept für eine solche *Historisierung* von Daten wird in Kapitel 10.3.8 beschrieben.

6.4 Benutzungsprozess

Benutzungsprozesse sind alle diejenigen Prozesse, in denen die Bestandsdaten zu irgendeinem Zweck verwendet werden. Ein Benutzungsprozess kann Ausgabedaten erzeugen, die entsprechend den fachlichen Anforderungen bereitgestellt werden:

- als Bestandsdatensätze zur freien Weiterverarbeitung beim Endnutzer,
- als aufbereitete Bestandsdaten mit festgelegtem Inhalt in einem einheitlichen Erscheinungsbild (z. B. als Auswertungspräsentation) oder

- als Aktualisierungsdatensätze nach einer Fortführung.

In einem Benutzungsprozess können aus den Bestandsdaten auch weitere Daten abgeleitet werden, z. B. durch Selektionen und Filterungen, Aggregationen oder mathematische Operationen (Summenbildungen etc.). Diese Daten werden nur im Kontext des Benutzungsprozesses verwendet und gehen nicht in die Bestandsdaten ein.

Im Idealfall hat ein Nutzer direkten Zugriff auf die Straßennetzdokumentation. Er arbeitet dann stets auf den aktuellsten verfügbaren Daten. Für Nutzer, die keinen direkten Zugriff auf die originäre kommunale Straßennetzdokumentation besitzen, aber regelmäßig mit den enthaltenen Daten umgehen müssen, bietet es sich an, einen *Sekundärdatenbestand* einzurichten, der vom jeweiligen Nutzer selbst gehalten wird. Damit ein Sekundärdatenbestand aktuell bleibt, muss er von Zeit zu Zeit mit aktualisierten Daten aus der originären Straßennetzdokumentation versorgt werden. Ein spezieller Benutzungsprozess für die originäre Straßennetzdokumentation ist daher die Bereitstellung aktualisierter Informationen für Sekundärdatenbestände.

Eine Aktualisierung von Sekundärdatenbeständen kann entweder über eine Lieferung des kompletten (aktuellen) Datenbestandes geschehen oder über einen Differenzdatensatz, der nur Informationen über die Änderungen seit der letzten Datenlieferung enthält. Die Lieferung kann darüber hinaus entweder *fortführungsfallbezogen* oder *stichtagsbezogen* erfolgen.

Bei der fortführungsfallbezogenen (kontinuierlichen) Aktualisierung erfolgt eine Lieferung nach jeder Aktualisierung des originären Datenbestandes. Dies ermöglicht eine hohe Aktualität der Sekundärdatenbestände, bedeutet aber auch einen hohen Aufwand, vor allem dann, wenn sehr häufig Aktualisierungen stattfinden. Ein Vorteil dieses Konzepts besteht darin, dass mit einem historiefähigen Sekundärsystem die zeitliche Entwicklung einzelner Objekte lückenlos verfolgt werden kann, weil sämtliche Objektzustände an das System übertragen werden.

Bei der stichtagsbezogenen Aktualisierung werden aktualisierte Daten nur zu definierten Stichtagen an die Sekundärdatenbestände abgegeben. Die Entwicklung eines Objektes kann dann in einem Sekundärdatenbestand nicht mehr lückenlos verfolgt werden, dazwischen zwei Stichtagen mehrere Änderungen an einem Objekt stattgefunden haben können, die gebündelt durch den Objektzustand am zweiten Stichtag repräsentiert werden. Ein Vorteil dieser Vorgehensweise ist der im Vergleich zur fortführungsfallbezogenen Aktualisierung geringere Aufwand, da wesentlich seltener aktualisierte Daten an die Sekundärnutzer abgegeben und von diesen in ihre Systeme eingespielt werden müssen.

Bei der Versorgung von Sekundärnutzern mit aktualisierten Daten können Profile angelegt werden, welche Art und Umfang der für den jeweiligen Nutzer bereitzustellenden Daten definieren. Die Selektion der jeweils relevanten Daten kann dabei sowohl unter fachlichen Gesichtspunkten (relevante Objektarten etc.) als auch unter räumlichen Gesichtspunkten (relevante Flächen/Bereiche) erfolgen.

6.5 Übertragungsprozess

Bei der Modellierung der Geoinformationen des amtlichen Vermessungswesens wird neben dem Benutzungsprozess noch der Übertragungsprozess unterschieden, der die Bereitstellung von Daten für Dritte sowie die Übernahme von Daten Dritter beschreibt. Bei der Nutzung einer Straßennetzdokumentation finden Übertragungsprozesse häufig zusammen mit Benutzungsprozessen statt, weil die einzelnen Datenbestände in vielen Fällen in unterschiedlichen Systemen bei der jeweils zuständigen Stelle gehalten werden. Eine Nutzung der Daten durch Dritte ist daher häufig mit einem Datentransfer verbunden.

Die einfachste Möglichkeit eines Übertragungsprozesses ist der *Datenaustausch über Dateien*. Diese Variante setzt voraus, dass die beteiligten Systeme über entsprechende Schnitt-

stellen verfügen. Eine weitere Möglichkeit zur Bereitstellung von Daten für Dritte besteht darin, ein anderes System bzw. eine entsprechende Client-Software *online* an ein datenlieferndes System anzubinden. Dazu existiert eine große Bandbreite von Möglichkeiten: Sie reichen vom Einsatz proprietärer Client-/Server-Software bis zur Verwendung standardisierter Web-Services (beispielsweise WMS oder WFS nach OGC-Spezifikation, vgl. /46/, /47/), die aufgrund ihrer Standardisierung von verschiedenen Systemen/Clients genutzt werden können. Empfänger der Daten können prinzipiell sowohl andere Fachsysteme als auch speziell zu diesem Zweck geschaffene Clients sein, wobei ein Client entweder als eigenständige Applikation auf dem Zielrechner, als Plugin in einem Internet-Browser oder als *Thin Client* realisiert sein kann, d.h. als „normale“ Internet-Seite, die ohne spezielle Plugins auskommt.

Beim Übertragungsprozess liegt das große Potenzial des OKSTRA kommunal. Durch die Schaffung eines standardisierten Ordnungssystems ermöglicht er die Spezifikation standardisierter Datei- und Online-Schnittstellen. Damit kann die Kommunikation der im kommunalen Straßenwesen eingesetzten Softwaresysteme untereinander wesentlich verbessert werden.

Über den OKSTRA kommunal können Daten nicht nur zwischen gleichartigen Systemen ausgetauscht werden, sondern auch zwischen Systemen, die verschiedenen Zwecken dienen. Da unterschiedliche Zielsetzungen von Systemen unterschiedliche grafische Objektrepräsentationen erfordern können, erscheint es nicht sinnvoll, Informationen zur grafischen Ausgestaltung von Objekten im OKSTRA kommunal zu definieren und über ihn mit zu übertragen. Der OKSTRA kommunal sollte sich daher darauf beschränken, alle fachlich relevanten Informationen zu einem Objekt abzubilden, und die grafische Ausgestaltung den einzelnen Fachsystemen überlassen.

Für den Fall, dass beim Datenaustausch zwischen 2 Systemen die Objekte in einer einheitlichen Art und Weise visualisiert werden sollen (also gleiche Einfärbung, gleiche Liniendicke, gleiches Symbol) muss zwischen den Zuständigkeiten ein abgestimmter Darstellungskatalog definiert werden.

Bei Nutzung von OGC-konformen Web Services wie WMS und WFS wird die WMS-Erweiterung „Styled Layer Descriptor“ (SLD) genutzt, um die Objekte entsprechend definierter Stilregeln auf der Karte zu visualisieren. Durch SLD kann der Nutzer definieren, welches Objekt in welchem Layer auf welche Art und Weise visualisiert werden soll.

7 Leitfaden für Einführungsprozess eines kommunalen Datenmanagements

Bei der Einführung einer Softwareanwendung (z. B. Straßendatenbank oder Fachanwendung für Genehmigungsprozess) bzw. Schaffung einer Serviceorientierten Architektur (SOA) zur Integration von Fachanwendungen im Umfeld von OKSTRA kommunal, sowie bei der Erweiterung bzw. Anpassung der vorhandenen Software bzw. der Systemarchitektur müssen bereits bei der Einführungsplanung die notwendigen Weichen für die optimale Aktivierung der Nutzen durch die Standardisierung von OKSTRA kommunal gestellt werden.

Im folgenden Kapitel werden die einzelnen (möglichen) Schritte im Einführungsprozess generisch beschrieben. Es werden Hinweise gegeben, welche Aspekte zur Einführung in welchem Stadium berücksichtigt werden sollten. Dabei müssen nicht bei jedem Projekt alle Schritte durchgeführt werden. Die im folgenden beschriebenen Schritte beschreiben die Einführung einer komplexen Software zum integrierten Straßendatenmanagement, also beispielsweise die Schaffung einer serviceorientierten Architektur zur Integration von verschiedenen Fachanwendungen. Bei weniger komplexen Vorhaben sind nicht alle Schritte notwendig. Die Gliederung der Prozessschritte sagt nicht über die zeitliche Abfolge aus. Generell bauen die Phasen aufeinander auf, es ist aber häufig der Fall, dass Aktivitäten parallel oder iterativ bearbeitet werden.

Generell wird der Einführungsprozess in 5 übergeordnete Phasen unterteilt:

1. Strategische Planung
2. Analysephase
3. Konzeptphase
4. Systemrealisierung
5. Roll Out & Systembetrieb

Diese Phasen werden weiter unterteilt, wie in der folgenden Abbildung dargestellt.

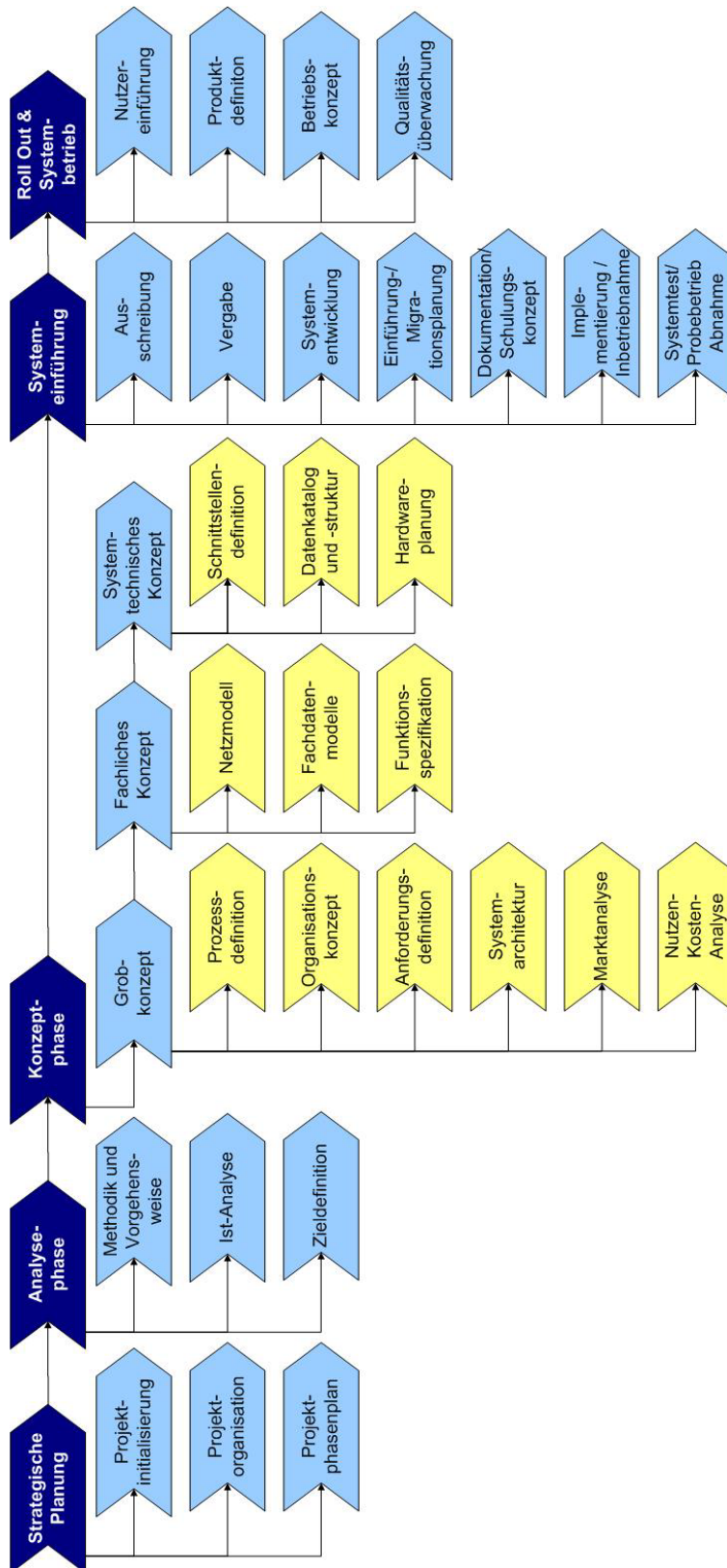


Abbildung 11: Phasen des Einführungsprozesses

7.1 Strategische Planung

Zu Beginn des Prozesses muss die Leitungsebene eine strategische Entscheidung zur Einrichtung eines Projektes zur Einführung oder Anpassung einer Software/Softwarearchitektur unter Nutzung von OKSTRA kommunal getroffen werden.

7.1.1 Projektinitialisierung

Bei der Projektinitialisierung muss auf Leitungsebene der Bedarf für das Projekt und der Wille zur Umsetzung definiert werden. Auslöser für die Entscheidung sind externe Rahmenbedingungen wie neue gesetzliche Regelungen (z. B. Einführung einer kommunalen SIB vor dem Hintergrund von NKF) oder identifizierte Mängel bei der Prozessabwicklung, die nur durch das Softwareprojekt behoben werden kann (z. B. Identifikation von zu langen Bearbeitungszeiten von Geschäftsprozessen oder der Bedarf zur Verbesserung der Qualität von Prozessergebnissen). Basierend auf den identifizierten Auslösern für das Projekt muss der Handlungsbedarf definiert werden, der Grundlage für den weiteren Projektplan ist.

Ein erster Schritt bei der Projektinitialisierung sollte ein Workshop zur Thematik sein. An diesem Workshop sollte die Leitungsebene der Straßen- und Verkehrsbehörde sowie leitendes Personal aus der Zentralabteilung und IT sein. Im Rahmen des Workshops sollen die grundlegenden Ideen vorgestellt und eine Diskussionsplattform geboten werden.

Ergebnis der Projektinitialisierung sollte ein Beschluss sein, der für die Behörde und deren Mitarbeiter verbindlich die Zielsetzung festschreibt, so dass allen Mitarbeitern die Notwendigkeit des Projektes und die Unterstützung durch die Leitungsebene vermittelt wird. Die Mitarbeiter sind über die generelle Zielsetzung des Projektes schon zu diesem frühen Zeitpunkt zu informieren. Dadurch können bereits frühzeitig Ängste abgebaut und Akzeptanz für die Neuerung geschaffen sowie die Motivation zur Teilnahme an dem Projekt aufgebaut werden. Die Mitarbeiter können durch diese Information auf die konkreten Schritte des Projektes z. B. die Analyse der Prozesse oder Interviews zu Tätigkeitsbildern vorbereitet werden.

7.1.2 Projektorganisation

Bei der Projektorganisation müssen alle für das Projekt relevanten Abteilungen in eine Bearbeitungsstruktur eingebunden werden. Da Projekte im Umfeld von OKSTRA kommunal meistens zuständigkeitsübergreifend sind, müssen zu Beginn alle betroffenen Arbeitsbereiche identifiziert werden.

Aus jedem Arbeitsbereich sollte mindestens ein Mitarbeiter als Beauftragter für das Projekt ernannt werden. Aus Vertretern der Leitungsebene und den Projektbeauftragten werden eine oder mehrere Projektgruppen und ggf. ein Lenkungsausschuss gebildet, die das Projekt inhaltlich vorantreiben und die Verbindung zur Leitung sowie zu den Mitarbeitern in den unterschiedlichen Abteilungen bilden. Bei der Auswahl der Mitarbeiter sollte die fachliche Kompetenz, die zeitlichen Ressourcen und die Kenntnis der Geschäftsprozesse ihrer Abteilungen berücksichtigt werden. Die Mitglieder der Projektgruppe und des Lenkungsausschusses müssen ihre Aufgaben kontinuierlich wahrnehmen und in Phasen starker Aktivitäten ggf. ganz oder teilweise für das Projekt freigestellt werden.

Die tragenden Akteure des Projektes sollten die folgenden Eigenschaften haben (nach /48/):

- Projektleiter: dynamisch, innovativ, kreativ, durchsetzungs- und überzeugungsfähig, Führungspersönlichkeit, Erfahrungen im Bereich Projektleitung, Kenntnisse in den Bereichen Informationstechnologien und Organisation, Überblickswissen über das Aufgaben- und Dienstleistungsspektrum sowie den IT-Einsatz der Behörde
- Spezialist Organisation: ganzheitlicher Blick, innovativ, flexibel, fundiertes Überblickswissen über das Aufgaben- und Dienstleistungsspektrum der Behörde, Erfahrungen

im Bereich Projektleitung wünschenswert, Erfahrungen im Bereich Organisation und Prozessanalysen/-optimierung wünschenswert

- Spezialist IT: informationstechnisch versiert, innovativ, fundiertes Überblickswissen über die IT-Landschaft der Behörde, Erfahrungen im Bereich Projektleitung wünschenswert

In den Projektgruppen sollen die späteren Anwender sowie die softwaretechnischen Experten zusammengeführt werden, damit die Anwenderforderungen schon früh im Projekt berücksichtigt und auch organisatorische Aspekte nicht vernachlässigt werden. wichtige Teilnehmer in den Projektgruppen sind u. a.:

- Mitarbeiter aus dem Bereich Haushalt: wichtig für die Bereitstellung von Haushaltsmitteln für die Beauftragung von externen Firmen zur Planung oder Umsetzung / Realisierung der Software sowie zur Beschaffung der notwendigen Hardware.
- Fachverfahrensverantwortliche: zur Berücksichtigung der Nutzeranforderungen und zur Strukturierung der Prozesse wichtig.

Die Projektgruppen und vor allem der Lenkungsausschuss sollten gegenüber der Leitung mit den notwendigen Kompetenzen ausgestattet werden, die eine zügige und zielgerichtete Abwicklung des Projektes ermöglichen. Es wird ein Projektleiter ernannt, der die Koordination der Arbeiten übernimmt. Die Kompetenzen für den Lenkungsausschuss sollten folgendes umfassen:

- Vorsprache und Vorschlagsrecht gegenüber der Leitung der Behörde,
- Recht zur Befragung und Beteiligung betroffener Abteilungen und Organisationsstrukturen,
- Projektleitungsfunktionen,
- Zugriff auf die Mitglieder der Projektgruppen im Rahmen der Projektbeteiligung.

7.1.3 Projektphasenplan

Es muss ein Projektphasenplan definiert werden, der die durchzuführenden Arbeiten beschreibt und die wichtigen Meilensteine terminlich fixiert. Weiterhin ist eine Kosten- und Ressourcenabschätzung durchzuführen, damit das notwendige Personal und die finanziellen Mittel im Haushalt bereitgestellt werden können. Diese Abschätzung kann in diesem frühen Stadium nur grob erfolgen. Basierend auf dem Zeitplan soll aus dem Projekt-Lenkungsausschuss ein Vorschlag gemacht werden, zu welchem Zeitpunkt welche Ressource benötigt werden.

7.2 Analysephase

In der ersten Phase des Projektes muss der Ist-Zustand und die Anforderungen und Ziele der umzusetzenden Software / Softwarearchitektur definiert werden. Dabei sind alle betroffenen Abteilungen und Geschäftsprozesse zu berücksichtigen.

Es ist zu entscheiden, ob die Durchführung der Arbeiten in der Analysephase an einen externen Berater vergeben wird, oder aber von internem Personal bearbeitet wird. Die Zieldefinition sollte aber immer von internen Bearbeitern abschließend vorgenommen werden und auch im Lenkungsausschluss diskutiert und beschlossen werden.

Bei der abschließenden Definition der Anforderungen und Ziele sollte noch keine Berücksichtigung von evtl. entstehenden Kosten erfolgen. Das Ergebnis dieser ersten Phase sollte sozusagen der „Wunschzettel“ der späteren Anwender unter Berücksichtigung der Ausgangssituation sein. Eine Anpassung der Leistungsfähigkeit der zu erstellenden Software / Software-

Architektur an die finanziellen Rahmenbedingungen sollte erst in der folgenden Phase durchgeführt werden, da sonst bereits zu Beginn des Projektes weniger die Anforderungen der Fachanwender als vielmehr die Anforderungen der Kämmerei berücksichtigt werden.

7.2.1 Entwicklung der Methodik und Vorgehensweise

Zu Beginn muss die Methodik und Vorgehensweise für die Analysephase festgelegt werden. Dies umfasst die Identifikation der Ansprechpartnern und der relevanten Geschäftsprozesse. Die Vorgehensweise für Befragungs- und Interviewaktionen muss definiert werden. Aspekte sind dabei:

- Design des Fragebogens bzw. des Interview-Leitfadens
- Festlegung der Auswerteverfahren für die Fragebögen bzw. Interviews
- Zeitplanung und Terminvereinbarung für Befragung

Weiterhin muss die Methodik für die Prozessanalyse und die Systemanalyse definiert werden. Für die Prozessanalyse existieren eine Vielzahl von Methoden und Werkzeuge. Beispiele:

- UML Tools: Rational Rose, Poseidon, Visual UML, MS Visio
- eEPK Tools (Petri-Netze): ARIS Toolset, AENEIS, Nautilus, MS Visio
- Ablaufdiagramm: GRADE-BM, MS Visio, ABC Flowcharter, Workflow Modeler
- Datenflussdiagramm: Bonapart, ABC Flowcharter, MS Visio
- Simulation: Scitor Process, ARIS, Bonapart, Simul8

Es müssen Bewertungskriterien entwickelt werden, anhand derer entschieden wird, ob und mit welcher Priorität ein Geschäftsprozess in eine OKSTRA kommunal-basierte Softwareinfrastruktur integriert wird.

Grundlage für diese Kriteriendefinition sind die Ziele, die mit der Einführung der Software-Architektur verfolgt werden. Neben den Kriterien zur Erfüllung der Zielsetzungen müssen auch Kriterien definiert werden, die den Aufwand für die Integration in die Software-Architektur berücksichtigen.

7.2.2 Ist-Analyse

Basierend auf der oben definierten Vorgehensweise und Methodik sind die folgenden Aspekte zu analysieren:

- **Analyse der Geschäftsprozesse**

Es ist zu analysieren, welche Geschäftsprozesse für das Projekt relevant sind. Dabei sind diese Prozesse zu dokumentieren und eine Mängelanalyse durchzuführen. Es ist zu klären in welcher Weise der Geschäftsprozess durch die neue Software/Softwarearchitektur beeinflusst wird. Die Geschäftsprozessmodellierung erfüllt im allgemeinen folgende Funktionen:

- Dokumentation (in dieser Phase relevant)
- Beschreibung von Geschäftsprozessen
- Analyse (in dieser Phase relevant)
- Verstehen von Geschäftsprozessen
- Planung (in der Konzeptphase bei Prozessdefinition relevant)
- Planung von Geschäftsprozessen und des Ressourceneinsatzes

- Entwurf und Reorganisation (in der Konzeptphase bei Prozessdefinition relevant)
- Neu erstellen von Geschäftsprozessen
- Automatisierung (in der Konzeptphase bei Prozessdefinition relevant)
- Automatisches Ausführen von Geschäftsprozessen
- Überwachung und Steuerung (während der Betriebsphase relevant)
- Einwirken auf Geschäftsprozesse

Für die Modellierung von Geschäftsprozessen müssen mehrere Objekte der realen Welt in die Modellierung mit einbezogen werden:

- Funktionen (fachliche Aufgabe, ein Vorgang bzw. eine Tätigkeit)
- Daten (z. B. Stammdaten und Bewegungsdaten, die sich während des Prozesses ändern, Input- und Output-Daten)
- Organisationseinheiten / Zuständigkeiten
- Ereignisse
- Ressourcen (z. B. Personen, Maschinen oder auch Energie und Material)
- Leistungen (erbrachte Leistung wie Dienstleistung oder Produkt)

- **Analyse der Organisationsstruktur/des Personals und der Zuständigkeiten**

Es ist zu analysieren, welche Zuständigkeiten für die analysierten Geschäftsprozesse existieren und wo es Vernetzungen zwischen Personal / Organisationseinheiten gibt.

- **Analyse von Daten und Datenmanagement**

Es ist zu analysieren, welche Daten und Informationen zur Abwicklung der Geschäftsprozesse genutzt werden und welche Daten/Informationen als Ergebnis eines Prozessschrittes bereitgestellt werden. Zu berücksichtigen sind hierbei auch Aspekte zur Erhebung/Erzeugung von Input-Daten und zur Datenpflege und Archivierung.

- **Analyse der Software und Hardware**

Die vorhandenen Software-Anwendungen (z. B. Fachanwendungen und Datenbanksysteme) sowie die Systemarchitektur sind zu analysieren. Hierbei sind vor allem die Konzepte zur Datenhaltung sowie die vorhandenen Schnittstellen zwischen den Software-Anwendungen zu berücksichtigen. Die vorhandenen Funktionalitäten der Softwareanwendungen bilden u. u. einen ersten Grundstock für die Definition von Nutzeranforderungen für das neue System.

Die vorhandenen Hardware-Komponenten (Server, Client-PCs, Netzwerkkomponenten usw.) sowie Verbindungen nach draußen (z. B. Internet) sind zu erfassen.

Die Softwareanwendungen sowie die Hardware sind z. B. tabellarisch in einer übersichtlichen Form zu dokumentieren.

- **Analyse von Regelwerken und gesetzlichen Rahmenbedingungen**

Die gültigen gesetzlichen Regelungen und die technischen Regelwerke sowie u. U. interne Dienstanweisungen und ähnliches sind zu analysieren und die Anforderungen für das Projekt zu ermitteln.

7.2.3 Zieldefinition und Ergebnispräsentation

Bei der Zieldefinition werden die Ergebnisse der Ist-Analyse zusammengeführt und -gefasst. Die Ziele für das Softwareprojekt werden definiert. Mit der Zieldefinition wird sowohl ein Leitfaden für die folgende Konzept- und Realisierungsphase erzeugt als auch eine Messlatte zur Bewertung der Qualität der am Ende realisierten Software/Softwarearchitektur. Die Ziele sollten im Lenkungsausschuss diskutiert und von der Behördenleitung formell beschlossen werden.

In die Beschlussfassung sollten die folgenden Teilnehmer einbezogen werden:

- Leitung der Behörde
- Leitung der Zentralabteilung (Verwaltungsabteilung)
- Leitung der involvierten Fachabteilungen
- Leitung der IT
- Verantwortlichkeit für den Haushalt

Zur Präsentation des Projektes nach außen, können die definierten Ziele/Anforderungen in einem Bericht oder einer Präsentation z. B. im Intranet veröffentlicht werden.

7.3 Konzeptphase

Die Konzeptphase gliedert sich in eine Phase zur Erstellung eines Grobkonzepts und eine Feinkonzeptphase, in der das fachliche und das system-technische Konzept verfeinert wird.

Die Konzeptphase wird in den meisten Fällen von externen Beratern bearbeitet. Dabei können auch unterschiedliche externe Auftragnehmer die unterschiedlichen Phasen bearbeiten, wobei dann eine enge Zusammenarbeit der Auftragnehmer und ein gutes Projektmanagement auf Seiten des Auftraggebers notwendig sind.

Im Grobkonzept werden nun auch finanzielle Aspekte berücksichtigt, die den Funktionsumfang der Software/Softwarearchitektur limitieren. Die Konzeptphase betrachtet wiederum organisatorische und technische Aspekte. Die organisatorischen Konzepte bereiten dabei eine Anpassung der Organisationsstruktur sowie der Prozessabläufe vor während die technischen Konzepte Grundlage für die Ausschreibung und Entwicklung der neuen Software/Software-Architektur darstellen. Hier ist zu unterscheiden, was im Endeffekt technisch realisiert werden soll. Möglichkeiten sind dabei:

- Anpassung der Datenhaltung vorhandener Softwareprodukte oder Eigenentwicklungen (Datenbank nach OKSTRA kommunal)
- Entwicklung von OKSTRA kommunal-Schnittstellen für vorhandene Softwareprodukte oder Eigenentwicklungen
- Entwicklung einer OKSTRA kommunal basierten service-orientierten Architektur durch Schaffung der relevanten Schnittstellen und Web-Services
- Neuentwicklung oder Ankauf eines OKSTRA kommunal konformen Produktes

Im Rahmen des Projektes werden Kombinationen dieser unterschiedlichen Teilprojekte realisiert werden müssen.

7.3.1 Grobkonzept

Das Grobkonzept dient zur groben Definition von Rahmenbedingungen und Anforderungen für die Umsetzung der Software/Softwarearchitektur. Hierbei gehen vor allem die Ergebnisse der Ist- und der Anforderungsanalyse ein.

Die (zusammengefassten) Ergebnisse des Grob- und Feinkonzeptes sollten jeweils z. B. im Intranet für alle Mitarbeiter zugänglich gemacht werden. Feedback von den Mitarbeitern ist dabei grundsätzlich gewünscht um evtl. noch Anwenderforderungen in das Feinkonzept zu übernehmen.

7.3.1.1 Prozessdefinition

Es werden diejenigen Geschäftsprozesse detailliert beschrieben, die für das Projekt von Relevanz sind. Für jeden identifizierten Geschäftsprozess werden die Zuständigkeiten, die Abhängigkeiten mit anderen Prozessen und die genutzten und erzeugten Daten beschrieben. Die Prozessdefinition beinhaltet dabei bereits Änderungen gegenüber dem Ist-Zustand infolge der Nutzung der neuen Software/Softwarearchitektur. Geschäftsprozesse werden nicht 1:1 aus der bisherigen Ablauforganisation übernommen, da diese der „alten“ Aufbauorganisation und IT-Nutzung angepasst wurden. Folgende prinzipielle Möglichkeiten bestehen, um Geschäftsprozesse zu optimieren:

- Vermeidung von Schleifen und Rücksprüngen
- Änderung der Reihenfolge
- Einfügen eines Vorgangs
- Weglassen von Vorgängen
- Zusammenfassen von Vorgängen
- Parallelisierung
- Überlappung
- Standardisierung
- Automatisierung
- Komplexitätsreduzierung

Wie schon bei der Prozessanalyse sind die Prozessabläufe in einem dem Projekt angepassten Detaillierungsgrad zu beschreiben und möglichst auch grafisch darzustellen. Je größer der Detaillierungsgrad ist, je feiner die Teilprozesse aufgelöst werden, desto höher ist der Aufwand für die Prozessbeschreibung. Die Prozessdefinition soll vor dem Hintergrund einer IT-Unterstützung zur Verhinderung von Medienbrüchen vorgenommen werden.

Aus der Definition der Prozesse folgen indirekter Weise die Anforderungen an die Funktionalität der Software /Software-Architektur, die in Form von Anwenderforderungen definiert werden können.

7.3.1.2 Organisationskonzept

Das Organisationskonzept definiert für den Ausbauzustand die Zuständigkeiten für die Datenerfassung, Daten- und Systempflege und -betreuung. Es wird ein Personalplan sowie Tätigkeitsbeschreibungen erstellt, so dass für die jeweiligen Zuständigkeiten das geeignete Personal ausgewählt werden kann. Dabei sind die vorhandenen Personalstrukturen zu berücksichtigen. Die Tätigkeitsbeschreibungen müssen die Qualifikationen des vorhandenen Personals berücksichtigen und mit den Prozessdefinitionen verglichen werden. Stellt sich heraus, dass die Anforderungen aus dem neu definierten Prozess nicht mit der Qualifikation des vorhandenen Personals übereinstimmen, dann muss bereits jetzt ein Qualifizierungskonzept für das Personal geplant werden.

Aufgrund der Festlegungen des Organisationskonzeptes wird auch bestimmt, welche Abteilungen/Mitarbeiter eine Anwendung voll nutzen und welche nur einen (read-only) Auskunfts-Client bereitgestellt bekommen.

7.3.1.3 Anforderungsdefinition

Die Anforderungsdefinition basiert auf den Ergebnissen der Ist-Analyse und leitet Anforderungen für das zu entwickelnde System ab. Die Definition dieser Anforderungen kann wiederum durch Interviews mit relevanten Mitarbeitern, vor allem spätere Anwender oder gemeinsame Workshops geleistet werden. Bei der Anforderungsanalyse sind die folgenden Aspekte zu berücksichtigen:

- **Anforderungen aus strategischen Zielen/Leitbild der Führungsebene**

Die Leitungsebene gibt die strategischen Ziele vor, an denen sich das Projekt orientieren muss. Diese Ziele sind im allgemeinen sehr abstrakt formuliert, so dass hieraus eher allgemeine Anforderungen an die Software/Softwarearchitektur resultieren.

Die strategischen Ziele der Behördenleitung können beispielsweise sein:

- Beschleunigung und Verbesserung der Geschäftsprozesse und damit Rationalisierung der Verwaltung
- Verbesserung der Kundenorientierung durch bessere und schnellere Information der Kunden wie Bürger oder Wirtschaft
- Verbesserung des Image der Behörde als Nutzer innovativer IT-Lösungen und Vorreiter im Bereich des Straßendatenmanagements

- **Anforderungen an Funktionalitäten**

Die Anforderungen an die Funktionalitäten der Software/Softwarearchitektur resultieren aus der Analyse der Geschäftsprozesse. Hierbei sind Strukturen hinsichtlich der Funktionalitäten von vorhandenen Software-Anwendungen zu berücksichtigen, da meistens kein komplett neues System erstellt werden soll, sondern vorhandenen Software-Anwendungen zu integrieren sind. Dabei sind auch die Aspekte der Datenerhaltung zu berücksichtigen. Die Anforderungen an die Funktionalitäten sollten von den späteren Nutzern des Systems definiert werden.

- **Anforderungen an Software und Hardware**

Aus der Analyse der vorhandenen Struktur von Software und Hardware können Anforderungen an die weitere Nutzung dieser Komponenten bzw. der Integration neuer kompatibler Komponenten resultieren. Ziel sollte es sein, vorhandene Infrastruktur soweit wie möglich zu nutzen. Die Anforderungen an die Funktionalitäten sollten von den späteren Systemadministratoren des Systems aus der IT-Abteilung definiert werden.

- **Anforderungen an Datenverfügbarkeit/-austausch**

Aus den Anforderungen an die Funktionalität und die Soft- und Hardware resultieren die Anforderungen an die Datenverfügbarkeit und den Datenaustausch. Hier sind Anforderungen an die Schnittstellen in den Prozessketten und auch an die technischen Schnittstellen zwischen den Anwendungen zu definieren.

- **Anforderungen an die Organisationsstruktur**

Aus der Analyse der Geschäftsprozesse und der Verteilung von Zuständigkeiten können Anforderungen an die Strukturierung unter Nutzung der neuen Software/Softwarearchitektur gestellt werden. Daraus resultieren u. U. auch Veränderungen bei der Definition der Geschäftsprozesse sowie Veränderungen in der Organisationsstruktur und der Zuständigkeitsverteilung in der Verwaltung.

7.3.1.4 Systemarchitektur

Es wird eine Systemarchitektur definiert, die alle notwendigen Systemkomponenten umfasst. Dieser Schritt ist nur für Projekte zur Erstellung einer Softwarearchitektur notwendig. Wird ein Projekt zur Entwicklung/Beschaffung einer einzelnen Software durchgeführt muss definiert werden, wie diese in die vorhandene Architektur eingebunden werden kann. Die relevanten Schnittstellen zwischen Fachsystemen müssen identifiziert und beschrieben werden.

7.3.1.5 Marktanalyse

Basierend auf den technischen und organisatorischen Konzepten sowie den Ergebnissen der Ist- und Anforderungsanalyse wird ggf. eine Marktanalyse durchgeführt. Dabei wird die Leistungsfähigkeit von marktverfügbaren Software-Produkten sowie Lösungen in anderen Kommunen analysiert und bewertet. Über ein standardisiertes Bewertungsschema wird jedes als potenziell geeignet identifiziertes Produkt bewertet und einer Reihung unterzogen. Auf Basis dieser Daten kann u. U. bereits jetzt eine Entscheidung über Make-or-Buy gemacht werden.

Das Bewertungsschema definiert dabei Anforderungen, die als k.o.-Kriterien zum Ausscheiden eines Produktes führt, falls es die Bedingungen nicht erfüllt, sowie Nice-to-Have-Kriterien, die nicht unbedingt erforderlich sind, die aber die Produkte, die sie erfüllen als besonders interessant definieren, wenn alle anderen Kriterien auch erfüllt sind.

7.3.1.6 Nutzen-Kosten-Analyse

Zur Darstellung der Wirtschaftlichkeit der geplanten Software / Software-Architektur muss in diesem Stadium des Projektes eine Nutzen-Kosten-Analyse durchgeführt werden. Die Nutzen sind dabei beispielsweise:

- Optimierung der Prozesse und Einsparung von Zeitressourcen (quantitativer Nutzen)
- Optimierung der Datenerhebung und -pflege, Verhinderung von Doppelerfassungen und damit Einsparung von Zeitressourcen (quantitativer Nutzen)
- Verbesserung der Qualität der Geschäftsprozessergebnisse durch verbesserte Datenlage (qualitativer Nutzen)
- Ermöglichung zusätzlicher Dienstleistungsangebote für den Bürger, die Wirtschaft oder andere Verwaltungen und Verbesserung der Qualität der vorhandenen Dienstleistungen und damit Steigerung der Kundenzufriedenheit (qualitativer Nutzen)
- Besserer Kommunikation zwischen den unterschiedlichen Verwaltungseinheiten (qualitativer Nutzen)

Diese Nutzen müssen soweit möglich monetarisiert und den Kosten gegenüber gestellt werden. Die Kosten umfassen dabei die Kosten für die Herstellung / Anschaffung des Systems sowie den Systembetrieb und die -pflege. Den Kosten für das neue System sind den bisherigen Kosten für die Geschäftsprozesse im Ist-Zustand gegenüberzustellen.

Zentraler Punkt für die (quantitative) Nutzenermittlung ist die Ermittlung von quantitativen Maßzahlen. Eine geeignete Vorgehensweise ist die Analyse der vorhandenen Aufwendungen für die Bearbeitung der Geschäftsprozesse und eine Abschätzung der Einsparungspotenziale durch das Projekt. Über die Anzahl der Vorfälle für jeden Geschäftsprozess kann der Nutzen quantifiziert werden. Dazu ist u. U. eine Erhebung der Prozessaufwände durch Begleitung der Mitarbeiter notwendig.

Kosten- und Nutzenermittlungen können in dieser Phase nur als grobe Schätzung vorgenommen werden. Insbesondere die qualitativen Nutzen wie Qualitätsverbesserung und erhöhte Kundenzufriedenheit sind dabei häufig nicht zu monetarisieren, sind aber häufig ein

wichtiger Auslöser für die Einführung eines solchen Systems, vor allem wenn es sich um eGovernment-Anwendungen und den Kontakt zum Kunden (also den Bürger oder die Wirtschaft) handelt.

7.3.2 Fachliches Konzept (Feinkonzept)

Das fachliche Konzept stellt die Feinplanung des Systems dar. Hier müssen die im folgenden beschriebenen technischen Details geklärt werden. Diese Details dienen bei Ankauf eines kommerziellen Fertigproduktes bzw. bei Ausschreibung einer Entwicklung einer „kundenspezifischen Software“ als Lastenheft für die Ausschreibung. Nur in den seltensten Fällen wird die technische Umsetzung der Software durch Personal der Verwaltung geleistet.

7.3.2.1 Definition des Netzmodells

In der Phase der Feinplanung muss das einzusetzende Netzmodell abschließend definiert werden. Es ist zu überprüfen, wie die vorhandenen Strukturen entsprechend den OKSTRA kommunal Standardisierungen möglichst kosten-effektive weiter genutzt werden können. Aus dem Netzmodell-Baukasten sind diejenigen Elemente zu übernehmen, die für die angestrebten Anwendungen notwendig sind. Für einen Datenaustausch mit den Bundesländern (Konformität mit OKSTRA®) muss auf jeden Fall das Knoten-Kanten-Modell genutzt werden. Für Aufgaben, bei denen ein routingfähiges Netzmodell notwendig ist, wird ebenfalls ein Knoten-Kanten-Modell notwendig werden.

Die Definition des Netzmodells ist unter Berücksichtigung der zu unterstützenden Fachanwendungen und Geschäftsprozesse vorzunehmen. Basierend auf dem Netzmodell sind die Datenmodelle für die Datenbanksysteme zu entwickeln. Bei der Modellierung ist neben den Anforderungen aus den Prozessen und Fachanwendungen zu berücksichtigen, in welcher Qualität die Daten wirtschaftlich erhoben werden können. Dabei ist vor allem zu entscheiden, in welchem Detaillierungsgrad das Netz (Knoten und Kanten und/oder Flächen) aufgenommen werden sollen. Aus diesen Festlegungen resultieren bereits erste Festlegungen für die Erfassungsrichtlinien für Netzdaten.

7.3.2.2 Definition der Fachdatenmodelle

Die für die einzelnen Fachanwendungen und Geschäftsprozesse notwendigen Datenmodelle für Fachdaten müssen entsprechend der OKSTRA kommunal Spezifikation entwickelt werden. Hierbei sind diejenigen Fachdaten zu modellieren, die für die relevanten Fachanwendungen und Geschäftsprozesse notwendig sind. Bei der Modellierung ist neben den Anforderungen aus den Prozessen und Fachanwendungen zu berücksichtigen, in welcher Qualität die Daten wirtschaftlich erhoben werden können. Auch diese Festlegungen haben bereits erste Auswirkungen auf die Definition von Erfassungsrichtlinien.

7.3.2.3 Spezifikation der Funktionalitäten

Die folgenden Funktionalitäten sind zu spezifizieren:

- Spezifikation von Services zum Datenaustausch (z. B. Web Services)
- Spezifikation an Datenhaltungsfunktionalitäten
- Spezifikation von Auskunftsfunktionalitäten
- Spezifikation von Auswerte-/ Berechnungsfunktionalitäten
- Spezifikation von Kartenfunktionalitäten
- Spezifikation von Workflow-Funktionalitäten
- Spezifikation der Bedienoberflächen

Die Spezifikation der Funktionalitäten beinhaltet die Anforderungen an die Software/Softwarearchitektur, die nach der Realisierung getestet werden und erfüllt sein müssen. Sie stellt damit eine Präzisierung der Anforderungen und Ziele aus der Analysephase dar.

7.3.3 Systemtechnisches Konzept

Das systemtechnische Konzept präzisiert die Nutzung von Software- und Hardwarekomponenten.

7.3.3.1 Schnittstellendefinition

Die technische Spezifikation der relevanten Schnittstellen muss erfolgen. Dazu muss der Datenfluss dokumentiert werden. Es muss identifiziert werden, welche Daten von welcher Fachanwendung genutzt bzw. bereitgestellt werden muss, und in welcher Art diese Daten bereitgestellt bzw. übernommen werden müssen. Neben den Datenschnittstellen können auch weitere Schnittstellen für das Projekt relevant sein und müssen spezifiziert werden:

- Kommunikationsschnittstellen zwischen Clients und Server
- Kommunikationsschnittstellen im internen Netzwerk der Behörde
- Schnittstellen zu Datenhaltungssystemen
- Administrationsschnittstellen
- Schnittstellen zu externen Diensteanbietern

7.3.3.2 Datenkatalog und -struktur

Der Datenkatalog wird erstellt. Er dokumentiert alle im Rahmen der Software-Anwendungen genutzten Daten. Diese werden mit Inhalt und Format dokumentiert und zum Zwecke der Eindeutigkeit gegeneinander abgegrenzt.

Falls notwendig wird auch die Datenstruktur, also die Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Datenarten dokumentiert. Diese Datenstruktur dient zur späteren Entwicklung von Datenbanken. Dazu werden die Daten kategorisiert, was z. B. durch die Methode des Entity-Relationship-Model (ERM) erfolgen kann. Hieraus lässt sich dann später auf einfache Art eine Datenbankstruktur ableiten.

7.3.3.3 Hardwareplanung

Die notwendige Hardware-Ausstattung wird definiert. Es ist zu planen, welche zusätzlichen Hardware-Komponenten (PC-Clients, Server, Netzwerkkomponenten) notwendig werden. Dazu ist die Erstellung eines Netzwerkplanes sinnvoll.

7.4 Systemeinführung

Die Phase der Systemeinführung umfasst die Ausschreibung und Vergabe der Leistungen, die Entwicklung / Programmierung der Software durch den Auftragnehmer sowie die Inbetriebnahme der Software beim Auftraggeber inkl. der Durchführung der Tests.

Bei der Entscheidung in welchem Umfang die Ausschreibung stattfinden soll, kann eine erneute Kosten-Nutzen-Betrachtung helfen. Basierend auf den Festlegungen aus dem Grob- und Feinkonzept können die erwarteten Kosten für das Projekt den späteren Nutzen gegenüber gestellt werden. Es ist zu ermitteln, die die vorhandenen am günstigsten eingesetzt werden können.

Bei der Systemeinführung sind die folgenden Verfahrensvarianten möglich, die z. T. verschiedene Vorgehensweisen erfordern:

- Die Realisierung übernimmt der externe Auftragnehmer, der auch die Planung in der Konzeptphase durchgeführt hat. Diese Vorgehensweise führt zu einer Vereinfachung des Verfahrens und das Projekt kann wahrscheinlich effektiver und zügiger abgewickelt werden. Gleichzeitig besteht die Gefahr, dass der Auftragnehmer selbst bestimmt, welche Leistungen er später zu erbringen hat. Basis für die Ausschreibung ist hier ein Pflichtenheft, welches die in der Konzeptphase definierten Anforderungen enthält.
- Die Realisierung übernimmt ein anderer externer Auftragnehmer als der, der die Planung durchgeführt hat. Hier ist mit mehr organisatorischem Aufwand zu rechnen. Der oben genannte Konflikt besteht nicht, es besteht aber das Risiko, dass in der Planungsphase etwas spezifiziert wird, was nur mit sehr viel Aufwand umgesetzt werden kann. Auch hier ist ein Pflichtenheft Basis der Ausschreibung der Leistungen.
- Die Planung wurde von der Verwaltung selbst durchgeführt und die Realisierung wird von einem externen Auftragnehmer durchgeführt. Auch hier muss die Verwaltung auf Basis der Planungsergebnisse in Pflichtenheft als Grundlage für die Ausschreibung für den Auftragnehmer erstellen. In der Regel wird es aber selten vorkommen, dass die Verwaltung die personellen Ressourcen zur Verfügung hat, um die Planungen in Eigenregie durchzuführen.
- Die Planung und die Realisierung wird intern durchgeführt, was aber eher ein sehr seltener Fall sein wird.

7.4.1 Ausschreibung

Basierend auf den Ergebnissen der Konzeptphase werden die Ausschreibungsunterlagen für die Software / Software-Architektur erstellt. Dabei kann unterschieden werden, ob ein Fertigprodukt (mit kundenspezifischen Konfigurationen) oder eine Software-Entwicklung ausgeschrieben wird.

Die Ausschreibung und die Erstellung der Ausschreibungsunterlagen werden entsprechend der rechtlichen Rahmenbedingungen durchgeführt. Grundlage für Ausschreibungen von IT-Projekten der öffentlichen Verwaltung sind die „Besonderen Vertragsbedingungen für die Beschaffung von DV-Leistungen“ (BVB) sowie deren überarbeiteten Version „Ergänzende Vertragsbedingungen für die Beschaffung von IT-Leistungen“ (EVT-IT).

Grundlage für die Ausschreibung ist entweder ein Lastenheft, was einer eher kompakten Leistungsbeschreibung entspricht oder ein Pflichtenheft, welches eine sehr detaillierte Beschreibung der zu erbringenden Leistungen darstellt. Hier werden die detaillierten Ergebnisse des Feinkonzeptes schriftlich fixiert.

Generell sollten die folgenden Inhalte in den Ausschreibungsunterlagen definiert sein:

- Funktionale Anforderungen an das System und die Software
- Anforderungen an die Benutzeroberflächen
- Anforderungen an die Hardware
- Anforderungen an die Hardware/Software-Architektur
- Anforderungen an die Hardware/Software-Schnittstellenarchitektur
- Anforderungen an die Datenbank
- Zeitplan für Projektumsetzung (Termine und Meilensteine)

7.4.2 Vergabe

Die Vergabe wird entsprechend den gesetzlichen Rahmenbedingungen durchgeführt.

7.4.3 Systementwicklung

Der Auftragnehmer entwickelt gemäß der Ausschreibung die gewünschte Software/Softwarearchitektur in enger Abstimmung mit dem Auftraggeber. Bei der Lieferung einer Standard-Software sind die notwendigen Konfigurationen durchzuführen.

Zur Systementwicklung gehört u. U. auch die Anpassung der vorhandenen Software.

Bei der Entwicklung der Software ist wie oben schon angemerkt mit evtl. Änderungsanträgen umzugehen. Änderungswünsche können beispielsweise auf Grund gewünschter Funktionserweiterungen, Anpassungen an neue Randbedingungen oder unvorhergesehene Schwierigkeiten bei der Realisierung der spezifizierten Anforderungen resultieren.

7.4.4 Einführungsplanung/Migrationsplanung

Bei der Einführungsplanung muss u. U. ein stufenweises Vorgehen definiert werden, da die notwendigen Mittel nicht auf einmal bereitgestellt werden können, die notwendigen personellen Ressourcen nicht zur Verfügung stehen oder aber die Rahmenbedingungen für die vollständige Umsetzung der Software noch nicht vorliegen.

Dabei können Prioritäten für die Reihenfolge der Umsetzung und erste Pilotanwendungen mit Beispielcharakter definiert werden. Es werden Teilprojekte definiert (inkl. Ernennung von Teilprojektleitern, falls erforderlich), die nacheinander bearbeitet werden und somit über verschiedene Meilensteine zum Endausbau des Systems führen. Hierbei ist zu beachten, dass durch diese stufenweise Vorgehensweise zusätzlicher Aufwand durch den Parallelbetrieb alter und neuer Anwendungen entsteht. Andererseits hat die stufenweise Einführung den Vorteil, dass die in einem frühen Teilprojekt gemachten Erfahrungen im täglichen Betrieb in späteren Teilprojekten noch berücksichtigt werden können.

Bei der stufenweisen Einführung kann auch eine zeitlich nacheinander vollzogene Integration vorhandener Fachanwendungen und Software-Produkte (soweit dies möglich ist) sowie Datenhaltungen (Migration) geplant werden.

Bei der Einführungsplanung ist auch der Umgang mit Änderungsvorschlägen während der Realisierungsphase zu definieren. Der Umgang mit Änderungswünschen sollte in einem systematischen und standardisierten „Change-Request-Verfahren“ geregelt werden, damit es nicht zu Verzögerungen durch Änderungswünsche kommt. Änderungswünsche sollten immer in Form eines schriftlichen Antrags gestellt werden. In diesem Antrag sind die Änderungswünsche zu beschreiben und zu begründen. Der Antrag ist von den betroffenen Fachverantwortlichen beim Auftraggeber zu prüfen und die Auswirkungen zu beschreiben, so dass die Projektleitung eine Entscheidung treffen kann.

7.4.5 Systemdokumentation und Schulungskonzept

Der Auftragnehmer liefert die Dokumentation der entwickelten Software insbesondere

- das Handbuch für den Anwender
- die technische Systembeschreibung (Verfahrensdokumentation) für den Systemadministrator
- eine Schnittstellenbeschreibung für den Systemadministrator
- den Datenkatalog für den Systemadministrator

Ergänzend zu der Dokumentation des Systems muss ein Schulungskonzept zur Qualifizierung der späteren Nutzer erstellt werden. Dabei ist zu entscheiden, ob die Schulung extern durch die Hersteller des Systems erfolgen soll, oder aber durch Mitarbeiter der Verwaltung, die von den Herstellern intensiv in das System eingeführt worden sind. Die Schulungen soll-

ten jeweils für die Zielgruppen der technischen Administratoren und der Fachanwender aufbereitet werden.

7.4.6 Implementierung /Inbetriebnahme

Die Inbetriebnahme umfasst

- die Installation der Software und der Hardware und
- die Integration in bestehende Systemumgebung

7.4.7 Systemtest/Probetrieb/Abnahme

Nach der Implementierung der Software sind die Systemtests zur Prüfung des fehlerfreien Betriebs durchzuführen. Es ist ein Testplan zu erstellen, der genau die Testszenarien definiert, die zur Prüfung der Erfüllung der Anforderungen genutzt werden sollen.

Anschließend ist ein Probetrieb vorzusehen, bei dem sich die Nutzer mit dem System vertraut machen. Der Probetrieb soll dazu genutzt werden, dass die Nutzer Mängel in der Bedienbarkeit oder technische Fehlfunktionen identifizieren, so dass der Hersteller die Mängel zeitnah beheben kann.

Nach der Durchführung des Probetriebs und der Mängelbeseitigung kann die Entwicklung vom Auftragnehmer abgenommen werden.

7.5 Roll-Out und Systembetrieb

Es müssen Konzepte für den Dauerbetrieb entwickelt und umgesetzt werden. Die Konzeptentwicklung erfolgt dabei sinnvollerweise parallel mit der Konzeptphase in enger Verknüpfung mit der technischen Konzeption. Durch die Verknüpfung wird gewährleistet, dass bei der Entwicklung der Software / Software-Architektur die organisatorischen Aspekte nicht verloren gehen. Technische Fehlentwicklungen können somit frühzeitig vermieden werden. Eine Umsetzung der Konzepte findet dann im Dauerbetrieb statt, wobei dies auch eine kontinuierliche Prüfung für den Anpassungsbedarf in technischer und organisatorischer Sicht einschließt.

Spätestens nach dem die Abnahme des Systems erfolgt ist, sollte das Personal über die Einführung des neuen Systems informiert werden. Dabei kann das System kurz präsentiert und vorgestellt und die aus der Systemeinführung resultierenden Ablaufänderungen nochmals beschrieben werden. Das Personal wird auf die Durchführung der Schulungen hingewiesen.

7.5.1 Nutzereinführung

Die Nutzer sind im Umgang mit der neuen Software / Systemarchitektur zu schulen. Dabei müssen ihnen auch die neu definierten Geschäftsprozesse nahe gebracht werden. Der jeweilige Auftragnehmer muss dazu Schulungsunterlagen für die Nutzer erstellen und Schulungsveranstaltung in Form von Workshops usw. durchführen.

Weiterhin sind die technischen Administratoren mit dem System vertraut zu machen.

7.5.2 Produktdefinition

Für die Weitergabe von Daten (Produkte) muss ein Produktmanagement erstellt werden. Bei den Produkten kann es sich z. B. um einen Aktualisierungsdatensatz oder Digitale Karte für andere Fachsysteme oder um standardisierte Auswertungen von Datenbeständen handeln.

Für das Produktmanagement müssen die folgenden Aspekte behandelt werden:

- Produktdefinition: Das Produkt muss genau beschrieben werden.
- Identifikation von Datenquellen: Die zur Erstellung des Produktes notwendigen Datenquellen und die benötigten Datenschnittstellen müssen identifiziert werden.
- Definition eines Qualitätsmanagements und von Service Levels für die Eingangsdaten: Für die Eingangsdaten müssen Qualitätsstandards definiert werden.
- Spezifikation der Software für Produkterstellung: Falls nicht vorhanden muss die Software zur automatisierten Erstellung des Produktes spezifiziert werden.
- Definition eines Qualitätsmanagements und von Service Levels für das Produkt: Es müssen Qualitätsstandards für das erzeugte Produkt definiert werden.

Produktorganisation: Bei der Produktorganisation müssen die folgenden Punkte berücksichtigt werden:

- Bedienabläufe und Services,
- Aktualisierung,
- Versionsmanagement,
- Zugriff,
- Kunden-Lieferanten Beziehungen,
- Qualitätsmanagement des Portals.

7.5.3 Datenpflegekonzept

Das Datenpflegekonzept umfasst eine organisatorische Systematik für die Erfassung, Verwaltung und Pflege der Netz- und Fachdaten und wird in das Organisationskonzept eingebunden. Die zu berücksichtigenden Datenarten sind aus der Ist- und Anforderungsanalyse bekannt.

Es sind Verfahrensanweisungen/Dienstanweisungen zu erstellen für die Vorgehensweise und die Zuständigkeitsverteilung bei der

- Datenerfassung (Erstellung von Erfassungsrichtlinien)
- Datenprüfung (Definition von Prüfkriterien und Qualitätsanforderungen)
- Datenpflege (Definition von Aktualisierungsmechanismen)

Die erstmalige Datenversorgung wird während der Inbetriebnahme z. B. durch Migration vorhandener Datenbestände durchgeführt. Es muss geregelt werden, auf welche Weise Daten aus Fremdsystemen übernommen werden können.

Es werden Qualitätsanforderungen für die unterschiedlichen Daten und Mechanismen für die Qualitätssicherung definiert.

7.5.4 Betriebskonzept

Mit der Konkretisierung der Software muss auch das am Anfang des Projektes erarbeitete Organisationskonzept detaillierter beschrieben und in ein Betriebskonzept überführt werden. Auch dieser Schritt sollte zumindest parallel zur Systemrealisierung erfolgen.

Das Betriebskonzept fixiert die organisatorischen Anpassungen durch die Systemeinführung und fasst alle Regelungen bezüglich der Aufgaben, Struktur und Verantwortlichkeiten bei den Geschäftsprozessen zusammen.

7.5.5 Qualitätsüberwachung

Während des Dauerbetriebs des Systems sollte eine Qualitätsüberwachung/-prüfung durchgeführt werden. Durch Auswertung automatisch erstellter Protokolle, stichprobenartige Plausibilitätsprüfung der Datenbestände und Befragung der Benutzer können Mängel identifiziert und die Qualität bewertet werden. Die Kriterien für eine Qualitätsanalyse sind:

- Prüfung der inhaltlichen und formalen Korrektheit der Abwicklung der vom System unterstützten Geschäftsprozesse
- Effizienz und Schnelligkeit der Prozessabwicklung
- Benutzerfreundlichkeit und Handhabbarkeit des Systems
- Wirtschaftlichkeit der Prozessbearbeitung und der Systemnutzung
- Fehleranfälligkeit des Systems

Bei Identifikation von Mängeln muss das System oder der Geschäftsprozess angepasst werden.

8 Systemarchitekturen eines kommunalen Datenmanagements

Die für den Umgang mit Straßendaten bestehende Systemarchitektur in einer Kommune bestimmt in großem Maße die Einsatzmöglichkeiten des OKSTRA kommunal. Deshalb sollen in diesem Kapitel verschiedene Systemarchitekturen vorgestellt und die Einsatzmöglichkeiten des OKSTRA kommunal in der jeweiligen Architektur erläutert werden. Zu beachten ist dabei, dass die beschriebenen Systemarchitekturen idealtypischen Charakter haben; in der Realität können in einer Kommune beliebige Mischformen vorliegen.

Folgende System-Architekturen werden in den folgenden Kapiteln betrachtet:

1. das integrale System,
2. unabhängige Einzelsysteme,
3. serviceorientierte Architektur.

Der Fokus dieses Kapitels liegt auf der Architektur und dem Datenzugriff innerhalb einer Kommune. Die im Folgenden gemachten Aussagen gelten sinngemäß aber auch bei einer Kommunikation mit externen Stellen, beispielsweise mit benachbarten Kommunen, Landes- oder Bundesinstitutionen. In der Regel hat man es hier mit der Kommunikation unabhängiger Einzelsysteme zu tun.

8.1 Das integrale System

Bei diesem Modell wird für alle Fachämter einer Kommune ein zentrales GIS-/Datenbanksystem eingesetzt, in dem alle relevanten Daten zur Straßennetzdokumentation vorhanden sind. Die technische Administration erfolgt zentral durch eine Zuständigkeit, die Pflege der Daten wird von den jeweils zuständigen Fachämtern durchgeführt. Von den verschiedenen Arbeitsplätzen in den Fachämtern kann über dafür geeignete Clients auf die zentrale Datenbank zugegriffen werden. Da diese Architektur stark zentralisiert ist, können relativ leicht zentrale Zugriffskontrollmechanismen und ggf. auch Funktionen zum Workflow-Support integriert werden.

Da alle Daten zentral gehalten werden, findet bei diesem Modell keine redundante Datenhaltung statt. Dies hat zur Folge, dass der Fortführungsaufwand vergleichsweise gering ist, da ein Datum ggf. nur einmal (und nicht n-mal in verschiedenen Programmen oder Datenbanken) aktualisiert werden muss. Außerdem ist sichergestellt, dass ein Nutzer stets mit den aktuellsten verfügbaren Daten arbeitet. Inkonsistenzen durch redundante Speicherung von Daten können bei dieser Architektur nicht auftreten. Inkonsistenzen zwischen verschiedenen thematischen Bereichen können zwar entstehen (schon aufgrund der unterschiedlichen Zuständigkeiten für die Datenpflege), können aber aufgrund der integrierten Zugriffsmöglichkeit relativ leicht wieder behoben werden.

In einer solchen Architektur bestehen prinzipiell drei Einsatzmöglichkeiten für den OKSTRA kommunal:

1. Die Datenhaltung kann gemäß den OKSTRA kommunal-Definitionen erfolgen.
2. Der Datentransfer zwischen den einzelnen Systemkomponenten (Datenbank, Clients) kann auf der Grundlage der OKSTRA kommunal-Definitionen erfolgen.
3. Auf der Basis des OKSTRA kommunal kann eine externe Schnittstelle für den Datenaustausch mit Fremdsystemen definiert werden.

Diese Einsatzmöglichkeiten bieten sich jedoch nur dann, wenn das verwendete System dafür offen genug ist bzw. auf der Grundlage des OKSTRA kommunal neu konzipiert wird. Wird dagegen ein proprietäres System eingesetzt, bei dem die Datenhaltung und/oder die Kommunikation auf der Grundlage proprietärer Datenstrukturen durchgeführt werden, kommt als Einsatzmöglichkeit für den OKSTRA kommunal bestenfalls noch der dritte Punkt in Betracht.

Wie die im Rahmen dieses Forschungsprojektes durchgeführten Untersuchungen /44/ zeigen, hat kaum eine Kommune ein integrales System für alle Bereiche der Straßennetzdokumentation tatsächlich im Einsatz. Dies hat sicherlich auch damit zu tun, dass die Etablierung eines integralen Systems nicht nur hohe Investitionen erfordert, sondern wegen der Vielzahl der beteiligten Institutionen und den damit verbundenen unterschiedlichen Anforderungen auch sehr hohe Anforderungen in konzeptioneller und organisatorischer Hinsicht stellt.

Das eine integrale System, welches für jeden erdenklichen Geschäftsprozess im kommunalen Straßen- und Verkehrswesen geeignet ist, wird es in Reinform niemals in einer kommunalen Verwaltung geben. Durch ein solches System würde die Verwaltung sich von einem einzigen Systemhersteller abhängig machen, der für alle Bereich des kommunalen Straßen- und Verkehrswesens software-Lösungen anbieten müsste. Einerseits existiert ein solcher Anbieter von Software nicht und zweitens ist die Abhängigkeit der Verwaltung von einem solchen Anbieter hinsichtlich der Weiterentwicklung der Systeme nicht wünschenswert.

Nichtsdestotrotz gibt es Anbieter von Software-Lösungen, die einen grossteil der Themengebiete der Bestandsdatenverwaltung und anderer Geschäftsprozesse mit einer Lösung und dazugehörigen Fachschalen abdecken. Von solchen wenigen Software-Anwendungen existieren dann einige wenige in einer Verwaltung. Diese bilden unabhängige Einzelsysteme, die im folgenden Kapitel beschrieben werden sollen.

8.2 Unabhängige Einzelsysteme

Bei dieser Architektur existieren in den einzelnen Fachämtern viele verschiedene Einzelsysteme, die dezentral gepflegt und gewartet werden. Die Systeme arbeiten vollständig unabhängig voneinander.

Diese Architektur kommt der organisatorischen Aufteilung in der Verwaltung einer Kommune mit verteilten Zuständigkeiten entgegen: Einzelne Fachämter können unabhängig voneinander agieren und für sich adäquate Lösungen suchen. Der Preis für diese Unabhängigkeit besteht darin, dass häufig parallele Aufwände entstehen, die bei einer stärkeren Vernetzung vermieden werden könnten – ein Argument, das insbesondere in Zeiten knapper Kassen an Bedeutung gewinnt. Die Tatsache, dass aufgrund der Unabhängigkeit der Systeme Daten häufig in redundanter Form gehalten werden, führt nicht nur zu einem insgesamt höheren Fortführungsaufwand; es kann auch zu Inkonsistenzen zwischen den Beständen der einzelnen Fachämter kommen.

Synergien bei der Fortführung von Daten lassen sich in diesem Modell dann erzielen, wenn die Fortführung einer bestimmten Art von Daten organisatorisch an einer Stelle zentralisiert wird. Die aktualisierten Daten können dann durch einen Datenaustausch auf Dateiebene an die einzelnen Systeme verteilt werden. Ferner ist es möglich, Prozessketten aufzubauen, bei denen Daten nacheinander mit verschiedenen Systemen bearbeitet werden. Voraussetzung für ein solches Vorgehen ist – neben den entsprechenden organisatorischen Maßnahmen – das Vorhandensein geeigneter Schnittstellen.

Der OKSTRA kommunal legt – analog zum OKSTRA[®] – durch seine Konzeptmodellierung ein präzises und einheitliches Verständnis der Objekte aus dem kommunalen Straßenwesen fest. Damit ermöglicht er die Definition einer geeigneten, standardisierten Schnittstelle, über die Daten zwischen den einzelnen Systemen ausgetauscht werden können. Die Verwendung einer Schnittstelle auf der Basis der OKSTRA kommunal-Definitionen bietet ähnliche Vorteile wie die OKSTRA[®]-Schnittstelle im Bereich des klassifizierten Straßennetzes, vgl. /43/:

- Optimierter Datenfluss durch Bereitstellung der Daten in einem unmittelbar weiterverarbeitbaren Format; Vermeidung unnötiger Konversionsvorgänge.
- Vermeidung von Medienbrüchen durch Bereitstellung der Daten nach einem einheitlichen logischen Schema so, dass keine Neu- oder Zusatzerfassungen derselben Sachverhalte nötig sind.
- Vielfältige Nutzbarkeit einmal erfasster Informationen durch Harmonisierung bereichsübergreifender Objektdefinitionen.
- Einheitliche Berücksichtigung des geographischen Bezugs von Objekten.
- Interoperabilität zwischen unterschiedlichen IT-Landschaften bei den Kommunen, den Straßenbau- und Verkehrsverwaltungen, Ingenieurbüros sowie der Industrie, so dass die Nutzung der Daten nicht an bestimmte Produkte oder Produktfamilien gebunden ist.

Eine Kommunikation durch Datenaustausch löst aber nicht alle Probleme optimal. Nach /2/ bleiben insbesondere die folgenden Probleme bestehen:

- Mangelnde Aktualität: Die Daten repräsentieren zum Zeitpunkt ihrer Verwendung nicht unbedingt den aktuell bekannten Stand, sondern nur denjenigen, der zum Zeitpunkt der Erstellung des Austauschmediums aktuell war.
- Inkonsistenzen durch redundante Objektrepräsentation: Es kann nicht sichergestellt werden, dass ein und dasselbe Objekt bei allen Nutzern mit identischer Attributierung vorliegt, da mehrere Kopien existieren können, auf denen unterschiedliche, möglicherweise sogar widersprüchliche Bearbeitungsvorgänge abgelaufen sein können.

8.3 Serviceorientierte Architektur

Nach der Definition aus der Internet-Enzyklopädie Wikipedia /45/ ist eine serviceorientierte Architektur „ein Konzept für eine Systemarchitektur, in der Funktionen in Form von wieder verwendbaren, voneinander unabhängigen und lose gekoppelten Services implementiert werden. Services können unabhängig von zugrunde liegenden Implementierungen über Schnittstellen aufgerufen werden, deren Spezifikationen öffentlich und damit vertrauenswürdig sind. Serviceinteraktion findet über eine dafür vorgesehene Kommunikationsinfrastruktur statt. Mit einer serviceorientierten Architektur werden i. d. R. die Gestaltungsziele der Geschäftsprozessorientierung, der Wandlungsfähigkeit (Flexibilität), der Wiederverwendbarkeit und der Unterstützung verteilter Softwaresysteme verbunden.“

Durch den Einsatz einer serviceorientierten Architektur eröffnen sich im Vergleich zu einer konventionellen Architektur, die auf dem Einsatz einzelner, voneinander unabhängiger Anwendungen basiert, neue Möglichkeiten sowohl im Hinblick auf den Aufbau einzelner Anwendungen als auch auf die Art und Weise des Informationsaustausches zwischen ihnen. Dieser Paradigmenwechsel lässt sich nach /43/ durch folgende Schlagworte charakterisieren:

- *Komponenten*: Anwendungen werden nach dem Legoprinzip durch Zusammenschalten von Komponenten realisiert, die jeweils für einen ganz bestimmten, klar umrissenen Aufgabenbereich verantwortlich sind und von vielen unterschiedlichen Anwendungen genutzt werden können.
- *Verteilte Systeme*: Die für eine Anwendung benötigten Komponenten müssen nicht alle auf demselben Computer installiert sein. Komponenten, die auf unterschiedlichen Systemen liegen, kommunizieren miteinander über Netzwerkverbindungen mit Hilfe standardisierter Protokolle, z. B. in Intranets.

- *Internet-Technologie*: Die Benutzer verwenden am Arbeitsplatz zunehmend nicht mehr komplexe aufgabenspezifische Anwendungsprogramme, sondern sie arbeiten mit Informationsseiten innerhalb ihres Internet-Browsers, die über das Netz anwendungsabhängig bereitgestellt werden. Die Anwendungslogik verlagert sich vom Arbeitsplatz weg auf serverbasierte Dienste.
- *Sicherheits-Technologie*: Die Nutzung von Informationssystemen ist auf Grund administrativer, wirtschaftlicher und juristischer Vorgaben auf bestimmte Nutzerkreise, bestimmte Zugriffsarten und bestimmte Informationselemente zu beschränken. Informationen werden verschlüsselt übertragen, der Zugang zu Informationssystemen kann durch PKIs (Public Key Infrastructures) zentral und einheitlich verwaltungsübergreifend geregelt werden. Damit wird die kombinierte Nutzung von Informationsdiensten verschiedener öffentlicher und privatwirtschaftlicher Betreiber möglich.

Innerhalb einer serviceorientierten Architektur können verschiedene Arten von Services existieren. Im Kontext einer kommunalen Straßennetzdokumentation sind u.a. Informationsservices und Workflow-Support-Services von Bedeutung.

Aufgabe eines Informationsservices ist es, Informationen bereitzustellen. Unter diese Kategorie fallen sowohl Endbenutzer-Services, die Informationen für einen menschlichen Betrachter bereitstellen (mit einer geeigneten Oberfläche, Visualisierungsmöglichkeiten, Filterungs- und Abfragemöglichkeiten etc.) als auch Services, die Informationen für eine weitere technische Verarbeitung liefern. Im Bereich raumbezogener Informationen kommen dafür beispielsweise Web-Map-Services (WMS) /46/ und Web-Feature-Services (WFS) /47/ nach OGC-Spezifikation in Betracht. Ein WMS liefert auf Anforderung Kartendarstellungen, ein WFS Vektordaten. In der vollen Ausbaustufe als *Transaction WFS* können mit einem WFS auch Änderungen an der verwendeten Datenbasis durchgeführt werden; damit wird freilich der Bereich eines reinen Informationsservices verlassen.

Informationsservices können sowohl intern (d. h. nur für Nutzer innerhalb der Verwaltung einer Kommune) als auch extern (d. h. für alle interessierten Bürger) betrieben werden. Ein Informationsservice kann die Informationen, die er bereitstellt, sowohl aus einer einzigen Datenquelle (z. B. einer Datenbank) als auch aus mehreren Datenquellen (Datenbanken bzw. anderen Informationsservices) beziehen. Insofern kann mit der Einrichtung einer serviceorientierten Architektur eine Strukturierung der verfügbaren Daten vorgenommen werden, die unabhängig von der tatsächlichen physikalischen Speicherung der Daten ist.

Ein Workflow-Support-Service dient zur Unterstützung bestimmter Prozessvorgänge. Dies ist vor allem dann interessant, wenn mehrere Stellen an einem Prozess beteiligt sind, deren Tätigkeit innerhalb des Prozesses koordiniert werden muss. Um diese Aufgabe erfüllen zu können, verwenden Workflow-Support-Services häufig Informationsservices als Datenquelle.

Die wichtigsten Vorteile von serviceorientierten Architekturen sind, vgl. /43/:

- **Wirtschaftlichkeit**: Die Gesamtkosten für Aufbau und Unterhalt eines Informationssystems, können durch Nutzung vielfältiger, dezentraler Services, von denen jeder nur die Daten und Programme pflegen muss, für die er selbst zuständig und verantwortlich ist, deutlich gesenkt werden.³⁷
- **Aktualität**: Jedes reale Objekt des bestehenden und geplanten Straßennetzes wird bei der dafür verantwortlichen Stelle eindeutig und vollständig repräsentiert und in seinem aktuell gültigen Zustand zur Verfügung gestellt. Aktualitäts- und Inkonsistenzprobleme

³⁷ So müssen z. B. Katasterdaten bei Fortschreibungen nicht mehr durch die nutzende Stelle nachgepflegt werden, wenn sie jederzeit aktuell bei der Katasterverwaltung online abrufbar sind. Damit kann auch das aufwändige und fehleranfällige Verfahren zur Aktualisierung von Sekundärdatenbeständen entfallen, das in Abschnitt 6.4 beschrieben wird.

durch unkoordinierte Pflege verschiedener Kopien einer Objektrepräsentation entfallen. Änderungsvorgänge an einem Objekt können automatisch an alle Anwendungen gemeldet werden, die das Objekt verwenden.

- Sicherheit: Die Daten eines Objektes können leicht vor unkontrolliertem und unberechtigtem Zugriff geschützt werden, da alle Zugriffe sich in Form von Operationen abspielen, die Zugriffsberechtigungen prüfen können. Die Operationen sorgen für Konsistenz (Verträglichkeit von Informationen zu verschiedenen Themen) und Konformität (Erzeugung und Weitergabe von Informationen nach den für sie verbindlichen Vorschriften).

Durch den Aufbau einer serviceorientierten Architektur ist es darüber hinaus möglich, verschiedene Fachinformationssysteme (FIS) nach und nach zu integrieren und damit immer mehr die Vorteile eines integralen Systems auszuschöpfen, ohne dass ein solches System in einem Schritt konzipiert werden muss. Die vielseitige Verwendbarkeit der einzelnen Komponenten und Dienste führt zu einer großen Flexibilität bei der Planung weiterer Integrations-schritte.

Ein reibungsloses Zusammenspiel zwischen den einzelnen Anwendungen, Komponenten und Services einer serviceorientierten Architektur kann allerdings nur auf der Grundlage standardisierter Spezifikationen erfolgen: Komponenten und Services müssen bestimmten Standards genügen, um möglichst vielseitig verwendbar zu sein. Dies gilt auch für die Spezifikation der Daten, die in der Architektur durch dezentrale Services für verschiedene Anwendungen zur Verfügung gestellt werden. Für den Bereich der kommunalen Straßennetzdokumentation leistet der OKSTRA kommunal eine entsprechende Standardisierung hinsichtlich der Semantik und Strukturierung der Daten. Er kann daher als ein wesentlicher Grundbaustein für den Aufbau einer serviceorientierten Architektur in einer Kommune angesehen werden.

9 Anwendungsszenarien

Im Folgenden werden einige Anwendungsszenarien beschrieben, die verdeutlichen sollen, welche Anwendungen auf der Basis OKSTRA kommunal-konformer Daten betrieben werden können.

Aufgrund der unterschiedlichen Gegebenheiten in den verschiedenen Kommunen haben diese Szenarien nur Beispielcharakter. Letztlich kann nur von jeder Kommune selbst entschieden werden, welche Anwendungen für sie sinnvoll sind.

Der Fokus dieses Kapitels liegt auf der Thematik der einzelnen Anwendungen und den jeweils geeigneten Datenquellen, weniger auf der technischen Umsetzung. Grundsätzlich kann jedoch festgestellt werden, dass die meisten der folgenden Szenarien nicht mit einer bestimmten System-Architektur verbunden sind. Sie können daher grundsätzlich mit allen in Kapitel 8 beschriebenen System-Architekturen realisiert werden (mit den dort jeweils beschriebenen Vor- und Nachteilen). Einige Szenarien erfordern jedoch die Vernetzung verschiedener Partner/Institutionen, so dass hier eine Integration der beteiligten Anwendungen (z. B. im Rahmen einer serviceorientierten Architektur) sinnvoll oder sogar erforderlich sein kann. Dies gilt vor allem für die Workflow-Support-Services aus Kapitel 9.4.

Die Angaben zu den Dateninhalten bei der Beschreibung der einzelnen Dienste beziehen sich auf die im Anhang beschriebenen Datenkategorien.

Anwendungen unter Nutzung von OKSTRA kommunal können generell in die folgenden Kategorien unterteilt werden:

1. **Zentrale Netzdokumentation:** Diese zentrale Anwendung stellt das Netzmodell als Knoten-Kanten-Modell oder als Flächenmodell oder integriert beide Teilmodelle für andere Anwendungen zur Verfügung. Gleichzeitig dient es auch als Informationssystem für Netzdaten. Häufig werden in der Straßendatenbank auch direkt Bestandsdaten verwaltet. Im Rahmen dieses Dokumentes sollen aber die System zur Bestandsdatenverwaltung getrennt betrachtet werden.
2. **Interne Informationssystem:** Diese Anwendungen dienen zur internen (innerhalb der kommunalen Verwaltung) Verwaltung von Bestandsdaten zum Straßennetz und zur weiteren Infrastruktur im Straßenverkehrswesen. Die jeweils zuständige Abteilung pflegt mit dieser Anwendung den Datenbestand und stellt die Daten Anwendungen zur Nutzung bereit. Für andere Zuständigkeiten (als die für die jeweiligen Daten verantwortliche) kann ein read-only Auskunftssystem angeboten werden.
3. **Externe Informationssystem:** Daten, die auch für externe Nutzer von Interesse sind, können aus den internen Systemen auch für dritte veröffentlicht werden. Dabei besteht aber immer nur ein read-only Zugang.
4. **Workflow-unterstützende System:** Diese Systeme nutzen verschiedene Datenbestände um einen Geschäftsprozess zu unterstützen, in den verschiedene Zuständigkeiten involviert sind. Dabei kann es sich um interne Prozesse (z. B. Abstimmungs- und Koordinierungsprozesse) handeln, an denen unterschiedliche Abteilungen teilhaben, oder aber um Prozesse unter Beteiligung Externer (z. B. Unternehmen oder Bürger) wie beispielsweise Genehmigungs- und Antragsverfahren. Diese Anwendungen können unter dem Stichwort eGovernment beispielsweise über das Internet abgewickelt werden.

9.1 Zentrale Netzdokumentation

Beschreibung: Dieser Anwendung stellt die Straßennetzdaten gemäß dem OKSTRA kommunal-Ordnungssystem bereit. Die enthaltenen Daten sind die Grundlage für alle weiteren Anwendungen, die in diesem Kapitel beschrieben werden. In einer service-orientierten Architektur könnte daher ein Straßennetz-Service eingerichtet werden, der als Datenquelle für alle weiteren Anwendungen bzw. Services dient. Neben den reinen Netzdaten (Knoten-Kanten-Modell und Flächenmodell) können u. U. auch zentrale Bestandsdaten³⁸ zur Straßeninfrastruktur in dieser Anwendung enthalten sein. Weitere Daten sollten auf andere Anwendungen verlagert werden, die aber alle die zentrale Netzbeschreibung nutzen.

In einer Endbenutzer-Anwendung sollten Eingabedialoge und Reports für Abfragen und Auswertungen zum Straßennetz angeboten werden. Weiterhin sollte die Anwendung allgemeine Statistikfunktionen enthalten: Es sollten Auswertungen und Filterungen über den gesamten Datenbestand sowie die allgemeinen GIS-Funktionen (Flächenverschneidung, Abstands-, Längen- und Flächenmessung usw.) möglich sein. Außerdem könnten folgende Funktionen integriert werden:

- **Definition von Teilnetzen:** Durch die Vergabe von Attributen für die Netzelemente können Teilnetze gebildet werden. Denkbar ist beispielsweise die Definition des Vorbehaltsnetzes und von Positiv-/Negativnetzen für den Güterverkehr bzw. Schwerlast- oder Gefahrguttransporte. Weiterhin ist es denkbar, Prioritätensetze für den Winterdienst zu definieren. Auch weitere „Spezial“-Netze wie Schulwegnetze usw. sind möglich.
- **Routing-Funktionen:** Auf dem Knoten-Kanten-Modell des OKSTRA kommunal ist bereits ein allgemeines Routing möglich. Durch die Integration von weiteren Bestandsdaten können auch speziellere Routing-Aufgaben durchgeführt werden, z. B. ein Gefahrgut/Güterverkehrs-Routing unter Berücksichtigung der definierten Teilnetze und der integrierten Verkehrsbeschränkungen (Bestandsdaten). Ferner können Routing-Varianten für den Straßenbetriebsdienst (Winterdienst und Straßenreinigung) angeboten werden.

Beim Vorhaltung eines Flächenmodells und Integration grundlegender können weitere Funktionalitäten bezüglich des „Flächenmanagements“ umgesetzt werden (z. B. die Ermittlung der versiegelten Fläche für die Bestimmung der zu zahlenden Abwassergebühren).

Zuständigkeiten: Zur Erstellung einer zentralen Straßennetzdokumentation sollte eine ämterübergreifende Arbeitsgruppe aus Vertretern des Vermessungswesens, der Verkehrsplanung, der Verkehrsbehörde und des Tiefbaus (Straßenbau und -betrieb) gebildet werden.

Die Pflege der Netzdokumentation sollte im Bereich der Vermessung liegen. Das Straßenverzeichnis und die Netzdokumentation sollten jederzeit aktuell gehalten, d. h. bei Änderungen Ereignis-orientiert aktualisiert werden. Die eventuell enthaltenen Bestandsdaten sollten von den jeweiligen Fachämtern gepflegt werden. Eine Aktualisierung kann auch hier Ereignis-orientiert bei Änderungen oder aber zyklisch in regelmäßigen Abständen (z B. halbjährlich oder jährlich) erfolgen.

Datengrundlage sind Netzdaten für das Straßennetz (aus den verschiedenen Quellen) sowie Daten des Straßenverzeichnisses (offizielle Straßennamen und Straßenschlüssel). Die Grundlagendaten können aus vorhandenen Datenbeständen der Vermessung bzw. der an-

³⁸ Die Grenze zwischen den Netzdaten und den Bestandsdaten ist eigentlich durch die Spezifikation des Ordnungssystems definiert. Trotzdem ist es unter Umständen sinnvoll, dass zentrale Bestandsdaten zusammen mit den zentralen Netzdaten abgelegt und verwaltet werden. Hierbei sind die Zuständigkeitsverteilungen zu berücksichtigen.

deren Ämter migriert oder aus vorhandenen Dokumenten und vor-Ort-Erfassungen integriert werden.

Werden die Querschnittselemente (bzw. die Verkehrsnutzungen) in das Straßennetz integriert, sind zusätzlich aus dem Bereich der Bestandsdaten noch die Querschnittsdaten notwendig.

Bei Aktualisierung der zentralen Straßennetzdokumentation müssen alle Nutzer informiert werden. Die Aktualisierungsdaten können dann automatisiert oder on-request bereitgestellt werden. In einer service-orientierten Architektur könnten die aktuellen Daten direkt über den Straßennetz-Service zur Verfügung gestellt werden.

9.2 Interne Informationssysteme

9.2.1 Zustandskataster

Beschreibung: Unter Zustandskataster wird in diesem Zusammenhang die Verwaltung und Bewertung des Straßenzustands sowie die monetäre Bewertung der Straßeninfrastruktur z. B. vor dem Hintergrund von NKF verstanden. Auf das OKSTRA kommunal-Flächenmodell aus der zentralen Netzdokumentation werden die Daten der Zustandserfassung referenziert. Alternativ kann ohne Flächenmodell eine Referenzierung von Zustandswerten auf das Knoten-Kanten-Modell erfolgen, wobei dann zumindest grundlegende Informationen zu den entsprechenden Flächen (Größe über mittlere Breite und Länge, Angaben zur Lage etc.) vorgehalten werden müssen.

Die Anwendung bietet die für die Zustandsverwaltung und -bewertung notwendigen Funktionen:

- Bestandsdatenverwaltung (Aufbaudaten, Alter und andere Attribute, die für Zustandsbewertung notwendig sind)
- Zustandsbewertung (Verwaltung der Zustandsdaten aus der Zustandserfassung)
- Prognose der Zustandsentwicklung
- Wertermittlung für NKF

Zuständigkeiten: Das Zustandskataster wird im Bereich des Tiefbaus verwaltet.

Datengrundlage: sind die Netzdaten aus der zentralen Netzdokumentation.. Als Bestandsdaten werden die Zustandsdaten aus einer Zustandserfassung sowie falls in der zentralen Netzdokumentation nicht enthalten, Bestandsdaten zum Straßenaufbau, Straßenoberfläche usw. ergänzt. Die Ergebnisse der Wertermittlung der Straßeninfrastruktur sind als Eingangsdaten für die Bilanz im Rahmen des NKF bereit zu stellen.

9.2.2 Erhaltungsmanagement

Beschreibung: Diese Anwendung behandelt Aufgaben im Rahmen des Erhaltungsmanagements (Pavement-Management-System). Es handelt sich um eine das Zustandskataster ergänzende Komponente. Die Anwendung bietet die für das Erhaltungsmanagement notwendigen Funktionen:

- Abschätzung des Erhaltungsbedarfs auf Basis der Zustandsbewertung
- Ermittlung der Erhaltungsflächen
- Abschätzung der Erhaltungskosten
- Bedarfsplanung
- Bewertung und Optimierung von Erhaltungsstrategien

- Dringlichkeitsreihung

Zuständigkeiten: Die Zuständigkeit für diese Anwendung liegt beim Bereich Tiefbau.

Datengrundlage sind die Netzdaten aus der zentralen Netzdokumentation sowie die Bestandsdaten aus dem Zustandskataster. Als Ergebnis des Erhaltungsmanagements werden Maßnahmendaten und Kostendaten generiert, die Eingangsdaten für ein Maßnahmen-/Projektmanagement sind.

9.2.3 Beschilderungs-Kataster

Beschreibung: Das Beschilderungs-Kataster enthält auf Basis der Netzdokumentation alle Daten zum Bestand und Zustand der wegweisenden und der StVO-Beschilderung. Weiterhin können Informationen zu den verkehrsrechtlichen Anordnungen integriert werden (inklusive Dokumentenverwaltung).

Neben der allgemeinen Bestandsverwaltung könnte eine Anwendung zum Beschilderungs-Kataster die folgenden Funktionen bieten:

- Kontinuitätsprüfung der Wegweisung (Erzeugung und Prüfung von Zielspinnen),
- Prüfung und Darstellung von Gültigkeitsbereichen von Verkehrsbeschränkungen und Verkehrsregelungen und Plausibilitätsprüfung für die StVO-Beschilderung,
- Zustandsverwaltung der Beschilderung.

Es sollten Auswertungen und Filterungen über den gesamten Datenbestand sowie die allgemeinen GIS-Funktionen (Flächenverschneidung, Abstands-, Längen- und Flächenmessung usw.) möglich sein.

Die Daten zur StVO-Beschilderung kann als Input für Routingdienste dienen. Vor allem für Spezial-Routings wie Güterverkehrsrouting unter Berücksichtigung der Daten des Fahrzeugs (max. Gewicht, max. Höhe usw.) sind die Daten zur StVO-Beschilderung und deren Gültigkeitsbereiche notwendig³⁹. Die Daten zu den Bereichen mit Verkehrsbeschränkungen sind ein wichtiger Input auch für das Unfall-Kataster.

Zuständigkeiten: Stellen mit Berührungspunkten zum Beschilderungs-Kataster sind die Verkehrsplanung (zuständig für die Planung von Beschilderung und Verkehrsbeschränkungen), die Verkehrsbehörde (Erstellung der verkehrsrechtlichen Anordnung) und der Tiefbau (Errichtung der Beschilderung, Erfassung von Zustandsinformationen). Da der Tiefbau die Rolle des Datenlieferanten bezüglich des tatsächlichen Bestandes einnimmt (Verkehrsplanung und Verkehrsbehörde sind eher als Daten-Nutzer zu betrachten, die auf der Basis des Bestandes weitere Planungen/Genehmigungen durchführen), sollte er bevorzugt die Zuständigkeit für das Beschilderungs-Kataster übernehmen.

Denkbar ist auch ein integriertes System, in dem neben dem tatsächlichen Bestand auch Planungen und Genehmigungen eingetragen werden. Damit wäre die Grundlage geschaffen für einen Workflow-Support-Service zur Unterstützung des Prozesses der Aufstellung von Schildern - von der Beschilderungsplanung über die Erteilung verkehrsrechtlicher Anordnungen bis hin zur tatsächlichen Aufstellung-, der die Tätigkeiten der einzelnen Fachämter koordiniert.

Datengrundlage sind die Netzdaten aus dem Straßen-Kataster (Flächenmodell und/oder Knoten-Kanten-Modell). Bei der Prüfung der Zielspinnen zur Wegweisung sind neben dem

³⁹ Alternativ können auch die Informationen aus den verkehrsrechtlichen Anordnungen genutzt werden, in denen die Gültigkeitsbereiche von Verkehrsbeschränkungen ebenfalls dokumentiert sind. Eine Erfassung der Beschilderung inkl. der Daten der dazugehörigen verkehrsrechtlichen Anordnung ist vor dem Hintergrund der Zustandserfassung und der Berücksichtigung der Beschilderung bei der NKF-Bewertung durchaus von sinnvoll.

Knoten-Kanten-Modell zusätzlich Daten über verbotene Verkehrsbeziehungen erforderlich. Als Bestandsdaten werden aus den Datenquellen der Fachämter die Daten zur Wegweisen- und StVO-Beschilderung integriert. Datenquellen können IT-Anwendungen, Planungsunterlagen (Beschilderungspläne), die verkehrsrechtlichen Anordnungen oder Erfassungen vor Ort sein.

9.2.4 Unfall-Kataster/elektronische Unfallsteckkarte

Beschreibung: Das Unfall-Kataster referenziert die Unfalldaten auf das Straßennetz. Grundlage für das Unfall-Kataster können die Unfallberichte der Polizei sein, so dass für jeden Unfall detaillierte Daten zur Verfügung gestellt werden können. Weiterhin werden aus den Unfalldaten die 1-Jahr- und 3-Jahres-Unfallsteckkarte erzeugt, so dass Unfallhäufungspunkte und Unfallhäufungsstrecken ermittelt werden können.

Eine Anwendung zum Unfall-Kataster sollte die folgenden Funktionalitäten zur Unfallanalyse und Unterstützung der Verkehrssicherheit anbieten:

- Erzeugung der 1-Jahr- und 3-Jahres-Karte aus den Unfalldaten und Identifikation von Unfallhäufungspunkten und Unfallhäufungsstrecken
- Ermittlung von Unfallkenngrößen
- Abgleich von Unfalldaten mit Trassierungsdaten
- Abgleich von Unfalldaten mit den Daten zur StVO-Beschilderung
- Abgleich von Unfalldaten mit Verkehrsdaten

Es sollen Auswertungen und Filterungen über den gesamten Datenbestand sowie die allgemeinen GIS-Funktionen (Flächenverschneidung, Abstands- und Flächenmessung usw.) möglich sein.

Zuständigkeiten: Die Unfalldaten werden in den meisten Kommunen von der Polizei geführt. Sehr häufig werden Unfalldaten in der Verkehrsplanung oder zur umgehenden Behebung von Unfallschwerpunkten im Bereich Tiefbau genutzt. Weitere in diesem Zusammenhang wichtige Daten wie die Verkehrsdaten und die Beschilderungsdaten kommen ebenfalls aus dem Bereich der Verkehrsplanung, so dass hier die Zuständigkeit für das Unfall-Kataster angesiedelt werden sollte. Die Verkehrsplanung sollte die Unfalldaten, die von der Polizei zur Verfügung gestellt werden, in ihre Anwendung einpflegen.

Datengrundlage sind die Netzdaten der zentralen Netzdokumentation. Die Unfalldaten werden von der Polizei übernommen und von der für die Anwendung zuständigen Stelle eingepflegt. Weiterhin sind die Entwurfsdaten (soweit für die Unfallanalyse von Relevanz), die Verkehrsdaten und die Beschilderungsdaten für diese Anwendung von Bedeutung. Die Daten werden von den jeweils zuständigen Stellen (in einer serviceorientierten Architektur ggf. aus entsprechenden Services) übernommen.

9.2.5 Verkehrsdaten-Kataster

Beschreibung: Im Verkehrsdaten-Kataster werden alle in der Kommune vorhandenen Verkehrsdaten verwaltet. Es existieren zwei Sichten auf das Verkehrsdaten-Kataster. Die erste Sicht enthält Informationen über alle verfügbaren Datenquellen, ohne die Verkehrsdaten direkt darzustellen. Die zweite Sicht bietet einen direkten Zugriff auf die Verkehrsdaten an.

Als Datenquellen können einerseits Bestandsdaten für Infrastrukturobjekte zur Verkehrsdatenerfassung (z. B. Messschleifen oder Infrarot-Detektoren) sowie die Ergebnisse der kontinuierlichen Verkehrserfassung und Daten aus temporären Verkehrserhebungen (z. B. Zählungen und Messungen), andererseits Daten aus Verkehrsmodellierungen und Verkehrssimulationen dienen. Somit können für unterschiedliche Gültigkeitsbereiche und Zeiträume parallel unterschiedliche Verkehrsdaten zu einem Netzelement existieren (z. B. Daten aus

einer permanenten Schleife und aus einer temporären Zählung parallel zu Daten aus dem Verkehrsmodell für ein und denselben Abschnitt). Falls die Daten nicht in das Verkehrsdaten-Kataster integriert werden können oder sollen, wird eine Referenz zur Bezugsquelle (z. B. Dateiname oder Ansprechpartner) angeboten.

Weiterhin können bestimmte (vor allem aggregierte) Verkehrsdaten wie der DTV oder Referenzganglinien direkt auf ein Netzelement referenziert werden.

Es sollen Auswertungen und Filterungen über den gesamten Datenbestand möglich sein.

Zuständigkeit: Für die Erhebung und Verwaltung von Verkehrsdaten ist meistens der Bereich Verkehrsplanung zuständig. Teilweise werden Verkehrsmodelle auch im Bereich Stadtplanung betrieben. Die Zuständigkeit für das Verkehrsdaten-Kataster sollte die der Verkehrsplanung liegen. Evtl. Daten aus der Modellierung sollten von der Stadtplanung beige-stellt werden.

Datengrundlage sind die Netzdaten aus der zentralen Netzdokumentation. Die Informationen zu den Verkehrsdatenquellen sowie die Verkehrsdaten müssen auf das Netz referenziert werden. Die Daten sind von den jeweils zuständigen Stellen (Verkehrsplanung, Stadtplanung) zu pflegen.

Die Verkehrsdaten sind beispielsweise Input-Daten für das Unfall-Kataster, z. B. zur Berechnung der Unfallkenngrößen.

Eine Aktualisierung der Verkehrsdaten sollte für die Bereitstellung von Daten aus temporären und lokalen Erhebungen, Zählungen und Messungen ereignis-orientiert durchgeführt werden, damit diese Daten schnellstmöglich anderen Nutzern zugänglich gemacht werden können und so Doppelerhebungen vermieden werden können. Daten aus Prozessen, die nur zentral durchgeführt werden (z. B. aus der Verkehrsmodellierung) und aus der kontinuierlichen Verkehrserfassung können auch zyklisch (z. B. jährlich) aktualisiert werden. Es sollten nur aggregierte Daten verwaltet werden, eine Veröffentlichung von Rohdaten ist nicht sinnvoll.

9.2.6 Bauwerk-Kataster

Beschreibung: Das Bauwerk-Kataster enthält die Bestandsdaten zu allen Bauwerken. Weiterhin werden die Termine und Ergebnisse der Bauwerksprüfung verwaltet. Es sollen Auswertungen und Filterungen über den gesamten Datenbestand möglich sein.

Zuständigkeit: Die Zuständigkeit liegt beim Tiefbau oder der für die Bauwerksbetreuung zuständigen Abteilung.

Datengrundlage sind die Netzdaten aus dem Straßen-Kataster. Die Bauwerksdaten werden aus bestehenden Systemen übernommen oder aber von der zuständigen Abteilung aus den vorhandenen Datenquellen integriert. Die Daten zu den Prüfungen werden aus den Prüfprotokollen entnommen. Die Bestandsdaten sollten bei Änderung ereignis-orientiert aktualisiert werden. Ebenso sollten die Daten aus den Bauwerksprüfungen zeitnah in das System integriert werden.

Die Bauwerksdaten sind u. a. Grundlage für das Gefahrgut- und Schwerlast-Routing.

9.2.7 Telematik-Karte

Beschreibung: Zur Unterstützung von verkehrstechnischen Prozessen aus dem Bereich des Verkehrsmanagements kann eine Telematik-Karte erstellt werden, die alle für die Verkehrsbeeinflussung und das Verkehrsmanagement relevanten Daten enthält. Basierend auf dieser Karte können beispielsweise Alternativrouten für eine Wechselwegweisung definiert und bewertet werden. Weiterhin kann diese Karte die Grundlage für verkehrstechnische Ana-

lysen wie die Verkehrssimulation und -modellierung sein. Die folgenden Funktionen sind denkbar:

- Bestandsdatenverwaltung für verkehrstechnische Einrichtungen,
- Routing-Service zur Ermittlung von Alternativrouten und Umleitungsstrecken,
- Export von Netzdaten für Verkehrsmodellierung und Verkehrssimulation,
- Verwendung als Grundlage für das Verkehrsmanagement.

Zuständigkeiten: Die Zuständigkeit für diese Anwendung liegt bei der Abteilung, die die Verkehrstechnik betreut bzw. bei der kommunalen Verkehrsmanagementzentrale (wenn eine vorhanden ist).

Datengrundlage sind die Netzdaten aus der zentralen Netzdokumentation. Auf dieses Netz werden alle Bestandsdaten und dynamischen Daten referenziert. Vor allem die Bestandsdaten für die verkehrstechnische Infrastruktur, Verkehrsdaten und Ereignis- und Maßnahmen-daten sind für das Verkehrsmanagement relevant. Die Netzdaten müssen routingfähig sein.

9.3 Externe Informationsdienste

Aufbauend auf den intern in einer Kommune vorhandenen Daten können auch Informationen für die Öffentlichkeit angeboten werden. Dies kann z. B. über das Internet geschehen, wobei die intern verfügbaren Daten ggf. gefiltert werden können. Beispiele für solche externen Informationsservices sind:

- **Parkinformations-Service:** Basierend auf den Bestandsdaten für den ruhenden Verkehr können statische Informationen über die Verfügbarkeit von Parkständen im Stadtgebiet bereitgestellt werden. Durch eine Verknüpfung mit dem Parkleitsystem oder einer Betriebszentrale für vernetzte Parkscheinautomaten können auch dynamische Informationen angeboten werden.
- **Baustelleninformations-Service:** Basierend auf dem Maßnahmen-Kataster (s. u.) können Ereignisse im Straßenraum bereitgestellt werden.
- **Verkehrsstatistik-Service:** Basierend auf dem Verkehrsdaten-Kataster können allgemeine Informationen wie DTV-Daten oder Geschwindigkeitsganglinien veröffentlicht werden.
- **Unfallstatistik-Service:** Basierende auf dem Unfall-Kataster kann die Öffentlichkeit über die Unfallsituation informiert werden.

Die externen Informationsdienste sollten automatisch aus den internen Anwendungen durch Filterung der Informationsinhalte für die Öffentlichkeit erzeugt werden.

9.4 Workflow-Support-Services

Die Aufgabe der im folgenden beschriebenen Workflow-Support-Services besteht - neben der Verfügbarmachung von Informationen - in der Unterstützung von Geschäftsprozessen und der Kommunikation zwischen den beteiligten Partnern. Dabei können sowohl interne als auch externe Workflows (mit Partnern außerhalb der eigenen Institution) unterstützt werden, im Fall externer Workflows beispielsweise über das Internet. Die Workflow-Support-Services beinhalten meistens auch immer einen internen Informationsservice, um den herum die Workflow-Komponente aufgebaut wird. Analog besitzen eGovernment-Anwendungen meistens eine Komponente für externe Informationsservices.

9.4.1 Auftragsmanagement Straßenbegeher

Das Auftragsmanagement für die Straßenbegeher stellt nicht nur ein digitales Protokoll zur Verwaltung aller durch die Straßenbegeher aufgenommenen Schäden dar, sondern generiert gleichzeitig Aufträge für die Straßenerhaltung, damit die Schäden zeitnah behoben werden können. Die Straßenerhaltung kann ihrerseits die Erledigung der Aufträge dokumentieren. Das System unterstützt die Verfolgung von Aufträgen, so dass beim Fehlen einer Nachricht über die Behebung des Schadens automatisch eine Wiedervorlage erfolgt.

9.4.2 Maßnahmen-Kataster und -koordinierung sowie Projektmanagement

Die Maßnahmenkoordinierung richtet den Fokus auf die zeitliche und räumliche Koordination von Baumaßnahmen. Ziele sind die verkehrliche Bewertung von Maßnahmen, die Planung und Bewertung von Ausführungsszenarien und die Planung von begleitenden Maßnahmen (z. B. Verkehrsmanagement mit LSA-Schaltung oder Umleitungsempfehlungen). Die Maßnahmenkoordination stellt damit einen Teilaspekt des Projektmanagements dar, wobei hier nur die verkehrlichen Aspekte der Maßnahme betrachtet werden.

Beschreibung: Das Maßnahmen-Kataster stellt eine Verallgemeinerung des Aufbruch-Katasters dar. Das Maßnahmen-Kataster dient als Informationsgrundlage für die zeitliche und räumliche Koordination von verwaltungsinternen und externen Maßnahmen wie Planungen, Umbau-, Neubau- und Erhaltungsmaßnahmen. Aufbrüche sind entsprechend auch Bestandteil des Maßnahmen-Katasters. Auch allgemeine Veranstaltungen, die nicht direkt den Straßenraum betreffen, aber z. B. zu einer gesteigerten Verkehrsnachfrage führen, sollten integriert werden (Ereigniskalender/Veranstaltungskalender). Das Maßnahmen-Kataster dient zur frühzeitigen und langfristigen Planung und Koordinierung von Maßnahmen der Kommune bzw. von externen Maßnahmenträgern.

Eine Anwendung für das Maßnahmen-Kataster sollte allgemeine Statistikfunktionen sowie zeitliche und räumliche Auswertungen/Filterungen über den gesamten Datenbestand ermöglichen.

Zuständigkeiten: Die Zuständigkeiten für diese Anwendung sind verteilt. Jeder Fachbereich pflegt die von im projektierten Maßnahmen.

Datengrundlage sind die Netzdaten aus der zentralen Netzdokumentation. Auf dieses Netz werden die Maßnahmendaten von den unterschiedlichen Zuständigkeiten referenziert. Aus dem Bereich der Verkehrsplanung können Planungsverfahren eingebracht werden, so dass frühzeitig Informationen zu Neubau-, Umbau- und Umgestaltungsmaßnahmen sowie die Umsetzung von Verkehrskonzepten vorliegen. Aus dem Bereich des Tiefbaus können die Maßnahmen aus dem Unterhaltungsprogramm integriert werden. Weiterhin können externe Maßnahmen wie Aufbrüche von Versorgern oder andere Baumaßnahmen mit verkehrlicher Relevanz (z. B. die Neuerrichtung einer privaten Parkgarage) integriert werden. Diese Daten müssten nachrichtlich von den externen Bauträgern übernommen werden oder aus den Daten der genehmigenden Behörden übernommen werden.

Das Projektmanagement basiert auf dem Maßnahmen-Kataster. Zusätzlich zu den administrativen, zeitlichen und räumlichen Informationen zu einer Maßnahme unterstützt ein Projektmanagement die Termin- und Finanzplanung und stellt eine Schnittstelle zur Haushaltsplanung der Kommune bereit. Weiterhin können alle Dokumente in einem Dokumentenmanagement verwaltet werden. Eine Maßnahme kann von der ersten Planung bis zum Ende der Gewährleistungsfrist begleitet werden. Auch interne Maßnahmen können verwaltet werden.

9.4.3 Genehmigungsprozess Sondernutzung

Dieser Service unterstützt die Antragstellung und Genehmigung für Sondernutzungen des Straßenraumes durch Bürger oder Firmen. Die Antragstellung erfolgt online, wobei der An-

tragsteller z. B. über eine Karte direkt die Maßnahme verorten und alle genehmigungsrelevanten Daten eingeben kann. Auch die Bearbeitung, Dokumentation und Verwaltung des Antrags und der Genehmigung wird durch das System unterstützt. Zur Entscheidungsunterstützung kann eine Verträglichkeitsprüfung mit anderen Maßnahmen oder den Verkehrsdaten durchgeführt werden. Die Sondernutzungen können direkt in das Maßnahmen-Kataster übernommen werden.

9.4.4 Aufbruch-Kataster und Genehmigungsprozess

Analog zu der Genehmigung von Sondernutzungen kann ein Service zur Genehmigung von Aufbrüchen durch die Versorgungs- und Telekommunikationsunternehmen eingerichtet werden.

Beschreibung: Im Aufbruch-Kataster werden alle Daten zu vorhandenen und geplanten Aufbrüchen im Straßennetz verwaltet. Die Daten umfassen alle Informationen zu den Verantwortlichkeiten sowie Lage- und Termininformationen.

Es sollten Auswertungen und Filterungen nach verschiedenen administrativen, räumlichen und zeitlichen Kriterien über den gesamten Datenbestand möglich sein. Das Aufbruch-Kataster stellt die Datenquelle für ein Aufbruch-Genehmigungs-Tool dar.

Die Aufbruchdaten sind wichtiger Input für das Verkehrsmanagement, die Maßnahmenkoordination und ggf. für die „Spezial-Routings“.

Zuständigkeiten: Zuständig für die Planung und Koordinierung von Maßnahmen wie Aufbrüchen ist die Straßenverkehrsbehörde, die die verkehrsrechtliche Anordnung erstellt. Weiterhin ist der Bereich Tiefbau in den Prozess der Maßnahmenplanung und -koordinierung zu integrieren, der eine Vielzahl eigener Maßnahmen durchführt. Die Verantwortlichkeit für die Pflege der Aufbruchdaten sollte aber bei der Verkehrsbehörde liegen, da hier die abschließende Genehmigung erteilt wird.

Datengrundlage sind die Netzdaten aus der zentralen Netzdokumentation. Ferner werden die Aufbruch-Daten aus den Genehmigungsunterlagen integriert.

9.4.5 Genehmigungsprozess Transport

Die Genehmigung von Schwerlast- und Gefahrguttransporten durch Spediteure kann mit diesem Service Internet-gestützt durchgeführt werden. Die Antragstellung erfolgt online, wobei der Antragsteller alle für die Routenbeschreibung/-ermittlung notwendigen Informationen aus den Datenbeständen abrufen kann. Die Routenbestimmung kann dadurch direkt unter Berücksichtigung der geltenden verkehrlichen Beschränkungen stattfinden.

Auf Seiten der Kommune wird der Genehmigungsprozess durch den Service gesteuert. Alle notwendigen Bearbeiter werden beteiligt, die für die Entscheidung notwendigen Daten werden zugänglich gemacht und alle Dokumente und Termine können verwaltet und dokumentiert werden. Da Transportwege meistens über Stadtgrenzen hinausgehen, kann dieser Service auch die Kommunikation mit den anderen beteiligten Kommunen unterstützen.

10 Das OKSTRA kommunal-Datenmodell

Dieses Kapitel bietet einen Überblick über das im Rahmen des Forschungsprojektes entwickelte Netz- und Fachdatenmodell, das die Grundlage für das in Kapitel 11 beschriebene Prototyping bildet. Dabei erfolgt hier eine Beschränkung auf die Darstellung der wesentlichen Zusammenhänge. Eine exakte Definition der einzelnen Objektarten findet sich in den zu diesem Zweck erstellen Spezifikationsdokumenten /49/ und /50/.

10.1 Inhaltliche Rahmenbedingungen

Die folgenden Ergebnisse der Ist-Analyse bilden den Ausgangspunkt für die Entwicklung des OKSTRA kommunal-Datenmodells:

1. Das Ordnungssystem sollte, soweit dies möglich und sinnvoll ist, in fachlicher und technischer Hinsicht mit dem bestehenden OKSTRA[®] kompatibel sein, um die Integrationsfähigkeit zu gewährleisten.
2. Das Ordnungssystem sollte wie der OKSTRA[®] und das Ordnungssystem aus dem Arbeitspapier K.1.2 der FGSV /25/ ein Knoten-Kanten-Modell enthalten.
3. Die Referenzierung von Objekten auf das Straßennetz sollte alternativ zur Angabe von Stationierungen auch über Hausnummern oder Geo-Koordinaten möglich sein.
4. Flächeninformationen sind für viele Prozesse, bei denen es z. B. um eine Wertermittlung bzw. die Abschätzung von Maßnahmenkosten geht, unbedingt notwendig. Für bestimmte Anwendungen ist ein reines Flächenmodell sogar besser geeignet als ein Knoten-Kanten-Modell (vor allem dann, wenn die Straßenachse selbst nicht relevant ist).
5. Der Detaillierungsgrad, mit dem das Straßennetz beschrieben wird, sollte von dem Anwender gewählt werden können, so dass auch bei weniger umfangreicher Datenlage eine entsprechend gröbere Straßennetzdokumentation erfolgen kann.
6. Einem Netzelement oder Infrastrukturobjekt müssen Dokumente (Fotos, Videos, Akten, Genehmigungen und Anträge) zugeordnet werden können.
7. Die Unterstützung von Verwaltungsprozessen/Verwaltungsakten sowie die Terminplanung sollte unterstützt werden.
8. Das Modell muss modular aufgebaut sein. Jede Anwendung muss die jeweils relevanten Spezifikationen nutzen. Neben allgemein gültigen Festsetzungen muss es die Möglichkeit geben, eigene Erweiterung zu ergänzen, ohne dass der allgemeingültige Kern verletzt wird.

10.2 Grundlagen der Modellierung, Bezüge zum OKSTRA[®]

Um auf der technischen Ebene eine weitgehende Kompatibilität mit dem vorhandenen OKSTRA[®] zu gewährleisten, ist der OKSTRA kommunal – wie der OKSTRA[®] – in NIAM und EXPRESS modelliert. Die grundlegenden Schemata „Geometrieschema“ und „Allgemeine_Objekte“, die die Geometriedarstellung und allgemeine Typdefinitionen enthalten, wurden nahezu unverändert aus dem OKSTRA[®] übernommen. Ebenfalls übernommen – mit kleineren Modifikationen – wurde das Schema „Historisierung“.

Die Verwendung der Modellierungssprachen NIAM und EXPRESS für den OKSTRA kommunal bot sich nicht nur aus Gründen der Kompatibilität mit dem vorhandenen OKSTRA[®] an, sondern auch wegen ihrer in der Pflegearbeit für den OKSTRA[®] nachgewiesenen intuitiven

Verständlichkeit, die es den Fachexperten gestattet, sich mehr auf die inhaltlichen Aspekte der Modellierung zu konzentrieren als auf die syntaktischen Feinheiten einer komplexen Modellierungssprache wie beispielsweise UML.

Für das OKSTRA kommunal-Netzmodell wurde das Schema „OKSTRA_kommunal“ neu geschaffen; hier treten neben neuen Objektarten teilweise auch solche auf, die (manchmal in ähnlicher Form) im OKSTRA[®] existieren und für den OKSTRA kommunal nachmodelliert wurden. Wenn eine OKSTRA kommunal-Objektart in ähnlicher Form bereits im OKSTRA[®] existiert, ist dies in den folgenden NIAM-Diagrammen entsprechend gekennzeichnet.

Im Gegensatz zum OKSTRA[®], der für die bauliche und die verkehrliche Sicht auf das Straßennetz zwei unterschiedliche Knoten-Kanten-Modelle besitzt (*Netzknoten*⁴⁰, *Abschnitte* und *Äste* für die bauliche Sicht, *Verbindungspunkte* und *Straßenelemente* für die verkehrliche Sicht), verwendet der OKSTRA kommunal ein einheitliches Knoten-Kanten-Modell für beiden Sichten, das aus den OKSTRA[®]-Objektarten *Straßenelement* und *Verbindungspunkt* – in leicht modifizierter Form – besteht. Dies hat den Vorteil, dass die im OKSTRA[®] existierenden Referenzierungsmöglichkeiten von *Straßenelementen* und *Verbindungspunkten* auf das ASB-Netz sowie das gesamte – auf den *Straßenelementen* basierende – Routing direkt übernommen werden können. Ein weiterer positiver Aspekt ist, dass das Routing mit dieser Festlegung sowohl im klassifizierten als auch im kommunalen Straßennetz auf demselben Datenschema erfolgen kann. Fachdaten werden im Knoten-Kanten-Modell des OKSTRA kommunal auf das *Straßenelement* bezogen; dieses ist daher im OKSTRA kommunal – im Gegensatz zum OKSTRA[®] – stationierbar.

Eine Alternative zur Verwendung der OKSTRA[®]-Objektarten *Straßenelement* und *Verbindungspunkt* für den Knoten-Kanten-Graphen des OKSTRA kommunal-Netzmodells wäre die direkte Verwendung des Netzknoten-Stationierungssystems der ASB. Dieser Weg wurde jedoch nicht beschritten, da in den Kommunen andere Anforderungen an ein Netzmodell bestehen als auf der Landes-/Bundesebene. Insbesondere folgende Gründe sprechen gegen eine direkte Verwendung des ASB-Netzknoten-Stationierungssystems im OKSTRA kommunal:

1. Die Unterteilung des Modells in zwei Hierarchiestufen – eine Grobstruktur, bestehend aus Netzknoten und Abschnitten, und eine Feinstruktur innerhalb der Netzknoten – ist, wenn überhaupt, nur in wenigen Sonderfällen erwünscht, vgl. z.B. /25/.
2. Die Anwendung des Netzknoten-Stationierungssystems speziell auf innerstädtische Netze führt zu erheblichen Problemen bei der Datenerfassung: Häufig ist nicht klar, wo ein *Netzknoten* aufhört und wo der nächste anfängt, oder wann ein bestimmter Straßenteil als *Abschnitt* und wann als *Ast* zu klassifizieren ist.
3. Viele Aufgaben im kommunalen Umfeld lassen sich besser mit einem Flächenmodell als mit einem Knoten-Kanten-Modell lösen. Für diejenigen Aufgaben, für die sich das Knoten-Kanten-Modell besser eignet, ist i.d.R. eine feinere Granularität des Graphens erforderlich, als die ASB vorsieht. Bei einer komplizierteren plangleichen Kreuzung mit einigen Verkehrsinseln ist es häufig sinnvoll, jede einzelne Abbiegespur im Graphen abzubilden und nicht gemäß den ASB-Vorgaben lediglich die Bestandsachsen der beiden kreuzenden Straßen abzubilden.
4. Das Netzknoten-Stationierungssystem der ASB ist kein topologischer Graph und daher nicht routingfähig⁴¹. Dies bedeutet, dass bei einer Verwendung des Netzknoten-Stationierungssystems im OKSTRA kommunal nicht alle Aufgaben, für die sich prinzipiell ein Knoten-Kanten-Modell eignet, mit diesem Ordnungssystem durchgeführt wer-

⁴⁰ Die Namen von Objektarten werden im folgenden Text *kursiv* dargestellt.

⁴¹ Aus diesem Grund definiert die ASB zum Zwecke des Routings ein zweites Knoten-Kanten-Modell auf der Grundlage der Objektarten *Straßenelement* und *Verbindungspunkt*.

den können. Damit würde sich ggf. die Notwendigkeit zum Aufbau einer weiteren Graphenstruktur ergeben.

5. Eine Übertragung des Netzknoten-Stationierungssystems der ASB auf die Kommunen hätte die Konsequenz, dass die Abschnitte klassifizierter Straßen überall dort, wo nicht klassifizierte Straßen einmünden, durch neue Netzknoten unterteilt werden müssten. Dies würde zu erheblichen Änderungen an den Netzdaten der Landesverwaltungen führen.

In Ergänzung zum OKSTRA[®] verfügt der OKSTRA kommunal neben dem Knoten-Kanten-Modell über ein zusätzliches Flächenmodell. Damit wird den Anforderungen aus der Praxis Rechnung getragen, nach denen sich bestimmte Aufgaben in kommunalen Straßennetzen mit einem Flächenmodell einfacher und präziser erledigen lassen. Das Flächenmodell kann sowohl eigenständig als auch in Verbindung mit dem Knoten-Kanten-Modell betrieben werden.

Weitere eigenständige und vom OKSTRA[®] ganz oder teilweise unabhängige Bereiche des OKSTRA kommunal-Netzmodells betreffen die Bereiche Straßenverzeichnis, Hausnummern und verkehrliche Nutzung. In diesen Bereichen kommen spezifische Belange aus dem kommunalen Umfeld zum Tragen, die in dieser Form im klassifizierten Straßennetz nicht zu finden (oder nicht relevant) sind.

Vom OKSTRA[®]-Konzept des abstrakten Verweises wurde beim OKSTRA kommunal gelegentlich Gebrauch gemacht, insbesondere zur Entkopplung des kommunalen Knoten-Kanten-Modells vom ASB-Netz. Auf die Vergabe von Identifikatoren wurde zunächst verzichtet.

10.3 Netzmodell

Das im Schema „OKSTRA_kommunal“ definierte Netzmodell besteht aus folgenden Teilmodellen:

- Straßenverzeichnis,
- Hausnummern,
- Verkehrsnutzungen,
- Flächenmodell,
- Knoten-Kanten-Modell,
- ASB-Netz-Referenzierung,
- Routing.

Eine Übersicht über die einzelnen Teilmodelle und ihre Beziehungen untereinander zeigt Abbildung 12.

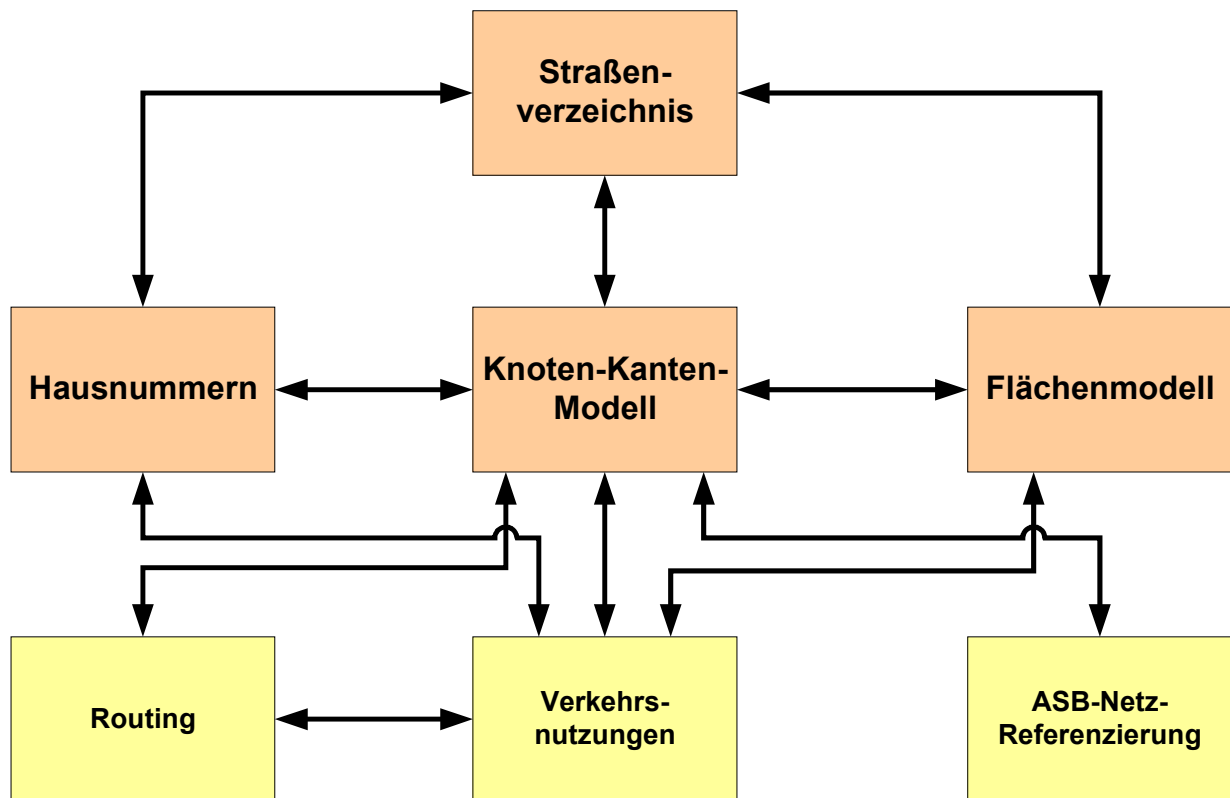


Abbildung 12: Teilmodelle des OKSTRA kommunal Ordnungssystems

Das Teilmodell **Straßerverzeichnis** entspricht i.W. dem von jeder Kommune geführten Straßenverzeichnis, in dem den einzelnen Straßennamen Straßenschlüssel zugeordnet sind. Es stellt damit die Basis des OKSTRA kommunal dar. Zur Aufnahme eines Straßennamens und des zugehörigen Straßenschlüssels dient die Objektart *kommunale Straße*. Eine *kommunale Straße* besteht aus einer oder mehreren Instanzen der Objektart *Segment_kommunale Straße*. Auf diese Weise kann eine *kommunale Straße* bei Bedarf in kleinere Einheiten unterteilt werden (ist dies nicht erwünscht, wird für eine *kommunale Straße* nur ein *Segment_kommunale Straße* angelegt). Das *Segment_kommunale Straße* ist darüber hinaus der zentrale Bezugspunkt des Straßenverzeichnisses: *Verkehrsflächen* des Flächenmodells und *Straßenelemente* des Knoten-Kanten-Modells können ihm zugeordnet werden.

Das **Hausnummern-Modell** beschreibt Hausnummern und ihre Aggregationen (Objektarten *Hausnummer*, *Hausnummernbereich* und *Hausnummernblock*). Eine *Hausnummer* ist dabei stets einem *Segment_kommunale Straße* aus dem Straßenverzeichnis zugeordnet. *Hausnummern* und ihre Aggregationen können zur „Verortung“ von *Verkehrsnutzungsobjekten*, *Straßenelementen* des Knoten-Kanten-Modells und beliebigen weiteren Fachdaten verwendet werden.

Mit dem Teilmodell **Verkehrsnutzungs-Modell** kann angegeben werden, welche Teile des kommunalen Verkehrsnetzes in welcher Form verkehrlich genutzt werden können. Nutzungsinformationen können dabei sowohl im Flächen- und im Knoten-Kanten-Modell als auch über Hausnummern verortet sein. Das Verkehrsnutzungs-Modell spielt darüber hinaus eine Rolle beim Routing, wenn dort nutzungsbezogene Informationen benötigt werden.

Das **Flächenmodell** dient zur grafischen Repräsentation des kommunalen Verkehrsnetzes mit Hilfe von Flächenobjekten (Objektart *Verkehrsfläche*). Es ist besonders für GIS-Systeme geeignet. Flächen, die für eine bestimmte verkehrliche Nutzung vorgesehen sind, werden

über die Objektart *Verkehrsnutzungsfläche* beschrieben. Die *Verkehrsflächen* können (und sollten) den *Segmenten_kommunale_Straße* aus dem Straßenverzeichnis zugeordnet werden. Die Referenzierung weiterer Fachinformationen auf das Flächenmodell kann zum einen durch explizite Referenzierung von *Verkehrsflächen* erfolgen. Alternativ können Fachinformationen mit eigenen Geometrien ausgestattet werden; in diesem Fall lassen sich die Bezüge zum Flächenmodell geometrisch ermitteln.

Das **Knoten-Kanten-Modell** dient zur grafischen Repräsentation des kommunalen Verkehrsnetzes in Form eines Knoten-Kanten-Graphens. Es gestattet die Zuordnung von Informationen zur verkehrlichen Nutzung und stellt Mechanismen zur Referenzierung beliebiger Fachdaten bereit. Das Knoten-Kanten-Modell und das Flächenmodell können über optionale Relationen miteinander verknüpft werden. Die Knoten des Modells werden durch die Objektart *Verbindungspunkt*, die Kanten durch die Objektart *Straßenelement* beschrieben.

Mit dem Teilmodell **ASB-Netz-Referenzierung** können Informationen zur Referenzierung des Knoten-Kanten-Modells auf das ASB-Netzmodell angegeben werden. Damit lassen sich nicht nur Einmündungen vom kommunalen Netz auf das ASB-Netz beschreiben, sondern auch (bei Parallelverläufen beider Netze) Stationierungen vom kommunalen Netz auf das ASB-Netz umrechnen und umgekehrt.

Das Teilmodell **Routing** ist im Wesentlichen ein Aufsatz auf das Knoten-Kanten-Modell und ermöglicht die Angabe von *verbotenen Fahrbeziehungen* und *Beschränkungen_verkehrlich*. Damit ist es möglich, das Knoten-Kanten-Modell zur Routenfindung einzusetzen.

In den folgenden Kapiteln werden die einzelnen Teilmodelle des Netzmodells anhand von NIAM-Diagrammen näher beschrieben.

10.3.1 Teilmodell Straßenverzeichnis

Im Teilmodell Straßenverzeichnis (Abbildung 13) ist die *kommunale Straße* definiert. Sie dient als zentrales Ordnungsmerkmal im Modell und ist aufgrund der obligatorischen Zuordnung zu einem *Gemeindebezirk* auch dann eindeutig, wenn Daten aus verschiedenen Kommunen zusammengespielt werden.

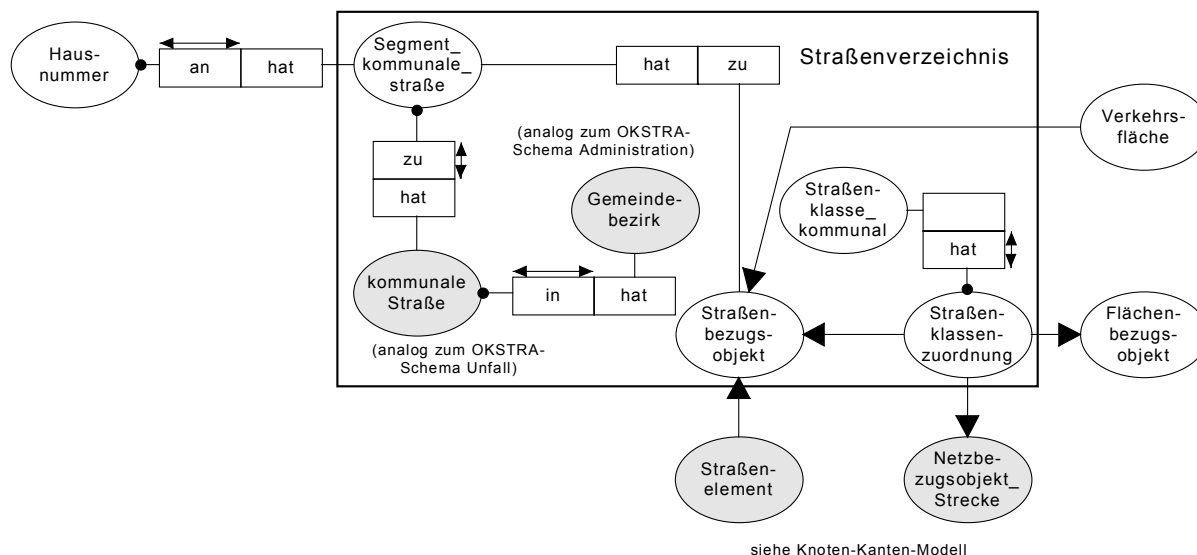


Abbildung 13: NIAM-Diagramm zum Teilmodell Straßenverzeichnis

Eine *kommunale Straße* lässt sich in *Segmente_kommunale_Straße* unterteilen. Eine Unterteilung in mehrere Segmente kann z.B. dazu dienen, eine lange Ausfallstraße in besser zu handhabende Einheiten zu zerlegen. Im Regelfall besteht eine *kommunale Straße* nur aus einem *Segment_kommunale_Straße*.

Mit dem abstrakten Supertyp *Straßenbezugsobjekt* kann ein optionaler Bezug auf eine oder mehrere *Segmente_kommunale_Straße* vererbt werden. *Verkehrsflächen* aus dem Flächenmodell und *Straßenelemente* aus dem Knoten-Kanten-Modell können, *Hausnummern* aus dem Hausnummern-Modell müssen einem *Segment_kommunale_Straße* zugeordnet werden.

Mit der ebenfalls im Straßenverzeichnis enthaltenen Objektart *Straßenklassenzuordnung* kann *Verkehrsflächen* des Flächenmodells, *Routenausschnitten* des Knoten-Kanten-Modells und *Segmenten_kommunale_Straße* des Straßenverzeichnisses optional eine Angabe zur *Straßenklasse_kommunal* zugeordnet werden kann. Die *Straßenklasse_kommunal* ist eine nicht standardisierte Schlüsseltable, die von jeder Kommune nach eigenem Ermessen belegt werden kann. Die Referenzierung der *Straßenklassenzuordnung* auf die verschiedenen Elemente des Ordnungssystems erfolgt durch Erben von den abstrakten Supertypen *Flächenbezugsobjekt*, *Netzbezugsobjekt_Strecke* und *Straßenbezugsobjekt*.

10.3.2 Teilmodell Hausnummern

Das Teilmodell Hausnummern (Abbildung 14) definiert die Objektarten *Hausnummer*, *Hausnummernbereich* und *Hausnummernblock*. Die Objektart *Hausnummer* dient zur Darstellung einer Hausnummer; sie muss dem zugehörigen *Segment_kommunale_Straße* aus dem Straßenverzeichnis zugeordnet werden.

Mehrere (linear zusammenhängende) *Hausnummernbereiche* können zu einem *Hausnummernblock* zusammengefasst werden; dabei müssen die beteiligten *Hausnummernbereiche* nicht alle an derselben *kommunalen Straße* liegen.

Zur Referenzierung von *Hausnummern*, *Hausnummernbereichen* und *Hausnummernblöcken* stehen die drei abstrakten Supertypen *HsNrBezugsobjekt*, *HsNrBereichBezugsobjekt* und *HsNrBlockBezugsobjekt* zur Verfügung. Durch Erben von diesen Supertypen erhält eine Objektart die Fähigkeit, optional eine *Hausnummer*, einen *Hausnummernbereich* oder einen *Hausnummernblock* zu referenzieren.

10.3.3 Teilmodell Verkehrsnutzungen

Zentrum des Teilmodells Verkehrsnutzungen (Abbildung 15) ist der abstrakte Supertyp *Verkehrsnutzungsobjekt*, von dem die *Verkehrsnutzungsfläche* aus dem Flächenmodell und der *Verkehrsnutzungsbereich* aus dem Knoten-Kanten-Modell erben. Das *Verkehrsnutzungsobjekt* bündelt alle Eigenschaften, die diese beiden Typen gemeinsam haben: Dazu gehört die Möglichkeit, eine *Hausnummer*, einen *Hausnummernbereich* oder einen *Hausnummernblock* zu referenzieren, die verpflichtende Angabe einer oder mehrerer *Arten der Verkehrsnutzung* sowie die optionale Angabe eines *Gültigkeits-Zeitraums*. Die *Art der Verkehrsnutzung* ist eine Schlüsseltablette, die mit allen für relevant erachteten Einträgen gefüllt ist (z.B. „motorisierter Individualverkehr“, „Fußgänger“, „Radfahrer“ etc.).

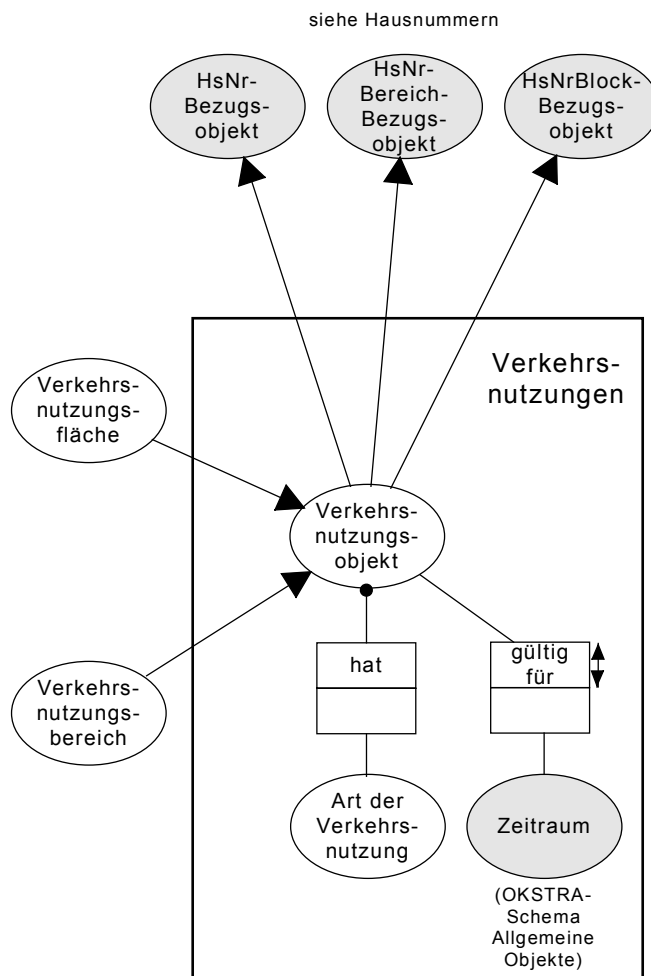


Abbildung 15: NIAM-Diagramm zum Teilmodell Verkehrsnutzungen

10.3.4 Teilmodell Flächenmodell

Basis des Flächenmodells (Abbildung 16) ist die *Verkehrsfläche*. Sie besitzt eine Flächengeometrie und definiert einen Bereich, auf dem grundsätzlich Verkehr stattfinden kann. Das Verkehrsnetz eines Ortes kann daher durch eine Anzahl von *Verkehrsflächen* abgebildet werden. Eine *Verkehrsfläche* ist ein *Straßenbezugsobjekt*, d. h. sie kann (technisch betrachtet) einem oder mehreren *Segmenten_kommunale_Straße* aus dem Straßenverzeichnis zugeordnet werden. Im Sinne einer leichteren Handhabung des Modells sollte eine *Verkehrsfläche* stets maximal einem *Segment_kommunale_Straße* zugeordnet werden.

Erbt eine Objektart vom abstrakten Supertyp *Flächenbezugsobjekt*, erhält sie die Möglichkeit zur Referenzierung einer oder mehrerer *Verkehrsflächen*. Dies ist z. B. beim *Straßenelement* aus dem Knoten-Kanten-Modell der Fall; es können aber auch beliebige weitere Fachdaten von diesem Supertyp erben und damit explizit *Verkehrsflächen* referenzieren. Eine Objektart, die diese Möglichkeit nutzt, benötigt i.d.R. keine eigene Geometrie, da sie über die Geometrie der referenzierten *Verkehrsfläche(n)* verortet werden kann. Alternativ können Fachdaten auch mit eigener Geometrie ausgestattet werden; in diesem Fall lassen sich die Bezüge zum Flächenmodell geometrisch ermitteln.

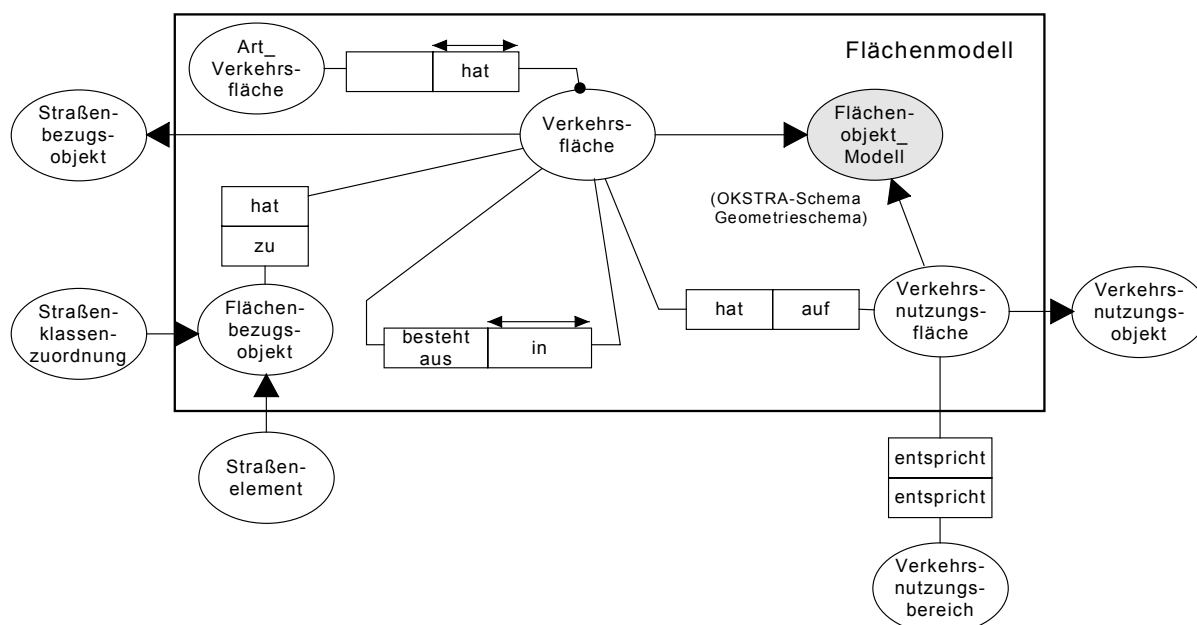


Abbildung 16: NIAM-Diagramm zum Teilmodell Flächenmodell

Die Zugehörigkeit eines Fachobjekts zu einer bestimmten *kommunalen Straße* lässt sich im Flächenmodell grundsätzlich geometrisch bzw. über die referenzierte *Verkehrsfläche* bestimmen. Sollen davon abweichende Zuordnungen möglich sein, kann vom abstrakten Supertyp *Straßenbezugsobjekt* aus dem Straßenverzeichnis geerbt werden, der eine explizite Zuordnung zu einem oder mehreren *Segmenten_kommunale_Straße* (und damit auch zur *kommunalen Straße*) ermöglicht.

Verkehrsflächen können hierarchisch geschachtelt werden: Eine *Verkehrsfläche* kann aus mehreren (kleineren) *Verkehrsflächen* bestehen, die wiederum ebenfalls aus *Verkehrsflächen* zusammengesetzt werden können. Damit kann eine hierarchische Ordnung von *Verkehrsflächen* gebildet werden.

Im Zusammenhang mit der hierarchischen Schachtelung von *Verkehrsflächen* steht die Schlüsseltabelle *Art der Verkehrsfläche*; ihre Einträge legen gleichzeitig die Hierarchiestufe einer *Verkehrsfläche* fest: Eine „Straße“ befindet sich auf der höchsten Hierarchiestufe. Dar-

unter folgt ein „Straßenabschnitt“, der aus „Spuren“, „Gehwegen“, „Radwegen“ und „kombinierten Geh-/Radwegen“ bestehen kann, die zusammen die dritte Hierarchiestufe bilden. Alle *Verkehrsflächen* der dritten Hierarchiestufe können bei Bedarf noch in „Bereiche“ unterteilt werden. Ein Beispiel für die hierarchische Schachtelung von Verkehrsflächen zeigt Abbildung 17.

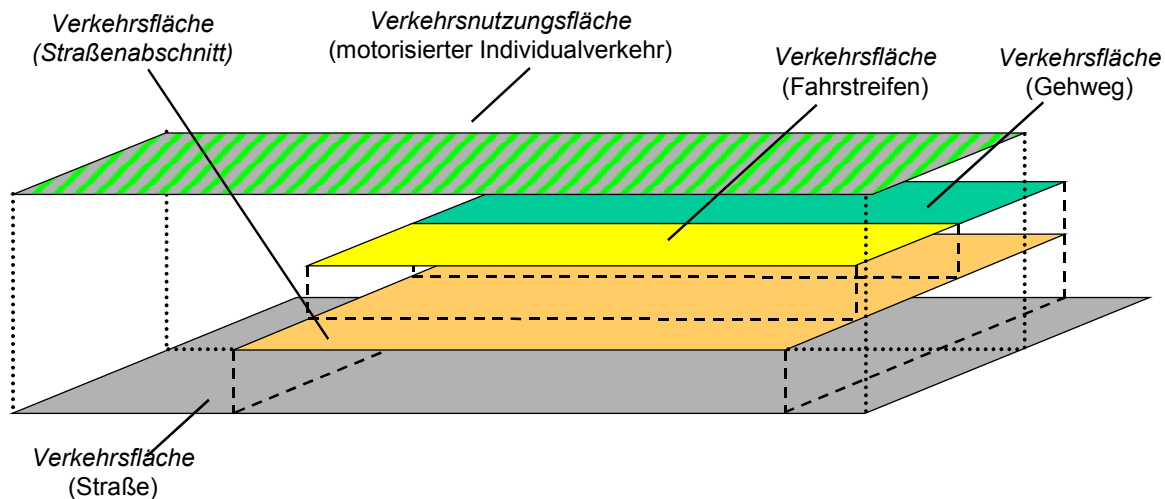


Abbildung 17: Beispiel für das Flächenmodell

Besitzt eine *Verkehrsfläche* eine Zuordnung zu einem *Segment_kommunale_Straße* (über die optionale Relation aus dem *Straßenbezugsobjekt*), gilt diese Zuordnung gleichzeitig für alle nachgeordneten *Verkehrsflächen*, aus denen sie zusammengesetzt ist. Referenziert umgekehrt ein Objekt eine *Verkehrsfläche* (über die optionale Relation aus dem *Flächenbezugsobjekt*), gilt diese Zuordnung logisch betrachtet auch für die übergeordneten *Verkehrsflächen*. Liegt beispielsweise eine Sondernutzung in einer bestimmten „Spur“, dann liegt sie automatisch auch in dem „Straßenabschnitt“, zu dem die Spur gehört, und in der „Straße“, zu der der „Straßenabschnitt“ gehört.

Die *Straßenklassenzuordnung* aus dem Straßenverzeichnis ist ein *Flächenbezugsobjekt* (vgl. Kapitel 10.3.1); damit kann für eine *Verkehrsfläche* optional eine *Straßenklasse_kommunal* angegeben werden.

Neben der *Verkehrsfläche* existiert im Flächenmodell noch die *Verkehrsnutzungsfläche*, die eine eigene Flächengeometrie besitzt und zur Angabe einer bestimmten Art der verkehrlichen Nutzung dient. Die *Verkehrsnutzungsfläche* erbt vom *Verkehrsnutzungsobjekt* aus dem Nutzungsmodell und besitzt daher obligatorisch eine *Art der Verkehrsnutzung* sowie optionale Hausnummernbezüge. Außerdem können *Verkehrsnutzungsflächen* optional mit *Verkehrsnutzungsbereichen* aus dem Knoten-Kanten-Modell verknüpft sein. Damit kann ausgedrückt werden, dass die an der Relation beteiligten *Verkehrsnutzungsflächen* und *Verkehrsnutzungsbereiche* denselben realen Sachverhalt repräsentieren. In Abbildung 17 ist neben einigen *Verkehrsflächen* auch eine *Verkehrsnutzungsfläche* dargestellt.

10.3.5 Teilmodell Knoten-Kanten-Modell

Das Knoten-Kanten-Modell (Abbildung 18) ist das größte und komplizierteste Teilmodell des OKSTRA kommunal-Netzmodells. Es besteht aus einem Knoten-Kanten-Graphen, der aus den aus dem OKSTRA[®] übernommenen Typen *Straßenelement* und *Verbindungspunkt* zusammengesetzt ist.

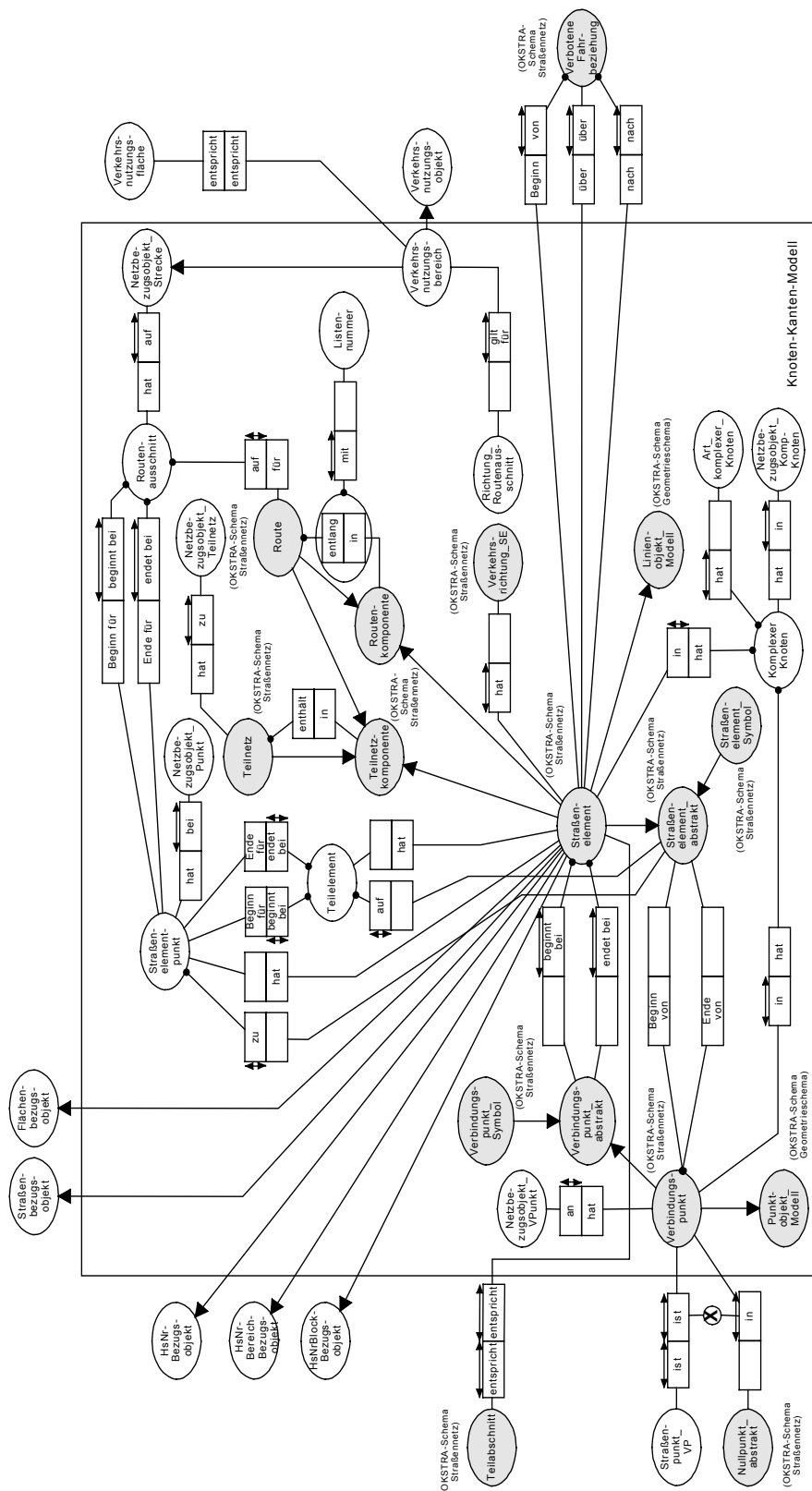


Abbildung 18: NIAM-Diagramm zum Teilmodell Knoten-Kanten-Modell

Straßenelemente haben eine Liniengeometrie, sind gerichtet und führen stets von einem *Verbindungspunkt* zu einem anderen *Verbindungspunkt*. Über die Schlüsselrolle *Verkehrsrichtung_SE* kann angegeben werden, ob ein *Straßenelement* in beiden Richtungen oder nur in einer Richtung befahrbar ist. Die Angabe aus der Schlüsselrolle *Verkehrsrichtung_SE*

ist eine Defaultangabe, die durch die Definition von *Verkehrsnutzungsbereichen* übersteuert werden kann (siehe unten).

Ein *Verbindungspunkt* hat eine Punktgeometrie und muss mindestens an einem *Straßenelement* hängen (dies ist z.B. am Ende einer Sackgasse der Fall). Er hat die Bedeutung einer Kreuzung (bzw. einer Begrenzung eines *Straßenelementes*) ohne räumliche Ausdehnung.

Straßenelemente und *Verbindungspunkte* ermöglichen im Modell abstrakte Verweise; zu diesem Zweck besitzen sie jeweils einen Supertyp mit dem Namenssuffix *_abstrakt*, von dem neben dem *Straßenelement* bzw. dem *Verbindungspunkt* auch noch eine Objektart mit dem Namenssuffix *_Symbol* erbt. Ein solches Symbol enthält lediglich einen konzeptionellen Schlüssel, mit dem das eigentliche Objekt identifiziert werden kann. Bezieht sich eine Relation auf den abstrakten Supertyp, also beispielsweise auf den *Verbindungspunkt_abstrakt*, kann damit entweder der vollständige *Verbindungspunkt* oder das *Verbindungspunkt_Symbol* referenziert werden. Eine solche Relation wird als „abstrakter Verweis“ bezeichnet, weil sie nicht – wie normale Relationen - nur ein konkretes Objekt, sondern stattdessen auch einen konzeptionellen Schlüssel referenzieren kann, mit dem das Objekt identifiziert werden kann.

Die Verwendung von abstrakten Verweisen bei den Relationen zwischen dem *Straßenelement* und dem *Verbindungspunkt* gestatten ein „Aufbrechen“ des kommunalen Netzes an beliebigen Stellen. Es können somit beliebig kleine Teile des Netzes separat ausgetauscht werden; die Bezüge zum Rest des Netzes können über konzeptionelle Schlüssel angegeben werden.

Das *Straßenelement* weist darüber hinaus folgende Eigenschaften auf:

- Es kann Hausnummernbezüge besitzen.
- Es ist ein *Straßenbezugsobjekt*, d.h. es kann *Segmente_kommunale_Straße* aus dem Straßenverzeichnis referenzieren.
- Es ist ein *Flächenbezugsobjekt*, d.h. es kann *Verkehrsflächen* aus dem Flächenmodell referenzieren.

Der abstrakte Supertyp *Straßenbezugsobjekt* gestattet zwar technisch gesehen die Referenzierung mehrerer *Segmente_kommunale_Straße*; zur besseren Handhabbarkeit des Modells sollte ein *Straßenelement* jedoch stets zu maximal einem *Segment_kommunale_Straße* gehören. Dies bedeutet, dass an der Grenze zweier *Segmente_kommunale_Straße* ein *Straßenelement* ggf. unterbrochen und ein *Verbindungspunkt* gesetzt werden muss (unabhängig davon, ob dort aus verkehrlicher Sicht eine Kreuzungssituation vorliegt oder nicht).

Um sich in Bezug auf ein *Straßenelement* positionieren zu können, wurde der Typ *Straßenelementpunkt* geschaffen. Ein *Straßenelementpunkt* bezieht sich auf genau ein *Straßenelement* und besitzt eine Stationsangabe. Optional kann darüber hinaus der senkrechte Abstand von der Straßenelementgeometrie (rechts: positiv, links: negativ) und eine Höhe in Bezug zur Erdoberfläche (über der Erde: positiv, unter der Erde: negativ) angegeben werden.

Der *Straßenelementpunkt* verweist genau genommen nicht auf das *Straßenelement*, sondern auf das *Straßenelement_abstrakt* (abstrakter Verweis); damit kann bei Bedarf für ein Fachdatum, dass über einen *Straßenelementpunkt* verortet wird, eine Angabe zum zugehörigen *Straßenelement* gemacht werden, ohne dass dieses selbst mit angegeben werden muss.

Ein weiterer Bestandteil des Modells ist der Typ *Route*, der aus dem OKSTRA[®] übernommen wurde und eine Relation zu einer geordneten Menge von *Routenkomponenten* besitzt. Eine *Routenkomponente* ist dabei entweder ein *Straßenelement* oder eine andere *Route*. Eine

Route stellt somit letztlich einen Weg über eine geordnete Abfolge von *Straßenelementen* dar.

Mit dem neugeschaffenen Typ *Routenausschnitt* kann ein beliebiger Ausschnitt aus einer *Route* definiert werden. Obligatorische Angaben zum *Routenausschnitt* sind die *Route*, auf die er sich bezieht, sowie sein Anfang und sein Ende, die durch je einen *Straßenelementpunkt* verortet werden. Dabei gilt die Restriktion, dass die *Straßenelementpunkte* auf der *Route* liegen müssen.

Ein Beispiel für das Knoten-Kanten-Modell zeigt Abbildung 19: Das Modell wird aus den Objektarten *Verbindungspunkt* (Knoten) und *Straßenelement* (Kante) aufgebaut. Punktuelle Sachverhalte können mit der Objektart *Straßenelementpunkt* im Netz verortet werden, streckenbezogene mit der Objektart *Routenausschnitt*.

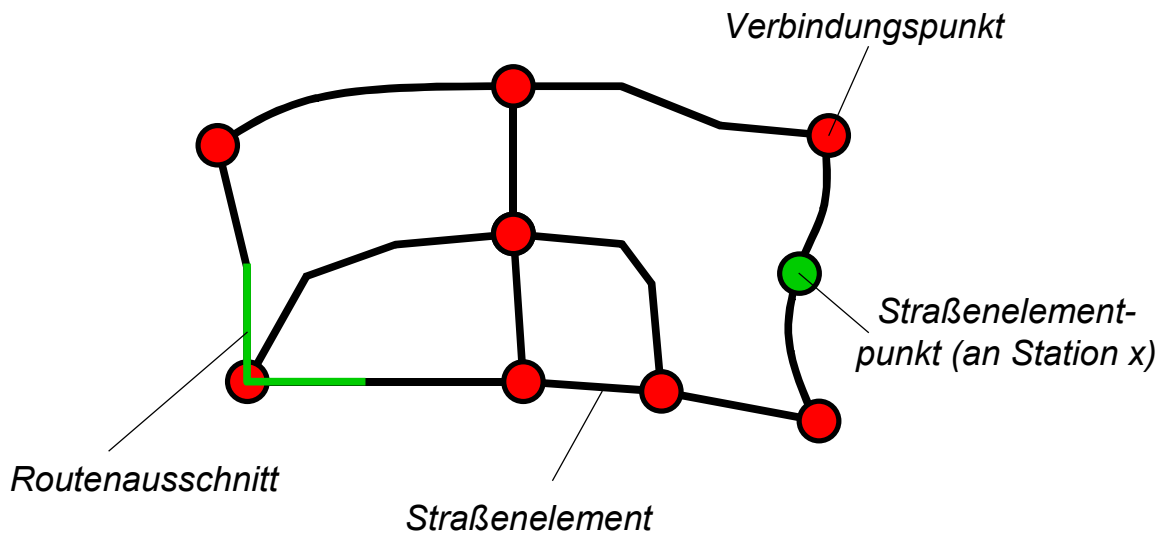


Abbildung 19: Beispiel für das Knoten-Kanten-Modell

Zusammenhängende Bereiche des Knoten-Kanten-Modells können durch das *Teilnetz* beschrieben werden. Ein *Teilnetz* ist eine Aggregation von *Teilnetzkomponenten*, wobei eine *Teilnetzkomponente* entweder eine *Route*, ein *Straßenelement* oder ein anderes *Teilnetz* ist.

Straßenelemente und *Verbindungspunkte* können optional zu einem *komplexen Knoten* gehören. Damit können komplexe Knotenpunktsituationen beschrieben werden, speziell beim Übergang vom klassifizierten auf das kommunale Netz (z.B. bei Autobahnabfahrten). Ein *komplexer Knoten* bildet eine Art „Klammer“ um die enthaltenen *Straßenelemente* und *Verbindungspunkte*. Über die Schlüsseltabelle *Art_komplexer_Knoten* kann dieser näher spezifiziert werden. In Abbildung 20 sind beispielhaft ein *komplexer Knoten* und ein *Teilnetz* dargestellt.

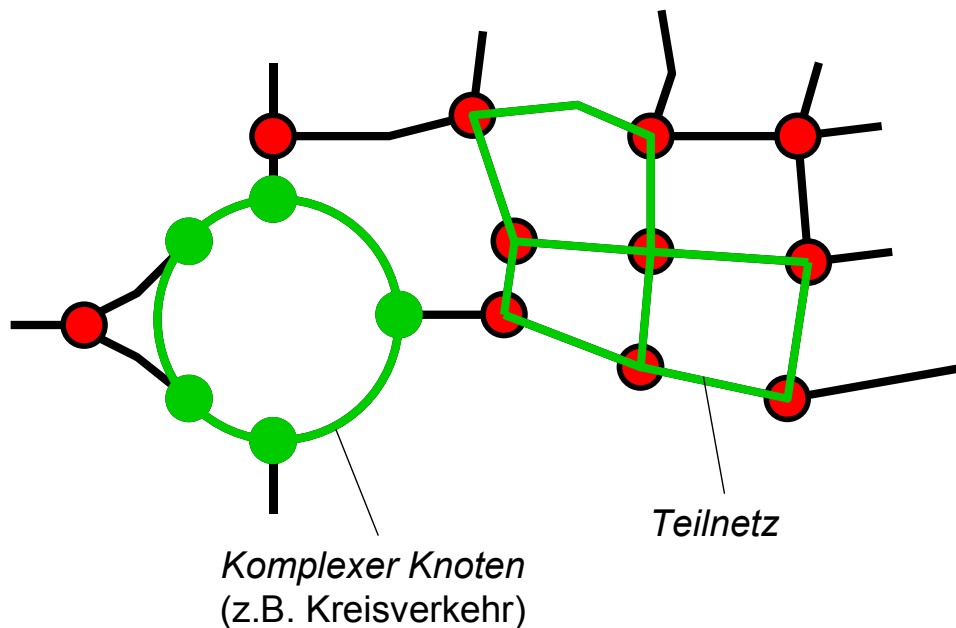


Abbildung 20: Beispiel für die Objektarten *Komplexer_Knoten* und *Teilnetz*

Das *Straßenelement* hat zur Verwendung in *komplexen Knoten* das optionale Attribut „Stufe“ (im NIAM-Diagramm nicht dargestellt). Damit kann einem *Straßenelement* eine Information über seine Bedeutung innerhalb eines *komplexen Knotens* zugeordnet werden: Ein *Straßenelement* der Stufe 1 ist eine Hauptverbindung, ein *Straßenelement* der Stufe 2 eine weniger wichtige Verbindung im *komplexen Knoten*. Anhand dieser Information ist es beispielsweise möglich, wahlweise alle *Straßenelemente* eines *komplexen Knotens* oder nur die Hauptverbindungen zu visualisieren.

Zur Referenzierung von Fachdaten auf das Knoten-Kanten-Modell stehen die fünf abstrakten Supertypen *Netzbezugsobjekt_Punkt*, *Netzbezugsobjekt_Strecke*, *Netzbezugsobjekt_Teilnetz*, *Netzbezugsobjekt_VPunkt* und *Netzbezugsobjekt_KompKnoten* zur Verfügung. Ein (Fachdaten-) Objekt, das vom *Netzbezugsobjekt_Punkt* erbt, kann optional einen *Straßenelementpunkt* referenzieren. Erbt ein (Fachdaten-)Objekt vom *Netzbezugsobjekt_Strecke*, kann es optional einen *Routenausschnitt* referenzieren. Die Supertypen *Netzbezugsobjekt_Teilnetz*, *Netzbezugsobjekt_VPunkt* und *Netzbezugsobjekt_KompKnoten* vererben optionale Bezüge auf das *Teilnetz*, den *Verbindungspunkt* und den *komplexen Knoten*. Soll eine Objektart verschiedene Referenzierungsmöglichkeiten besitzen (z.B. die Möglichkeit zur wahlweisen Referenzierung eines *Routenausschnitts* oder eines *Verbindungspunktes*), kann sie von mehreren Supertypen erben.

Mit diesem Modell ist es möglich, eine (Fach-)Objektart in flexibler Weise mit allen relevanten Referenzierungsmöglichkeiten auszustatten. Beispielsweise käme für eine Objektart *Lichtsignalanlage* sowohl eine Verortung als *Netzbezugsobjekt_Punkt* als auch als *Netzbezugsobjekt_VPunkt* in Betracht. In letzterem Fall würde die Referenz die Zugehörigkeit der *Lichtsignalanlage* zu einer Kreuzung (an dem referenzierten *Verbindungspunkt*) angeben; es würde damit keine Aussage darüber getroffen werden, wo genau die einzelnen Ampelmasten stehen.

Die *Straßenklassenzuordnung* des Straßenverzeichnisses erbt von dem Supertyp *Netzbezugsobjekt_Strecke*; damit kann *Routenausschnitten* eine *Straßenklasse_kommunal* zugeordnet werden (vgl. Kapitel 10.3.1).

Die defaultmäßige Nutzung von *Straßenelementen* wird durch die *Verkehrsrichtung_SE* angegeben. Soll diese Angabe übersteuert werden, kann der Typ *Verkehrsnutzungsbereich* eingesetzt werden: Mit diesem Typ ist es möglich, beliebigen *Routenabschnitten* oder *Plät-*

zen Informationen zur verkehrlichen Nutzung zuzuordnen, die nach der *Art der Verkehrsnutzung* differenziert sind. Die Angabe zur *Art der Verkehrsnutzung* sowie die Hausnummernbezüge erbt der *Verkehrsnutzungsbereich* vom *Verkehrsnutzungsobjekt* aus dem Nutzungsmodell. Ob ein *Verkehrsnutzungsbereich* nur für eine oder beide Richtungen in Bezug auf den zugrundeliegenden *Routenausschnitt* gültig ist, kann über die Schlüsseltabelle *Richtung_Routen-ausschnitt* angegeben werden.

Die Objektart *Teilelement* beschreibt einen Teil eines *Straßenelements*, dessen Anfang und Ende durch *Straßenelementpunkte* angegeben werden. Das *Straßenelement* kann dabei über einen abstrakten Verweis referenziert werden. Das *Teilelement* wurde analog zum *Teilabschnitt* des OKSTRA®-/ASB-Straßennetzes eingeführt und ist für die Historisierung des Knoten-Kanten-Modells von Bedeutung (vgl. Kapitel 10.3.8).

Das Knoten-Kanten-Modell kann auf das ASB-Straßennetz referenziert werden, indem *Verbindungspunkte* auf dem ASB-Netz als *Nullpunkte* oder als *Straßenpunkte* verortet werden. *Straßenelemente* können darüber hinaus im ASB-Netz als *Teilabschnitte* verortet werden. Details dazu finden sich in Kapitel 10.3.6.

Darüber hinaus kann auf dem Knoten-Kanten-Modell unter Einbeziehung von Informationen zur Nutzung und zu den verkehrlichen Beschränkungen ein Routing durchgeführt werden, wenn zusätzlich noch *verbotene Fahrbeziehungen* und *Beschränkungen_verkehrlich* erfasst werden. Dies wird in Kapitel 10.3.7 näher beschrieben.

10.3.6 Teilmodell ASB-Netz-Referenzierung

Das Teilmodell ASB-Netz-Referenzierung (Abbildung 21) dient zur Verortung des Knoten-Kanten-Modells des OKSTRA kommunal auf dem Netzknoten-Stationierungssystem der ASB. Dazu müssen prinzipiell zwei Arten von Informationen bereitgestellt werden:

- Es muss angegeben werden können, auf welches Element des ASB-Netzes man sich bezieht.
- Es müssen Stationen auf den Kanten des ASB-Netzes, d. h. auf den *Abschnitten_oder_Ästen*, angegeben werden können.

Die Angabe des betroffenen Elementes des ASB-Netzes wird im OKSTRA kommunal über einen abstrakten Verweis, d.h. über einen konzeptionellen Schlüssel realisiert. Damit kann ein Element eindeutig bezeichnet werden, ohne dass es selbst mit übertragen werden muss. Dies bedeutet auch, dass auf der Seite des OKSTRA kommunal außer dem konzeptionellen Schlüssel keine weiteren Informationen über das Element bekannt sein müssen. Referenzierbare Elemente des ASB-Netzes sind der *Abschnitt_oder_Ast* und der *Nullpunkt*.

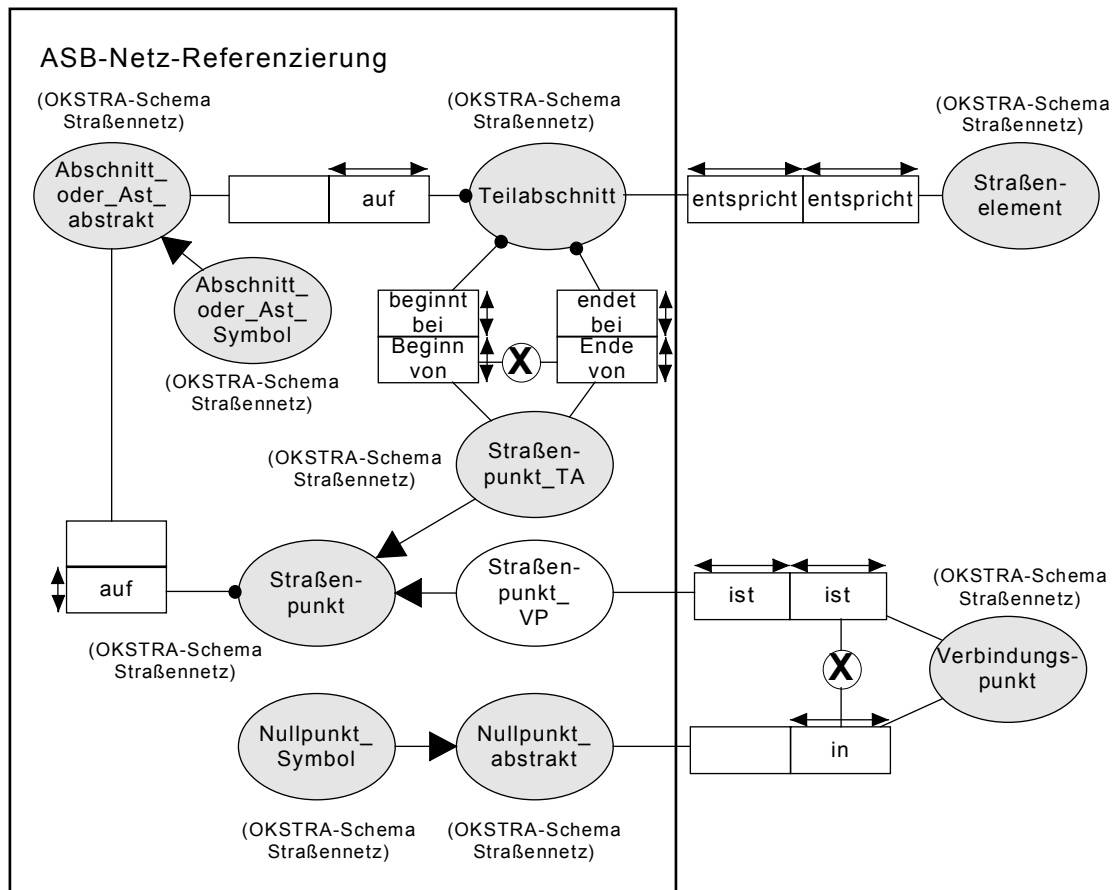


Abbildung 21: NIAM-Diagramm zum Teilmodell ASB-Netz-Referenzierung

Zur Angabe einer Station auf einem Abschnitt_oder_Ast des ASB-Netzes dient im OKSTRA kommunal – wie auch im OKSTRA® selbst – der *Straßenpunkt*.

Insgesamt bestehen die folgenden Möglichkeiten zur Referenzierung des Knoten-Kanten-Modells des OKSTRA kommunal auf das ASB-Netz, vgl. Abbildung 22:

- Ein *Verbindungs-* kann in Form eines abstrakten Verweises einen *Nullpunkt* des ASB-Netzes referenzieren.
- Alternativ kann ein *Verbindungs-* auf dem ASB-Netzgraphen in Form eines speziellen *Straßenpunktes* (eines *Straßenpunktes_VP*) verortet werden. Der Typ *Straßenpunkt_VP* wird aus dem OKSTRA®-*Straßenpunkt* abgeleitet und dient ausschließlich der Verortung von *Verbindungs-*. Diese Art der Referenzierung wird dann verwendet, wenn ein *Verbindungs-* nicht auf einem *Nullpunkt*, sondern mitten auf einem *Abschnitt_oder_Ast* des ASB-Netzes liegt (beispielsweise wenn eine nicht klassifizierte Straße dort einmündet). Der *Straßenpunkt_VP* besitzt in diesem Fall über die Vererbung vom *Straßenpunkt* eine Stationsangabe und einen abstrakten Verweis auf den entsprechenden *Abschnitt_oder_Ast*.
- Ein *Straßenelement* kann in Form eines *Teilabschnitts* auf dem ASB-Netz verortet werden. Diese Form der Referenzierung ist dann sinnvoll, wenn ein kommunales *Straßenelement* vollständig auf dem klassifizierten Netz verläuft. Ein *Teilabschnitt* ist dabei ein Teil eines *Abschnitts_oder_Astes*, wobei die Enden des *Teilabschnitts* durch zwei *Straßenpunkte_TA* (Spezialisierungen von *Straßenpunkt*) definiert werden. Die *Straßenpunkte_TA* besitzen über die Vererbung vom *Straßenpunkt* die nötigen Stationsangaben, der *Teilabschnitt* verfügt selbst über einen abstrakten Verweis auf den betroffenen *Abschnitt_oder_Ast*.

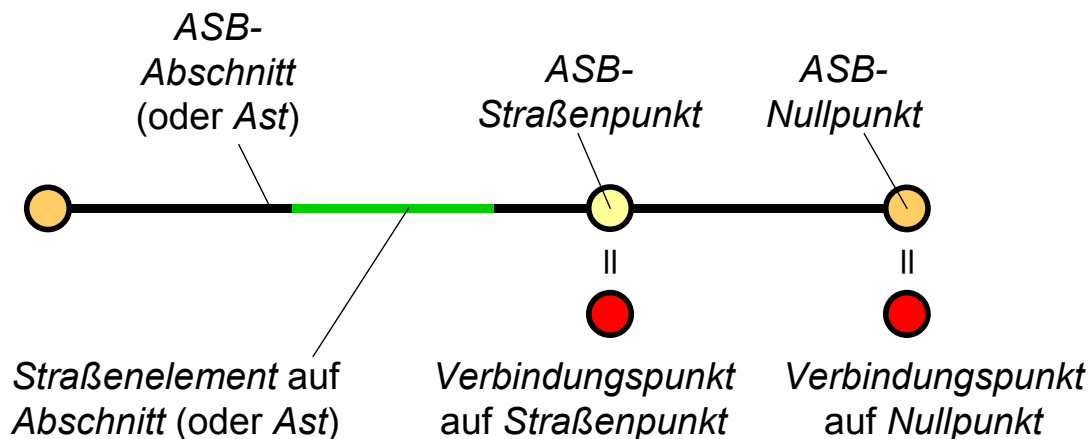


Abbildung 22: Möglichkeiten zur Referenzierung auf das ASB-Netz

Die Verortung eines *Straßenelementes* über einen einzelnen *Teilabschnitt* hat zur Folge, dass nur solche *Straßenelemente* vollständig im ASB-Netz verortet werden können, die die Grenzen eines *Abschnitts_oder_Astes* nicht überschreiten. *Straßenelemente* müssen daher ggf. an den Enden von *Abschnitten_oder_Ästen* unterbrochen werden.

10.3.7 Teilmodell Routing

Das Teilmodell Routing (Abbildung 23) dient dazu, das Knoten-Kanten-Modell des OKSTRA kommunal routingfähig zu machen. Ob ein *Straßenelement* des Knoten-Kanten-Modells von einem bestimmten Verkehrsmittel durchfahren/durchschritten werden kann, kann grundsätzlich bereits anhand der *Verkehrsrichtung_SE* und der auf das *Straßenelement* referenzierten *Verkehrsnutzungsbereiche* ermittelt werden. Das Teilmodell Routing stellt darüber hinaus die Objektart *Beschränkung_verkehrlich* und ihre Subtypen zur Verfügung, mit denen weitere Informationen zur Durchfahrbarkeit eines *Straßenelementes* angegeben werden können. Um anzugeben, dass der Wechsel von einem *Straßenelement* auf ein anderes nicht gestattet ist, kann die Objektart *Verbotene Fahrbeziehung* verwendet werden.

Mit der Objektart *Beschränkung_verkehrlich* bzw. ihren Subtypen, die in analoger Form auch im OKSTRA[®] existieren, können Informationen über verkehrliche Beschränkungen angegeben werden. Eine *Beschränkung_verkehrlich* erhält ihren Netzbezug über Vererbung vom *Netzbezugsobjekt_Strecke*. Da sie darüber hinaus ein *Flächenbezugsobjekt* ist, kann sie optional auch *Verkehrsflächen* aus dem Flächenmodell referenzieren. Über die Schlüsseltable *Fahrzeugart* kann angegeben werden, für welche Art(en) von Fahrzeugen die *Beschränkung_verkehrlich* gilt. Falls eine *Beschränkung_verkehrlich* als *Netzbezugsobjekt_Strecke* verortet wird, kann über die *Richtung_Routenausschnitt* die Verkehrsrichtung angegeben werden, für die die Beschränkung gilt. Ein Gültigkeitszeitraum kann über die Objektart *Zeitraum* aus dem Verkehrsnutzungs-Modell angegeben werden.

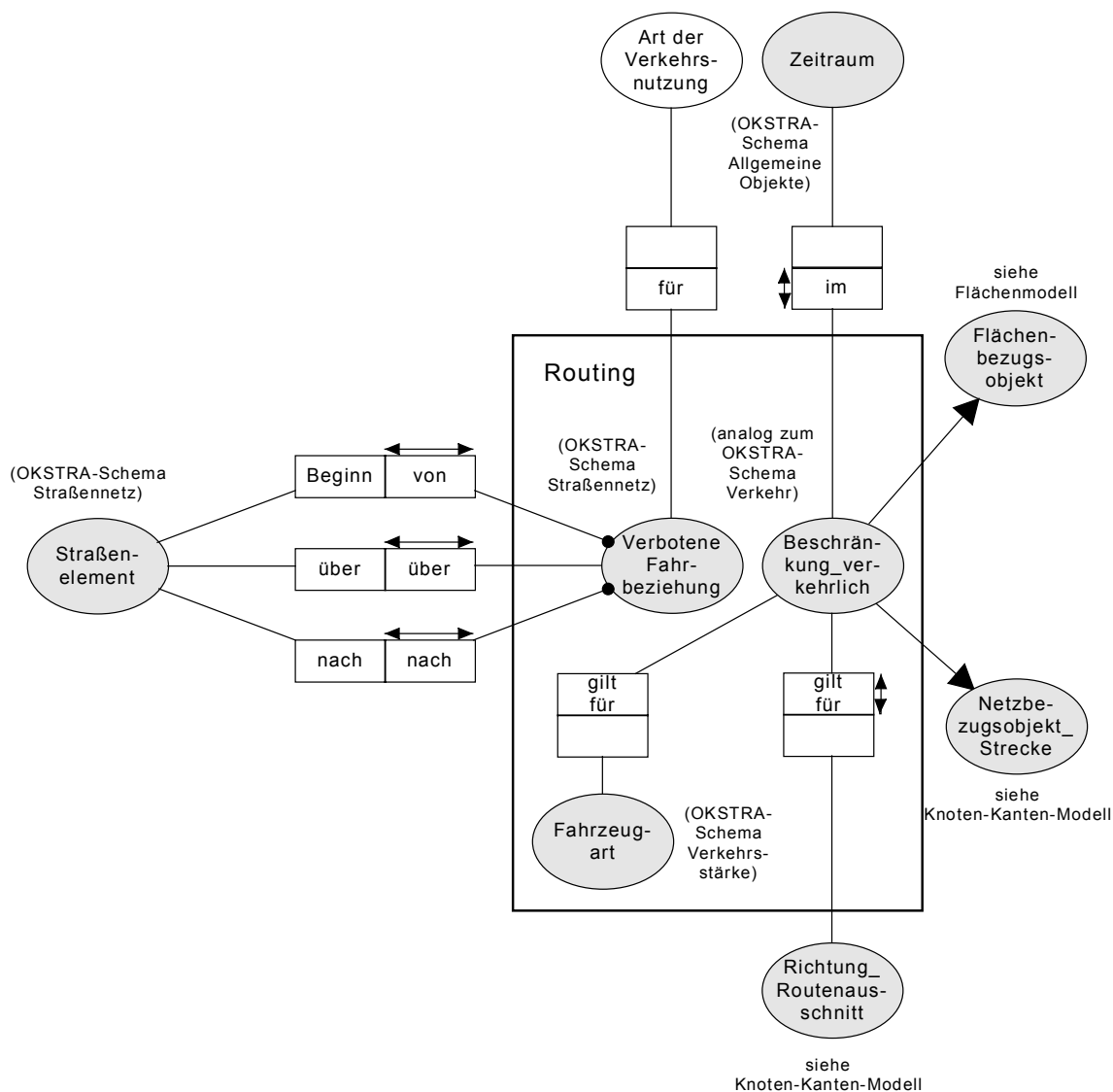


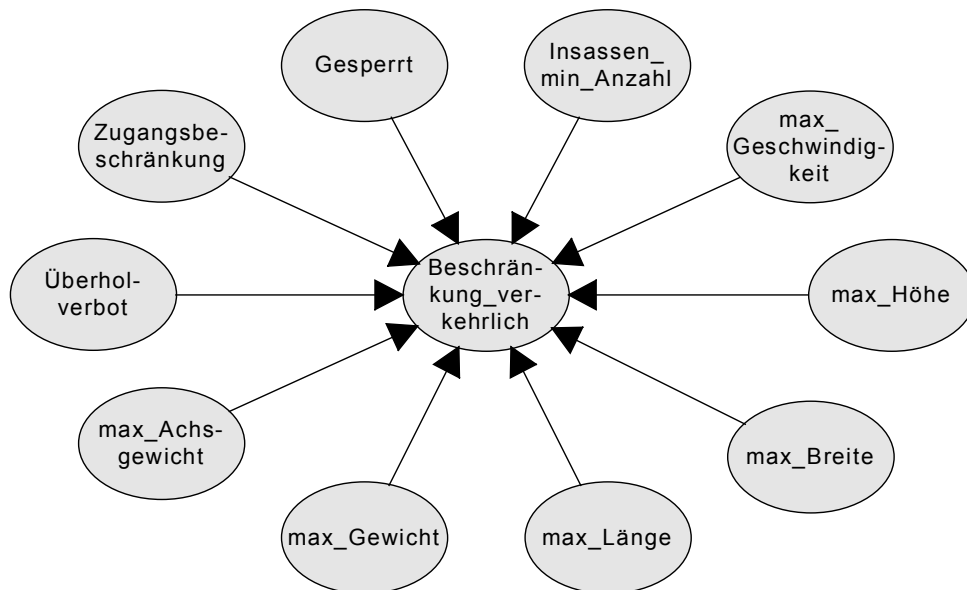
Abbildung 23: NIAM-Diagramm zum Teilmodell Routing

Zur Angabe, ob von einem *Straßenelement* auf ein anderes gewechselt werden oder ob an einer Kreuzung ein U-Turn durchgeführt werden kann, dient die aus dem OKSTRA[®] übernommene Objektart *Verbotene Fahrbeziehung*. Per Konvention sind Wechsel von einem *Straßenelement* zu einem anderen im Modell grundsätzlich erlaubt, sofern die *Verkehrsrichtung_SE*, die darauf referenzierten *Verkehrsnutzungsbereiche* und eventuell vorhandene *Beschränkungen_verkehrlich* dies zulassen. Falls der Wechsel dennoch untersagt ist – z.B. dann, wenn an einer Kreuzung ein Linksabbiegeverbot besteht – kann dies durch eine *Verbotene Fahrbeziehung* ausgedrückt werden, die mit den entsprechenden *Straßenelementen* verknüpft wird. Eine *Verbotene Fahrbeziehung* gilt defaultmäßig für jede Art von Verkehr. Optional kann die Verkehrsart, für die das Verbot gültig ist, über die Angabe von *Arten der Verkehrsnutzung* aus dem Nutzungsmodell spezifiziert werden.

Im Modell existieren folgende Subtypen der Objektart *Beschränkung_verkehrlich*, die alle aus dem OKSTRA[®]-Schema „Verkehr“ übernommen wurden (vgl. Abbildung 24):

1. *Insassen_min_Anzahl*: Minimal zulässige Anzahl von Fahrzeuginsassen,
2. *max_Geschwindigkeit*: Maximal zulässige Fahrzeuggeschwindigkeit,

3. *max_Höhe*: Maximal zulässige Fahrzeughöhe,
4. *max_Breite*: Maximal zulässige Fahrzeugbreite,
5. *max_Länge*: Maximal zulässige Fahrzeuglänge,
6. *max_Gewicht*: Maximal zulässiges Fahrzeuggewicht,
7. *max_Achsgewicht*: Maximal zulässiges Achsgewicht,
8. *Überholverbot*,
9. *Zugangsbeschränkung*,
10. *Gesperrt*.



(für alle Objektarten:
siehe OKSTRA-Schema Verkehr)

Abbildung 24: NIAM-Diagramm: Subtypen der Objektart *Beschränkung_verkehrlich*

Ein Beispiel für die Objektarten Verbotene Fahrbeziehung und *Beschränkung_verkehrlich* zeigt Abbildung 25.

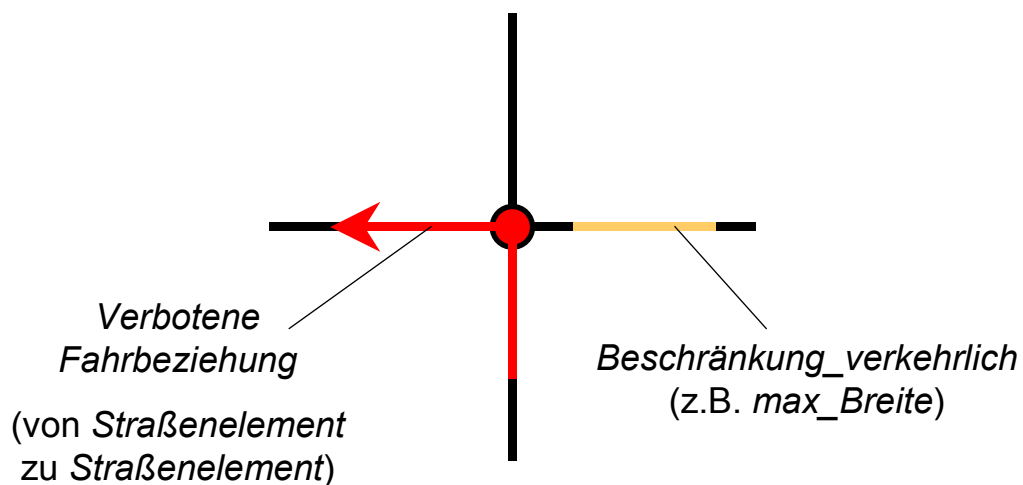


Abbildung 25: Beispiel für die Objektarten des Teilmodells Routing

10.3.8 Teilmodell Historisierung

Der OKSTRA kommunal besitzt ein Konzept zur Historisierung von Daten auf Objektebene, das weitgehend demjenigen des OKSTRA[®] entspricht und große Ähnlichkeit mit dem Konzept der Vermessungsverwaltung aufweist, vgl. /42/. Damit kann der OKSTRA kommunal prinzipiell nicht nur den aktuell gültigen Zustand von Daten repräsentieren, sondern auch ihre Zustände zu beliebigen früheren Zeitpunkten.

Das Historisierungskonzept des OKSTRA kommunal basiert auf der Festlegung, dass eine Instanz einer historisierbaren Objektart als Objektversion zu interpretieren ist, die nur für ein bestimmtes Zeitintervall gültig ist. Zu einem Objekt können damit mehrere Objektversionen existieren, die die verschiedenen Zustände des Objektes im Verlauf der Zeit angeben. Die einzelnen Objektversionen können über Vorgänger- und Nachfolgerrelationen miteinander verknüpft werden.

Zur Realisierung dieses Konzepts stellt der OKSTRA kommunal den abstrakten Supertypen *historisches_Objekt* zur Verfügung (Abbildung 26). Dieser besitzt die beiden Attribute „gültig von“ und „gültig bis“ vom Datentyp *Datum*, mit denen das Gültigkeitsintervall angegeben werden kann, und eine Vorgänger-/Nachfolgerrelation. Objektarten, die von diesem Supertypen erben, sind historisierbar⁴².

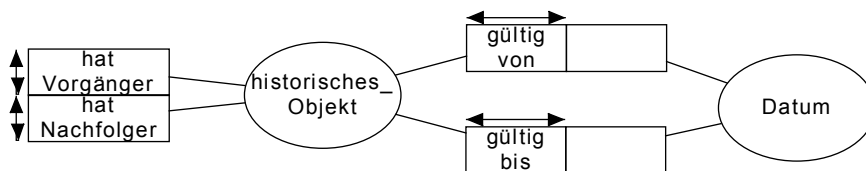


Abbildung 26: NIAM-Diagramm: *historisches_Objekt*

Die Historisierung erfolgt tagesscharf. Dies bedeutet, dass eine Objektversion von 0:00 Uhr des beim Attribut „gültig von“ angegebenen Datums bis 24:00 Uhr des beim Attribut „gültig bis“ angegebenen Datums gültig ist. Bei einer noch nicht abgeschlossenen Version, die „bis auf weiteres“ gültig ist, wird für das Attribut „gültig bis“ kein *Datum* angegeben.

Mit den Vorgänger- und Nachfolgerrelationen lassen sich aus den einzelnen Versionen eines Objektes ganze Versionsketten aufbauen, wobei bei der ersten Version die Vorgänger- und bei der letzten Version die Nachfolgerrelation nicht belegt ist, vgl. Abbildung 27.



Abbildung 27: Beispiel für eine Versionskette

Für die einzelnen Objektversionen innerhalb der Kette gelten folgende Konsistenzbedingungen:

1. Das „gültig bis“-Datum einer Version darf nicht vor dem „gültig von“-Datum derselben Version liegen. Es darf allerdings fehlen, wenn die Version noch nicht beendet ist. Sind beide Angaben gleich, ist die Version von 0:00 Uhr bis 24:00 Uhr des angegebenen Tages gültig.

⁴² In der momentanen Version des OKSTRA kommunal nutzt noch keine Objektart diese Möglichkeit.

2. Das „gültig von“-Datum einer Version muss dem auf das „gültig bis“-Datum der Vorgängerversion folgenden Tag entsprechen. Ausgenommen hiervon ist lediglich die erste Objektversion innerhalb der Kette, weil sie keine Vorgängerversion besitzt.

Die Tatsache, dass bei einer historisierbaren Objektart semantisch betrachtet erst alle Versionen zusammen die komplette Objektinstanz realisieren, hat Auswirkungen auf die Kardinalitäten der Relationen, die auf diese Objektart gerichtet sind: Sie sind grundsätzlich multipel, damit alle zugehörigen Versionen referenziert werden können. Dies gilt auch dann, wenn zu einem Zeitpunkt – konzeptionell betrachtet – nur ein Relationspartner zulässig sein soll.

Um eine Relation zu einem historisierbaren Objekt auswerten zu können, muss ein Zeitpunkt angegeben werden, für den die Auswertung erfolgen soll. Aus der Menge der insgesamt referenzierten Objektversionen können dann diejenigen herausgesucht werden, die zum angegebenen Zeitpunkt gültig sind.

Falls beim Knoten-Kanten-Modell ein *Straßenelement* eine Geometrieänderung erfährt oder durch eines mit neuer Identität ersetzt wird, aber ein Teil von ihm de facto unverändert bleibt, kann mit der Objektart *Identisches_Netzteil_kommunal* (vgl. Abbildung 28) eine Verbindung zwischen den identischen Teilen des alten und des neuen *Straßenelements* aufgebaut werden. Diese Information ist deswegen sinnvoll, weil Fachdaten, die auf diese Teile referenziert sind, lediglich auf das neue *Straßenelement* bezogen und ggf. umstationiert werden müssen. Die identischen Teile auf dem alten und dem neuen *Straßenelement* werden durch die Objektart *Teilelement_IdNT* angegeben, einem Subtypen des *Teilelements* aus dem Knoten-Kanten-Modell.

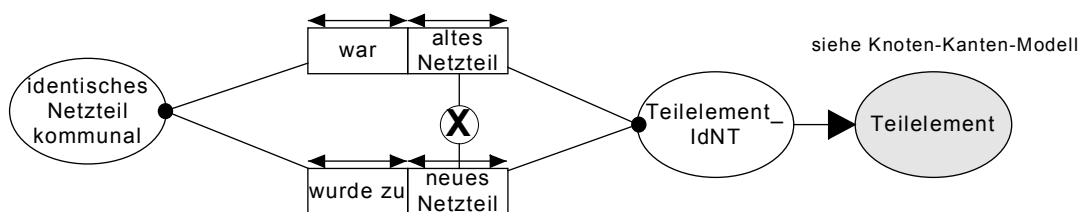


Abbildung 28: NIAM-Diagramm: *identisches Netzteil kommunal*

Für die EXPRESS-Modellierung des OKSTRA kommunal wurde weitgehend das Schema „Historisierung“ des OKSTRA übernommen. Weggelassen wurden zunächst die Objektart *Ereignis* und die Schlüsseltablette *Veränderungsart*, die in der OKSTRA[®]-Modellierung nur im Kontext des klassifizierten Straßennetzes sinnvoll verwendet werden können. Falls für das *Ereignis* und die *Veränderungsart* Anwendungsfälle im kommunalen Bereich gesehen werden, könnten sie nach einer inhaltlichen Überarbeitung im OKSTRA kommunal ergänzt werden. Anstelle des *Identischen_Netzteils* und des *Teilabschnitts_IdNT* des OKSTRA[®] wurden das *Identische_Netzteil_kommunal* und das *Teilelement_IdNT* eingeführt, um angeben zu können, welche Teile eines *Straßenelementes* sich bei einer Netzänderung nicht verändert haben.

10.4 Fachdatenmodell

Für den Bereich der Fachdaten wurden Aufbrüche und Sondernutzungen, die daraus resultierenden verkehrlichen Beeinträchtigungen sowie Umleitungen modelliert. Die Zielsetzung hierbei war nicht, ein möglichst umfassendes Fachdatenmodell zu schaffen (dies hätte im Rahmen des Forschungsprojektes auch kaum geleistet werden können), sondern vielmehr exemplarisch zu zeigen, wie Fachdaten auf das Netzmodell des OKSTRA kommunal bezogen werden können. Die Auswahl der Thematik geschah im Hinblick auf das zur Evaluierung des Netzmodells durchzuführende Prototyping (vgl. Kapitel 11).

Das entwickelte Fachdatenmodell besteht im Wesentlichen aus drei Objektarten:

1. Die Objektart *Vorgang_m_verkehrl_Beeintr* beschreibt auf einer allgemeinen Ebene einen Vorgang, der zu verkehrlichen Beeinträchtigungen führt oder führen kann. Für diese Objektart existieren verschiedene Spezialisierungen (*Aufbruch*, *Sondernutzung* etc.).
2. Die Objektart *Beeinträchtigung_verkehrl* beschreibt eine konkrete, auf dem Netzmodell des OKSTRA kommunal verortbare verkehrliche Beeinträchtigung.
3. Die Objektart *Umleitung* beschreibt eine Umleitungsstrecke, die zur Umgehung einer verkehrlichen Beeinträchtigung eingerichtet worden ist.

Eine verkehrliche Beeinträchtigung kann durch einen oder mehrere Vorgänge mit verkehrlicher Beeinträchtigung ausgelöst werden. Umgekehrt kann ein solcher Vorgang zu beliebig vielen verkehrlichen Beeinträchtigungen führen. In den folgenden Kapiteln wird die Fachdatenmodellierung anhand von NIAM-Diagrammen beschrieben.

10.4.1 Vorgang mit verkehrlicher Beeinträchtigung

Die Objektart *Vorgang_m_verkehrl_Beeintr* beschreibt einen Vorgang, durch den eine oder mehrere verkehrliche Beeinträchtigungen ausgelöst werden können (vgl. Kapitel 10.4.2).

Abbildung 29 zeigt die zugehörige NIAM-Modellierung. Zu einem *Vorgang_m_verkehrl_Beeintr* muss ein *Zeitraum* angegeben werden, in dem der Vorgang zu Beeinträchtigungen führt oder führen kann. Außerdem müssen die *Gemeindebezirke* angegeben werden, die von dem Vorgang betroffen sind, und es können beliebig viele Dokumente referenziert werden (z. B. Aufbruchgenehmigungen o.ä.).

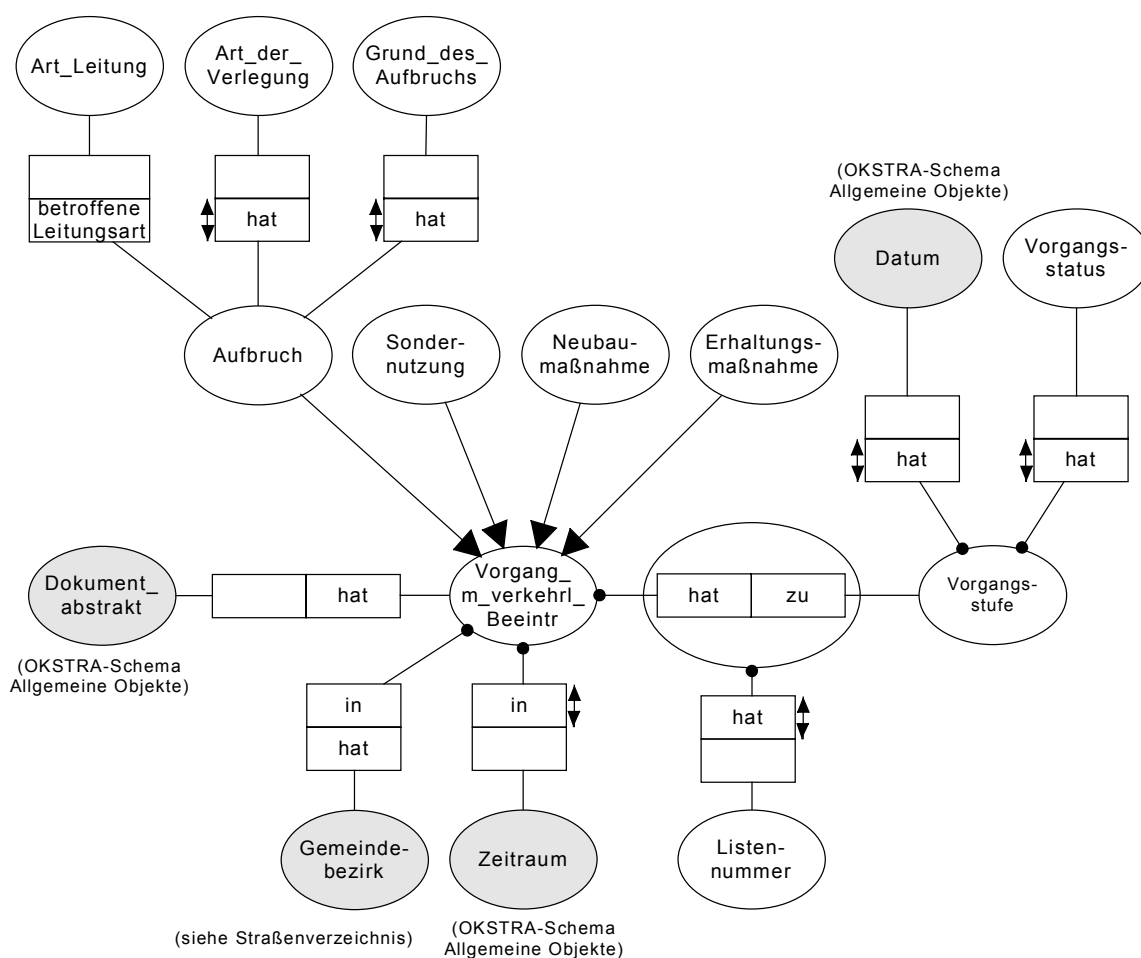


Abbildung 29: NIAM-Diagramm: *Vorgang_m_verkehrl_Beeintr*

Darüber hinaus muss zu einem *Vorgang_m_verkehrl_Beeintr* mindestens eine *Vorgangsstufe* angegeben werden, die ihrerseits eine Angabe zum *Vorgangstatus* („beantragt“, „genehmigt“ etc.) sowie ein *Datum* enthalten muss. Das *Datum* gibt an, wann der zugehörige *Vorgangstatus* erreicht worden ist. Im Laufe der Vorgangsbearbeitung kann ein *Vorgang_m_verkehrl_Beeintr* mehrere *Vorgangsstufen* durchlaufen. Diese sind dann alle, sortiert nach dem jeweiligen *Datum*, anzugeben.

Als Spezialisierungen des *Vorgang_m_verkehrl_Beeintr* stehen die Objektarten *Aufbruch*, *Sondernutzung*, *Neubaumaßnahme* und *Erhaltungsmaßnahme* zur Verfügung. Zum *Aufbruch* kann optional eine Angabe zu den betroffenen Leitungsarten gemacht werden; dazu dient die Schlüsseltablette *Art_Leitung*. Zusätzlich können bei Bedarf Angaben zur *Art_der_Verlegung* der Leitungen und zum *Grund_des_Aufbruchs* erfolgen; auch hierfür existieren entsprechende Schlüsseltabletten.

10.4.2 Verkehrliche Beeinträchtigung, Umleitung

Die Objektart *Beeinträchtigung_verkehrl* (Abbildung 30) beschreibt eine konkrete, auf dem Straßennetz verortbare verkehrliche Beeinträchtigung. Die Verortung kann sowohl auf das Knoten-Kanten-Modell als auch auf das Flächenmodell erfolgen, wobei im Knoten-Kanten-Modell eine Verortung über einen Strecken- oder einen Punktbezug möglich ist. Im Flächenmodell kann eine *Verkehrsfläche* referenziert werden. Über die Vererbung vom *Punktobjekt_Modell* kann auch eine georeferenzierte Verortung (d.h. die Angabe eines Koordinatenpaares) erfolgen.

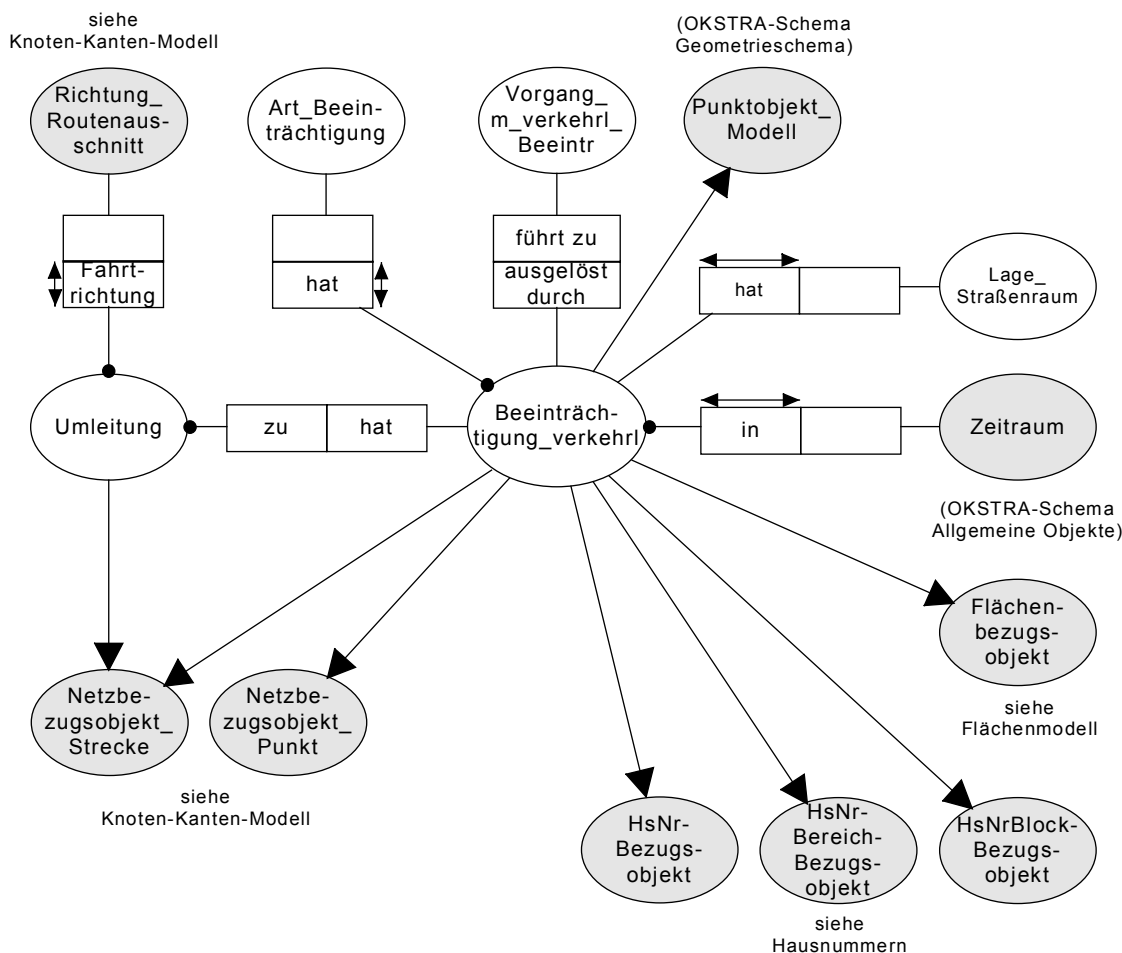


Abbildung 30: NIAM-Diagramm: *Beeinträchtigung_verkehrl*

Neben diesen geometrischen Verortungen besteht die Möglichkeit, eine *Hausnummer*, einen *Hausnummernbereich* oder einen *Hausnummernblock* zu referenzieren, in deren Umgebung die Beeinträchtigung liegt.

Obligatorische Angaben zur *Beeinträchtigung_verkehrl* sind der *Zeitraum*, in dem die Beeinträchtigung existiert, und die *Art_Beeinträchtigung*. Dies ist eine Schlüsseltabelle zur näheren Bestimmung der Art der Beeinträchtigung. Eine *Beeinträchtigung_verkehrl* kann optional durch einen oder mehrere *Vorgänge_m_verkehrl_Beeintr* ausgelöst werden (vgl. Kapitel 10.4.2).

Falls eine *Beeinträchtigung_verkehrl* über einen Punkt- oder Streckenbezug im Knoten-Kanten-Modell verortet wird, kann über die Objektart *Lage_Straßenraum* eine Angabe dazu erfolgen, welche Bereiche des Straßenraums (linke/rechte Fahrbahn, linke/rechte Nebenanlage) von der Beeinträchtigung betroffen sind. Bezugsrichtung für diese Angaben ist bei einem Punktbezug im Knoten-Kanten-Modell die Richtung des referenzierten *Straßenelementes*, bei einem Streckenbezug die Richtung des referenzierten *Routenausschnittes*.

Eine *Beeinträchtigung_verkehrl* kann beliebig viele *Umleitungen* besitzen. Eine *Umleitung* kann als *Netzbezugsobjekt_Strecke* auf dem Knoten-Kanten-Modell verortet werden und wahlweise in einer oder beiden Richtungen befahrbar sein, wobei die zulässigen Fahrrichtungen über die Schlüsseltabelle *Richtung_Routenausschnitt* festgelegt werden.

10.5 Vergleich des Netzmodells mit dem Arbeitspapier K 1.2 der FGSV

Das im FGSV-Arbeitspapier K 1.2 „Ordnungssystem und Netzbeschreibung für innerörtliche Verkehrsflächen“ /25/ beschriebene Knoten-Kanten-Modell weist eine sehr starke Ähnlichkeit zum Knoten-Kanten-Modell des OKSTRA kommunal auf. Die folgende Tabelle zeigt die Entsprechungen zwischen den in /25/ aufgeführten Modellelementen und den Objektarten des OKSTRA kommunal-Netzmodells:

Arbeitspapier K 1.2	OKSTRA kommunal
<i>Netznoten</i>	<i>Verbindungspunkt</i>
<i>Netznotenabschnitt</i>	<i>Straßenelement</i>
<i>komplexer Netznoten</i>	<i>Komplexer Knoten</i>
<i>Teilnoten</i>	<i>Verbindungspunkt (als Bestandteil eines Komplexen Knotens)</i>
<i>Abschnittsfolge</i>	<i>Route</i>
<i>Straße</i>	<i>kommunale Straße</i>
<i>Teilabschnitt</i>	<i>Teilelement</i>
<i>Strecke</i>	<i>Routenausschnitt</i>

Darüber hinaus existieren noch eine Reihe weiterer Gemeinsamkeiten: Sowohl das Arbeitspapier K 1.2 als auch das OKSTRA-kommunal-Datenmodell sehen optionale Hausnummernbezüge von Fachdaten vor. Außerdem beschäftigen sich beide Ordnungssysteme mit der Referenzierung des kommunalen Straßennetzes auf das klassifizierte Netz.

Es bestehen jedoch auch einige Unterschiede zwischen beiden Modellen, die im Folgenden aufgeführt sind:

1. Die Bezeichnungen der Modellelemente sind unterschiedlich. Da eine zeitlang eine vollständige Integration des OKSTRA kommunal in den OKSTRA[®] erwogen wurde, wurden für die OKSTRA kommunal-Objektarten bewusst keine Namen gewählt, die im

Kontext des OKSTRA[®]/ASB-Netzknotten-Stationierungssystems bereits anderweitig besetzt sind (wie z.B. „Netzknotten“ für die Knoten und „Abschnitte“ für die Kanten des Knoten-Kanten-Modells).

2. Die Nummerierung der Knoten ist in beiden Modellen unterschiedlich: Während das Arbeitspapier K 1.2 eine Kombination aus den Koordinaten des umgebenden 1-Kilometer-Quadrates und einer laufenden Nummer vorsieht, wird im OKSTRA kommunal eine Kombination aus dem Gemeindegeschlüssel der jeweiligen Kommune und einer weiteren, von der Kommune zu vergebenden Nummer verwendet. Der Vorteil dieser Festlegung besteht darin, dass eine Kommune auf diese Weise ohne Absprachen mit anderen Kommunen bundesweit eindeutige Nummern vergeben kann, was im Kontext einer Integration der Daten verschiedener Kommunen (z.B. zur Erzeugung eines vollständigen amtlichen Straßennetzes) von Bedeutung ist. Bei Bedarf kann eine Kommune auch im von ihr zu vergebenden Teil der Nummerierung weitere Ordnungsmerkmale verankern (z.B. eine Codierung von Kartenblättern oder Stadtteilen).
3. Die Aggregation elementarer Knoten zu komplexen Knoten ist etwas unterschiedlich gelöst: Im Arbeitspapier K 1.2 werden nicht die normalen Elementarknoten (d.h. die *Netzknotten*) zu einem komplexen Netzknotten aggregiert, sondern spezielle *Teilknotten*, die über ihre Bezeichnungen (Nummer des *komplexen Netzknottens* sowie einen Buchstabenzusatz) eindeutig als solche gekennzeichnet sind. Der OKSTRA kommunal erlaubt dagegen eine Aggregation normaler Elementarknoten (*Verbindungspunkte*) und erfordert zusätzlich die Angabe der betroffenen Kanten (*Straßenelemente*). Dieses Verfahren hat den Vorteil, dass Elementarknoten flexibel und ohne die Notwendigkeit einer Umnummerierung in einen *komplexen Knoten* aufgenommen oder aus ihm entfernt werden können. Die zusätzliche Angabe der betroffenen Kanten führt zu einer präziseren Definition des *komplexen Knotens*, weil das Modell explizit die Information enthält, welche Kanten Bestandteil des *komplexen Knotens* sind.
4. Die *Straße* des Arbeitspapiers K 1.2 ist als Aggregation aller *Netzknottenabschnitte* mit derselben Straßenbezeichnung definiert. Demgegenüber ist die *kommunale Straße* des OKSTRA kommunal eine eigenständige Objektart, die selbst keinerlei Geometrie enthält. Dies ermöglicht die Verwendung der *kommunalen Straße* wahlweise ohne Geometriebezug (im Sinne einer rein alphanumerischen Anwendung), mit Bezug zum Knoten-Kanten-Modell und/oder mit Bezug zum Flächenmodell.
5. Fachdaten mit punktförmigem Netzbezug werden im Arbeitspapier K 1.2 über die Angabe einer Referenz auf die betroffene Kante, eine Stationierung, die lotrechte Entfernung von der Bezugsachse und die Richtung (bezogen auf die Richtung der Kante) auf dem Straßennetz verortet. Dies geschieht im OKSTRA kommunal in ganz ähnlicher Weise; auf eine Richtungsangabe wird hier jedoch verzichtet, da die seitliche Lage des Fachdatums in Bezug zur Achse aus dem Vorzeichen des lotrechten Abstandes abgeleitet wird.
6. Fachdaten mit streckenförmigem Bezug werden im Arbeitspapier K 1.2 in der Regel auf einem *Teilabschnitt* (d.h. auf einem Teil einer Kante) verortet. Nur wenn sie sich auf mehr als eine Kante beziehen, kommt eine Verortung auf eine *Strecke* in Betracht. Der OKSTRA kommunal macht diese Unterscheidung nicht und verortet solche Fachdaten stets mit dem übergreifenden Konzept (d.h. auf einen *Routenausschnitt*). Das *Teilelement* als Äquivalent zum *Teilabschnitt* des Arbeitspapiers K 1.2 existiert zwar, hat aber zurzeit nur Bedeutung im Rahmen des Historienkonzepts.
7. Das Arbeitspapier K 1.2 schlägt zur Referenzierung eines kommunalen Netzes auf das klassifizierte Netz eine Zuordnungstabelle vor, in der sich entsprechende Knoten aus beiden Netzen gegenübergestellt werden. Demgegenüber verwendet der OKSTRA kommunal ein differenzierteres Verfahren: Die Knoten des kommunalen Netzes (d.h. die *Verbindungspunkte*) können sowohl existierenden Knoten des klassi-

fizierten Netzes (*Nullpunkten* als Bestandteilen von *Netzknoten*) als auch beliebigen Stellen auf dem klassifizierten Netz zugeordnet werden. Damit können z.B. Einmündungen von kommunalen Straßen auf das klassifizierte Netz abgebildet werden, an denen im klassifizierten Netz kein Knoten existiert. Außerdem können im OKSTRA kommunal nicht nur die Knoten, sondern auch die Kanten (*Straßenelemente*) direkt auf dem klassifizierten Netz verortet werden.

11 OKSTRA kommunal Prototyping

11.1 Allgemeines

Im Rahmen des Forschungsprojektes „Integrierte kommunale Verkehrsnetzdokumentation“ wurde ein Prototyping mit folgenden Zielsetzungen durchgeführt:

1. Evaluierung des in Kapitel 10 beschriebenen Datenmodells (Prüfung auf innere Schlüssigkeit und Konsistenz, Aufdeckung von Modellierungsfehlern),
2. Überprüfung der Abbildbarkeit systemspezifischer interner Datenstrukturen auf das OKSTRA kommunal-Datenmodell,
3. Überprüfung der Möglichkeit zur Integration von kommunalen Netzdaten und Daten aus dem klassifizierten Straßennetz.

Verschiedene im Betreuerkreis vertretene Kommunen und Firmen erklärten ihre Bereitschaft zur Teilnahme am Prototyping. Da es neben den oben aufgeführten technischen Aspekten ein weiteres Ziel des Prototypings war, anhand möglichst realistischer und anwendungsfallnaher Szenarien Beispiele für die Einsatzmöglichkeiten des OKSTRA kommunal in der Praxis zu geben, geschah die Festlegung der zu behandelnden Thematik in enger Abstimmung mit den potenziellen Prototyping-Partnern. Gewählt wurde schließlich der Bereich der Aufbrüche und Sondernutzungen und der dadurch verursachten verkehrlichen Beeinträchtigungen. Dieser Bereich wurde von allen Prototyping-Partnern als praxisrelevant betrachtet und bot darüber hinaus die Möglichkeit zur Verwendung der verschiedenen Referenzierungsmechanismen des OKSTRA kommunal-Netzmodells (Verortung der Fachdaten im Knoten-Kanten-Modell, im Flächenmodell, an Hausnummern und über eigene Geometrie). Als Vorbereitung für das Prototyping wurde die in Kapitel 10.4 beschriebene Fachdatenmodellierung erstellt. Außerdem wurden zusammen mit den Prototyping-Partnern verschiedene Anwendungsfall-Szenarien entwickelt, die in den folgenden Kapiteln beschrieben werden.

11.2 Szenario Münster

Das Prototyping-Szenario Münster wurde in Zusammenarbeit mit der Stadt Münster entwickelt. Im Zentrum des Szenarios steht ein webbasiertes Auskunftssystem, mit dem Aufbrüche und Sondernutzungen und die daraus resultierenden verkehrlichen Beeinträchtigungen im Stadtgebiet von Münster abgefragt werden können. Dabei ist optional eine Filterung nach der Art der Beeinträchtigung und einem vorgegebenem Zeitintervall möglich; außerdem kann die Betrachtung auf einen beliebigen Teilbereich des Stadtgebietes begrenzt werden.

Ein solches Auskunftssystem kann innerhalb der Stadtverwaltung als Hilfsmittel bei der Genehmigung weiterer Aufbrüche und Sondernutzungen eingesetzt werden, da es die Erkennung potenzieller Konfliktsituationen ermöglicht. Für die im Stadtgebiet tätigen Versorgungsunternehmen sind die bereitgestellten Informationen ebenfalls nützlich, da sie zur besseren Koordinierung von Aufbrüchen im Straßennetz verwendet werden können. Wenn z.B. die Stadtwerke eine Straße aufbrechen, um das Kanalnetz zu sanieren, könnte die Telekom diese Gelegenheit benutzen, um gleichzeitig neue Telefonkabel zu verlegen, sofern sie eine solche Maßnahme in der betroffenen Straße bereits geplant hat. Schließlich sind die Informationen über die verkehrlichen Beeinträchtigungen für alle Verkehrsteilnehmer – d.h. letztlich für alle Bürger – interessant.

Die technische Seite des Szenarios zeigt die Abbildung 31. Die Straßendatenbank der Stadt Münster – eine Eigenentwicklung der Stadt auf der Basis des Datenbanksystems ORACLE – wird mit weiteren Tabellen zur Aufnahme der Daten über die genehmigten Aufbrüche, Son-

dernutzungen und die entsprechenden verkehrlichen Beeinträchtigungen ergänzt und außerdem mit einem Webserver gekoppelt, der das Straßennetz und die entsprechenden Fachdaten über einen OKSTRA kommunal-konformen *Web Feature Service (WFS)* zur Verfügung stellt. Dieser Service kann prinzipiell von beliebig vielen Web-Clients abgefragt werden.

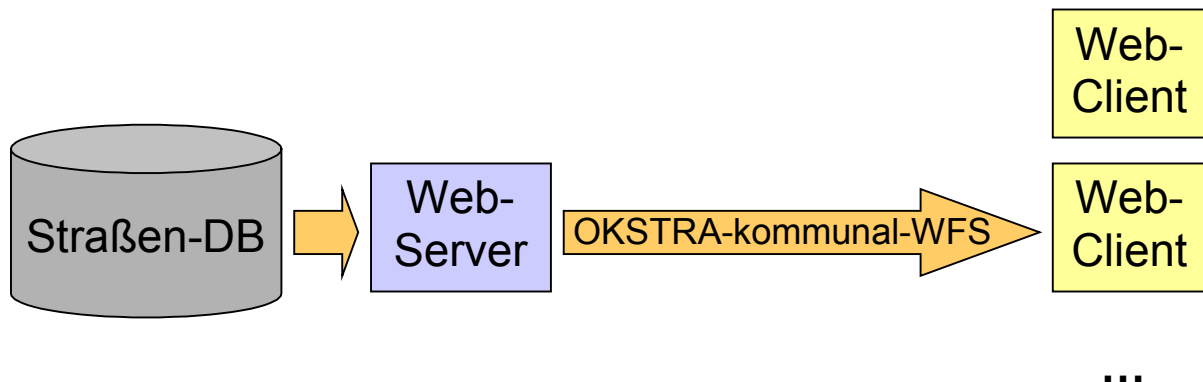


Abbildung 31: Technisches Konzept des Szenarios Münster

Ein entsprechender Web-Service wurde im Rahmen des Prototypings durch die interactive instruments GmbH realisiert, wobei als Webserver das Produkt XTRASERVER zum Einsatz kam. Außerdem wurde ein browserbasierter *Thin Client* auf der Basis des Produktes XTRA-WEBVIEWER entwickelt, mit dem der Web-Service unter Angabe optionaler Filterkriterien abgefragt und die empfangenen Daten visualisiert werden können (Abbildung 32). Dieser Client kann in einem normalen Web-Browser betrieben werden und erfordert keinerlei weitere Installation auf dem Client-Rechner. Die Hintergrundkarten im Kartenfenster werden von einem *Web Map Service (WMS)* des Landesvermessungsamtes Nordrhein-Westfalen bezogen. Zusätzlich besteht die Möglichkeit zur Navigation im Kartenfenster über die Angabe einer postalischen Adresse; dafür kommt ein sog. *Gazetteer-Service* zum Einsatz, der zu einer gegebenen Adresse eine Geo-Koordinate zur Verfügung stellt und ebenfalls vom Landesvermessungsamt Nordrhein-Westfalen betrieben wird.

Folgende OKSTRA kommunal-Objektarten wurden in diesem Szenario implementiert:

- Netzmodell: Straßenverzeichnis: *kommunale Straße, Segment_kommunale_Straße, Gemeindebezirk*
- Netzmodell: Knoten-Kanten-Modell: *Straßenelement, Verbindungspunkt_abstrakt, Straßenelementpunkt, Route, Routenausschnitt*
- Fachdaten: *Vorgang_m_verkehrl_Beeintr, Aufbruch, Sondernutzung, Neubaumaßnahme, Erhaltungsmaßnahme, Vorgangsstufe, Beeinträchtigung_verkehrl, Lage_Straßen-raum*

Dieser Prototyp wurde auf der Messe INTERGEO 2006 vom 10.-12.10.2006 in München präsentiert und ist bis auf weiteres im Internet verfügbar unter <http://services.interactive-instruments.de/fops-client/>.

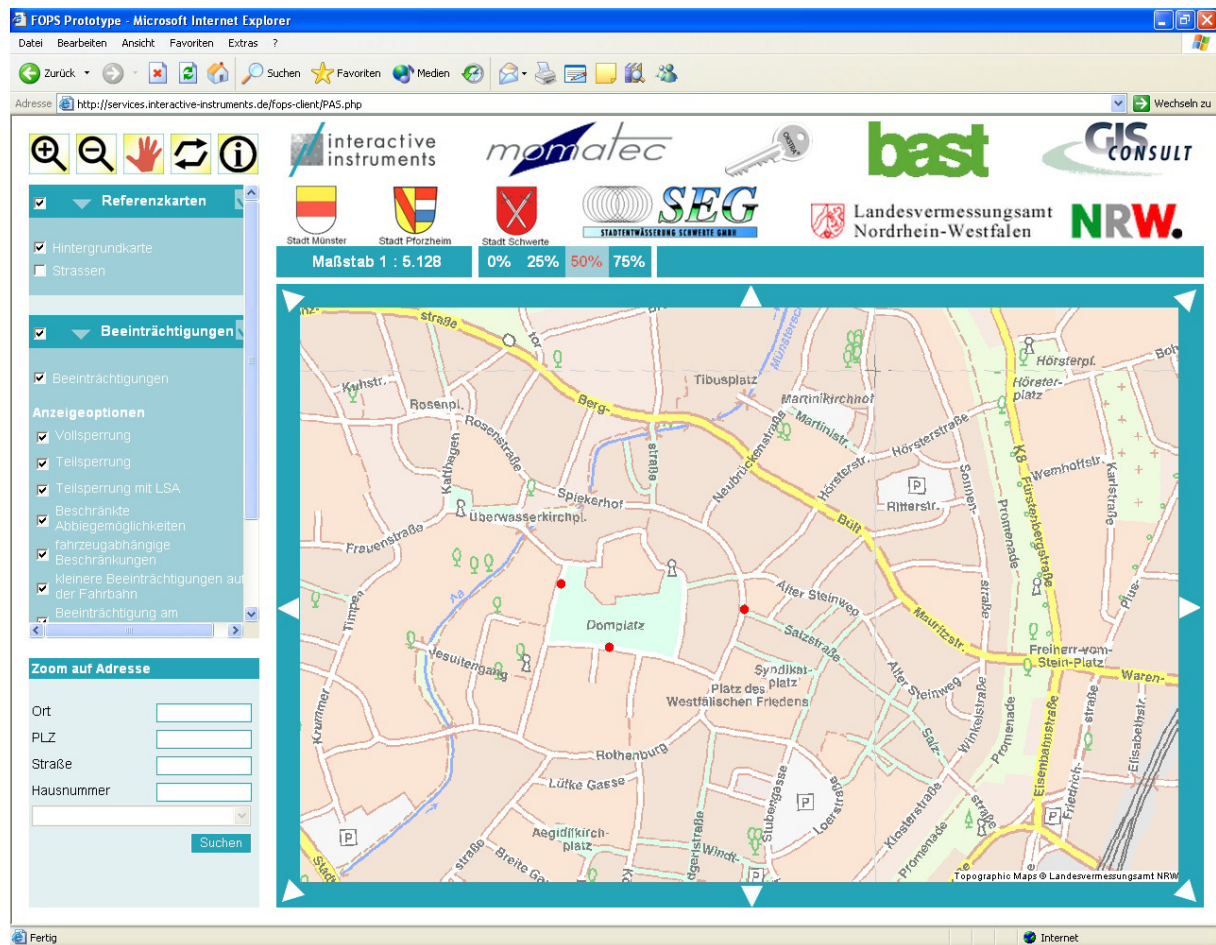


Abbildung 32: Oberfläche des implementierten Web-Clients

11.3 Szenario Pforzheim

Die Partner beim Szenario Pforzheim waren die Stadt Pforzheim, die Landesstelle für Straßentechnik Baden-Württemberg (LST) mit Sitz in Stuttgart und die techscan GmbH (Fellbach).

Ziel des entwickelten Szenarios ist eine bessere Koordination verkehrsrelevanter Vorgänge (Bau- und Pflegemaßnahmen, Sondernutzungen etc.) zwischen der Landesebene, die für die Bundesfernstraßen und Landesstraßen zuständig ist, und der kommunalen Ebene, die die Verantwortung für das kommunale Straßennetz besitzt. Dieses Ziel soll exemplarisch für den Raum Pforzheim erreicht werden durch den bidirektionalen Austausch von Daten über geplante bzw. in Durchführung befindliche Vorgänge zwischen der Straßendatenbank der Stadt Pforzheim und dem von der LST betriebenen Baustelleninformationssystem Baden-Württemberg (BIS). Auf der Grundlage eines solchen Datenaustausches können die auf den Fernstraßen geplanten Maßnahmen, die zum Teil Umleitungen im Bereich des kommunalen Netzes erfordern, von der Stadt Pforzheim bei der Genehmigung von Vorgängen berücksichtigt werden. Umgekehrt kann die Landesebene bei der Planung ihrer Maßnahmen die Situation im kommunalen Netz und das Vorhandensein geeigneter Umleitungen beachten.

Die technische Konzeption dieses Szenarios zeigt die Abbildung 33: Jede Seite besitzt eine Datenbank mit den erforderlichen Informationen; diese werden mittels eines Webserver als WFS verfügbar gemacht. Der Service der Stadt Pforzheim ist OKSTRA kommunal-konform; das BIS besitzt bereits einen WFS, der im Rahmen des Prototypings genutzt werden kann. Jede Seite erhält darüber hinaus eine Client-Anwendung, mit der die Daten der Gegenseite

zu regelmäßigen Zeitpunkten abgefragt und in speziellen Tabellen der jeweiligen Datenbank abgelegt werden können, wo sie für eine weitere Verwendung bereitstehen.

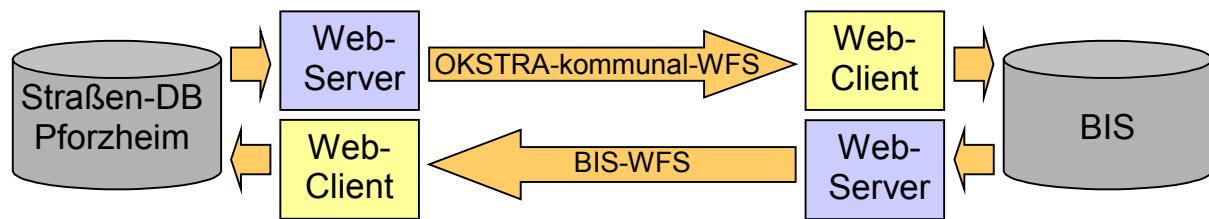


Abbildung 33: Technisches Konzept des Szenarios Pforzheim

Um die technische Konzeption einfach zu halten, werden die bei der letzten Abfrage erhaltenen Daten vollständig gelöscht, bevor eine neue Abfrage gestartet wird, und es werden stets alle vorhandenen Daten abgefragt. Auf diese Weise wird verhindert, dass eine Analyse durchgeführt werden muss, welche der beim Empfänger vorhandenen Daten bei der erneuten Abfrage noch aktuell sind und welche neu bezogen, geändert oder gelöscht werden müssen⁴³.

Der OKSTRA kommunal-WFS für die Datenbank der Stadt Pforzheim sowie die erforderlichen Client-Anwendungen zur Abfrage der Services wurden im Rahmen des Prototypings durch die interactive instruments GmbH realisiert und erfolgreich getestet, wobei der BIS-WFS in geeigneter Form simuliert wurde. Als Webserver kam dabei wie im Szenario Münster das Produkt XTRASERVER zur Anwendung. Eine Installation des Prototypen in Pforzheim und Stuttgart erfolgte bislang aus zeitlichen Gründen nicht.

Folgende OKSTRA kommunal-Objektarten wurden in diesem Szenario implementiert:

- Netzmodell: Straßenverzeichnis: *Gemeindebezirk*
- Netzmodell: Knoten-Kanten-Modell: *Straßenelement*, *Verbindungspunkt_abstrakt*, *Straßenelementpunkt*
- Netzmodell: ASB-Netz-Referenzierung: *Teilabschnitt*, *Abschnitt_oder_Ast_abstrakt*, *Straßenpunkt_TA*
- Fachdaten: *Vorgang_m_verkehrl_Beeintr*, *Vorgangsstufe*, *Beeinträchtigung_verkehrl*

Dieses Szenario zeichnet sich dadurch aus, dass die ASB-Netz-Referenzierung mitimplementiert worden ist. Dies bedeutet, dass dann, wenn ein kommunales *Straßenelement* auf dem klassifizierten Netz verläuft, entsprechende Zusatzinformationen bereitgestellt werden, die eine Verortung des *Straßenelementes* auf dem klassifizierten Netz gestatten. Damit können auf das *Straßenelement* bezogene Stationierungen auf den betroffenen *Abschnitt* oder *Ast* des klassifizierten Straßennetzes umgerechnet werden.

11.4 Szenario Schwerte

Das Szenario Schwerte wurde zusammen mit der Stadt Schwerte, der Stadtentwässerung Schwerte GmbH und der GIS Consult GmbH (Haltern) entwickelt und entspricht in der Zielsetzung und der technischen Konzeption weitestgehend dem Szenario Münster (vgl. Kapitel 11.2). Der einzige Unterschied zum Szenario Münster besteht darin, dass für die Serverseite andere Produkte zum Einsatz kommen – als Straßendatenbank das in Schwerte eingesetzte Produkt GCSIB und als Webserver das Produkt OSIRIS der GIS Consult GmbH. Der WFS stellt Daten über verkehrliche Beeinträchtigungen im Gebiet der Stadt Schwerte zur Verfügung und ist als weitere Datenquelle für den Thin Client aus dem Szenario Münster einsetzbar.

⁴³ Eine solche Synchronisationsstrategie ist natürlich nur bei überschaubaren Datenmengen sinnvoll.

Dieses Szenario wurde bislang nicht vollständig umgesetzt. Als Vorstufe wurde von der GIS Consult GmbH eine OKSTRA kommunal-Dateischnittstelle für das Produkt GCSIB realisiert, woraus sich bereits wesentliche Aussagen bezüglich der inneren Konsistenz des OKSTRA kommunal-Datenmodells und der Abbildbarkeit des Modells auf systeminterne Datenstrukturen ableiten lassen (vgl. Kapitel 11.6).

Folgende OKSTRA kommunal-Objektarten wurden in diesem Szenario bisher implementiert:

- Straßenverzeichnis: *kommunale_Straße*, *Segment_kommunale_Straße*
- Knoten-Kanten-Modell: *Straßenelement*, *Verbindungspunkt*
- Flächenmodell: *Verkehrsfläche*
- Fachdaten: *Aufbruch*, *Beeinträchtigung_verkehr*

11.5 Szenario Paderborn

Dieses Szenario wurde zusammen mit der nts Ingenieurgesellschaft mbH (Münster) und der Stadt Paderborn entwickelt. Ziele des Szenarios sind die Verbesserung des Workflows bei der Genehmigung von Aufbrüchen und die Vermeidung mehrfacher Datenerfassung. Dies soll exemplarisch erreicht werden durch die Kopplung der betriebswirtschaftlichen Software eines Versorgungsunternehmens mit der Straßendatenbank einer Kommune (vgl. Abbildung 34): Die Software des Versorgungsunternehmens generiert nach dem Eintragen von Informationen zu einem geplanten Aufbruch automatisch einen entsprechenden Antrag in elektronischer Form an die Kommune, der über den OKSTRA kommunal zur kommunalen Straßendatenbank transportiert wird. Eine Genehmigung/Ablehnung des Antrages wird auf demselben Weg an die Software des Versorgungsunternehmens zurückgegeben und kann dort automatisch verarbeitet und archiviert werden.

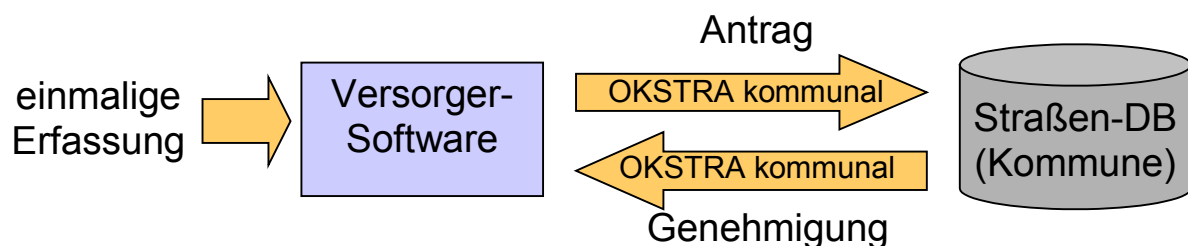


Abbildung 34: Technisches Konzept des Szenarios Paderborn

Bezüglich der weiteren Spezifizierung und Umsetzung dieses Szenarios wurden Gespräche mit der Deutschen Telekom AG geführt; eine Realisierung im Rahmen des Forschungsprojektes erfolgte nicht.

11.6 Erkenntnisse aus dem Prototyping

Aus dem Prototyping ergaben sich einige allgemeine Erkenntnisse über den Einsatz standardisierter Datenschnittstellen sowie einige Erkenntnisse hinsichtlich des OKSTRA kommunal-Datenmodells.

Die wesentliche Erkenntnis allgemeiner Natur besteht darin, dass ein System für die Ausstattung mit einer standardisierten Datenschnittstelle bestimmten Anforderungen hinsichtlich Vollständigkeit und Integrität der enthaltenen Daten genügen muss. Andernfalls besteht die Gefahr, dass bei der Generierung von Exportdaten das der Schnittstelle zugrundeliegende Datenschema verletzt wird. Sofern ein XML-basiertes Format verwendet wird, kann dies darin resultieren, dass nicht gegen das zugrundeliegende XML-Schema validierbare XML-Dokumente entstehen, die dann ggf. von anderen Systemen nicht wieder eingelesen bzw.

nicht weiterverarbeitet werden können. Es muss daher vor der Integration einer standardisierten Schnittstelle in ein bestehendes System sehr genau geprüft werden, ob die für die Schnittstelle erforderlichen Daten vollständig und in konsistenter Form von dem System bereitgestellt werden können.

Hinsichtlich des OKSTRA kommunal-Datenmodells lässt sich Folgendes feststellen:

1. In den in den einzelnen Szenarien umgesetzten Teilen des OKSTRA kommunal-Datenmodells wurden keine logischen Widersprüche oder Inkonsistenzen festgestellt.
2. Die Abbildung des OKSTRA kommunal-Netzmodells auf die jeweiligen systeminternen Datenstrukturen konnte in allen ganz oder teilweise realisierten Szenarien relativ leicht vorgenommen werden. Dies gilt insbesondere für das Knoten-Kanten-Modell, das in den Szenarien Münster, Pforzheim und Schwerte umgesetzt worden ist. Für das Flächenmodell gilt dies im Prinzip ebenfalls – hier muss allerdings relativierend hinzugefügt werden, dass dieses Modell lediglich im Szenario Schwerte realisiert worden ist.
3. Bei der Abbildung des OKSTRA kommunal-Fachdatenmodells auf die systeminternen Datenstrukturen traten speziell im Szenario Pforzheim einige Schwierigkeiten auf:
 - a. Teilweise konnten keine Vorgangsstufen zu den Vorgängen mit verkehrlichen Beeinträchtigungen angegeben werden. Hier sollte die Pflichtrelation vom *Vorgang_m_verkehrl_Beeintr* zur *Vorgangsstufe* in eine optionale Relation umgewandelt werden.
 - b. Die Werte der Schlüsseltabelle *Art_Beeinträchtigung* passten sehr schlecht zu den systemintern verwendeten Werten. Diese Schlüsseltabelle sollte grundlegend überarbeitet werden, wobei insbesondere die in den Regelplänen festgelegten Verkehrsführungen berücksichtigt werden sollten.
4. Wie das Szenario Pforzheim gezeigt hat, kann zwischen dem Knoten-Kanten-Modell des OKSTRA kommunal und dem Netzknoten-Stationierungssystem des OKSTRA® eine Integration erfolgen. Bei dem getesteten Konzept liegt die Last zur Herstellung der Integration auf der kommunalen Seite, d.h. sie muss die Lage ihrer *Straßenelemente* und *Verbindungspunkte* in Bezug auf das klassifizierte Netz ermitteln und entsprechende Zusatzinformationen bereitstellen. Da es im klassifizierten Netz gelegentlich zu Netzänderungen kommen kann, besteht darüber hinaus die Notwendigkeit, solche Änderungen in die kommunalen Netze zu propagieren, d.h. die Kommunen müssen über die Netzänderungen im klassifizierten Netz informiert werden und ihre Zusatzinformationen zur Netzreferenzierung entsprechend anpassen.
5. Das OKSTRA kommunal-Datenmodell war grundsätzlich für die Aufgabenstellungen in den Szenarien Münster, Pforzheim und Schwerte geeignet. Beim Netzmodell gilt dies ohne Abstriche, beim Fachdatenmodell mit den unter Punkt 3 aufgeführten Einschränkungen. Für das Szenario Paderborn müssten möglicherweise noch einige Ergänzungen im Fachdatenteil vorgenommen werden; eine genauere Aussage hierüber ist derzeit nicht möglich, da das Szenario nicht realisiert und auch nicht vollständig spezifiziert worden ist.

Insgesamt betrachtet hat sich das OKSTRA kommunal-Datenmodell im Prototyping bewährt; ein Änderungsbedarf besteht lediglich an den unter Punkt 3 aufgeführten Stellen in der Fachdatenmodellierung.

12 Strategie zur Praxiseinführung des OKSTRA kommunal

12.1 Ausgangslage

Mit dem Abschluss des Forschungsvorhabens ist der Prozess zur Entwicklung eines standardisierten Datenmodells zur Beschreibung von kommunalen Straßennetzen und den für das kommunale Straßen- und Verkehrswesen relevanten Fachdaten keineswegs abgeschlossen. Die in diesem Vorhaben erarbeiteten Ergebnisse müssen nun in der Praxis zur Anwendung kommen. Dabei muss gewährleistet bleiben, dass es zu einer Weiterentwicklung der Modellierung kommt und eine entsprechende software-technische Umsetzung bei den Herstellern von IT-Produkten im Straßen- und Verkehrswesen durchgeführt wird. Der neu entwickelte Standard muss somit von einer zentralen Stelle betreut, weiterentwickelt und gepflegt werden.

Im Vergleich zur Entwicklung des OKSTRA[®] müssen aber beim OKSTRA kommunal neue Wege beschritten werden. Nachdem im Forschungsvorhaben die grundlegenden Modellierungen und Schemata des OKSTRA[®] entwickelt worden sind, wurde er mit dem Allgemeinen Rundschreiben Straßenbau 12/2000 vom BMVBW für den Bereich der Bundesfernstraßen verpflichtend eingeführt. Es wurde eine zentrale Pflegestelle eingerichtet, die vom Bund finanziert wird. Diese Pflegestelle verwaltet den OKSTRA[®]-Standard und ist der Adressat für Änderungsanträge. Nach Beratung mit Experten und ggf. neuen Modellierungen wird eine aktualisierte Version des OKSTRA[®] veröffentlicht, so dass jeder IT-Anbieter seine Software anpassen und sicher sein kann, dass er mit der gültigen Version des OKSTRA[®] arbeitet.

Die Ausgangslage beim OKSTRA kommunal ist eine andere. Im Rahmen des vom BMVBS finanzierten Forschungsvorhabens wurde eine Datenmodellierung für das kommunale Netz entwickelt. Dies erfolgte im Rahmen des Forschungsprogramms Stadtverkehr mit der Zielsetzung eine Lösung für das kommunale Straßen- und Verkehrswesen zu schaffen. Zwar haben sowohl der Bund als auch die Länder Interesse an einem OKSTRA kommunal, der mit dem OKSTRA[®] kompatibel ist. Die weitere Entwicklung des Standards liegt aber außerhalb des Zuständigkeitsbereiches des BMVBS. Somit wird die Pflege des Standards OKSTRA kommunal auch nicht durch den Bund finanziert. Eine Betreuung des OKSTRA kommunal durch die OKSTRA[®]-Pflegestelle wäre somit, obwohl inhaltlich sinnvoll, nur möglich, wenn sich ein neues Finanzierungs- und Organisationsmodell für die Pflegestelle finden würde. Dies ist zur Zeit nicht abzusehen.

Aus diesem Grund müssen neue Wege für den OKSTRA kommunal gefunden werden. Es muss sichergestellt werden, dass

- die im Vorhaben erarbeiteten Ergebnisse in der Fachwelt und der Praxis bekannt gemacht werden,
- die Hersteller von IT-Anwendungen die Ergebnisse des Vorhabens in ihre Software integrieren,
- die Weiterentwicklung und Pflege des Standards und vor allem die Entwicklung von Datenmodellen für Fachdaten aus dem kommunalen Straßen- und Verkehrswesen von einer zentralen Stelle betreut wird.

12.2 Strategie zur Praxiseinführung des OKSTRA kommunal

Die Strategie zur Einführung des OKSTRA kommunal basiert auf 4 Säulen:

1. Information der Öffentlichkeit/Praxis über die Ergebnisse des Vorhabens
2. Know-How-Transfer in die Praxis
3. Herbeiführen einer raschen Umsetzung des OKSTRA kommunal in den relevanten Software-Produkten
4. Organisation der Pflege und Weiterentwicklung des Standards OKSTRA kommunal

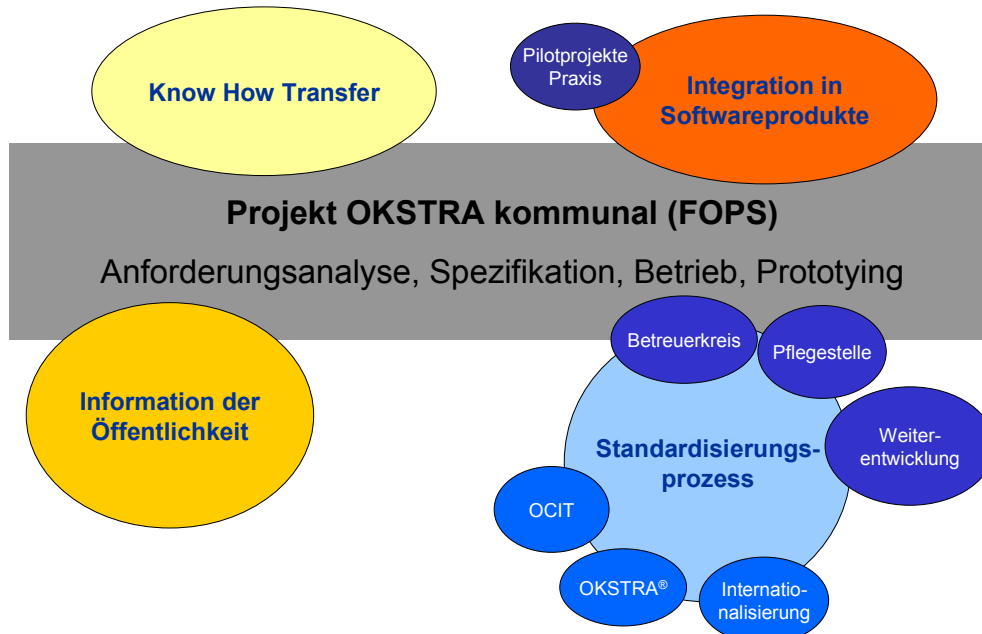


Abbildung 35: Aufgaben auf dem Weg zur Praxiseinführung des OKSTRA kommunal

Geht man von dem Szenario aus, dass es keine Institution aus der öffentlichen Verwaltung (national oder kommunal) gibt, die eine Verwaltung des OKSTRA kommunal-Standards als ihre hoheitliche Aufgabe ansieht, dann wird die Durchsetzung des OKSTRA kommunal davon abhängen, dass

- den kommunalen Verwaltungen als späteren Anwendern des Standards der Nutzen verdeutlicht werden kann,
- die kommunalen Verwaltungen von ihren Lieferanten von IT-Systemen die Umsetzung des OKSTRA kommunal fordern und
- die Anbieter von IT-Lösungen sich hinsichtlich der Pflege des Standards zusammenschließen, um die einheitliche Weiterentwicklung des Standards zu sichern.

Da bisher keine Institution als Träger der für die Praxiseinführung notwendigen Aktivitäten identifiziert werden konnte, wurde im Projektbearbeiterteam die folgende Strategie entwickelt:

- Es bildet sich eine von interessierten Unternehmen getragene Kompetenzplattform, die sich zur Aufgabe macht, die Idee des OKSTRA kommunal in der Praxis zu verbreiten.
- Diese Plattform führt die Öffentlichkeitsarbeit und den Know-How-Transfer im Themenbereich des kommunalen Datenmanagements durch.
- Die Kompetenzplattform dient als „Pflegestelle“ für die Weiterentwicklung des Standards und koordiniert den Standardisierungsprozess.

12.3 Strategie zur Information der Öffentlichkeit

Die Strategie zur Information der Öffentlichkeit sieht vor, dass den späteren Anwendern des OKSTRA kommunal in Präsentationen, Veröffentlichungen und durch die Bereitstellung der Ergebnisse des Projektes in vielfältiger Weise die Inhalte des OKSTRA kommunal und vor allem die Nutzen für die Anwender aufgezeigt werden.

Bereits während des Projektes wurde die Einbeziehung einer breiten Öffentlichkeit durch einen ausgesprochen großen Betreuerkreis und durch die Veröffentlichung der Projektdokumente auf den Internet-Seiten der OKSTRA®-Pflegestelle praktiziert.

Auch schon während der Projektlaufzeit wurden interessierten Institutionen in Präsentationen der Inhalt und die Zielsetzung des OKSTRA kommunal dargestellt. Hier sind vor allem eine Präsentation beim Arbeitskreis Verkehrsmanagement des Deutschen Städtetages und bei der ivm GmbH (Integriertes Verkehrsmanagement Region Frankfurt RheinMain) zu nennen.

Als Dachverband der deutschen Städte ist der Deutsche Städtetag eine der wichtigsten Institutionen, die vom Nutzen des OKSTRA kommunal zu überzeugen ist. Durch eine Präsentation des Vorhabens soll der Prozess angestoßen werden, ein positives Positionspapier des Städtetags zu erhalten. Die Positionspapiere des DST werden an alle Mitglieder verteilt und stellen eine Art Empfehlungsschreiben dar. Ein weiterer Kontakt wurde mit der Kommunalen Gemeinschaftsstelle für Verwaltungsmanagement (KGSt) aufgenommen, die als von Städten und Gemeinden getragene Einrichtung Themen des kommunalen Managements bearbeitet. Für den Fall, dass der DST ein positives Positionspapier zum OKSTRA kommunal veröffentlicht, erklärte sich die KGSt bereit, in ihrer Informations-Datenbank, die allen Mitgliedern der KGSt (über 1.600 Kommunalverwaltungen und Träger öffentlicher Aufgaben) zur Verfügung steht, Informationen zum OKSTRA kommunal zu veröffentlichen.

Die ivm erarbeitet in Zusammenarbeit mit den Partnern der Region Grundlagen für ein integriertes, intermodales Verkehrsmanagement. Gegründet wurde die ivm von den Landkreisen und Städten in der Rhein-Main-Region. Bereits seit längerem hat die ivm erkannt, dass das Thema des kommunalen Datenmanagements für regionale Ansätze eine standardisierte Lösung braucht. In einem Workshop zu diesen Themen wurde den Mitgliedskommunen die Idee des OKSTRA kommunal präsentiert.

Weitere Präsentationen des OKSTRA kommunal waren u. a.:

- Vorstellung des OKSTRA kommunal bei einem Arbeitskreis zur Umsetzung eines integrierten Straßendatenmanagements bei der Hansestadt Bremen
- Vorträge auf der Messe KomCom Nord 2006 in Münster
- Präsentation des Prototypings auf der Messe INTERGEO 2006 in München
- Kontakte mit Herstellern von Software-Lösungen im Straßen- und Verkehrswesen und Information über den OKSTRA kommunal

Nach Ende des Projektes übernimmt die Kompetenzplattform die Öffentlichkeitsarbeit für den OKSTRA kommunal. Wie schon während des Projektes sollen relevante Entscheidungsträger über die Entwicklungen aus dem Projekt sowie die anschließenden Weiterentwicklungen informiert werden.

Eine wichtige Rolle in der Öffentlichkeitsarbeit spielt die Internet-Präsenz der Kompetenzplattform. Hier können nach Projektende alle Ergebnisse des Forschungsvorhabens veröffentlicht werden.

12.4 Know-How-Transfer in die Praxis

Im Rahmen des Forschungsvorhabens haben die Bearbeiter des Projektes, die Mitglieder des Betreuerkreises und die Teilnehmer am Prototyping wichtige Erkenntnisse zur Nutzung und zum Einsatz des OKSTRA kommunal erworben. Dieses Know-How aus dem Projekt gilt es nun zu dokumentieren und zu multiplizieren. Die Dokumentation der Projektergebnisse erfolgt wie oben schon erwähnt in der Projektlaufzeit über die Internetpräsenz der OKSTRA-Pflegestelle und nach Projektende über die Internetpräsenz der Kompetenzplattform.

Weiterhin soll die Kompetenzplattform als zentrale Anlaufstelle für Anfragen zum kommunalen Datenmanagement unter Nutzung von standardisierten Lösungen wie dem OKSTRA kommunal oder OGC[®] Web Services für Hersteller und Nutzer fungieren.

Die Kompetenzplattform greift dabei auf das Know-How ihrer Mitglieder zurück. Dabei sollen vor allem die folgenden Gesichtspunkte des kommunalen Datenmanagements behandelt werden:

- Technische Fragen zur Spezifikation des OKSTRA kommunal
- Technische Fragen zum Aufbau einer Service-Orientierten Architektur im kommunalen Straßen- und Verkehrswesen
- Technische Fragen zur Nutzung von OGC[®] Web Services
- Bewertung des Nutzens einer OKSTRA kommunal-Schnittstelle im Umfeld eines konkreten kommunalen Datenmanagements
- Nutzung von OKSTRA kommunal für eGovernment-Lösungen
- Organisatorische Fragen zur Einrichtung und zum Betrieb eines kommunalen Datenmanagements im Straßen- und Verkehrswesen

12.5 Integration des OKSTRA kommunal in Software-Produkte

Zentral für die schnelle Verbreitung des OKSTRA kommunal ist die Umsetzung einer OKSTRA kommunal-Schnittstelle in den entsprechenden Softwareprodukten. Eine zügige Implementierung des OKSTRA kommunal kann aber nur erreicht werden, wenn

- die Kommunen als potenzielle Anwender der Schnittstelle über den OKSTRA kommunal informiert und von dessen Nutzen überzeugt werden können, so dass eine OKSTRA kommunal-Schnittstelle bei jeder Ausschreibung von Software gefordert wird,
- und die Hersteller frühzeitig in den Standardisierungs- und Weiterentwicklungsprozess des OKSTRA kommunal integriert werden, so dass sie den Standard mitgestalten können. Damit werden die Hürden zur Implementierung gering gehalten.

Bei der Umsetzung der OKSTRA kommunal-Schnittstelle ist vom Hersteller zu prüfen, in wie weit die interne Datenhaltung vom Netzmodell des OKSTRA kommunal abweicht. Da OKSTRA kommunal auf einem herkömmlichen Knoten- und Kantenmodell basiert, ist damit zu rechnen, dass dieser Teil der Spezifikation von den meisten Herstellern ohne größeren Aufwand umgesetzt werden kann.

Es wird gewährleistet, dass die Datenmodellierung des OKSTRA kommunal jederzeit kostenfrei veröffentlicht wird, so dass jeder Hersteller diese abrufen und umsetzen kann.

12.6 Pflege und Weiterentwicklung des Standards OKSTRA kommunal

Damit der OKSTRA kommunal in der Praxis in verschiedenen Anwendungsfeldern genutzt werden kann, ist es vor allem notwendig, dass zusätzlich zu der Modellierung der Straßennetzdaten

- eine Modellierung der relevanten Fachdaten,
- eine Verknüpfung mit anderen im kommunalen Straßenwesen relevanten Standards wie dem OCIT/OTS-Standard und
- eine Weiterentwicklung des Netzmodells in Richtung ÖPNV-Netze erfolgt.

Zur Erreichung dieser Ziele können die folgenden Prozesse genutzt werden:

- Erweiterung der Modellierung im Rahmen der Standardpflege durch die Kompetenzplattform,
- Erweiterung der Modellierung durch die Bearbeitung von Forschungsprojekten
- Zusammenarbeit mit den für andere Standards verantwortlichen Institutionen, um ein abgestimmtes Vorgehen bei der Standardentwicklung zu erreichen.

Die Standardpflege kann analog zur Pflege des OKSTRA[®] oder des OCIT-Standards durchgeführt werden. Für die Pflege des OKSTRA[®]-Standards wurde von der Bundesanstalt für Straßenwesen eine Pflegestelle beauftragt, die aus Bundesmitteln finanziert wird. Diese Pflegestelle übernimmt die Organisation und die technischen Arbeiten zur Weiterentwicklung des OKSTRA[®]. Wird ein Änderungsantrag an die Pflegestelle gestellt, dann prüft diese den Inhalt, macht einen Vorschlag für eine Änderung bzw. Erweiterung des Standards und gibt diesen Vorschlag in eine Diskussion mit Fachleuten. Nach einem Abstimmungsprozess werden die angenommenen Änderungen in die nächste Version des OKSTRA übernommen.

Im Rahmen der Standardisierung von OKSTRA kommunal kann die Rolle einer Pflegestelle von der Kompetenzplattform wahrgenommen werden. Die Kompetenzplattform nimmt Änderungsanträge für den OKSTRA kommunal entgegen und diskutiert diese mit den Mitgliedern der Plattform. Eine abgestimmte Erweiterung bzw. Änderung geht dann in eine neue OKSTRA kommunal-Version ein.

Im Umfeld der OCIT[®]-Standardisierung wird die Weiterentwicklung des Standards von der OCIT-Developer Group (ODG), einer Arbeitsgemeinschaft von Signalbaufirmen, betrieben. Das OCIT[®]-Label kann von anderen Firmen lizenziert werden. Parallel zur ODG hat sich die OTEC (Open Communication for Traffic Engineering Components) gegründet, welche die Hersteller von Software-Komponenten und Anwendungen im Bereich der Verkehrstechnik vereinigt. Auch in dieser Gruppe werden in verschiedenen Arbeitsgruppen Standards erarbeitet. Die Ergebnisse der Standardisierungsarbeiten werden als Dokumente im Internet veröffentlicht. Mit der OCA hat sich im Umfeld von OCIT[®] eine Interessengruppe der Kommunen gebildet. Die OCA strebt an, einen über OCIT[®] hinausgehenden Standard für kommunale Verkehrsmanagementsysteme zu entwickeln. Ein erster Ansatz für die Entwicklung von OTS soll im Rahmen des Forschungsprojektes dmotion in Düsseldorf erfolgen. Mit einer Version 1.0 des OTS-Standards wird im ersten Quartal 2007 gerechnet.

Im Rahmen der Standardisierung von OKSTRA kommunal wird versucht, alle Gruppen wie Hersteller, Planer und Anwender in einer Gruppe zu vereinigen, um eine auf alle Belange abgestimmte Standardisierung zu ermöglichen.

Da größere und finanziell aufwändigere Erweiterungsaktivitäten im Rahmen der Standardpflege ohne eine Finanzierung nicht möglich ist, soll die Weiterentwicklung des OKSTRA kommunal auch im Rahmen von Pilot- und Forschungsprojekten betrieben werden. Die

Kompetenzplattform hat die Aufgabe, geeignete Forschungsprogramme zu identifizieren und Projektskizzen zu erstellen. Vor allem das Forschungsprogramm Stadtverkehr erscheint geeignet, die Weiterentwicklung des Standards zu unterstützen. Relevante Themen für Forschungsprojekte sind:

- Prüfung und ggf. Adaption der OKSTRA[®]-Fachdatenmodelle für den OKSTRA kommunal
- Verknüpfung von OKSTRA kommunal mit dem für den schienengebundenen ÖPNV entwickelten Modells „IDM - Infrastruktur-Daten-Management im ÖPNV“⁴⁴
- Nutzung von OKSTRA kommunal im Verkehrsmanagement (Kooperation OKSTRA kommunal und OTS)
- Nutzung von OKSTRA kommunal bei der Verkehrsflusssimulation und Verkehrsmodellierung als Schnittstelle zwischen Simulationsprogrammen

Die wichtigsten Aufgaben, die nicht im Rahmen der normalen Standardpflege erfolgen können sind einerseits die Entwicklung von Datenmodellen für Fachdaten, wobei hier zu Beginn die Nutzung von Fachdatenmodellen des OKSTRA[®] geprüft werden müsste. Ein weiterer Prozess, der im Rahmen von Projekten angestoßen werden könnte, ist das Zusammenwachsen des OKSTRA kommunal mit anderen im kommunalen Raum genutzten Standards wie beispielsweise die OCIT[®]-Standards, OTS aber auch Standards aus dem weiteren Verkehrswesen wie dem RDS/TMC-Standard (hier vor allem das zugrundeliegende Netzmodell)⁴⁵. Hier muss die Plattform in Kontakt mit anderen Institutionen treten, um einen Abstimmungsprozess zu starten.

⁴⁴ Vgl. <http://www.idmvu.org/>

⁴⁵ Für den OKSTRA[®] existiert bereits ein Vorschlag, wie das RDS/TMC-Netzmodell auf das OKSTRA-Netzmodell abgebildet werden kann.

13 Literatur

Die Ergebnisse dieses Forschungsvorhabens (Berichte, Präsentationen usw.) sind im Internet unter der Adresse www.okstra.de in der Rubrik „Dokumente“ veröffentlicht.

/1/ Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV
E EMI - Empfehlungen für das Erhaltungsmanagement von Innerortsstraßen, Ausgabe 2003, FGSV-Nr. 987

/2/ SEP Maerschalk
Schlussbericht zum Forschungs- und Entwicklungsprojektes Nr. 77.418/1997 des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen vertreten durch die Bundesanstalt für Straßenwesen, München 2000

/3/ Betreuungsgruppe 1 (BG 1) des Bund-/Länder Fachausschusses IT-Koordinierung (Straßenwesen)
ASB – Anweisung Straßeninformationsbank, Teilsystem Netzdaten, Stand: Januar 2005. Herausgegeben vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Wohnungswesen, Abteilung Straßenbau, Straßenverkehr.

/4/ Thomas Wiltshcko
Einsatz eines Geo-Informationssystems zur Analyse des Unfallgeschehens im Ballungsraum, In: Straßenverkehrstechnik Heft 6/2001, Seite 277 – 286

/5/ Michael Höppner, Steffen Wenk
BASta - Expertensystem zur digitalen Unfall-Auswertung im Land Brandenburg, In: Straßenverkehrstechnik Heft 10/2000, Seite 534 ff.

/6/ Klaus Richarz
Praxisbericht Geodatenbank, PowerPoint-Präsentation. Im Internet verfügbar unter <http://www.doag.org/pub/docs/regio/hamburg/2004-05/Vortrag.pdf>

/7/ Polizeipräsidium München Abteilung Einsatz – E 4
- V U L K A N - Das Verkehrs-Unfall-Lage-Karten-(und)-Analyse-Netzwerk beim PP München im Überblick. Im Internet verfügbar unter http://www.polizei.bayern.de/content/6/4/1/artikel_vulkan2.pdf

/8/ Meinel, Gotthard; Lippold, Regin
Zum Einsatz neuer Informationstechnologien in Raumplanung und Umweltverwaltung
In: Raumforschung und Raumordnung 58 (2000) 5, S. 422-426

/9/ Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV
Merkblatt für die Auswertung von Straßenverkehrsunfällen - Teil 1: Führen und Auswerten von Unfalltypen-Steckkarten, Ausgabe 2003, FGSV-Nr. 316/1

/10/ Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV
Merkblatt für die Auswertung von Straßenverkehrsunfällen – Teil 2: Maßnahmen gegen Unfallhäufungen, Ausgabe 2001, FGSV-Nr. 316/2

/11/ Bundesregierung
Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Straßenverkehrs-Ordnung (VwV-StVO) vom 22. Oktober 1998 (BAnz. Nr. 246b vom 1998-12-31, Ber. 1999 S. 947) Zuletzt geändert am 2001-12-18 (BAnz. Nr. 242 vom 2001-12-18, S. 25513)

/12/ Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV
EAE 85/95 - Empfehlungen für die Anlage von Erschließungsstraßen, Ausgabe 1985/1995, FGSV-Nr. 285

/13/ Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV
RAS-N - Richtlinien für die Anlage von Straßen - Teil: Leitfaden für die funktionale Gliederung des Straßennetzes, Ausgabe 1988, FGSV-Nr. 121

/14/ Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV
EAHV 93 - Empfehlungen für die Anlage von Hauptverkehrsstraßen, Ausgabe 1993/1998, FGSV-Nr. 286

/15/ Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV
Hinweise für die Inventarisierung der Beschilderung und Markierung an Straßen, Ausgabe 1995, FGSV-Nr. 347

/16/ Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV
Hinweise zu Verkehrsrechnern als Bestandteil der innerörtlichen Lichtsignalsteuerung, Ausgabe 2001, FGSV-Nr. 378

/17/ Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV
Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen HBS, Ausgabe 2001, FGSV-Nr. 299

/18/ Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV
Hinweise für Arbeitsplätze zur Interaktiven Bearbeitung von Aufgaben des Verkehrs-System-Managements, Ausgabe 1996, FGSV-Nr. 372

/19/ Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV
Richtlinie für Lichtsignalanlagen RiLSA, Ausgabe 1992, FGSV-Nr. 321

/20/ Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV
Richtlinie für Lichtsignalanlagen RiLSA - Teilfortschreibung 2003, Ausgabe 2003, FGSV-Nr. 321/1

/21/ VCD Verkehrsclub Deutschland e.V.

VCD Tagungsband Lärmbekämpfung durch Stadt- und Verkehrsplanung; Tagung in Hamburg 07. Februar 2003, ev. Akademie Nordelbien

/22/ Städtetag NRW (Hrsg.)

Geodatenmanagement – Eine Handlungsempfehlung; 2003

/23/ Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV

RAS-Q - Richtlinien für die Anlage von Straßen - Teil: Querschnitte, Ausgabe 1996, FGSV-Nr. 295

/24/ Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV

EWS - Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen - Aktualisierung der RAS-W 86, Ausgabe 1997, FGSV-Nr. 132

/25/ Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV

FGSV-Arbeitspapier zur „Systematik der Straßenerhaltung“, Reihe K: Kommunale Belange Abschnitt K 1: Grundlagen, Unterabschnitt K 1.2:

Ordnungssystem und Netzbeschreibung für innerörtliche Verkehrsflächen – Stand Juli 2004

/26/ Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV

EFA - Empfehlungen für Fußgängerverkehrsanlagen, Ausgabe 2002, FGSV-Nr. 288

/27/ Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV

EAR 05 - Empfehlungen für Anlagen des ruhenden Verkehrs, Ausgabe 2005, FGSV-Nr. 283

/28/ Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV

EAÖ - Empfehlungen für Anlagen des öffentlichen Personennahverkehrs, Ausgabe 2003, FGSV-Nr. 289

/29/ Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV

ERA 95 - Empfehlungen für Radverkehrsanlagen, Ausgabe 1995, FGSV-Nr. 284

/30/ Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV

RStO 01 - Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen, Ausgabe 2001, FGSV-Nr. 499

/31/ Betreuungsgruppe 1 (BG 1) des Bund-/Länder Fachausschusses IT-Koordinierung (Straßenwesen)

ASB – Anweisung Straßeninformationsbank, Teilsystem Bestandsdaten, Stand: April 2005. Herausgegeben vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Wohnungswesen, Abteilung Straßenbau, Straßenverkehr.

/32/ Betreuungsgruppe 1 (BG 1) des Bund-/Länder Fachausschusses IT-Koordinierung (Straßenwesen)

ASB-ING – Anweisung Straßeninformationsbank, Teilsystem Bauwerksdaten, Stand: März 2004. Herausgegeben vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Wohnungswesen, Abteilung Straßenbau, Straßenverkehr.

/33/ Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV

OKSTRA-Merkblatt, Ausgabe 2003. Herausgegeben von der Arbeitsgruppe Sonderaufgaben der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV). FGSV-Verlag, Köln. OKSTRA®-Webseiten: <http://www.okstra.de>

/34/ International Organisation for Standardisation ISO

ISO 14819-3:2004 Traffic and Traveller Information (TTI) -- TTI messages via traffic message coding -- Part 3: Location referencing for ALERT-C

/35/

TMC Compendium - Location Coding Handbook F01.3 – April 1999

/36/ AdV

Dokumentation zur Modellierung der Geoinformationen des amtlichen Vermessungswesens (GeoInfoDok) – Version 4.0 – Januar 2005

/37/ International Organisation for Standardisation ISO

ISO/DIS 14825 Intelligent transport systems – Geographic Data Files (GDF) – Overall data specification; International Organisation for Standardisation, 2002.

/38/ Special Working Group „Digital Map And TMC Locations”

CentroMap Technical Specifications, Version 1.2.5, CENTRICO Activity Domain „Traffic Centers”, Special Working Group „Digital Map And TMC Locations”, 2001

/39/ Special Working Group „Digital Map And TMC Locations”

Technical Specifications CentroMap+, Version 1.2, 2001

/40/ interactive instruments und momatec GmbH

Produktmanagement „Digitale Straßenkarten NRW”, Produktdefinition CentroMap und CentroMap+, Konzept der interactive instruments GmbH und der momatec GmbH im Auftrag des Landesbetriebs Straßenbau Nordrhein-Westfalen, 2004.

/41/ Dietmar Hauling

Konzeptionierung eines Straßeninformationssystems für kommunale Belange auf Basis von NWSIB, Diplomarbeit an der FH Oldenburg

/42/ Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV):

Dokumentation zur Modellierung der Geoinformationen des amtlichen Vermessungswesens, Version 4.0, 2005; im Internet verfügbar unter <http://www.adv-online.de>

/43/ B. Weidner:

Leitfaden zur objektorientierten Modellierung des OKSTRA, 2004; im Internet verfügbar unter <http://www.okstra.de>

/44/ H. Kirschfink, A. Kochs, D. König und J. Hettwer:

1. Zwischenbericht zum Forschungsprojekt FE 77.240/2004 „Integrierte kommunale Verkehrsnetzdokumentation“, 2005; im Internet verfügbar unter <http://www.okstra.de/docs/fops0014.pdf>

/45/ Wikipedia-Internet-Enzyklopädie; im Internet verfügbar unter <http://www.wikipedia.de>

/46/ Open Geospatial Consortium (OGC):

OpenGIS® Web Map Service (WMS) Implementation Specification 1.3, 2004; im Internet verfügbar unter <http://www.opengeospatial.org>

/47/ Open Geospatial Consortium (OGC):

OpenGIS® Web Feature Service (WFS) Implementation Specification 1.1, 2005; im Internet verfügbar unter <http://www.opengeospatial.org>

/48/ Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik:

Phasenplan E-Government

Bestandteil des E-Government-Handbuch (vgl. <http://www.e-government-handbuch.de>)

/49/ H.Kirschfink, A. Kochs, B. Weidner und J. Hettwer:

Forschungsprojekt FE 77.480/2004 „Integrierte kommunale Verkehrsnetzdokumentation“: Netzmodell-Spezifikation Version 0.7, 2006; im Internet verfügbar unter <http://www.okstra.de/docs/fops0021.pdf>

/50/ H.Kirschfink, A. Kochs, B. Weidner und J. Hettwer:

Forschungsprojekt FE 77.480/2004 „Integrierte kommunale Verkehrsnetzdokumentation“: Fachdaten-Spezifikation Version 0.3, 2006; im Internet verfügbar unter <http://www.okstra.de/docs/fops0023.pdf>