

Zentrum für Geoinformatik / UNIGIS an der
Paris Lodron-Universität Salzburg

**Semantische Interoperabilität von
Verkehrsstärken.**

Entwicklung eines Verkehrsstärkenteilmodells
für den *OKSTRA kommunal*.

Master Thesis

vorgelegt von
Jörn Kleinbub
Karolingerstraße 12
76137 Karlsruhe

Betreut durch
Ao.Univ Prof. Dr. Josef Strobl

Karlsruhe, im Dezember 2010

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Datenmodellierung und Interoperabilität.....	4
2.1	GIS und Datenmodellierung	4
2.2	Interoperabilität.....	7
2.2.1	Geographischer Informationssysteme	7
2.2.2	<i>INSPIRE</i>	9
2.2.3	Semantische Interoperabilität	10
3	Semantische Interoperabilität von Verkehrsstärken	14
3.1	Verkehrsstärken aus verkehrswissenschaftlicher Sicht	15
3.1.1	Verkehrsstärken	16
3.1.2	Der zeitliche Aspekt der Verkehrsstärke	18
3.1.3	Die räumlichen Aspekte der Erhebungsmethoden	19
3.1.4	Verkehrsnutzung und Verkehrsnutzungsgruppen	23
3.1.5	Quellen von Verkehrsstärkenwerten	24
3.2	Einführung in die relevanten Datenmodelle mit Verkehrsbezug.....	27
3.2.1	<i>INSPIRE</i>	27
3.2.2	<i>GDF</i> (Geographic Standard Model).....	29
3.2.3	<i>ASB</i>	30
3.2.4	Objektkatalog für das Straßen- und Verkehrswesen (<i>OKSTRA</i>).....	30
3.2.5	<i>OKSTRA kommunal</i>	32
3.3	Diskussion über die Relevanz der Datenmodelle für die Entwicklung eines Verkehrsstärkenmodells	33
3.3.1	Netzmodelle.....	34
3.3.2	Verkehrsstärken	41
4	Thesen, Ablauf und Methodiken	45
4.1	Problemstellung und Definition der Thesen	45
4.2	Methodik und Technik.....	46
4.2.1	Datenmodell	46
4.2.2	Umsetzung.....	48
5	Das Modell von <i>OKSTRA kommunal</i> und Verkehrsstärken.....	50
5.1	Übersicht über das Netz- und Fachdatenmodell von <i>OKSTRA kommunal</i>	50
5.1.1	Netzmodell	50
5.1.2	Bestehende Fachdatenmodelle des <i>OKSTRA kommunal</i>	51
5.2	Teilmodell Knoten-Kanten-Modell	51
5.2.1	Grundobjekte des Netzes	52
5.2.2	Teilnetz und komplexer Knoten	54
5.3	Geometrien.....	56
5.4	Teilmodell Verkehrsnutzung	57
5.5	Teilmodells Straßenausstattung, Klasse Lage.....	58
5.6	Teilmodell Zeitraum	60
6	Entwicklung eines Anforderungskatalogs	62
6.1	Allgemeine Definition der Anforderungen.....	62
6.1.1	Verkehrsfachliche Anforderungen	62
6.1.2	Geoinformationstechnische Anforderungen.....	63
7	Das Teilmodell Verkehrsdaten	64
7.1	Teilbereich Verkehrswert	64
7.1.1	Schlüsseltabellen	65
7.1.2	Klassen	68
7.2	Teil Verkehrswegbezug	73

7.2.1	Schlüsseltabellen	76
7.2.2	Klassen	79
8	Prototypische Fallstudie im Rahmen einer GIS-Fachschale	84
8.1	Umsetzung der Fallstudie	84
8.2	Beschreibung des Projektfalls.....	85
8.3	Einrichtung der Geodatenbank	87
8.3.1	Transformation in das physische Datenmodell	87
8.3.2	ETL-Prozess zur Übernahme der Geodaten (Knoten-Kanten-Modell).....	88
8.3.3	ETL-Prozess zur Übernahme der Sachdaten	89
8.4	Darstellung der Fachschale	90
8.4.1	Ausgabe von Zählwerten an Dritte.....	91
8.4.2	Ausgabe von Spitzenstundenwerten.....	92
8.4.3	Ausgabe einer Verkehrsstärkenkarte	92
8.4.4	Untersuchung gemäß europäischer Umgebungslärmrichtlinie.....	93
9	Zusammenfassung, Diskussion und Ausblick.....	95
	Literaturverzeichnis	99
	Anlage 1: Verkehrsnutzung und Verkehrsnutzungsgruppen.....	102
	Anlage 2: aggregierte Verkehrsstärken	103
	Anlage 3: Knoten-Kanten-Modell	104
	Anlage 4: Teilbereich Verkehrsstärken	105
	Anlage 5: Teilbereich Verkehrswegbezug	106

Abbildungsverzeichnis

Abb. 2-1 Schichtenmodell von Alfred Hettner aus (Kienberger, 2008).....	5
Abb. 2-2 Die 3-Schichten-Architektur gemäß ANSI/SPARC (EPISTLE, 1996 S. 10)....	6
Abb. 2-3 Abstraktionsebenen der Datenmodellierung(Longley, et al., 2001 S. 184)	7
Abb. 2-4 Webseite von Deutschland online – Standardisierung mit der Liste der XÖV- Vorhaben	13
Abb. 3-1 Ausschnitt aus einer Verkehrsstärkenkarte mit der Querschnittszählungen im Rahmen der Straßenverkehrszählung 2005 (Straßenbauverwaltung Baden- Württemberg, 2007).....	14
Abb. 3-2 Beispiel eines Auswertung einer 24 h-Dauerzählung an einem Straßenabschnitt (Planungsbüro VIA eG, 2008))	20
Abb. 3-3: Tabelle aus einer Knotenstromzählung (Planungsbüro VIA eG, 2008).....	21
Abb. 3-4 Grafische Umsetzung der Knotenstromzählung (Planungsbüro VIA eG, 2008)	22
Abb. 3-5 Quell-, Ziel-, Durchgangs- und Binnenverkehre (Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen, 1991).....	23
Abb. 3-6 Hochrechnungsfaktoren gemäß HBS (Forschungsgesellschaft für Straßen- & Verkehrswesen, 2001 S. 2-17).....	25
Abb. 3-7 Gewichtungsfaktoren für die Umrechnung der Verkehrsstärken in Pkw- Einheiten (Forschungsgesellschaft für Straßen- & Verkehrswesen, 2001 S. 7-13)	26
Abb. 3-8 Beispiel einer Karte aus einem Verkehrsmodell (Planungsbüro VIA eG, 2006)	27
Abb. 3-9 Umfang der <i>INSPIRE</i> -Spezifikation „Transport Network“ (European Comission, 2009 S. 7-8)	29
Abb. 3-10 Überblick über die derzeit im <i>OKSTRA</i> berücksichtigten Fachbereiche (König, 2002)	31
Abb. 3-11 Beispiele von Link, Nodes, Link Sequence und Link Set (European Comission, 2009 S. 24)	35
Abb. 3-12 Aufbau des <i>GDF</i> -Netzes in den drei Level (CEN Technical Committee, 1995 S. 199).....	36
Abb. 3-13 Das Ordnungssystem des Straßennetzes von <i>OKSTRA</i> in der „baulichen“ Sicht (Portele, et al., 2000 S. 11).....	38
Abb. 3-14 Das Ordnungssystem des Straßennetzes von <i>OKSTRA</i> in der „verkehrlichen“ Sicht (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, 2009).....	38
Abb. 3-15 Verkehrsstärken im Schema Dynamische Verkehrsdaten des <i>OKSTRA</i> (PG <i>OKSTRA</i> , 2009), dargestellt in NIAM	43
Abb. 4-1 Grafische Objekte in der Notation NIAM (CEN Technical Committee, 1995 S. 24).....	47
Abb. 4-2 Anbindung einer Schlüsseltable als Klasse über eine Komposition	48
Abb. 4-3 Assoziationen werden in beiden Richtungen angegeben	48
Abb. 5-1 Teilmodelle des <i>OKSTRA kommunal</i> Ordnungssystems (Kirchfink, et al., 2007)	50
Abb. 5-2 Knoten-Kanten-Modell (Vergrößerung siehe Anlage 3).....	52
Abb. 5-3 Grundlegende Objekte des Knoten-Kanten-Modells I (Kirchfink, et al., 2007)	53
Abb. 5-4 Objekte des Knoten-Kanten-Modells II (Kirchfink, et al., 2007)	55
Abb. 5-5 Die ISO-Klasse von <i>OKSTRA kommunal</i>	56
Abb. 5-6 Datenmodell des Teilmodells Verkehrsnutzung	57
Abb. 5-7 Ausschnitt auf dem Teilmodell Straßenausstattung	58

Abb. 7-1 Teilmodell „Verkehrswert“ (eigene Darstellung; Vergrößerung siehe Anlage 4)	65
Abb. 7-2 Teilmodell „Verkehrswegbezug“ (eigene Darstellung; Vergrößerung siehe Anlage 5)	75
Abb. 7-3 Richtungsangabe gemäß Hauptrichtung des Straßenelements aus Knoten-Kanten-Modell (eigene Darstellung)	76
Abb. 7-4 Beispiel einer Richtungsangabe gemäß Stationsrichtung an einer vierstreifigen Straße (eigene Darstellung)	76
Abb. 7-5 Standardströme einer Standardkreuzung	79
Abb. 7-6 Kordonstrom (eigene Darstellung)	80
Abb. 7-7 Knotenstrom „Linksabbieger“ in einem komplexen Knoten	83
Abb. 7-8 Knotenstrom „Linksabbieger“ an einem Verbindungspunkt	83
Abb. 8-1 Lage der ausgewählten Knoten (Karte aus Google Map)	86
Abb. 8-2 Schnabelsmühle / Maria-Zanders-Anlage (GEObasis.nrw)	86
Abb. 8-3 Schnabelsmühle / Hauptstraße (GEObasis.nrw)	86
Abb. 8-4 Hauptstraße / Odenthaler Straße (GEObasis.nrw)	87
Abb. 8-5 Berücksichtigte Streckenabschnitte in Fallstudie	87
Abb. 8-6: Teilnetz aus Open-Street-Map (rot: übergeordnetes Straßennetz, orange: untergeordnetes Straßennetz)	88
Abb. 8-7: Das QSM-Netz im Knoten-Kanten-Modell von <i>OKSTRA kommunal</i>	89
Abb. 8-8: Beispiel eines übernommenen Zählbogens	90
Abb. 8-9: Auswahl eines Knotenstrom mit Cadenza pro 2010	91
Abb. 8-10: Ausgabe von Zählergebnissen in tabellarischer Form	91
Abb. 8-11: Ausgabe von Zählergebnissen als Diagramm	92
Abb. 8-12: Ausgabe der Spitzenstunden als Tabelle	92
Abb. 8-13: Verkehrsstärkenkarte für Knotenströme	93
Abb. 8-14: Diagramm mit den Straßenabschnitten und deren jährlichen Belastung	94

Tabellenverzeichnis

Tab. 5-1 Attribut Art_der_Verkehrsnutzung 58
Tab. 7-1 Verweise auf Netzbezugsobjekt Punkt gemäß räumlicher Verkehrsart..... 81

1 Einleitung

Die Geoinformatikbranche hat sich in den letzten Jahren grundlegend gewandelt. Waren früher die GI-Systeme der proprietären Anbieter (z.B. ESRI, MapInfo usw.) „heilige Kühe“, die im Konkurrenzkampf zueinander keine Schnittstellen entwickeln wollten, hat sich die Lage inzwischen verändert. Nicht zuletzt die Arbeit des *OGC* hat dazu geführt, dass der Austausch von Geoinformationen zwischen den GI-Systemen inzwischen als eine Selbstverständlichkeit angenommen wird.

Im Schwerpunkt haben folgende Initiativen dazu geführt:

OGC: Das Open Geospatial Consortium bemüht sich seit Jahren um die Standardisierung in der Kommunikation zwischen GI-Systemen. Der Schwerpunkt der Arbeit der *OGC* liegt aber mehr auf der Entwicklung eines technischen Rahmens. Dieser wird von den Entwicklern von GI-Systemen sehr ernst genommen, womit sich die Standards international durchgesetzt haben.

INSPIRE: Die Initiative *INSPIRE* der Europäischen Union zwingt die öffentlichen Verwaltungen sowie deren private Dienstleister dazu, sich verstärkt mit dem Thema Austausch von Geodaten mit einem Umweltbezug im Rahmen einer technischen Geodateninfrastruktur (GDI) zu beschäftigen.

In den nationalen Umsetzungen von *INSPIRE* liegt der Schwerpunkt nicht mehr in einer weiteren Spezifizierung der technischen Standards, sondern in einer genaueren fachlichen Spezifizierung und Standardisierung der auszutauschenden Geoinformationen, was man unter dem Oberbegriff „semantische Interoperabilität“ subsumieren kann (siehe Kap. 3).

Diese ist in die eGovernment-Strategien der europäischen Nationalstaaten (als deutsches Beispiel) integriert. In der Bundesrepublik Deutschland ist dies im Rahmen der „Deutschland online“-Initiative organisiert, deren Bestreben es ist, den Austausch von Informationen zwischen den öffentlichen Verwaltungen zu standardisieren und damit zu vereinfachen.

Das übergeordnete Ziel dieser Masterarbeit ist es, die eGovernment-Strategie der Bundesrepublik Deutschland zu unterstützen. Dabei setzen der Umfang und der Anspruch an eine Masterarbeit den Rahmen zur Umsetzung dieses Ziels.

Eigene Erfahrungen in der kommunalen Verkehrsplanung zeigten, dass in der Branche vielfach mit monolithisch strukturierten Systemen gearbeitet wird, die zwar GIS-Funktionalitäten beinhalten, sich aber, so ist zu vermuten, nicht als GIS verstehen. In der kommunalen Verkehrsplanung kommen sehr spezielle, proprietäre Fachanwendungen (KNOSIMO, VISUM, VISSIM usw.) zum Einsatz, mit denen bestimmte verkehrsbezogene Fragestellungen (Leistungsfähigkeit von Verkehrsknoten, Auswirkung von Infrastrukturmaßnahmen usw.) untersucht werden können.

Eigene Erfahrungen zeigen zudem, dass die Bereitstellung und der Austausch verkehrsbezogener, kommunaler Verkehrsdaten äußerst umständlich sind. Insbesondere zeigt sich, dass die für viele verkehrsplanerischen Belange wichtigen Verkehrszahlen (Verkehrsstärken) zumeist ohne den Einsatz von Geoinformatik ausgetauscht werden. Üblich ist es Daten im Rahmen von Excel-Listen auszugeben, im schlechtesten Fall in gedruckter Form. Zudem fehlen häufig Metainformationen über den Zeitpunkt der Erfassung, Herkunft und Art der Informationen.

Dass der Austausch kommunaler Verkehrsdaten als Problem erkannt ist, zeigt eine Initiative im Rahmen von „Deutschland online“. Das XÖV-Vorhaben „XStrasse“ bietet Datenmodelle, mit denen ein standardisierter Austausch verkehrsbezogener Informationen möglich ist. Relativ neu in diesem Vorhaben ist das Modell zum *OKSTRA kommunal*, das speziell für den Austausch kommunaler Informationen entwickelt wurde.

Ziel dieser Arbeit ist es nun, den Standard so weiterzuentwickeln, dass mit ihm Verkehrsstärkenwerte mit ihren Metadaten ausgetauscht werden können. Dabei konzentriere ich mich auf den fließenden Verkehr von Fahrzeugen bzw. Fußgänger. Der ruhende Verkehr (im allgemein das Parken) sowie alle Fragestellungen im Rahmen des Schienenverkehrs sind nicht Teil dieser Betrachtung. Es ist zudem kein Ziel, im Rahmen der Masterarbeit den Prozess für die Weiterentwicklung des OKTSRA kommunal zu begleiten. Dies würde den zeitlichen Rahmen dieser Arbeit sprengen.

In Kap. 2 erfolgt eine Einführung in die Bereiche GIS, Datenmodellierung und semantische Interoperabilität. Mit dieser Einführung wird in Kap. 3 der Stand beleuchtet, den das Thema Verkehrsstärken im Rahmen von verkehrsbezogenen Datenmodellen hat. Dafür werden anhand der Richtlinien zum Erfassen und Verwalten von Verkehrsstärkenwerten und anhand aktueller verkehrsbezogener Datenmodelle wie *INSPIRE*, *GDF*, *OKSTRA* und *OKSTRA kommunal* analysiert, wie die aktuellen Datenmodelle mit dem

Thema Verkehrsstärken umgehen und welche Bereiche davon für die Weiterentwicklung von *OKSTRA kommunal* notwendig sind.

Die Auseinandersetzung mit *OKSTRA kommunal* als Datenmodell erfolgt im Folgekapi-
tel (siehe Kap. 5). Das Modell wird im Kontext des Austauschs von Verkehrsstärken
geprüft. Es wird in Kap. 6 ein Anforderungskatalog erstellt, der auf den verkehrswissen-
schaftlichen Ansprüchen für die Weiterentwicklung des Modells zum Austausch von
Verkehrszahlen beruht. Das neu entwickelte Teilmodell für die Verkehrsstärken wird in
Kap. 7 beschrieben. Umgesetzt ist es in UML, da auch das bereits bestehende Modell
von *OKSTRA kommunal* in dieser Modellsprache weiterentwickelt wurde.

Um das neue Teilmodell einem Praxistest zu unterziehen wird in Kap. 8 die Ergebnisse
einer Umsetzung in einem physischen Modell dargestellt, das mit realen Zähl-
daten aus einer Zählung in der Stadt Bergisch Gladbach gefüllt wird. Die Auswertung
in Tabellen, Diagrammen und thematischen Karten erfolgt in einer entwickelten
Fachschale für Cadenza 2010 der Firma disy GmbH in Karlsruhe.

2 Datenmodellierung und Interoperabilität

2.1 GIS und Datenmodellierung

Um die in der Welt bestehenden, oft sehr komplexen Zusammenhänge zu verstehen, versucht man häufig, die Realität in einzelne, zu erklärende Bestandteile zu zerlegen, diese Bestandteile zu analysieren und ihre Beziehung zueinander zu verstehen, um sie so zusammenzufügen, dass daraus ein theoretisches Abbild der Realität entsteht, also ein Modell.

Modelle können in einer Vielzahl von Ausprägungen erscheinen, wie mathematische Modelle (z.B. Meteorologie), Karten (Geografie) usw.. Im Rahmen Geografischer Informationssysteme (und damit im Rahmen dieser Master Thesis) sind die Datenmodelle die entscheidenden.

LONGLEY (ET AL) versteht nach dem bereits Gesagten unter einem Datenmodell:

„A data model is a set of constructs for describing and representing selected aspects of the real world in a computer“
(Longley, et al., 2001 S. 184)

In der Geografie ist im Schichtenmodell ALFRED HETTNERs eine Basis für Datenmodelle Geografischer Informationssysteme zu sehen. Er teilte in seinem länderkundlichen Schema bereits 1927 die Welt in einzelne logische Schichten ein (siehe Abb. 2-1).

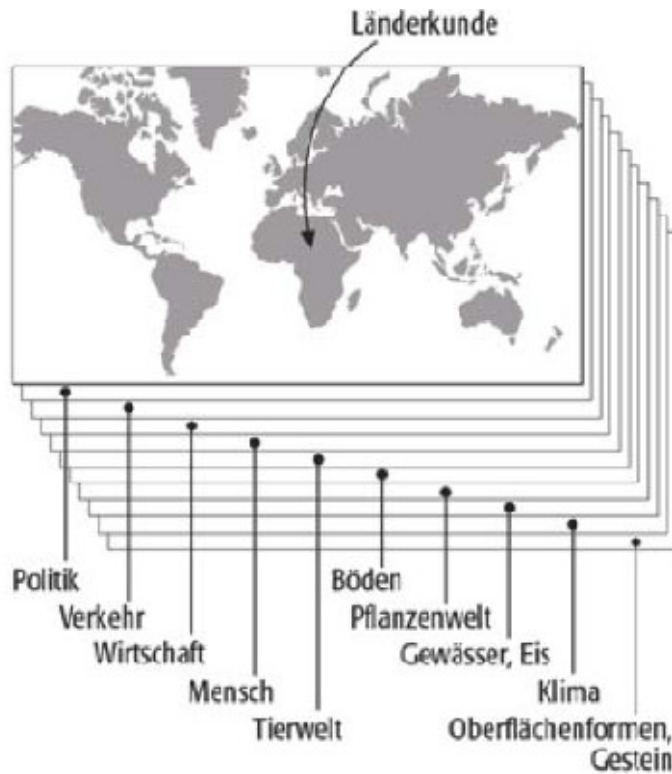


Abb. 2-1 Schichtenmodell von Alfred Hettner aus (Kienberger, 2008)

Auch mit der Digitalisierung geografischer Informationen hat HETTNER'S Schichtenstruktur nicht ihre Bedeutung verloren. Aktuelle Geografische Informationssysteme nutzen das Modell zur Darstellung geografischer Informationen in Schichten bzw.

Deutlich gewandelt hat sich aber die Organisationsstruktur der digitalen Informationen hinter den Schichten. In der Frühphase der Geografischen Informationssysteme (GIS) manifestierte sich HETTNER'S Schichtenstruktur auch in der digitalen Verwaltung der Geoinformationen. Als Beispiel sei das Shapeformat von ESRI genannt, deren Dateien immer nur eine einzelne thematische Schicht beinhaltet ist.

Erst mit der Verschmelzung von GIS und Datenbank (-management) systemen (DBMS) konnte innerhalb der GIS-Welt von dem Schichtenprinzip abgewichen werden. Jetzt standen Techniken zur Verfügung die die Trennung der Schichten in voneinander abgetrennte Dateien obsolet machten. Mit DBMS ist man in der Lage komplexere „Welten“ in ihrer Gesamtheit zu modellieren indem man diese in einzelne, der Realität entsprechende Objekte (Entitäten) teilt und deren Beziehungen bestimmt Zudem ist man mit dem Datawarehouse-Konzept nicht mehr darauf angewiesen, dass die Daten lokal organisiert werden, d.h. der Herkunftsort der Daten spielt eine immer geringere Rolle (Was

es aber manchmal schwer macht, an die für die Daten verantwortlichen Stellen zu gelangen, wenn es tatsächlich mal notwendig ist).

Für den Endnutzer ist es zumeist nicht relevant mit welchen Techniken ihm die Informationen präsentiert werden. Er muss nicht zwingend wissen, ob die Information aus einem DBMS oder einer Shape-Datei stammt. Es wird ihm noch immer die Information gemäß des Schichtenmodells von HETTNER bereitgestellt. Mit DBMS ist man aber in der Lage aus einem einzelnen Datenbestand (Datawarehouse) Informationen für unterschiedlichste Endnutzern zu generieren um die Verschiedenheit der Ansprüche in Bezug zum Thema, den Inhalten und deren Aktualität sowie Raumbezug Rechnung zu tragen.

Um die Trennung zwischen Vorhaltung der Daten und der Bereitstellung für den Endnutzer zu unterstützen wurde vom *American National Standards Institute / Standards Planning And Requirements Committee* (ANSI/SPARC) das Konzept der „Drei Schichten Architektur“ entwickelt (siehe Abb. 2-2).

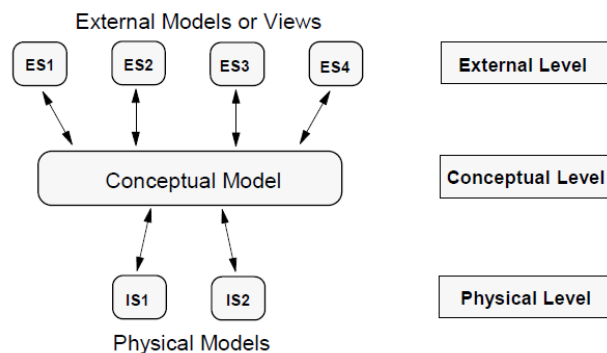


Abb. 2-2 Die 3-Schichten-Architektur gemäß ANSI/SPARC (EPISTLE, 1996 S. 10)

Das externe Modell stellt die Sichtweise des Endnutzers dar, der aus seiner Perspektive und aus einem bestimmten Grund auf die Daten blickt und damit individuelle Modelle benötigt (EPISTLE, 1996 S. 10)

Das konzeptionelle Modell stellt das Bindeglied zwischen externem Modell und dem physischen Datenmodell dar. Im konzeptionellen Modell werden aus der Menge der externen Modelle die logischen Einzelbausteine und Zusammenhänge in ein einziges logisches Modell zusammengefasst, das die Realität zwar abstrahiert, aber in einem größeren logischen Kontext widerspiegelt.

Das physische Datenmodell stellt die Art dar, wie die Daten in der Datenbank abgelegt sind, und ist die höchste Abstraktionsebene in der Datenmodellierung gemäß *ANSI/SPARC*.

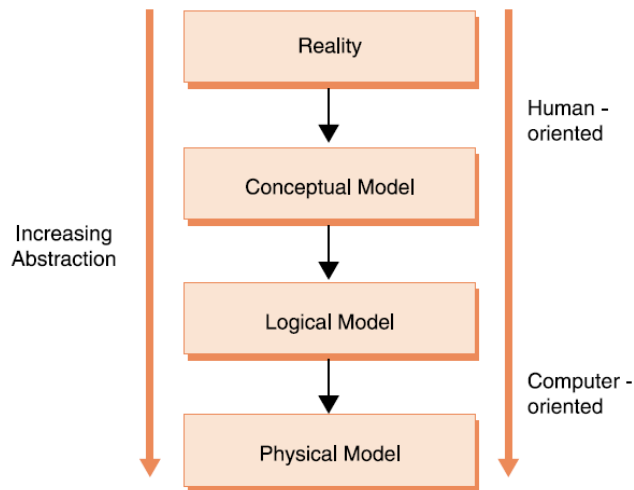


Abb. 2-3 Abstraktionsebenen der Datenmodellierung(Longley, et al., 2001 S. 184)

Das Modell gibt es inzwischen in einer Vielzahl von Variationen. Für die Geoinformatik hat LONGLEY (et al) das Modell etwas variiert (siehe Abb. 2-3). Er trennt zwischen konzeptionellem und logischem Modell, um das Suchen nach einer einheitlichen und standardisierten Repräsentation der externen Modelle (konzeptionelles Modell) vom eigentlichen Datenmodell mit seinen Hierarchien, Objekten (Entitäten), Verbindungen (Relationen) zu trennen (logisches Modell) (Moser, 2008).

2.2 Interoperabilität

2.2.1 Geographischer Informationssysteme

Das die allgemeine Gesellschaft so selbstverständlich auf geografische Informationen zugreifen kann, war vor wenigen Jahren noch nicht gegeben. Das Prinzip der Interoperabilität wurde häufig noch als Angriff auf das Geschäftsmodell der vorhandenen proprietären Systeme und deren Datenmodelle begriffen.

Heute ist die Situation eine völlig andere, was nicht zuletzt auch dem Umdenken der mit Geografischen Informationssystemen beschäftigten Firmen geschuldet war. HUBER (Huber, 2008) sieht die Entwicklung zur Interoperabilität im heutigen Sinne in drei Phasen gegliedert.

Die erste Phase begann mit der Entwicklung der Geographischen Informationssysteme parallel zur Entwicklung der Informationstechnologie im Allgemeinen. In dieser Phase sah man den Schwerpunkt in der Entwicklung monolithischer Informationssysteme zur Erfassung und Verwaltung geografischer Informationen. Ein Austausch der Daten zwischen den Systemen stand im Hintergrund, was zu einer Entwicklung einer Vielzahl unterschiedlicher Formate für Geodaten führte, die zum Teil noch heute genutzt werden (z.B. ESRI's Shapeformat).

In der zweiten Phase zeigten sich die ersten Probleme mit der Vielzahl an unterschiedlichen Formaten. Hier sollten über geodatenübergreifende Analysen ein Mehrwert aus den bestehenden Geodaten gezogen werden. Die verschiedenen Formate erschwerten die Analyse, da für alle zu entwickelnden Analyseprozesse die dazu benötigten Schnittstellen zwischen den Formaten der verschiedenen Geodaten durch Spezialisten und Spezialsoftware gleich noch mit entwickelt werden mussten.

In der dritten Phase steht die Bereitstellung der Geodaten für eine breite Masse der Gesellschaft über das Internet, die dadurch gekennzeichnet ist, dass Informationen für einen Empfänger bereitgestellt werden müssen, die über kein fachliches KnowHow in Geographischen Informationssystemen und manchmal auch im Umgang mit Karten verfügen. Daher haben diese einen höheren Bedarf an aufgearbeiteten Geoinformationen und (abgespeckten) GIS-Funktionalitäten.

Der größere Nutzerkreis, sowie die Anbindung relationaler Datenbanken an die Geographischen Informationssysteme, die komplexere Strukturen in der Verwaltung von Geoinformationen erlauben, förderten die Entwicklung standardisierter Schnittstellen bei den Entwicklern der GI-Systemen.

Ziel der Interoperabilität im heutigen Sinne ist es daher nicht, einheitliche Formate herzustellen, sondern Schnittstellen anzubieten, über die system- und formatfremde Daten abgerufen, analysiert und dargestellt werden können.

Interoperabilität kann demnach wie folgt definiert werden:

„Interoperabilität ist die Fähigkeit möglichst vieler Systeme oder Komponenten, Daten elektronisch auszutauschen und sie mit möglichst wenig Aufwand, insbesondere ohne manuelle Bearbeitung, weiter zu verwenden.“ (Müller,W. in Huber, 2008 S. 8).

Die Anbieter proprietärer Formate haben auf den Ansatz reagiert und eigene offene Technologien zum Austausch ihrer Daten untereinander entwickelt, z.B. *Intergraph* mit der *GDO* („Geographic Data Objects“-Technologie (Intergraph, 2002), *Autodesk* mit der *FDO* („Feature Data Objects“) –Technologie (OsGEO, 2006) oder *ESRI* mit der *ArcGIS Data Interoperability*-Technologie (ESRI, 2006).

Neben den offenen, von den gängigen GIS-Produzenten geförderten technische Schnittstellen, besteht aber auch mit der *Open Geospatial Consortium (OGC)* (<http://www.opengeospatial.org/>) eine internationale Kooperation mit dem Ziel allgemeine, GIS-bezogene Standards herzustellen. Ziel ist es unter anderem, Standards zu entwickeln um Daten zwischen den verschiedenen GIS-Systemen auszutauschen. Das Resultat dieser Bemühungen sind unter anderem die inzwischen gängigen Standards wie *WebFeatureServices* (WFS) oder *WebMapServices* (WMS) um nur zwei zu nennen.

2.2.2 INSPIRE

Zu den Initiativen der GIS-Anbieter wie *ESRI*, *Geomedia* oder *Autodesk* oder auch den Standards der *OGC* starten auch die Gesetzgeber Initiativen, um die Interoperabilität der Geodaten zu gewährleisten. In den Initiativen sollen innerhalb der öffentlichen Körperschaften Rahmenbedingungen geschaffen werden, um einerseits Geodaten zwischen den verschiedenen Verwaltungen, aber auch für die Öffentlichkeit bereitzustellen.

Mit der *INSPIRE-Richtlinie* (*INSPIRE* - Infrastructure for Spatial Information in the European Community) hat die Europäische Kommission (der EU) auf die Tatsache reagiert, dass zwischen den Einzelstaaten innerhalb der Europäischen Union nur unzureichend Geodaten ausgetauscht werden können.

„The general situation on spatial information in Europe is one of fragmentation of datasets and sources, gaps in availability, lack of harmonisation between datasets at different geographical scales and duplication of information collection. These problems make it difficult to identify, access and use data that is available.“ (Commission of the European Communities, 2008).

Die Einzelstaaten der Europäischen Union verfolgen mit *INSPIRE* das Ziel, die Daten mit Bezug zur Umwelt zu harmonisieren, um Daten schneller und einfacher zwischen

den Einzelländern austauschen zu können und Nutzern (öffentlich wie privat) den Zugang zu diesen Daten zu erleichtern. Mit Einführung der Richtlinie in die nationale Gesetzgebung der EU-Länder sind diese aufgefordert, eigene Geodateninfrastrukturen (GDI) aufzubauen.

Neben einer allgemeinen technischen Vorgabe zur Umsetzung der Daten, die auf Standards der *OGC* verweist, regelt *INSPIRE* auch die Themenbereiche (semantische Interoperabilität), die im Sinne von *INSPIRE* einen Umweltbezug aufweisen. Dies sind für die zuerst zu berücksichtigenden Themen im ANNEX 1 der Richtlinie (Commission of the european communities, 2008 S. 11):

- Geographische Namen
- Referenzsysteme
- Koordinatensysteme
- Administrative Einheiten
- Adressen
- Kataster und Flurkarten
- Transportnetzwerke
- Hydrographie
- Schutzgebiete

2.2.3 Semantische Interoperabilität

Um Informationen zwischen verschiedenen Systemen auszutauschen, bedarf es neben der reinen technischen auch einer kulturellen Interoperabilität. Mit der kulturellen Interoperabilität ist eine Lösung gemeint, die nicht nur den technischen Austausch von Informationen zwischen verschiedenen Systemen betrachtet, sondern auch die damit einhergehenden Probleme in der unterschiedlichen Entwicklung von Kulturen berücksichtigt, wie eine Zitat der *SEMIC* belegt.

“It is understood that countries have different administrative, technical and linguistic backgrounds. Solutions for the technical, semantic, and organisational dimensions of interoperability are needed.” (SEMIC, 2010)

Die kulturelle Interoperabilität kann man die organisatorische (vor allem administrative) sowie die semantische Interoperabilität verstanden werden. Während die organisatorische noch relativ selbsterklärend ist, wenn man bedenkt dass die Einzelstaaten eigene administrative Ausprägungen haben, kann man die semantische Interoperabilität so erklären, dass einzelne Kulturen unterschiedliche Bedeutungen für ein Wort, eine Bezeichnung oder ein Symbol haben. Um ein Beispiel im verkehrsbezogenem Kontext zu setzen, bezeichnet das Linksabbiegen an einer Verkehrskreuzung in Deutschland und in England zwar das gleiche, hat aber verkehrstechnisch eine andere Bedeutung. In Deutschland muss dabei die Gegenfahrbahn gekreuzt werden, in England nicht.

Setzt man den Fokus räumlich etwas kleiner, auf eine nationale Sichtweise, dann spielen administrative und sprachliche Unterschiede keine so große Rolle mehr. Konkretisiert man zudem die semantische Interoperabilität auf den Austausch digitaler Daten, liegen die Unterschiede in der Organisationen gleichartiger Informationen. So können verschiedene Organisationen für das gleiche Fachthema ganz unterschiedliche Datenmodelle, Inhalte und Begrifflichkeiten entwickelt haben, die den Austausch von Daten zwischen den Systemen erschweren. Dem wird Rechnung getragen, indem Standards entwickelt werden, welche Daten wie miteinander ausgetauscht werden sollen. Neben privatwirtschaftlichen Bemühungen (z.B. Geographic Standard Model mit den *Geographic Standard Files - GDF*) ist vor allem die öffentliche Hand daran interessiert, den Austausch der Daten zwischen ihren Verwaltungen zu gewährleisten und zu standardisieren.

Auf europäischer Ebene regelt innerhalb der EU-Kommission die *IDABC (Interoperable Delivery of European eGovernment Services to public Administrations, Business and Citizens)* die Bedürfnisse, die aus dem elektronischen Datenaustausch zwischen den verschiedenen Einzelstaaten herrühren, und ist damit Teil der europäischen *eGovernment-Initiative*.

“To achieve its objectives, IDABC issues recommendations, develops solutions and provides services that enable national and European administrations to communicate electronically while offering modern public services to businesses and citizens in Europe.” (IDABC, 2010).

Das *Semantic Interoperability Centre Europe* (SEMIC) bietet dabei den Service für die Organisation. Es bietet den Austausch sogenannter *semantic assets*, also Terminologien, Mapping Tabellen, Taxonomie, Ontologien oder Thesauri.

In Deutschland obliegt die semantische Interoperabilität der nationalen *eGovernment*-Strategie von Bund, Länder und den Kommunen. Im Rahmen des *Aktionsplanes Deutschland-Online* der Bundesregierung wurde 2006 die Einrichtung einer Koordinierungsstelle beschlossen, die sich der Harmonisierung und Verwaltung der Datenaustauschformate bzw. Standards für den Datenaustausch von und mit Behörden kümmert. Ein Vorhaben des Aktionsplanes kümmert sich um die Standards (Vorhaben „Standardisierung“, siehe <http://www.standardisierung.deutschland-online.de/>), die „die Umsetzung durchgängiger elektronisch unterstützter und medienbruchfreier Verwaltungsprozesse über die föderalen Ebenen hinweg“ (Deutschland online, 2010) gewährleisten sollen. Für bestimmte fachliche Domänen des E-Government wurden sogenannte *XÖV*-Vorhaben ins Leben gerufen. *XÖV* steht für „XML-basierte fachliche Standards für den elektronischen Datenaustausch innerhalb und mit der öffentlichen Verwaltung“ (Deutschland online, 2010). Gemäß *XÖV*-Handbuch handelt es sich bei einem *XÖV*-Standard um ein abgestimmtes Fachmodell für eine Datenschnittstelle, mit einer einheitlichen und eindeutigen Definition und Beschreibung von Syntax und Semantik von Datenstrukturen und Nachrichten, die durch *XÖV*-Kriterien bezüglich Bereitstellungs- und Auskunftspflichten der Standardentwickler und –betreiber sowie Technik durch die *XÖV*-Koordination bestätigt wurden (Deutschland online - Standardisierung, 2009 S. 4-5).

Inzwischen sind mehrere Vorhaben entwickelt worden, von *DatML/RAW Gewerbe* zur Gewinnung von statistischen Informationen aus betrieblichen Daten bis *XhoheitlicheDokumente* zur elektronischen Übermittlung von Antragsdaten für hoheitliche Dokumente.

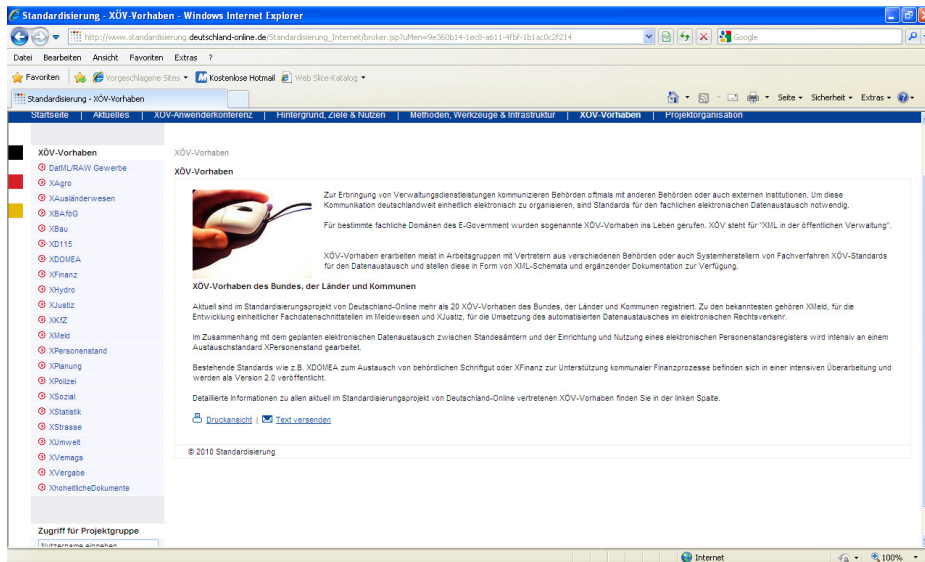


Abb. 2-4 Webseite von Deutschland online – Standardisierung mit der Liste der XÖV-Vorhaben

Einer der XÖV-Vorhaben betrifft das Themenfeld Straße (*XStrasse*), da im Straßen- und Verkehrswesen eine Vielzahl von Prozessen existieren, „bei denen Straßennetzdaten und netzbezogene Daten zwischen verschiedenen Organisationseinheiten innerhalb der Verwaltungen, zwischen verschiedenen kommunalen Gebietskörperschaften oder zwischen diesen und dem Land bzw. zwischen Verwaltungen und Bürgern oder Wirtschaft ausgetauscht werden müssen. ... Ziel des Projekts ist die Etablierung der existierenden Standards *OKSTRA* und *OKSTRA kommunal* als XÖV-konforme Datenmodelle für Straßennetzdaten und netzbezogene Daten, welche die Anforderungen im Straßen- und Verkehrswesen erfüllen, um durchgängige Geschäftsprozesse über die Verwaltungs- und Zuständigkeitsgrenzen hinaus zu erreichen.“ (Deutschland online, 2010).

3 Semantische Interoperabilität von Verkehrsstärken

Am besten nähert man sich dem Themenbereich des Austauschs von Verkehrsstärken, indem man das Ergebnis eines solchen Austauschs am Beispiel einer thematischen Karte über Verkehrsstärken zeigt.

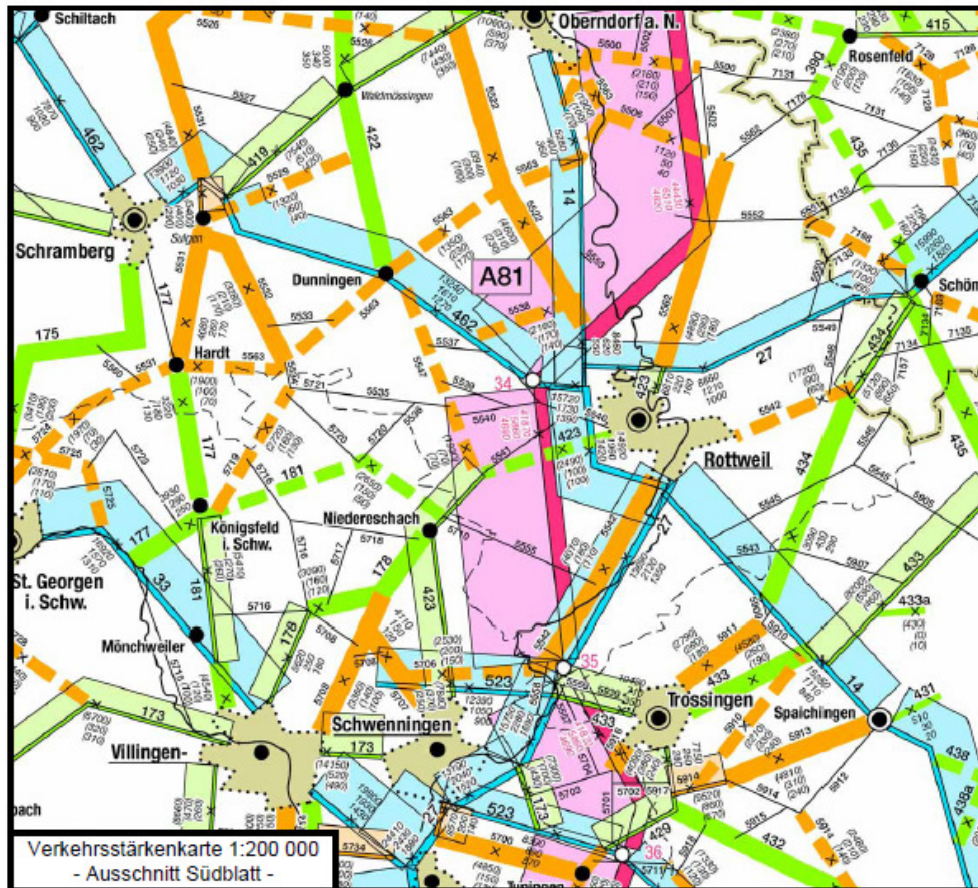


Abb. 3-1 Ausschnitt aus einer Verkehrsstärkenkarte mit der Querschnittszählungen im Rahmen der Straßenverkehrszählung 2005 (Straßenbauverwaltung Baden-Württemberg, 2007)

Abb. 3-1 zeigt einen Ausschnitt aus dem Ergebnis der *Straßenverkehrszählung 2010* im Bereich Rottweil / Villingen-Schwenningen. In dem Kartenausschnitt sind Informationen über Verkehrsstärken auf den Bundes- und Autobahnen abgebildet. Um zu einer solchen Karte zu gelangen sind mehrere Prozesse notwendig.

- Die Fahrzeuge müssen im Rahmen einer Verkehrszählung erhoben werden. Auf den deutschen Bundes- und Landesstraßen erfolgt dies in einem regelmäßigen Turnus durch die Straßenbauverwaltungen der Länder.
- Die in der Karte abgebildeten Verkehrsstärken (Kfz/24h) werden selten direkt erfasst, sondern über Gewichtungswerte auf andere Zeiträume umgerechnet. So kann aus einer siebenstündigen Zählung, die um die beiden Spitzenstunden mor-

gens und abends (RushHour) gelegt ist, auf einen Tageswert umgerechnet werden.

- Da die Straßenbauverwaltungen der Länder die Daten erheben, müssen diese zentral zusammengeführt, auf ein digitalisiertes Straßennetz verortet und als Karte ausgegeben werden.

Man erkennt, dass innerhalb dieses Prozesses Verkehrsstärkenwerte zwischen verschiedenen Personen, Gruppen oder Institutionen ausgetauscht werden müssen und damit ein geoinformationstechnisches Problem darstellt, das einen verkehrswissenschaftlichen Hintergrund hat. Verkehrsstärken werden aber nicht nur zur Darstellung in Karten benötigt, sondern für eine Vielzahl an Aufgaben, vor allem in der kommunalen Verkehrsplanung zur Bemessung der Verkehrsinfrastruktur, sowie aktuell im Rahmen der europäischen Lärmrichtlinie benötigt.

3.1 Verkehrsstärken aus verkehrswissenschaftlicher Sicht

Verkehrsstärken sind ein Teil der Verkehrswissenschaften. Daher soll hier als erstes dieser Zweig des Themas beleuchtet werden. Es soll geklärt werden, was Verkehrsstärken eigentlich sind, welche Ausprägungen sie haben können und in welchen Prozessen sie benötigt werden.

Verkehrsstärkenwerte werden für eine Vielzahl von Zwecken genutzt. Die Empfehlungen für Verkehrserhebungen (Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen, 1991 S. 11) listet folgende Bereiche, auf in denen Verkehrsstärken genutzt werden.

- Betriebs- und volkswirtschaftliche Untersuchungen
- Konzeptionelle Planung von Straßennetzen
- Kleinräumige Verkehrsuntersuchungen
- Ermittlung von Umweltbelastungen
- Sicherheitstechnische Untersuchungen
- Entwurf von Straßenverkehrsanlagen
- Betrieb des Straßennetzes, z.B. für Verkehrslenkungs- und Beeinflussungsmaßnahmen
- Verkehrsabwicklung an Baustellen

- Erhaltung und Instandsetzung von Fahrbahnen und Brücken
- Erfassung der Verkehrsentwicklung

Für die Erhebung und die Auswertung von Verkehrsstärken sind folgende Richtlinien maßgebend:

- Systematik der Straßenfahrzeuge: Begriffe für Kraftfahrzeuge, Fahrzeugkombinationen und Anhängfahrzeuge *DIN 70010* (DIN, 2001-04). In dieser Richtlinie sind die Typen von Straßenfahrzeugen definiert und wie diese bezeichnet werden können.
- *EVE91, Empfehlungen für Verkehrserhebungen* (Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen, 1991): Die *EVE* ist ein allgemeiner Leitfaden für Verkehrserhebungen. Hier werden Arten und Methoden der Erhebung von Verkehrswerten beschrieben.
- *HBS (FGSV), Handbuch für die Bemessung von Straßen* (Forschungsgesellschaft für Straßen- & Verkehrswesen, 2001): Die Bemessung von Straßen erfolgt gemäß festgelegter Kenngrößen. Eine dieser Kenngrößen ist die Verkehrsstärke.
- *RLS90* (Der Bundesminister für Verkehr, 1990)/*VBUS*: Die Richtlinie für den Lärmschutz an Straßen regelt die Art und Weise, wie der Lärm an Straßen berechnet werden soll. Eine Kenngröße in der Berechnung sind die Verkehrsstärkenwerte. Die *RLS90* wurde inzwischen durch die *VBUS* abgelöst.
- *Richtlinie für die SVZ*: Im 5-jährigen Turnus findet auf dem klassifizierten Straßennetz die offizielle Straßenverkehrszählung statt, die durch die Straßenbauverwaltungen der deutschen Bundesländer durchgeführt wird und den aktuellen Stand Verkehrsentwicklung angibt. In der Richtlinie wird angegeben, wie diese Erhebung zu erfolgen hat.

3.1.1 Verkehrsstärken

Die Verkehrsstärke ist grundsätzlich nur ein Maß der *Verkehrsnachfrage* an einer *Verkehrsanalyse* in einem bestimmten *Zeitraum*. Es wird dann Verkehr nachgefragt, wenn Personen oder Güter befördert bzw. transportiert werden. Für die Beförderung bzw. Transport muss auf Anlagen für den Verkehr (Straßen, Gleise, Knoten usw.) zurückgegriffen werden. Um diese Nutzung für einen bestimmten Zeitraum zu quantifizieren steht das Maß *Verkehrsstärke* zur Verfügung.

Für den Begriff Verkehrsstärke werden in der Literatur mehrere Synonyme benutzt: Verkehrsmengen, Verkehrszahlen usw.. Wie SCHNABEL/LOHSE bemerkt, steht der häufig genutzte Begriff Verkehrsmenge im Widerspruch zur klassischen Mengendefinition (Schnabel, et al., 1997 S. 64). Meist bezeichnen alle diese Begriffe das gleiche, nämlich den Quotienten aus einer Anzahl der *Verkehrselemente* (VE) und der *Zeitspanne* (dT), während der die *Fahrzeuge* den Beobachtungsquerschnitt durchfahren (Schnabel, et al., 1997 S. 64; Forschungsgesellschaft für Straßen- & Verkehrswesen, 2001).

$$q = \frac{M}{dT}$$

Verkehrsstärke q [VE/h]

Fahrzeuge M [VE]

Zeitspanne dT

Der Begriff *Verkehrselemente* steht als allgemeiner Begriff für alle am Verkehr teilnehmenden Objekte. Dies sind Kraftfahrzeuge, Radfahrer, Bahnen, Fußgänger usw.. Der häufig synonym genommene Begriff *Fahrzeuge* (Schnabel, et al., 1997 S. 64) oder *Kraftfahrzeuge* schließt begrifflich die Fußgänger bzw. die Radfahrer aus, ist aber gegenüber dem Begriff *Verkehrselemente* selbsterklärend. Daher stellt die FGSV nochmals klar: „Es gibt in diesem Sinn Stärken der Kraftfahrzeugströme, der öffentlichen Verkehrsmittel, der Radfahrerströme und der Fußgängerströme.“(Forschungsgesellschaft für Straßen- & Verkehrswesen, 2001 S. 2-4).

Der Begriff *Verkehrsstärke* ist demnach immer mehrdimensional aufgebaut und umfasst

- eine Menge,
- einen Zeitraum,
- definierte Verkehrselemente und
- einen Beobachtungsquerschnitt.

In den meisten Untersuchungen für den Straßenverkehr werden als maßgeblich nur die Kraftfahrzeuge betrachtet. Daher wird häufig in Kraftfahrzeuge je Stunde [Kfz/h] gerechnet. Wenn Verkehrsstärken in Kfz/h ausgegeben werden, dann ist explizit ausgeschlossen, dass Radfahrer oder Fußgänger in diese Berechnung mit berücksichtigt wurden.

3.1.2 Der zeitliche Aspekt der Verkehrsstärke

Verkehrsstärken werden für unterschiedliche Aufgaben genutzt. Die Erhebung erfolgt im Rahmen einer Verkehrszählung, können aber auch über Simulationen modelliert werden. Genutzt werden die Verkehrsstärken dann in der Verkehrsplanung, dem Immissionschutz (Lärmschutz) sowie für allgemeine verkehrsstatistische Aufgaben.

In der Verkehrsplanung steht der Entwurf der Straßenverkehrsanlagen im Vordergrund. Gemäß des *HBS* bemisst sich der Entwurf der Straßenverkehrsanlagen an der Verkehrsnachfrage aus motorisiertem Individualverkehr, dem straßengebundenen öffentlichen Personennahverkehr, dem Fahrradverkehr und dem Fußgängerverkehr (Forschungsgesellschaft für Straßen- & Verkehrswesen, 2001 S. 2-4).

Als maßgeblich für den Entwurf einer Straßenverkehrsanlage wird die stündliche Spitzenbelastung (*MSV – maßgebende stündliche Verkehrsstärke*) angesetzt, die vom Träger der Straßenbaulast festgelegt wird (Forschungsgesellschaft für Straßen- & Verkehrswesen, 2001 S. 2-6). Damit ist die maßgebende stündliche Spitzenbelastung kein immer gleicher Zeitraum innerhalb eines Tages, sondern zwischen verschiedenen Straßen oder Themen (z.B. Verkehrssteuerung bei Events) zeitlich variabel.

Um die Verkehrsbelastung im Allgemeinen darzustellen, wird zumeist ein 2h-Wert in Form der *DTV* (Durchschnittliche Tägliche Verkehrsstärke) genutzt, der wiederum in einen *DTV_w* (nur Werktage), *DTV* (auch Wochenende) und *DTV_{so}* (nur an Sonntagen) unterschieden werden kann.

Die Menge an genutzten Verkehrsstärken ist äußerst unübersichtlich. In Anlage 2 ist der Versuch unternommen worden, die in verschiedenen Richtlinien genutzten Verkehrsstärkenwerte darzustellen. In der Liste sind nur die Werte abgebildet, die innerhalb eines Tages liegen. Aggregierte Werte, die einen ganzen oder mehrere Tage umfassen, sind dort nicht abgebildet.

Im Unterschied zur Verkehrsplanung werden zur Lärmberechnung andere Verkehrsstärken ermittelt. Zur Klassifizierung der gemäß *Europäischer Umgebungslärmrichtlinie* (Das Europäische Parlament und der Rat der Europäischen Union, 2002) für die Lärmuntersuchung relevanten Straßenabschnitte werden Jahreswerte herangezogen. So gelten alle Straßenabschnitte als relevant, die ein Verkehrsaufkommen von mehr als 3.000.000 Fzg./Jahr aufweisen, und Lärmaktionspläne müssen an Straßen mit einem Aufkommen von mehr als 6.000.000 Fzg./Jahr erstellt werden. Für die Lärmberechnung selbst sind

die Aktiv- und Ruhephasen des Menschen innerhalb des Tagesverlaufs maßgebend. Daher wird gemäß *VBUS* zwischen einer Tag- (6-18h), Abend- (18-22h) und Nachtphase (22-6h) unterschieden (Bundesanstalt für Straßenwesen, 2006 S. 14), anhand derer der vom Straßenverkehr erzeugte Lärm klassifiziert wird.

Es ist aber zu ergänzen, dass sich die neuere *VBUS* maßgeblich von der *RLS-90* unterscheidet, da die *RLS-90* keine eigene Abendphase kennt.

Verkehrsstärken werden selten direkt erfasst. Die Basis der meisten klassischen Kennwerte liegt in einer Verkehrserhebung. In den Abb. 3-2 und Abb. 3-3 sind zwei Beispiele der Ergebnisse einer Verkehrserhebung dargestellt. In den Listen sind die Verkehrsstärken als Rohzählwerte angegeben und stellen die Werte in der höchsten Granularität dar. Während die bisher erwähnten Werte für allgemeine Zeiträume (abends, nachts, ganzer Tag) gelten, gelten die Rohzählwerte ausschließlich am Erfassungstag. So ist es üblich, Verkehrsströme an einem Verkehrsknoten in Viertelstundenwerten (Abb. 3-3) zu erfassen. Bei Erhebungen über einen kompletten Tag (z.B. zur Lärmberechnung) werden Stundenwerten erfasst (Abb. 3-2). Über Gewichtungswerte können solche Ergebnisse dann in andere Verkehrsstärkenwerte umgerechnet werden.

3.1.3 Die räumlichen Aspekte der Erhebungsmethoden

Für den motorisierten individuellen Personenverkehr sieht die Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen in den *Empfehlungen für Verkehrserhebungen* (Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen, 1991) unterschiedliche Erhebungsmethoden vor. Hier sollen aber weniger die Methoden an sich untersucht werden, sondern welchen räumlichen Bezug die Methoden aufweisen.

Querschnittszählung: Bei Querschnittszählungen werden die einen Straßenquerschnitt passierenden Fahrzeuge innerhalb eines vorgegebenen Zeitabschnitts erfasst. Die Querschnittszählung erfolgt auf einer Strecke zwischen zwei Verkehrsknoten. Die Erfassung erfolgt zumeist richtungsbezogen und auch getrennt nach einzelnen Fahrstreifen auf der Fahrbahn.

In Abb. 3-2 ist das Ergebnis einer 24-stündigen Zählung für eine einstreifige Straße dargestellt, wobei die Liste nur eine Fahrtrichtung umfasst. Diese Zählung erfolgte im Rahmen eines Immissionsgutachtens mit Hilfe von Zählmatten. Wegen des Ziels der Untersuchung wurde nur eine Unterscheidung zwischen Pkw und Lkw gemacht, die für die Emissionsberechnung der Straße ausreichend ist.

	A	B	C	D	E
1	dcTable 1.0	Fahrzeugklassen und Längen in m			
2	Zeit	PKW	LKW	LZ	Σ
3	11.09.2007 00:00	20	2	2	24
4	11.09.2007 01:00	10	1	1	12
5	11.09.2007 02:00	8	0	0	8
6	11.09.2007 03:00	13	3	1	17
7	11.09.2007 04:00	28	10	2	40
8	11.09.2007 05:00	124	12	4	140
9	11.09.2007 06:00	375	35	15	425
10	11.09.2007 07:00	670	51	21	742
11	11.09.2007 08:00	723	44	19	786
12	11.09.2007 09:00	620	44	15	679
13	11.09.2007 10:00	478	41	15	534
14	11.09.2007 11:00	405	46	13	464
15	11.09.2007 12:00	416	50	17	483
16	11.09.2007 13:00	419	37	19	475
17	11.09.2007 14:00	430	49	18	497
18	11.09.2007 15:00	452	37	16	505
19	11.09.2007 16:00	473	25	14	512
20	11.09.2007 17:00	463	18	7	488
21	11.09.2007 18:00	359	10	12	381
22	11.09.2007 19:00	279	10	6	295
23	11.09.2007 20:00	168	6	6	180
24	11.09.2007 21:00	121	1	6	128
25	11.09.2007 22:00	75	1	3	79
26	11.09.2007 23:00	44	2	1	47
27	Tue, 11.09.2007	[Zwischenstatistik]			
28	00:00-06:00	203	28	10	241
29	06:00-18:00	5924	477	189	6590
30	06:00-22:00	8851	504	219	7574
31	18:00-24:00	1046	30	34	1110
32	22:00-24:00	119	3	4	126
33	00:00-12:00	3474	289	108	3871
34	12:00-24:00	3699	246	125	4070
35	00:00-24:00	7173	535	233	7941

Abb. 3-2 Beispiel eines Auswertung einer 24 h-Dauerzählung an einem Straßenabschnitt (Planungsbüro VIA eG, 2008)

Im Rahmen der durch die landeseigenen Straßenbaubehörden in Deutschland im 5-Jahreturnus durchgeführten Straßenverkehrszählung (SVZ) wird der überwiegende Teil der Verkehrserhebungen im Rahmen von Querschnittszählungen durchgeführt.

Knotenpunkterhebungen (= Knotenstromerhebung): Im Fall eines übersichtlichen, niveaugleichen Knotenpunktes werden an allen Knotenpunktzufahrten die je Zeitabschnitt zufließenden Verkehrsströme nach ihren Fahrrichtungen einzeln erhoben. Man bezeichnet die möglichen Fahrbeziehungen an einem Knoten auch als Knotenströme.

Diese Zählungen erfolgen zumeist manuell durch ein Zählpersonal, da gerade bei kleineren Knoten der Einsatz einer automatisierten Zähltechnik nicht empfohlen werden kann. Die Werte werden für jeden Knotenstrom in Tabellen In Abb. 3-3 ist die tabellarische Ausgestaltung einer solchen Knotenstromzählung abgebildet.

Verkehrszählung am Donnerstag, den 25.09.2008

Knoten Nr. 5: Vogelsanger Straße (West) / Vitalisstraße (Süd) / Vogelsanger Straße (Ost) / Vitalisstraße (Nord)

Querschnittsbelastung Vogelsanger Straße (Ost)

Belastungs-Matrix		von	15:00	15:15	15:30	15:45	16:00	16:15	16:30	16:45	17:00	17:15	17:30	17:45	18:00	18:15	18:30	18:45	19:00	15:00	Spitze	Σ	
		bis	15:15	15:30	15:45	16:00	16:15	16:30	16:45	17:00	17:15	17:30	17:45	18:00	18:15	18:30	18:45	19:00	19:00				
PKW	Anzahl		165	223	245	219	209	216	231	241	261	243	230	235	215	207	208	156	3504	976	3504	Anzahl	
	Faktor 1,0 PKW-E		165,0	223,0	245,0	219,0	209,0	216,0	231,0	241,0	261,0	243,0	230,0	235,0	215,0	207,0	208,0	156,0	3504	976,0	3504	PKW-E	
LKW	Anzahl		3	8	9	6	4	7	2	5	4	4	2	0	2	2	3	0	61	15	61	Anzahl	
	Faktor 2,0 PKW-E		6,0	16,0	18,0	12,0	8,0	14,0	4,0	10,0	8,0	8,0	4,0	0,0	4,0	4,0	6,0	0,0	122	30,0	122	PKW-E	
Sattelzug	Anzahl		0	0	4	2	2	0	1	1	0	1	0	2	2	4	1	1	21	3	21	Anzahl	
	Faktor 3,5 PKW-E		0,0	0,0	14,0	7,0	7,0	0,0	3,5	3,5	0,0	3,5	0,0	7,0	7,0	14,0	3,5	3,5	74	10,5	74	PKW-E	
BUS	Anzahl		0	2	0	1	1	2	2	0	1	2	1	1	1	1	2	0	17	5	17	Anzahl	
	Faktor 2,0 PKW-E		0,0	4,0	0,0	2,0	2,0	4,0	4,0	0,0	2,0	4,0	2,0	2,0	2,0	2,0	4,0	0,0	34	10,0	34	PKW-E	
KRAD	Anzahl		10	6	5	8	10	11	3	9	12	16	9	8	9	8	8	4	136	40	136	Anzahl	
	Faktor 0,5 PKW-E		5,0	3,0	2,5	4,0	5,0	5,5	1,5	4,5	6,0	8,0	4,5	4,0	4,5	4,0	4,0	2,0	68	20,0	68	PKW-E	
FAHRRAD	Anzahl		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Anzahl	
	Faktor 0,3 PKW-E		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0	PKW-E	
VERKEHRSTARKE (o. Fahrrad)			178	239	263	236	226	236	239	256	278	266	242	246	229	222	222	161	3739	1024	3739	Kfz	
			176	246	280	244	231	240	244	259	277	267	241	248	233	231	226	162	3802	1047	3802	PKW-E	

LFW = Lieferwagen und leichte Lkw (bis 3,5 t zulässiges Gesamtgewicht)
 LKW = Lastkraftwagen über 3,5 t zulässiges Gesamtgewicht und Lastzüge
 SFZ = Sonderfahrzeuge (z.B. Baumaschinen) Verkehrszählung Knoten Nr. 5: Vogelsanger Straße (West) / Vitalisstraße (Süd) / Vogelsanger Straße (Ost) / Vitalisstraße (Nord)
 BUS = Omnibusse mit mehr als 9 Sitzplätzen
 Kfz = Alle motorisierten Fahrzeuge (ohne Fahrrad)

Planungsbüro VIA eG
 Stadt Köln
 Verkehrszählung am Donnerstag, den 25.09.2008

Abb. 3-3: Tabelle aus einer Knotenstromzählung (Planungsbüro VIA eG, 2008)

Mit Hilfe von Hochrechnungsfaktoren werden üblicherweise aus diesen detaillierten Zahlen aggregierte Werte ermittelt, die dann in grafischer Form ausgegeben werden können.

Stadt Bergisch Gladbach
Beningsfeld / Bernhard-Eyberg-Straße
Knoten: Rinderweg / Beningsfeld / Bernhard-Eyberg-Straße / Beningsfeld

Abbildung 1: Verkehrsbelastung im Erhebungszeitraum

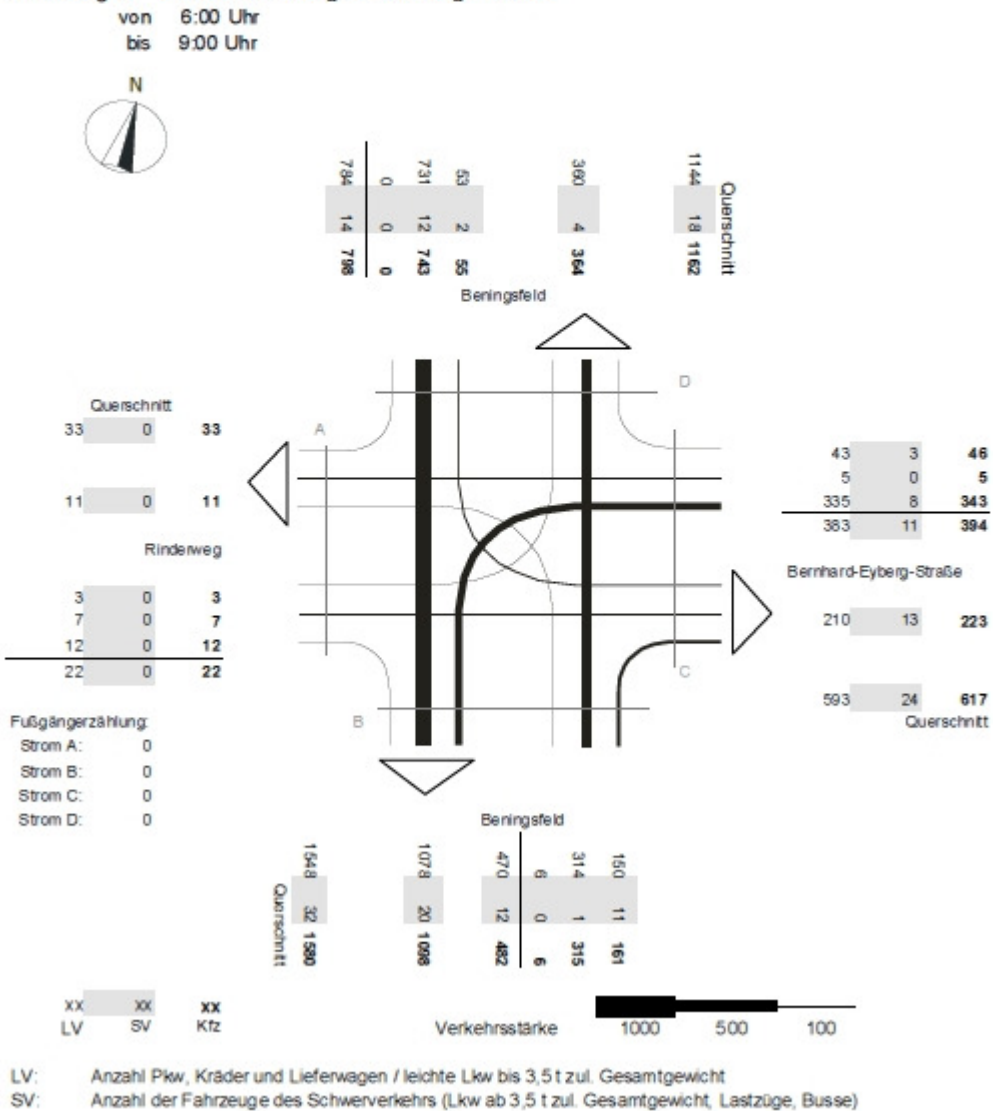


Abb. 3-4 Grafische Umsetzung der Knotenstromzählung (Planungsbüro VIA eG, 2008)

Stromerhebungen: Stromerhebungen werden dann durchgeführt, wenn für einen größeren Planungsraum die Verteilung des Kraftfahrzeugverkehrs ermittelt werden soll. Diese größeren Planungsräume werden in diesem Fall als *Kordon* bezeichnet. Die Erfassung erfolgt häufig im Rahmen einer Kennzeichenverfolgung (-erfassung), in der die Kennzeichen der in den Kordon einfahrenden Fahrzeuge mit den Kennzeichen der ausfahrenden Fahrzeuge abgeglichen werden. Über diese Erfassungstechnik können Ziel-, Durchgangs- und Quellverkehre durch den Kordon ermittelt werden (siehe Abb. 3-5). Nicht zu ermitteln und damit außerhalb der Betrachtung in einer Kennzeichenverfolgung sind die Binnenverkehre, die sich innerhalb eines Kordons bewegen.

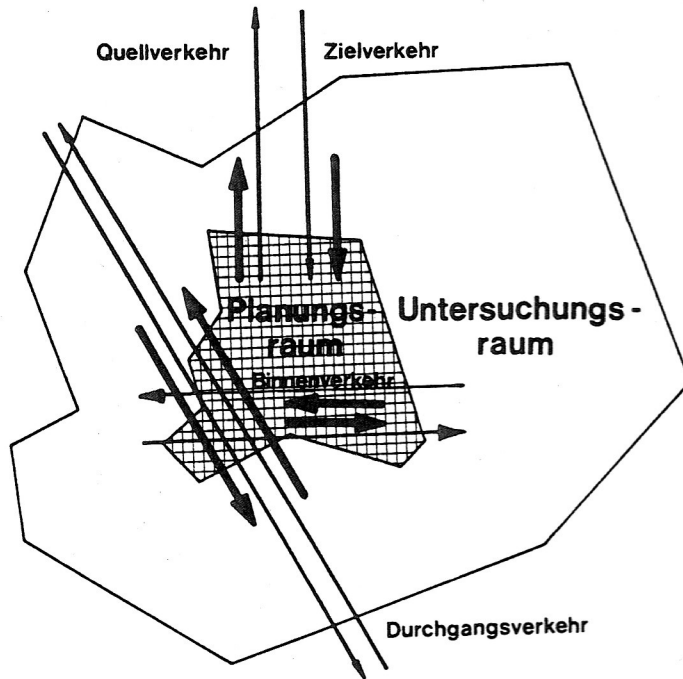


Abb. 3-5 Quell-, Ziel-, Durchgangs- und Binnenverkehre (Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen, 1991)

Querungen: Für spezielle Untersuchungen kann es relevant sein, das Querungsverhalten von Fußgängern an einer Straße zu untersuchen. In diesen Untersuchungen wird an einer Straße die Anzahl der querenden Fußgänger (z.B. in und aus einem Einkaufszentrum) der Anzahl der die Straße befahrenden Fahrzeuge gegenübergestellt um die Straßeninfrastruktur für die Querung zu dimensionieren, also die Einrichtung einer Querungshilfe, eines Fußgängerüberwegs (Zebrastreifen), einer signalisierten Fußgängerfurt (Fußgängerampel).

3.1.4 Verkehrsnutzung und Verkehrsnutzungsgruppen

In Verkehrsstärken wird immer die Menge an Kraftfahrzeugen, Fußgänger, Radfahrer usw. ausgedrückt. Die Bezeichnungen der Menge aller, die am Verkehr beteiligt sind, wird hier als Verkehrsnutzer bezeichnet. Der Begriff stammt aus dem *OKSTRA kommunal* Datenmodell und ist eindeutiger als die Begriffe *Kfz* (=Kraftfahrzeuge; immer motorisiert, ohne Radfahrer und Fußgänger) der *Fzg.* (=Fahrzeuge; ohne Fußgänger), die häufig in Richtlinien synonym genommen werden, aber häufig einen ausschließlichen Bezug zum motorisierten Verkehr aufweisen.

Hinter Verkehrsstärkenwerten können sich unterschiedliche Verkehrsnutzer verbergen. In Anhang 1 ist eine Liste potenzieller Verkehrsnutzer bzw. Verkehrsnutzergruppen zu

finden, wie sie in den Richtlinien zum Lärm *RLS-90* (Der Bundesminister für Verkehr, 1990) und *VBUS* (Bundesanstalt für Straßenwesen, 2006), sowie für die Verkehrsplanung *HBS* (Forschungsgesellschaft für Straßen- & Verkehrswesen, 2001) und *EVE 91* (Der Bundesminister für Verkehr, 1992) vorzufinden sind. Die Tabelle zeigt eindeutig die Unterschiede in der Zuordnung der Verkehrsnutzer zu den jeweiligen Verkehrsnutzungsgruppen. Alle diese Gruppen werden heute für verkehrsbezogene Belange genutzt.

Diese Zuordnung ist aber nicht einmal innerhalb einer einzelnen Richtlinie eindeutig. So werden in dem *Handbuch zur Bemessung von Straßenverkehrsanlagen* die Busse (Linien- oder Reisebusse) zur Errechnung der Bemessungsverkehrsstärke dem Schwerverkehr zugeordnet (Forschungsgesellschaft für Straßen- & Verkehrswesen, 2001 S. 2-6) und für Hochrechnungen dem Pkw, also eher dem Leichtverkehr (Forschungsgesellschaft für Straßen- & Verkehrswesen, 2001 S. 2-15).

Der Grund hierfür dürfte in den unterschiedlichen Anforderungen liegen. Für die Bemessungsverkehrsstärke spielt der Fahrzeugtyp als Gewichtungsfaktor eine Rolle (ein Bus entspricht einem Lkw), für die Hochrechnung innerhalb einer Fahrzeuggruppe das beförderte Gut. Der ÖV befördert Personen und ist deswegen eher der Personenbeförderung (ein Bus entspricht einem Pkw) zuzuordnen.

Die für Lärmuntersuchungen maßgebenden Richtlinien *VBUS* und *RLS-90* sind auch hier unterschiedlich. Die *RLS-90* (Der Bundesminister für Verkehr, 1990 S. 14) rechnet die leichten Lastkraftwagen (> 2,8 t und < 3,5 t) noch zu den Lkws. Diese Unterscheidung hat für die anderen Richtlinien kaum eine Bedeutung. Mit der neueren *VBUS* hat man sich an die anderen Richtlinien angepasst, indem man die Trennung zwischen Pkw und Lkw bei 3,5 t Gesamtgewicht eingeführt hat (Bundesanstalt für Straßenwesen, 2006 S. 14).

3.1.5 Quellen von Verkehrsstärkenwerten

Ein weiterer Aspekt bei der Betrachtung von Verkehrsstärken ist die nach der Art der Erzeugung von Verkehrsstärken. Rohzählwerte sind originale Verkehrswerte aus einer Verkehrszählung. Diese erfolgen meist in einmaligen Aktionen und nur für die relevanten Straßenabschnitte bzw. Knoten. Für die Lärmermittlung sind 24-Stunden-Zählungen relevant, die auch die Nachtphase (Schlafphase der Bevölkerung) umfassen. Für Leistungsuntersuchungen der Straßeninfrastruktur sind die beiden Spitzenbelastungen im

Tagesgang am Morgen und am Abend relevant. Die Schwachlastphase in der Nacht spielt in der Regel nur eine untergeordnete Rolle.

Westdeutsche Städte					
Stundengruppe	Pkw				Lkw
	TG _w 1	TG _w 2	TG _w 3	TG _w 4	
6-8	11,5	11,8	16,3	14,0	12,3
7-9	12,9	14,0	16,0	17,8	16,5
6-9	17,7	18,4	23,0	22,5	21,3
6-10	23,2	23,6	27,2	27,9	30,0
16-18	14,1	17,0	18,8	18,0	9,4
17-19	13,4	16,0	16,3	16,7	6,7
15-18	20,7	23,7	25,5	24,4	16,3
16-19	20,6	24,4	25,9	25,4	12,1
15-19	27,2	31,1	32,6	31,8	19,0

Ostdeutsche Städte					
Stundengruppe	Pkw			Lkw	
	TG _w 1	TG _w 2	TG _w 3	Standard	Fernverkehr
6-8	12,0	14,8	12,8	14,3	13,0
7-9	11,7	12,4	11,9	16,3	14,3
6-9	17,5	20,0	18,3	22,6	20,7
6-10	23,3	25,5	23,8	30,8	28,0
16-18	14,1	15,3	15,4	9,4	9,4
17-19	13,3	12,1	14,6	7,1	8,6
15-18	21,1	23,8	22,4	15,3	15,5
16-19	20,6	20,6	22,4	12,5	13,5
15-19	27,6	29,1	29,4	18,4	19,6

Abb. 3-6 Hochrechnungsfaktoren gemäß HBS (Forschungsgesellschaft für Straßen- & Verkehrswesen, 2001 S. 2-17)

Um Rohzählwerte mit anderen Zählungen vergleichen zu können, werden diese auf einheitlich aggregierte hochgerechnet. In Abb. 3-6 sind die maßgebenden Hochrechnungsfaktoren der *HBS* angegeben, um Kurzzeitzählungen auf *DTV*-Werte hochzurechnen. Anhand des Zeitraums der Zählung (Stundengruppe) und des Raumclusters des Zählpunktes hat jede Zählung einen bestimmten Anteil am *DTV* Wert. Die Raumcluster haben markante verkehrsbezogene Tagesgänge (TG), wie ein Knoten am Rand einer Großstadt, mit einem starken morgendlichen einfahrenden Strom und einem starken ausfahrenden Strom nachmittags.

Eine Besonderheit gilt für Untersuchungen an unsignalisierten Knotenpunkten. Zur Untersuchung dieser Knotenpunkte empfiehlt die FGSV die Berücksichtigung des Beschleunigungsvermögens und der Fahrzeuglängen der Fahrzeuge. Zur Standardisierung können die Fahrzeugarten gewichtet und in Pkw-Einheiten umgerechnet werden.

Trotz des FGSV-Standards werden häufig davon variierende Gewichtungsfaktoren genutzt.

Rad ¹⁾	Umrechnungsfaktor für				
	Kr	Pkw	Lkw	Lz	Fz ²⁾
0,5	1,0	1,0	1,5	2,0	1,1

Abb. 3-7 Gewichtungsfaktoren für die Umrechnung der Verkehrsstärken in Pkw-Einheiten
(Forschungsgesellschaft für Straßen- & Verkehrswesen, 2001 S. 7-13)

Hochrechnungen und Gewichtungen haben meist Rohzählwerte als Basis. Verkehrsstärkenwerte können aber auch aus weiteren Quellen stammen.

In der Trendprognose wird anhand des zeitlichen Trends der Verkehrsnachfragen, ein IST-Wert auf einen Zielhorizont hochgerechnet. Diese Hochrechnung erfolgt vor allem im Rahmen von Verkehrsentwicklungsplänen, die den zukünftigen Status des Verkehrs darstellen sollen, um daraus Maßnahmen für die Entwicklung der Verkehrsinfrastruktur zu ermitteln. Ausgedrückt werden Verkehrsstärken aus Trendprognosen zumeist als *DTV* / *DTV_w*-Werte.

Rohzählwerte und aus Rohzählwerten ermittelte Verkehrsstärken gelten immer nur für den Verkehrsweg, auf den der Wert bezogen ist. Für bestimmte Fragestellungen kann es nötig sein Verkehrsstärken flächendeckend für ein bestimmtes Untersuchungsgebiet zu erstellen. Um nicht flächendeckend kostenintensive Verkehrserhebungen durchzuführen, werden Verkehrsmodelle eingesetzt. Auf Basis von Rohzählwerten werden in diesen Modellen flächendeckend Verkehrsstärken modelliert. Abhängig vom Aggregationsgrad können in Verkehrsmodellen einzelne Verkehrsarten (Lkw, Pkw usw.) aber auch aggregierte *DTV*-Werte berücksichtigt sein. Abb. 3-8 zeigt eine typische Karte aus einem Verkehrsmodell.

In Verkehrsentwicklungsplanungen wird die zeitliche Entwicklung des Verkehrs in Relation zur Verkehrsinfrastruktur gesetzt. Dafür wird in einem Verkehrsmodell eine Trendprognose verarbeitet um die zukünftigen Auswirkungen der Veränderungen zu ermitteln um daran die Verkehrsinfrastrukturplanung auszurichten.

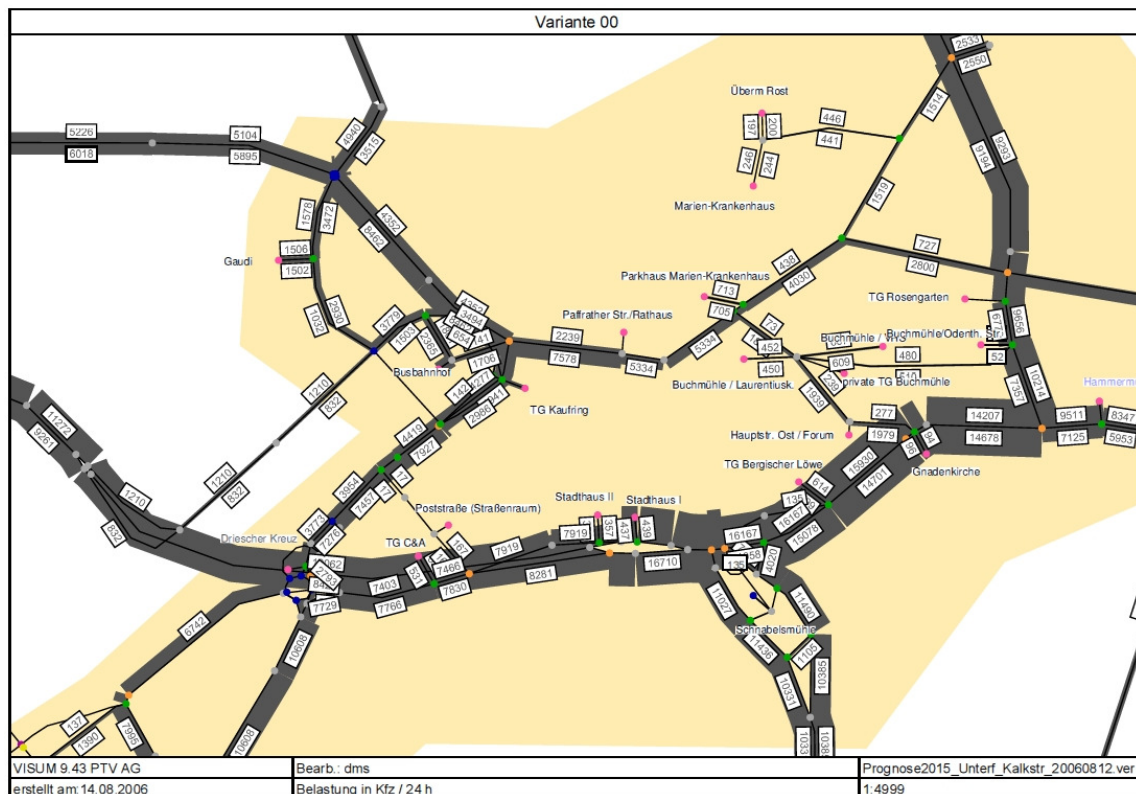


Abb. 3-8 Beispiel einer Karte aus einem Verkehrsmodell (Planungsbüro VIA eG, 2006)

3.2 Einführung in die relevanten Datenmodelle mit Verkehrsbezug

Nach der verkehrswissenschaftlichen Einführung sollen nun die Datenmodelle vorgestellt werden, die einer näheren Analyse zum Thema Verkehr und Verkehrsstärken unterzogen werden.

3.2.1 INSPIRE

Mit der *Richtlinie 2007/2/EC* (European Commission, 2007) beschloss das Europäische Parlament die Einführung einer Infrastruktur für Geodaten (*INSPIRE – Infrastructure for Spatial Information in Europe*). Mit dieser Infrastruktur soll der interoperable Austausch von Geodaten zwischen den Mitgliedsländern der EU ermöglicht werden, die ganz allgemein einen Bezug zur Umwelt bzw. einen Einfluss auf die Umwelt haben.

Gemäß der *INSPIRE*-Richtlinie betreffen auch die Geodaten mit einem Verkehrsbezug den Umweltbereich. Der Schwerpunkt des Themas ist der interoperable Austausch von:

„Road, rail, air and water transport networks and related infrastructure. Includes links between different networks.“ (European Commission, 2009 S. 1).

In der *Data Specification on Transport Networks* vom 02.10.2009 ist der Umgang von *INSPIRE* mit dem Thema Verkehr näher erläutert. Die Spezifikation zeigt, dass es nicht um die Entwicklung eines allumfassenden Datenmodells geht, sondern um die Verlinkung der Netzwerke untereinander. Die Verlinkung erfolgt regional (z.B. zwischen den Einzelstaaten), modal (z.B. zwischen den Verkehrsträgern), aber auch schematisch (z.B. zwischen Straßennetzwerk und „Adressnetzwerk“).

“The transport component should comprise an integrated transport network, and related features, that are seamless within each national border. In accordance with article 10.2 of the Directive, national transport networks may also be seamless at European level, i.e. connected at national borders. Transportation data includes topographic features related to transport by road, rail, water, and air. It is important that the features form networks where appropriate, and that links between different networks are established, i.e. multi-modal nodes, especially at the local level, in order to satisfy the requirements for intelligent transport systems such as location based services (LBS) and telematics. The transport network should also support the referencing of transport flow to enable our navigation services.”(European Commission, 2009 S. 1).

Die innerhalb von *INSPIRE* geschaffene Spezifikation basiert auf dem Prinzip des *widely reused – widely referenced*, was bedeutet, dass nicht alle in allen Applikationen vorhandenen Features durch das Modell abgebildet werden sollen (siehe Abb. 3-9).

Die Spezifikation umfasst bei den räumlichen Objekten (*spatial Objects*) nur eine Schnittmenge der wichtigsten, von den meisten der Applikationen und Modellen genutzten Objekte. Räumliche Objekte, die nur von einer Applikation genutzt werden, seien als *Application specific* kein Teil der Spezifikation.



Abb. 3-9 Umfang der INSPIRE-Spezifikation „Transport Network“ (European Commission, 2009 S. 7-8)

Mit den räumlichen Objekten assoziierte nicht-räumliche Daten werden durch das Modell gar nicht betrachtet, da diese durch ihre Variabilität eher applikationsbezogen sind und nicht in der Breite wiederverwendet werden.

3.2.2 GDF (Geographic Standard Model)

Das GDF ist das Modell, welches die Basis der europäischen Auto-Navigationssysteme bildet.

“The Geographic Data Files (*GDF*) standard has been developed to meet the needs of professionals and organizations involved in the creation, update, supply and application of referenced and structured road network data.” (CEN Technical Committee, 1995).

Dieses durch die Europäische Union geförderte Projekt sollte der Standard für Navigationssysteme und andere Applikationen mit einem Verkehrsbezug werden. In dem Projekt sind eine Vielzahl verschiedener Unternehmen aus höchst unterschiedlichen Branchen beteiligt. Neben den Entwicklern von Navigationssystemen und deren Datengrundlagen wie *TeleAtlas*, *Navteq*, *Bosch* und *Philips* waren auch GIS-Unternehmen (z.B. *Intergraph*) sowie Automobilunternehmen wie *Daimler*, *Volvo* und *Renault* vertreten.

Wahrscheinlich war es diese Mischung an Entwicklern verschiedener Fachbereiche, weswegen aus dieser europäischen Norm eine internationale Norm nach *ISO (ISO 14825:200)*⁴ wurde, die auch auf anderen Kontinenten Einfluss ausübt.

3.2.3 ASB

Die *Anweisung Straßeninformationsbank (ASB)* ist kein klassisches Datenmodell im Sinne der Informationstechnologie, sondern eine Anweisung zum Aufbau einer Datenbank (*Straßeninformationsbank – SIB*) zum Verwalten von Verkehrsdaten. Umgesetzt wird die *ASB* durch die Straßenbauverwaltungen der deutschen Bundesländer. Die *ASB* übt einen Einfluss auf etwa 231.000 km überregionales Straßennetz aus. Hier sind vor allem die deutschen Autobahnen, Bundesstraßen Landes-/Staatsstraßen und Kreisstraßen (soweit sich diese in Verwaltung der Straßenbaubehörden befinden) beinhaltet. In der *ASB* ist der Umfang und die Art der Erfassung der Verkehrsobjekte beschrieben, die in den *Straßeninformationsbanken (SIB)* verwaltet werden, und ist damit kein klassisches Fachdatenmodell.

Die *ASB* gibt es seit 1995 und wird seit 2007 überarbeitet, um dem Faktum Rechnung zu tragen, dass der Aufbau des Straßennetzes als abgeschlossen bezeichnet werden kann und heute der Schwerpunkt eher auf der Sammlung von Daten zur Analyse und Bewertung zur optimalen Nutzung der vorhandenen Infrastruktur liegt um auch den veränderten Umweltbelangen Rechnung zu tragen (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, 2009 S. 6-7). Daneben dient die *ASB* weiterhin der Unterstützung der „klassischen“ Aufgabe der Straßenbauverwaltungen, der Unterhaltung des überregionalen Straßennetzes (2001).

Für den Austausch der Fachdaten zwischen den Straßenbauverwaltungen wurde der *Objektkatalog Straße (OKSTRA)* entwickelt, der als Datenmodell die semantische Interoperabilität zwischen den *SIBs* der einzelnen Straßenbauverwaltungen definiert.

3.2.4 Objektkatalog für das Straßen- und Verkehrswesen (OKSTRA)

„Mit dem *OKSTRA*® steht zum ersten Mal ein umfassender Standard zur Verfügung, der alle Bereiche im Straßen- und Verkehrswesen von der Planung über die Bestandsdokumentation bis hin zu den verschiedensten Fachinformationen mit Bezug zum Straßennetz umfasst und einheitlich beschreibt.“ (König, 2002 S. 2).

Ziel ist es, eine Sammlung von Objekten aus dem Bereich des Straßen- und Verkehrswesen, zu erstellen, um ein gemeinsames Verständnis dieser Objekte in den betroffenen Fachbereichen zu erreichen, damit z.B. ein gemeinsames Austauschformat für verschiedenste Softwareapplikationen aus dem Straßen- und Verkehrswesen entsteht. Das Modell wird seit 1995 entwickelt, zunächst als ein Forschungsprojekt der *Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V.* (FGSV). Der *OKSTRA* wurde mit dem Allgemeinen Rundschreiben Straßenbau 12/2000 des Bundesverkehrsministeriums für den Bereich der Bundesfernstraßen offiziell eingeführt.

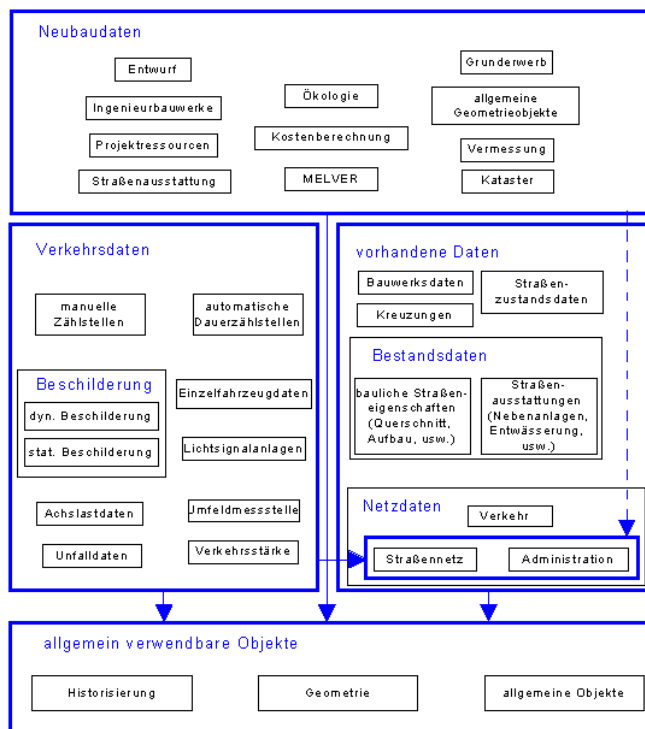


Abb. 3-10 Überblick über die derzeit im *OKSTRA* berücksichtigten Fachbereiche (König, 2002)

„Der *OKSTRA*® bietet eine bereichsübergreifende, umfassende Definition von Objekten des Straßen- und Verkehrswesen (Straßen, Bauwerke, Beschilderung, Verkehrsstärken etc.) in einer einheitlichen Modellersprache. Er ermöglicht dadurch insbesondere einen übergreifenden Austausch von Daten (Informationen über diese Objekte), und zwar sowohl horizontal, d.h. zwischen verschiedenen Fachbereichen, als auch vertikal, d.h. zwischen verschiedenen Lebensphasen der Objekte.“ (König, 2002 S. 2).

Das Modell ist damit speziell für den Austausch straßenbezogener Informationen zwischen den Systemen der deutschen landeshoheitlichen Straßenbauverwaltungen entwickelt worden und ist inzwischen die offizielle Schnittstelle für die Straßeninformationbanken gemäß *ASB* (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, 2009 S. 11).. Die in dem Modell berücksichtigten Objekte sind in vier „Fachbereiche“ eingeteilt worden, die die verschiedenen Aufgaben zur Planung (*Neubaudaten*), Verwaltung (*Verkehrsdaten* und *vorhandende Daten*) sowie datentechnische Organisation (*allgemein verwendbare Objekte*) umfassen. Abb. 3-10 zeigt eine Übersicht über die im Modell berücksichtigten Informationen.

Im Rahmen der Initiative *Deutschland online* der deutschen Bundesregierung gibt es eine Vorlage, die den *OKSTRA* zu einem deutschen *XÖV*-Standard im Rahmen des Vorhabens *XStrasse* machen soll.

3.2.5 *OKSTRA kommunal*

Dass der *OKSTRA* auf die *ASB* und damit auf die Aufgaben der landeshoheitlichen Straßenbauverwaltungen abgestimmt wurde, führte dazu, dass diese Modelle für Kommunen und ihr verdichtetes Straßennetz nur eingeschränkt nutzbar sind. Die Landesbauverwaltungen organisieren ja das überregionale Straßennetz aus Landes-, Bundes- und Autobahnen.

Im kommunalen Straßennetz ist die Trennung zwischen einer „baulichen“ und „verkehrlichen“ Sichtweise eher hinderlich. Ein weiterer Schwachpunkt des *OKTSRA* ist das Fehlen eines einheitlichen Ordnungssystems, wie später noch gezeigt wird (Kirchfink, et al., 2007 S. 12).

„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.“ (Kirchfink, et al., 2007 S. 12).

Mit dem *OKSTRA kommunal* sollen die Lücken geschlossen werden und ein Modell entwickelt werden, das besser auf die Belange der Kommunen abgestimmt ist.

„Er [der *OKSTRA kommunal*; d.A.] definiert ein einheitliches, standardisiertes Ordnungssystem für kommunale Straßendaten

und ermöglicht damit die Spezifikation standardisierter Schnittstellen.“ (Kirchfink, et al., 2007 S. 12).

Folgende Anforderungen aus den kommunalen Verwaltungen wurden für die Entwicklung des *OKSTRA kommunal* sollten erfüllt werden (Kirchfink, et al., 2007 S. 137):

- Stationierung aus Hausnummern und Geo-Koordinaten
- Verwaltung von Flächeninformationen
- Skalierbarer Detaillierungsgrad, damit auch weniger umfangreich Datenlagen abbildbar sind
- Netzelementen oder Infrastrukturpunkten müssen Dokumente (Fotos, Videos, Akten usw.) zugeordnet werden können
- Unterstützung von Verwaltungsprozessen / -Akten sowie Terminplanung
- Das Modell sollte modular aufgebaut sein

Der *OKSTRA kommunal* ist bewusst modular und offen ausgelegt worden. Der *OKSTRA kommunal* weist in seinem heutigen Stand (April 2010) ein Netzmodell als Knoten-Kanten-Modell mit einem einheitlichen Ordnungssystem sowie Informationen zum Straßenbau und zur Straßenausstattung auf.

Betreut wird *OKSTRA kommunal* durch den Verein *Kompetenzplattform Kommunales Infrastrukturmanagement e.V.*, die auch eine Initiative gestartet hat *OKSTRA kommunal* als einen *eGovernment*-Standard im Rahmen des *Deutschland online* Vorhabens *XStrasse* zu implementieren.

3.3 Diskussion über die Relevanz der Datenmodelle für die Entwicklung eines Verkehrsstärkenmodells

Wie in den vorherigen Kapiteln beschrieben haben Verkehrsstärken einen mehrdimensionalen Anspruch, den man bei der Umwandlung in ein konzeptionelles Modell berücksichtigen muss. In diesem Kapitel wird untersucht, inwiefern bestehende Modelle zur Verwaltung von Verkehrsstärken geeignet sind und dieses bereits tun, um diese Vorarbeiten auch in das eigene Modell einfließen zu lassen.

Dabei werden diese Schwerpunkte der Untersuchung gebildet:

Für die räumliche Verortung der Verkehrsstärken muss dem Modell ein Verkehrsnetz zu Grunde liegen. Die untersuchten Modelle (so viel ist vorweg zu nehmen) umfassen alle ein oder mehrere Verkehrsnetze als Referenz auf das reale Straßen- oder Schienennetz (Transportnetzwerke). Diese Netzwerke werden daraufhin untersucht, ob diese Ordnungssysteme geeignet sind um auf ihnen Verkehrsstärken für Knotenströme, Querschnitte, Querungen oder auch Kordons zu verorten.

Ein weiterer zu diskutierender Aspekt ist die Verwaltung von Verkehrsstärken als Sachattribut. Wird in den Modellen dieses Thema bereits berücksichtigt? Werden die Ansprüche an die Verwaltung von Verkehrsstärken in Bezug auf die genaue Bestimmung des Verkehrswerte (zeitlich, Herkunft usw.) erfüllt? Können Teile der Modelle in eine Erweiterung des *OKSTRA kommunal* einfließen?

3.3.1 Netzmodelle

INSPIRE

Der Schwerpunkt der *INSPIRE Data Specification on Transport Networks* (European Commission, 2009) liegt, wie bereits erwähnt, auf dem Transport-Netzwerk. Alle Datenspezifikationen, die durch *INSPIRE* vorgegeben sind, basieren auf dem gleichen General Network Model (GNM). Das GNM kann ein klassisches Knoten-Kanten-Modell umfassen, in dem Kanten (*Link*), die von zwei Knoten (*Node*) begrenzt sind. Zudem kennt das GNM *LinkSequences*, die eine Abfolge gerichteter Kanten (*Links*) ist, d.h. eine eindeutige Bezugsrichtung hat sowie *LinkSets*, die eine Sammlung von Kanten umfasst. *LinkSequence* und *LinkSet* tragen selbst keine Geometrien. Diese verweisen auf Kanten, die, neben den Nodes und Flächen, die Träger der *centerline* Geometrien sind.

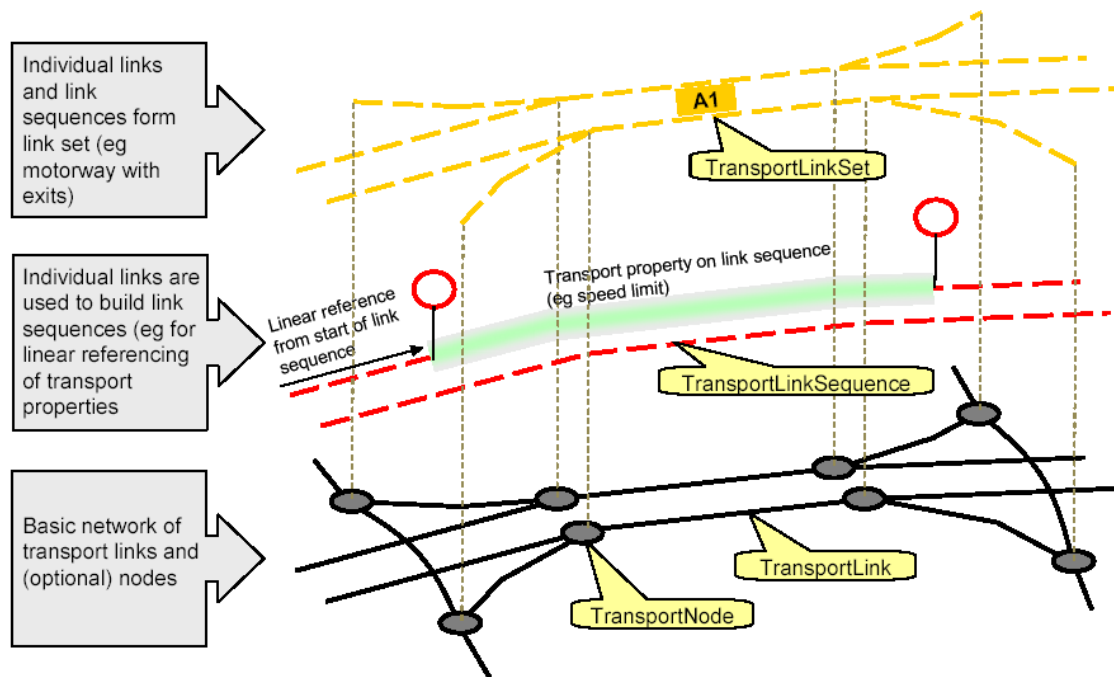


Abb. 3-11 Beispiele von Link, Nodes, Link Sequence und Link Set (European Commission, 2009 S. 24)

Das Modell für die Transportnetzwerke (und das daraus abgeleitete Straßennetzwerk – *Road Network*) erbt von diesen Objekten. In Abb. 3-11 ist eine Übersicht, wie die einzelnen Objekte im Transportnetzwerk eingesetzt werden. Die Abbildung zeigt, dass die Repräsentation von Netzen auf drei Ebenen erfolgen kann. Als Teilnetz, als lineare Referenzierung oder als (Knoten-)Kanten-Modell. Knoten sind explizit optional, d.h. sie sind gemäß *INSPIRE* nicht zwingend ein Teil des Netzwerkes.

Eine lineare Referenzierung wird auf zwei Arten unterstützt, als Referenzierung von Einzelpunkten (*SimplePointReference*) und als Referenzierung von Abschnitten (*SimpleLinearReference*).

Wie später noch erläutert wird, werden Verkehrsstärkenwerte von *INSPIRE* explizit nicht betrachtet. Mit den Objekten wären aber alle benötigten räumlichen Referenzierungen für die Verkehrsstärken möglich. Verkehrsstärken für Knotenströme und Querschnitte können auf *RoadLinkSequence*, Teilnetze auf *RoadLinkSet* (als die Straßenvariante von *TransportLink...*) und Querungen können als *SimplePointReference* in dem Modell abgebildet werden.

GDF

Die *GDF* umfasst drei Level, in denen ein Verkehrsnetz aufgebaut werden kann (siehe Abb. 3-12).

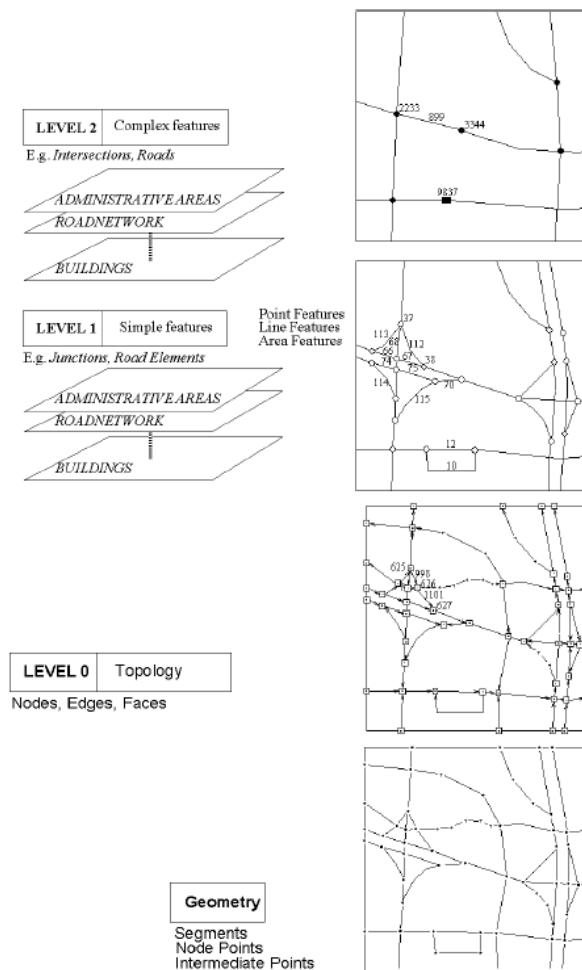


Abb. 3-12 Aufbau des GDF-Netzes in den drei Level (CEN Technical Committee, 1995 S. 199)

Level 0 umfasst die komplette Topologie der im GDF verwalteten Themen (z.B. Straßen-, Schienen-, Wasserwegenetz und administrative Grenzen). Diese Ebene ist planar, d.h. Kanten der einzelnen können sich nicht gegenseitig überschneiden.

Level 1 baut auf Level 0 auf. Hier werden Objekte als Simple Features repräsentiert, wobei im Fall einer Straße jede baulich getrennte Fahrbahn als eigenständige Geometrie verwaltet wird. Level 1 ist nicht zwingend planar, d.h. die Netze können sich auch schneiden. Dieses Level ist insbesondere die Basis für Navigationssysteme für das Routing.

Level 2 umfasst nur das grundsätzliche Netz. Hier werden die Objekte als Complex Features verwaltet. Auch baulich getrennte Fahrbahnen oder komplexere Straßenkreuzungen werden als einzelne Objekte erfasst. Dieser Level ist für Übersichten sehr geeignet.

Der Feature Katalog der GDF umfasst neben dem Wegenetz für Straße, Schiene und Wasser auch administrative Grenzen und die Besiedlung (Gebäude und Landnutzung), die Wegemöblierung (Wegweisung, Beschilderung, Lichtsignalanlagen usw.), Dienste

(Hotels, Gaststätten), und Objekte für den öffentlichen Verkehr (z.B. Bus- und Bahnhaltestellen).

Die *GDF* ist in Level 1 in *Junctions* (Knoten) und *Roadelement* (Kanten) aufgeteilt. In Level 2 werden *Roadelements* in *Roads* zusammengefasst, die immer von zwei *Intersections* (Verkehrskreuzungen) begrenzt sind. Junctions werden dann gebildet wenn sich die daran anschließenden Roadelemente sich in bestimmten Attributen unterscheiden. Dies kann beispielsweise auch eine Änderung des Straßennamens sein. Sachattribute werden auf die *Roads* (Level 2) oder *Roadelements* (Level 1) verortet. Die *GDF* unterstützt dabei eine lineare Referenzierung, wenn nur Segmente eines Features über ein bestimmtes Attribut verfügen.

Das Datenmodell selbst umfasst einen umfangreichen Satz aus Attributen, so z.B. sind Verkehrsstärken als Attribut *Number of Passing Vehicles* berücksichtigt (CEN Technical Committee, 1995 S. 131). Diese können im Modell aber nur auf *Roads* bzw. *Roadelements* bezogen sein, so dass andere Strukturen für die Verortung von Verkehrszahlen, wie Knotenströmen, Querungen und Kordon, mit den *GDF* nicht möglich sind.

ASB / OKSTRA

Die Spezifikationen zur *ASB* (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, 2009) und damit auch die Spezifikationen zu *OKSTRA* (König, 2002) kennen zwei Ordnungssysteme, mit denen Objekte im Straßennetz verortet werden. Das wichtigste Ordnungssystem (PORTELE ET AL (2000) nennt es die „bauliche Sicht“) besteht aus *Netzknoten*, *Abschnitten* und *Ästen* (siehe Abb. 3-13). Ein Abschnitt ist ein Teil einer Straße der von zwei *Netzknoten* begrenzt wird. Man bedenke, dass das hier berücksichtigte Straßennetz nur aus Autobahnen, Bundes- und Landes-(Staats-)straßen sowie den Kreisstraßen besteht. Damit liegen die *Netzknoten* an den Kreuzungspunkten des klassifizierten Straßennetzes. Einmündungen kommunaler Straßen sind davon nicht betroffen. Innerhalb der *Netzknoten* werden Straßen außerhalb der *Abschnitte* als *Äste* bezeichnet. Um den Start- und den Endpunkt eines jeden *Abschnittes* oder *Astes* genau festzulegen, werden zu Beginn und Ende *Nullpunkte* definiert.

Mit den *Nullpunkten* als Bezugspunkt können Objekte (Straßenpunkte) auf das Netz verortet werden. Jeder Straßenpunkt enthält eine Stationierungsangabe, die ausgehend vom Startnullpunkt des *Abschnittes* oder *Astes* die Distanz von diesem angibt.

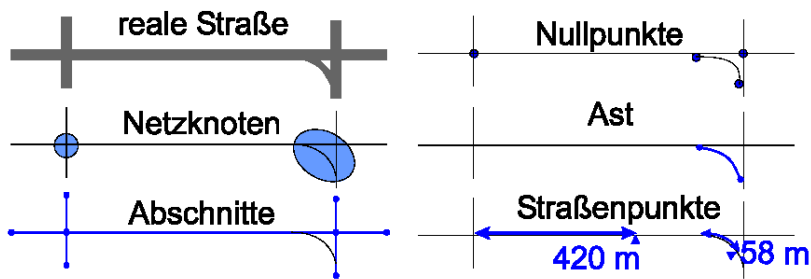


Abb. 3-13 Das Ordnungssystem des Straßennetzes von OKSTRA in der „baulichen“ Sicht (Portele, et al., 2000 S. 11)

Bereits der Name sagt es, dass es sich hierbei um kein Knoten-Kanten-Modell handelt, auch wenn es die Bezeichnungen der einzelnen Objekte vielleicht darauf hindeuten. Es ist ein Ordnungssystem, mit dem Objekte auf ein Netz mit einer exakten Bezeichnungskonvention verortet werden können. *Nullpunkte* sind keine Knoten im Knoten-Kanten-Modell, da bei der Verknüpfung von *Ast* und *Abschnitt* der *Nullpunkt* nur den Beginn oder das Ende eines Astes bezeichnet, aber nicht zwingend auch ein Start- oder Endpunkt des Abschnitts ist, auch wenn in der Realität der Ast in den Abschnitt mündet.

Basierend auf dem Netz aus *Netzknotten*, *Abschnitten* und *Ästen* kann optional (es ist keine Verpflichtung für die Straßenbauverwaltungen) auch ein Netz mit einer eher verkehrsbezogenen Perspektive entwickelt werden. In dieser Perspektive wird das Straßennetz in *Straßenelemente* und *Verbindungsunkte* gegliedert (siehe Abb. 3-14), in dem jedes *Straßenelement* von *Verbindungsunkten* begrenzt ist und an Kreuzungs-/ Einmündungssituationen alle *Straßenelemente* am gleichen *Verbindungsunkt* anschließen.

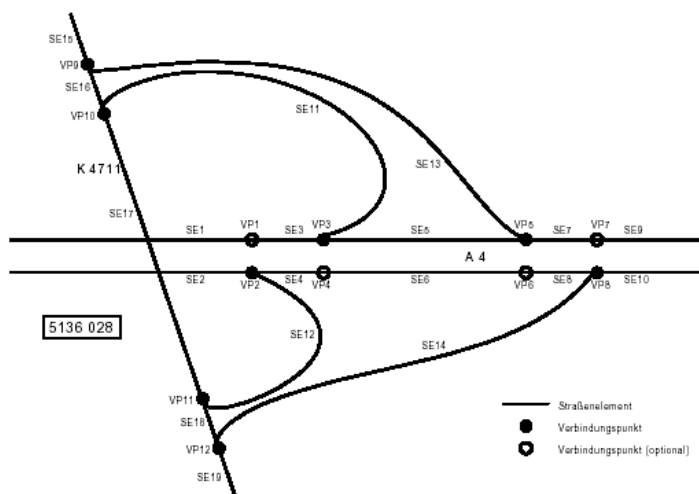


Abb. 3-14 Das Ordnungssystem des Straßennetzes von OKSTRA in der „verkehrlichen“ Sicht (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, 2009)

Die *ASB* kennt zwei unterschiedliche Straßenachsen, die Fahrbahnachse liegt auf der Mitte der Fahrbahn, die Bestandsachse mittig zur Straße. Bei einbahnigen Straßen liegen beide Achsen zum größten Teil konkruent, bei zweibahnigen Straßen (zumeist Autobahnen mit baulich getrennten Fahrbahnen) getrennt. In der „baulichen“ Sicht sind beide Achsen berücksichtigt, die aber topologisch nicht miteinander verknüpft sind. So werden im Falle der *Abschnitte* die *Nullpunkte* auf die Bestandsachse, im Falle der *Äste* auf die Fahrbahnachse gesetzt. Demgegenüber kennt die optionale „verkehrliche“ Sicht nur die Fahrbahnachse und bildet damit ein einheitliches Netz aus *Straßenelementen* und *Verbindungspunkten*.

Die *ASB* kennt für die Zuordnung von Sachattributen auf das Straßennetz nur zwei Objekte, den *Straßenpunkt* und die *Strecke* (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, 2009 S. 56):

Straßenpunkt: Die Verortung von *Punkteigenschaften* erfolgt über eine lineare Referenzierung auf einem Abschnitt oder einem Ast, dem *Straßenpunkt*.

Strecke: In der „baulichen“ Sicht umfasst die *Strecke* eine geordnete Abfolge von *Abschnitten* oder *Ästen*. Auf diesen Objekten können Streckeneigenschaften auch über längere Teile des Netzes zugeordnet werden. Der Beginn und das Ende einer Strecke kann ein *Straßenpunkt* sein und damit auch entlang eines *Abschnitts* bzw. eines *Astes* liegen. Zudem können Streckeneigenschaften auch *Straßenelementen* („verkehrliche“ Sicht) zugeordnet werden, wenn es für Teil des Straßennetzes kein Abschnitt oder Ast gibt.

Der *OKSTRA* spezifiziert die oben genannten Objekte bzw. ergänzt die *ASB* um weitere Objekte (Portele, et al., 2000 S. 13-15):

Teilabschnitt: Der *Teilabschnitt* ist ein Bereich eines *Abschnittes* oder *Astes* und wird durch *Straßenpunkte* begrenzt.

Straßenelement: Ein *Straßenelement* entspricht in etwa einem gerichteten Teilabschnitt, der von *Nullpunkten* begrenzt wird, unabhängig davon, ob diese auf einen *Ast* oder einen *Abschnitt* bezogen sind. *Straßenelemente* werden dafür genutzt, die Befahrbarkeit von Teilabschnitten zu dokumentieren. Ein *Straßenelement* im Sinne des *OKSTRA* ist damit von den *Straßenelementen* der „verkehrlichen“ Sicht der *ASB* zu unterscheiden. Ein *OKSTRA*-Straßenabschnitt ist auf die Bestandsachse bezogen, ein *ASB*-Straßenabschnitt auf die Fahrbahnachse.

Route: Sie umfassen eine geordnete Folge von *Straßenelementen* um durchgängig befahrbare Routen zu dokumentieren.

Teilnetz: Ein *Teilnetz* besteht aus einer Menge von *Straßenelementen*. Mit diesen können größere Netzbereiche bestimmt werden.

Netzbereich: Der *Netzbereich* umfasst eine Menge aus *Teilabschnitten*.

Verkehrliche Verknüpfung: Mit der *Verkehrlichen Verknüpfung* werden zwei Straßenelemente über einen Nullpunkt verbunden um eine Verbindung zwischen den Straßen zu dokumentieren.

Die starke Fokussierung der *ASB* bzw. des *OKSTRA* auf das klassifizierte Straßennetz macht die Nutzung des *OKSTRA*-Modells für den Themenbereich Verkehrsstärken schwierig. Zwar können Knotenströme, Kordons usw. auf dem Netz verortet werden, die Trennung zwischen *Abschnitten* und *Straßenelementen* erschwert dies aber. Verkehrszahlen, die für eine Fahrtrichtung entlang der Straße gilt, müssten sachlich richtig auf Straßenelemente bezogen sein, Verkehrszahlen, die dem Querschnitt entsprechen, müssten auf die Abschnitte / Äste verortet werden.

Zudem sind die Darstellung von Abbiegebeziehungen (Knotenströme) nur schwer umsetzbar, da das Modell auf keinem einheitlichen Knoten-Kanten-Modell aufbaut. Die Trennung zwischen Fahrbahnachsen und Bestandachsen und die unterschiedliche Verortung von Nullpunkten auf den beiden Achsen erschweren die Herstellung von Fahrbeziehungen zwischen den Straßen.

Unabhängig vom Thema Verkehrsstärken sind zudem im dichten kommunalen Straßennetz die Netzknoten als Zusammenfassung von Verkehrsknoten unnötig, da hier die Verkehrsknoten viel näher beieinander liegen und eine Trennung in einzelne Netzknoten häufig kaum möglich ist.

Insgesamt ist der *OKSTRA* für das großräumigere Straßennetz eine geeignete Wahl. Für kommunale Belange ist es aber nicht geeignet und wohl auch nie konzipiert worden.

OKSTRA kommunal

Die Erläuterungen zur *ASB* bzw. zum *OKSTRA* zeigen die Schwachpunkte, die der *OKSTRA* in Bezug zur Abbildung kommunaler Informationen auf das Netz hat. Ohne zu tief in die Details einzugehen, auf das Modell des *OKSTRA kommunal* wird noch gesondert eingegangen, wurden mit dem *OKSTRA kommunal* diese Schwachpunkte beseitigt.

Es gibt nur noch ein einziges Ordnungssystem, in dem Objekte auf dem Netz referenziert werden. Die Trennung zwischen Nullpunkten, Abschnitten / Ästen, Verbindungspunkten, Straßenelementen wurde zugunsten eines eindeutigen Knoten-Kanten-Modells aufgehoben.

Das *ASB*-Objekt Netzknoten gibt es nicht. Dieses Objekt hatte vor allem für größere Knotenpunkte (z.B. Autobahnkreuze) eine Relevanz, die diese im kommunalen Kontext aber verliert.

3.3.2 Verkehrsstärken

Im vorherigen Unterkapitel wurde die Möglichkeit diskutiert, Verkehrsstärken auf das Verkehrsnetz zu verorten. Im Folgenden wird diskutiert, wie die untersuchten Modelle mit dem Thema Verkehrsstärken umgehen.

INSPIRE

Verkehrsstärkenwerte selbst werden als *non-Geographic*-Daten von der *INSPIRE Data Specification on Transport Networks* nicht betrachtet:

“Any “non geographic data” (the majority of the data holdings in any organisation) – is also out of scope of this specification – such records maybe “an asset conditionreport”, “traffic flow records”, “images of assets”, “statistics”, “timetables”, “noisedata” and so on.” (European Comission, 2009 S. 20-21)

Trotzdem sind Teile dieser Datenspezifikation von Bedeutung. Für die Konkretisierung bestimmter Straßeninformationen können aus einer Schlüsseltabelle die Fahrzeugtypen ausgewählt werden (z.B. Tempobeschränkung für Lkw). Diese Schlüsselliste umfasst Fahrzeugtypen in einer sehr hohen Granularität und ist stark an die *GDF* angelehnt und stellt eine Erweiterung der *Vehicle Types* der *GDF* dar.

Für das Thema Verkehrsstärken ist die Liste relevant, da sich diese hauptsächlich auf Fahrzeuge bezieht, trotzdem ist diese nicht umfassend, so fehlen Fußgänger als Verkehrsteilnehmer.

Diese Liste in die Tabelle der Verkehrsnutzer eingeflossen, die in Anlage 1 zu finden ist.

GDF

Wie bereits erwähnt können Verkehrsstärkenwerte über das Attribut *Number of passing Vehicles* einer Straße bzw. einem Segment von diesem zugeordnet werden (European Commission, 2009 S. 131).

Zeitlich können Verkehrsstärkenwerte auf zwei Wegen bestimmt werden. In der Empfehlung der Datenspezifikation sollen Tageswerte angegeben werden (entspricht dem DTV-Wert). Optional besteht aber die Möglichkeit für das Attribut eine *Validity Period* zu bestimmen und damit den genauen Zeitraum zu beschreiben, für den der Wert gültig ist.

Optional besteht zudem die Möglichkeit, den Wert getrennt nach Fahrtrichtung und Fahrstreifen (*TrafficLanes*) zu bestimmen oder die Fahrzeugtypen zu spezifizieren, die sich im Verkehrsstärkenwert berücksichtigt sind.

Mit den Angaben ist in einem eingeschränkten Maße die Bestimmung von Verkehrszahlen möglich, da keine weiteren Standardwerte, wie stündliche Spitzenstunden, angegeben werden.

ASB / OKSTRA

Das Teilmodell des *OKSTRA*, das sich mit dem Bereich Verkehrsstärken auseinandersetzt, hat sich seit der ersten Version deutlich gewandelt. In der aktuellen Version 1.014 des *OKSTRA*-Schemas *Dynamische Verkehrsdaten* werden zwei verschiedene Verkehrsstärkenwerte verwaltet:

- *DTV* und
- *MSV*

Verkehrsinfrastrukturell können die Werte auf Fahrstrecken, Fahrstreifen (mit Fahrtrichtung), Zählstellen und bezogen werden. Sachlich haben die Werte ein Bezugsjahr und eine Fahrzeugart/-gruppe, auf die der Wert bezogen wird. Liegen genauere Qualifizierungen vor, können die Werte zudem mit Angabe der Tage, an denen gezählt wurde, der Gesamtstunden der Zählung und des Bezugsmonats der Zählung weiter qualifiziert werden.

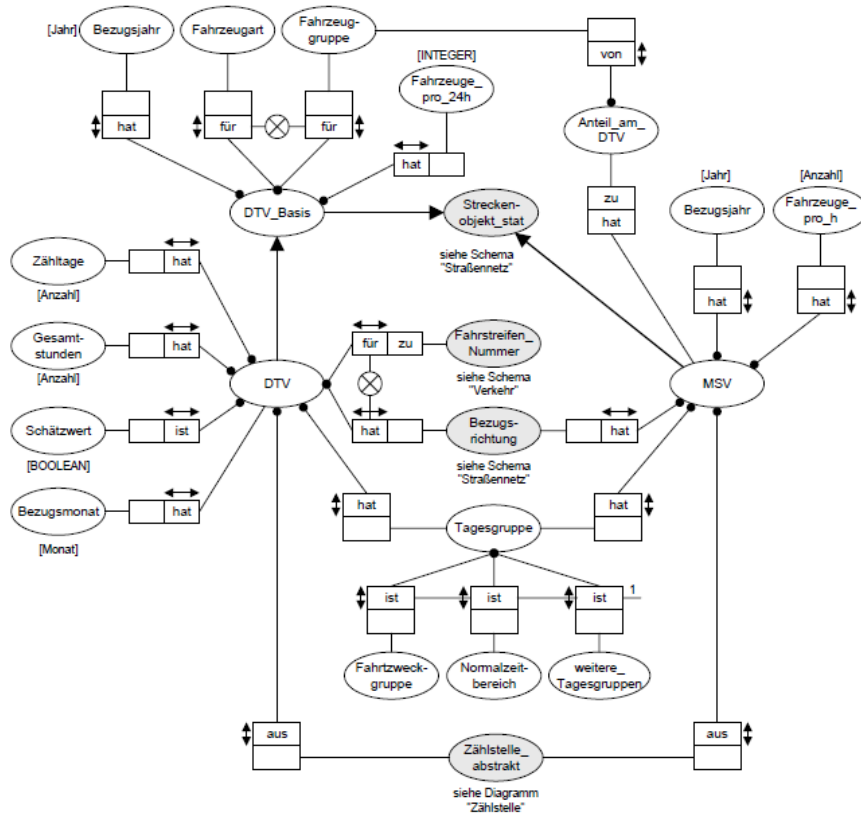


Abb. 3-15 Verkehrsstärken im Schema Dynamische Verkehrsdaten des OKSTRA (PG OKSTRA, 2009), dargestellt in NIAM

Man erkennt im Modell die Abstimmung auf die standardisierten Werte der offiziellen Straßenverkehrszählungen durch die Straßenbauverwaltungen der deutschen Bundesländer. Das Modell ist für kommunale Ansprüche aber zu wenig flexibel.

- Die Verwaltung von Rohdaten und aggregierter Werte, die nicht einem DTV oder MSV-Wert entsprechen (z.B. Werte für die Nachtphase -> Lärmberechnung), sind mit dem Modell nicht möglich.
- Für die Werte ist die Angabe des genauen Zeitpunktes, für die der Wert gültig ist, nicht möglich.
- Es können mit dem Modell keine Fußgänger und Radfahrer verwaltet werden.
- Querungen von Fußgänger können im Knoten-Kanten-Modell nicht verortet werden.

Es gibt nur einen Verweis, ob es sich um einen Schätzwert handelt. Es gibt keinen Verweis darauf, ob der Wert aus einem Verkehrsmodell oder einer Trendprognose stammt.

OKSTRA kommunal

Auch hier soll nur kurz auf das Modell zu *OKSTRA kommunal* eingegangen werden und wie dort mit dem Thema Verkehrsstärken umgegangen wird. Um es kurz zu sagen, noch gar nicht.

Das Teilmodell zum Austausch von Verkehrsstärken ist noch nicht implementiert, es existiert im Schlussbericht zum Forschungsprojekt *Integrierte kommunale Verkehrsnetz-dokumentation* (i.A. der Bundesanstalt für Straßenwesen) ein Konzept zum Umgang mit *Verkehrsdaten*.

Hier wird die Wichtigkeit der Kenntnis von Verkehrsdaten hervorgehoben. Folgenden Ansprüchen muss ein Modell genügen (Kirchfink, et al., 2007 S. 95):

- Lage/Gültigkeitsbereich: Für welche Straßenobjekte hat der Verkehrstärkewert seine Gültigkeit. Dies kann eine Zählstelle oder eine Strecke oder ein Fahrstreifen auf einer Fahrbahn sein.
- Art der Verkehrsdaten: Für welche Verkehrsart gilt der Wert bzw. welche Dimension weist der Wert auf.
- Gültigkeitszeitraum der Verkehrsdaten: Für welchen Zeitraum oder Zeitpunkt hat die Messung eine Gültigkeit.
- Sonstige Daten: Wie sind die Daten erhoben/gemessen, wer hat erhoben/gemessen und wer ist für die Pflege verantwortlich.

Das Verkehrsdatenkataster soll zweidimensional aufgebaut sein. Es soll Abfragen der Datenquellen wie Messschleifen, Detektoren, Verkehrssimulationen und Modelle erlauben, aber auch Abfragen über das Netz (Kirchfink, et al., 2007 S. 132).

4 Thesen, Ablauf und Methodiken

4.1 Problemstellung und Definition der Thesen

Aus den vorangegangenen Ausführungen soll hier die Problemstellung und Faktenlage noch mal kurz zusammengefasst werden:

- Verkehrsstärken weisen einen mehrdimensionalen Charakter auf. Diese haben einen Wert, eine Herkunft, einen Zeitbezug, eine Gültigkeitsdauer und unterschiedliche Raumbezüge.
- Die Erfassung und Weitergabe der Verkehrsstärkenwerte, die kommunalen Ansprüchen genügen, erfolgen kaum oder nur unzureichend, ein Datenmodell, das den interoperablen Austausch von Verkehrszahlen gewährleistet, fehlt.
- *OKSTRA* und *OKSTRA kommunal* sind als einzige Datenmodelle bewusst darauf ausgelegt worden, Verkehrsstärkenwerte zu verwalten.
- Die *GDF* empfiehlt die Verwaltung von Tageswerten, auch wenn prinzipiell andere Verkehrsstärkenwerte verwaltet werden können. Die *GDF* weist aber nicht die Flexibilität auf, die nötig ist.
- *INSPIRE* weist nur am Rande einen Bezug zu Verkehrsstärken auf, indem diese Fahrzeugtypen (Verkehrsnutzer) definieren.
- *OKSTRA kommunal* ist als einziges Datenmodell so konzipiert, dass mit ihm Verkehrsstärkenwerte ausgetauscht werden können, die kommunalen Ansprüchen genügen.
- Im *OKSTRA kommunal* fehlt noch ein Modell zum Verwalten von Verkehrsstärkenwerten.

Aus der Problemstellung werden folgende Thesen gebildet:

- Es fehlt ein konzeptionelles Fachdatenmodell, mit dem Verkehrszahlen interoperabel zwischen verschiedenen Systemen und Organisationen ausgetauscht werden können.
- Das Fachdatenmodell kann auf der Basis von *OKSTRA kommunal* entwickelt werden.

- Die Vielfalt an kommunalen Ansprüchen aus Planung und Verwaltung in Bezug auf Qualität, Zeitbezug, Raumbezug usw. können in einem solchen Modell berücksichtigt bleiben.
- Die verschiedenen verkehrsbezogenen Richtlinien mit Bezug zu Verkehrsstärken (*RLS90*, *VBUS*, *HBS* usw.) kann in ein einzelnes Modell integriert werden.
- Es können zudem die Vorgaben aus anderen Fachmodellen außerhalb von *OKSTRA kommunal* wie *OKSTRA*, *INSPIRE* und *GDF* berücksichtigt werden.

4.2 Methodik und Technik

4.2.1 Datenmodell

Im Verkehrssektor haben sich zur Darstellung von konzeptuellen Modellen mehrere Notationen durchgesetzt. So wurden die konzeptionellen Modelle des *OKSTRA* und *OKSTRA kommunal*, aber auch die der *GDF* in der grafischen Notation *NIAM* (*Nijssens Information Analysis Method*, siehe Abb. 4-1) beschrieben.

Von den Entwicklern von *OKSTRA* wird als Vorteil von *NIAM* die intuitive Verständlichkeit der Notation angegeben, „die es Fachexperten gestattet, sich mehr auf die inhaltlichen Aspekte der Modellierung zu konzentrieren als auf die syntaktischen Feinheiten einer komplexeren Modellierungssprache wie beispielsweise UML.“ (Kirchfink, et al., 2007 S. 137-138). Für die Entwickler von *OKSTRA kommunal* war die Wahl von *NIAM* als Modellierungssprache auch durch die enge Kopplung an das *OKSTRA*-Modell bedeutsam.

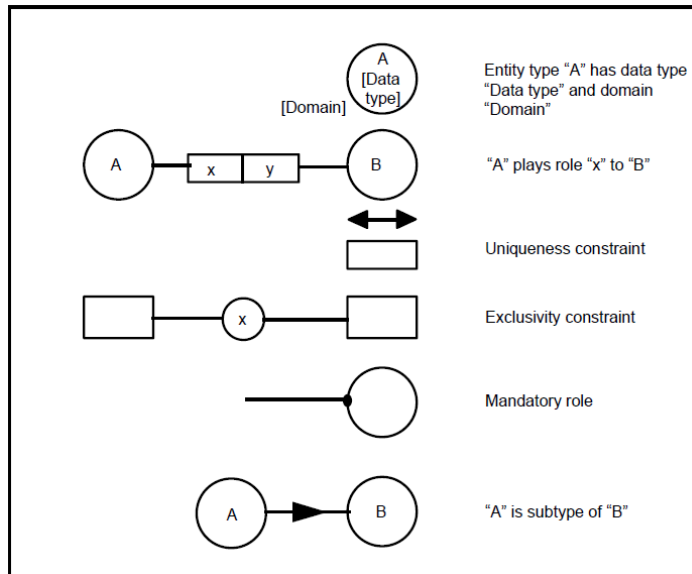


Abb. 4-1 Grafische Objekte in der Notation NIAM (CEN Technical Committee, 1995 S. 24)

Bedingt durch die Einführung von *OKSTRA* und *OKSTRA kommunal* als *XÖV*-Standard im Rahmen der Deutschland online-Initiative ist ein Abweichen von NIAM zwingend. Gemäß den im *XÖV*-Handbuch definierten Konformitätskriterien müssen die vorgeschlagenen Standards in der Unified Modeling Language (UML Version 2.X) beschrieben sein (Deutschland online - Standardisierung, 2009 S. 9). Das *XÖV*-Handbuch ist der Leitfaden für die Einführung eines *XÖV*-Standards. In ihm sind Regeln und Empfehlungen definiert, wie ein *XÖV*-Standard aufgebaut sein muss. Zur Begründung, warum UML als Sprache genutzt werden soll, heißt es im Handbuch:

„Der anerkannte Modellierungsstandard UML bietet eine geeignete Abstraktion für die Beschreibung von Datenstrukturen und erlaubt eine integrierte Sicht auf die Prozesse und Strukturen eines Standards. Die Modellierung in UML ist eine Voraussetzung für die Verarbeitung mit der Produktionsumgebung. Das UML-Fachmodell ist Grundlage für die fachliche Prüfung.“
(Deutschland online - Standardisierung, 2009 S. 11)

Im Rahmen dieser Masterarbeit ist keine Umsetzung des noch zu entwickelnden Datenmodells als *XÖV*-Standard vorgesehen. Die Darstellung erfolgt trotzdem in UML. Das UML-Projekt steht auf der Webseite von KIM Strasse e.V. als Projekt für die Modellierungssoftware „Enterprise Architect“ zur Verfügung.

Die Umsetzung erfolgt nach Konventionen der KIM-Strasse e.V.. Hier wurden zur Vereinheitlichung sowie aus technischen Gründen (bezüglich der Umsetzung in XML/XSD) von den kompletten Möglichkeiten von UML abgewichen.

Schlüsseltabellen werden als eigene Klassen dargestellt, die mit der Oberklasse über eine Komposition verbunden sind. Die Klasse erhält die beiden Attribute *Kennung* und *Langtext*. Die einzelnen *Enumerationen* sind dann im Bemerkungsfeld abgebildet.

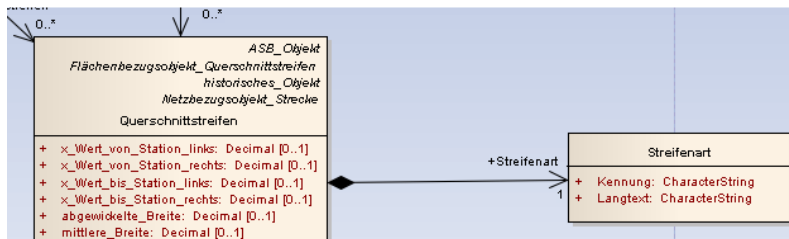


Abb. 4-2 Anbindung einer Schlüsseltabelle als Klasse über eine Komposition

Assoziationen werden grundsätzlich in beiden Richtungen angegeben.

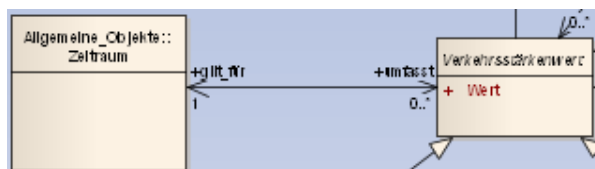


Abb. 4-3 Assoziationen werden in beiden Richtungen angegeben

Folgende UML-Objekte werden im Klassendiagramm genutzt:

- Klassen
- Assoziationen
- Kompositionen
- Generalisierungen

4.2.2 Umsetzung

Eine praktische Umsetzung des Modells erfolgt im Rahmen einer prototypischen Fallstudie. Dabei wird vom thematischen Schwerpunkt dieser Master Thesis abgewichen.

Das bereits bestehende Modell ist in keinem System umgesetzt worden, womit auch kein Datenaustausch von Daten über *OKSTRA kommunal* möglich ist. Die Entwicklung eines solchen Systems würde aber den Umfang der Masterarbeit sprengen.

Daher erfolgt die praktische Umsetzung des Modells im Rahmen der Entwicklung einer Fachschale in einem GIS.

5 Das Modell von *OKSTRA kommunal* und Verkehrsstärken

In den folgenden Kapiteln soll eine detaillierte Einführung in das Modell *OKSTRA kommunal* erfolgen. Basis der Einführung wird das Modell in der Version 1.000 sein, das auch Basis des XÖV-Standard ist.

Um die Einführung nicht zu umfangreich werden zu lassen, werden nur die relevanten Teilbereiche besprochen, die für die Modellierung des Teilmodells für die Verkehrsstärken relevant sind.

5.1 Übersicht über das Netz- und Fachdatenmodell von *OKSTRA kommunal*

5.1.1 Netzmodell

Das Netzmodell von *OKSTRA kommunal* umfasst sieben Teilmodelle, deren Beziehungen in Abb. 5-1 abgebildet sind.

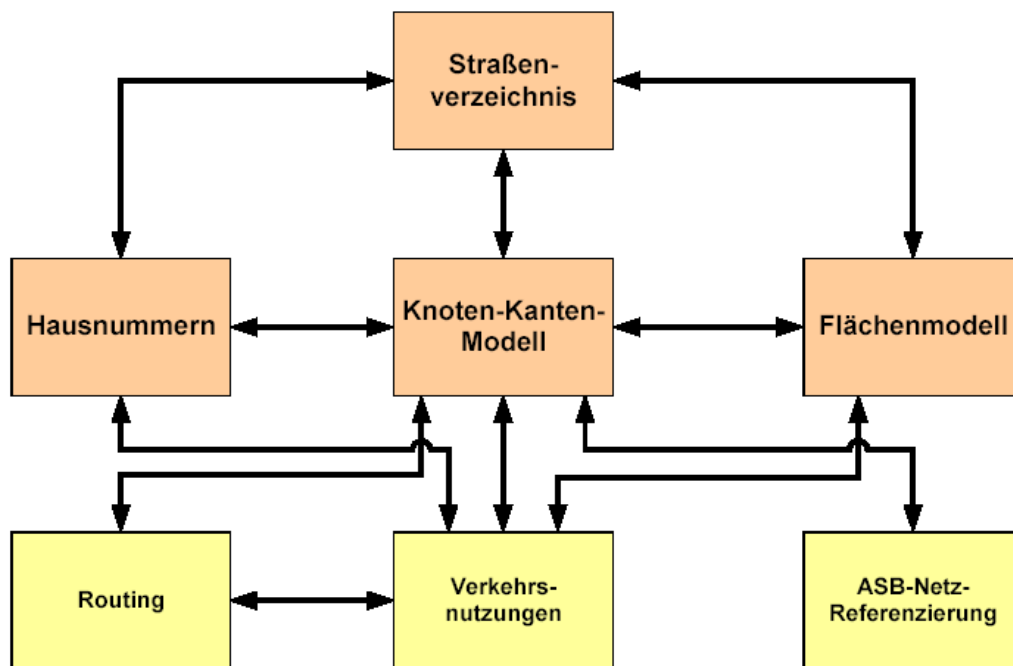


Abb. 5-1 Teilmodelle des *OKSTRA kommunal* Ordnungssystems (Kirchfink, et al., 2007)

Das Teilmodell Straßenverzeichnis entspricht im Weiteren dem von jeder Kommune geführten Straßenverzeichnis. Das Straßenverzeichnis ist die Basis des *OKSTRA kommunal*.

Das *Hausnummern*-Modell beinhaltet das Straßenverzeichnis mit Hausnummern. Die Hausnummern können als Einzelnummern, in Hausnummernbereiche oder auch in Hausnummernblöcken abgelegt sein.

Im *Verkehrsnutzungsmodell* kann angegeben werden, welche Teile des kommunalen Verkehrsnetzes in welcher Form verkehrsbezogen genutzt werden können. Das Verkehrsnutzungsmodell hat dabei Bezug sowohl zum *Flächenmodell* als auch zum *Knoten-Kanten-Modell*.

Einige kommunale Objekte können in Flächen besser dargestellt werden (z.B. Parkplätze). Das *Flächenmodell* dient der grafischen Repräsentation der Flächen im kommunalen Verkehrsnetz.

Das *Knoten-Kanten-Modell* ist die Repräsentation des kommunalen Verkehrsnetzes in Form von Graphen. Die Basis der Knoten und Kanten sind die Objektarten Verbindungspunkt (Knoten) und Straßenelement (Kanten).

Für die Kopplung zwischen dem klassifizierten Straßennetz und dem kommunalen Straßennetz wurde das Teilmodell *ASB-Netz-Referenzierung* entwickelt. Hiermit können Einmündungen von kommunalen Straßen sowie Parallelverläufe zwischen kommunaler Straße und klassifizierter Straße beschrieben werden.

Als Aufsatz auf das *Knoten-Kanten-Modell* können mit dem Routingmodell verbotene Fahrbeziehungen verwaltet werden. Mit diesen Einschränkungen der Fahrbeziehungen kann das Netz auch zur Routenfindung eingesetzt werden.

5.1.2 Bestehende Fachdatenmodelle des *OKSTRA kommunal*

Im Rahmen des Forschungsprojektes *zur Integrierten kommunalen Netzdokumentation* (Kirchfink, et al., 2007) beschränkte man sich im Fachdatenmodell auf die Modellierung von verkehrsbezogenen Beeinträchtigung (z.B. Baustellen) und der daraus resultierenden Umleitung konzentriert.

5.2 Teilmodell Knoten-Kanten-Modell

Den Kern des Modells von *OKSTRA kommunal* bildet das *Knoten-Kanten-Modell*. Auf diesem Modell können alle Sachdaten mit einem Netzbezug verortet werden. Daneben bildet das Flächenmodell eine weitere Möglichkeit der räumlichen Verortung. Diese kann aber aus fachlich-inhaltlicher Sicht vernachlässigt werden, da Verkehrszahlen kaum Bezüge zu den Verkehrsflächen aufweisen.

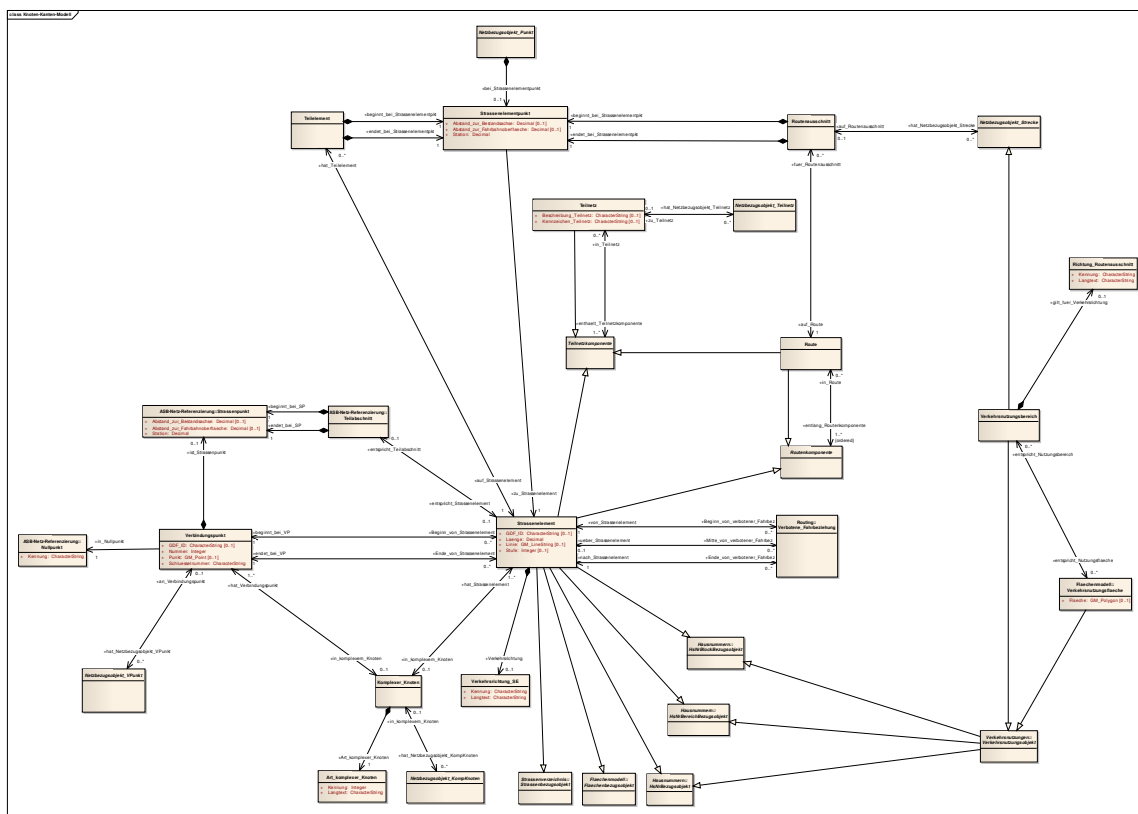


Abb. 5-2 Knoten-Kanten-Modell (Vergrößerung siehe Anlage 3)

5.2.1 Grundobjekte des Netzes

Das Grundgerüst des Knoten-Kanten-Modells besteht aus den Klassen *Straßenelement* (einem Abschnitt einer Straße) und einem *Verbindungspunkt* (dies kann beispielsweise ein Verkehrsknoten sein). Wie bei einem Knoten-Kanten-Modell üblich, muss jede Kante (*Straßenelement*) durch zwei Knoten (*Verbindungspunkt*) abgeschlossen werden (siehe Abb. 5-3).

Die Klassen *Straßenelement* und *Verbindungspunkt* verfügen beide über ein Geometrie-Attribut. *Straßenelemente* haben einen *LineString* und *Verbindungspunkte* eine *Punktgeometrie* auf dem Teilmodell (ISO). Mit dem Verweis auf die Klasse *Verkehrsrichtung_SE* können die Verkehrsrichtungen angegeben werden, über die das *Straßenelement* verfügt.

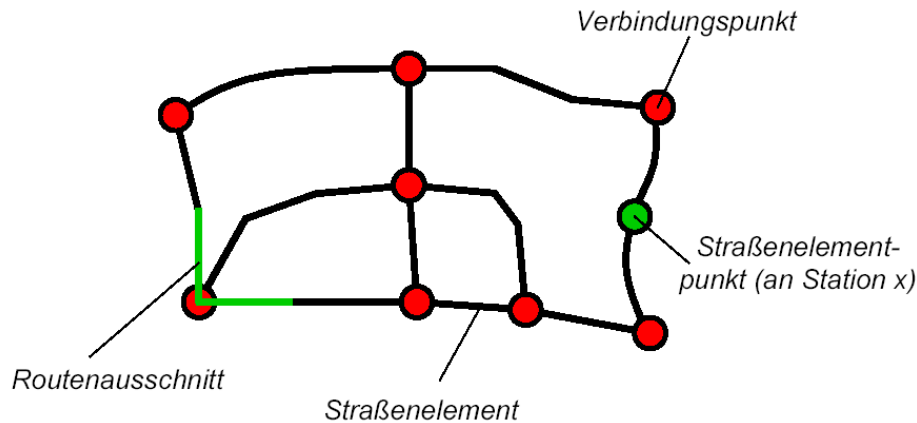


Abb. 5-3 Grundlegende Objekte des Knoten-Kanten-Modells I (Kirchfink, et al., 2007)

Objekte zwischen den Knoten (=Verbindungspunkten) können über *Straßenelementpunkte* auf dem *Straßenelement* verortet werden. Über die Attribute *Station* (Abstand vom Startknoten), *Abstand zur Fahrbahnachse* und *Abstand zur Fahrbahnoberfläche* kann ein Objekt auch neben ein *Straßenelement* verortet werden. Der Verweis auf ein *Straßenelementpunkt* erfolgt über den Supertyp *Netzbezugsobjekt_Punkt*.

Streckenbezogene Informationen können unabhängig von den *Straßenelementen/Verbindungspunkten* auch über die Objektarten *Routen* und *Routenausschnitte* verwaltet werden. *Routen* stammen aus dem *OKSTRA*-Modell und stellen eine geordnete Abfolge von *Straßenelementen* dar.

Um *Routen* unabhängig vom Beginn und Ende eines *Straßenelements* (Kante) zu organisieren, können *Routenausschnitte* gebildet werden, die einer *Route* entsprechen. Diese verweisen auf zwei *Straßenelementpunkte*, die den Beginn und das Ende der *Route* bilden.

Für Verweise auf eine *Route* steht das *Netzbezugsobjekt Strecke* zur Verfügung. Mit ihnen wird direkt auf einen *Routenausschnitt* gezeigt. Daneben vererben *Netzbezugsobjekte Strecke* sowie *Verkehrsnutzungsobjekte* aus dem Teilmodell *Verkehrsnutzungen* auf die Klasse *Verkehrsnutzungsbereich*. Diese verweist wiederum auf *Verkehrsnutzungsflächen* des *Flächenmodells*, womit eine Verbindung zwischen dem Netz (Knoten-Kanten-Modell) und den Verkehrsflächen (Fahrbahn, Radweg usw.) hergestellt werden kann. Ein weiterer Weg, um auf eine Verkehrsfläche zu verweisen, verläuft über das Teilmodell *Hausnummer*, das an das *Verkehrsnutzungsobjekt* des Teilmodells *Verkehrsnutzungen* vererbt.

Das *Knoten-Kanten-Modell* kann für die Verortung von Verkehrszahlen genutzt werden. Verkehrsflächen spielen dabei keine Rolle, daher kann man sich auf das Netz als räumlichen Träger der Verkehrsstärkenwerte konzentrieren.

Wichtig sind *Straßenelemente*, *Routen* und *Verbindungs-* und *Straßenelementpunkte*. Alle Verkehrsstärkenwerte mit einem Bezug zur freien Strecke (also außerhalb der Verkehrsknoten, wie Querschnittszahlen) müssen letztendlich auf ein Straßenelement verweisen. *Straßenelementpunkte* verweisen auf einzelne *Straßenelemente*, daher kann diese Klasse genutzt werden, um Verkehrsstärkenwerte auf einzelne *Straßenelemente* zu verorten. Zusätzlich bietet diese Klasse auch die Möglichkeit Zählstellen zu verorten oder Orte anzuzeigen, an denen Fußgänger, Radfahrer usw. die Fahrbahn queren. Häufig gelten Verkehrszahlen straßenelementübergreifend, d.h. auch für folgende Straßenelemente. Als Beispiel sei hier der Fall einer abzweigenden Anliegerstraße mit einem sehr geringen Verkehrsvolumen genannt. Daher müssen Verkehrszahlen auch auf Routen verortbar sein.

Verbindungspunkte des *Knoten-Kanten-Modells* entsprechen in der Regel realen Verkehrsknoten. Alle Verkehrszahlen, die einen Bezug zum Knoten haben (z.B. Knotenstromzahlen) müssen demnach auf diese Klasse verweisen. Zudem müssen die Ein- und Ausfahrt des Knotens dokumentiert sein, um Abbiegeströme richtig verwalten zu können.

5.2.2 Teilnetz und komplexer Knoten

Um Straßenelement in Bereiche zusammenzufassen, können neben den *Routen* auch *Teilnetze* sowie *komplexe Knoten* gebildet werden (siehe Abb. 5-4).

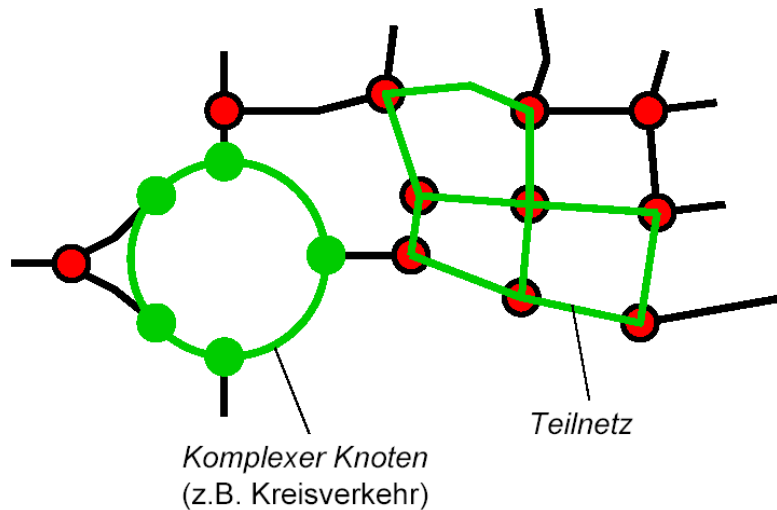


Abb. 5-4 Objekte des Knoten-Kanten-Modells II (Kirchfink, et al., 2007)

Komplexe Knoten können größere Verkehrsknoten im verkehrsbezogenen Sinne sein, die im *Knoten-Kanten-Modell* nicht nur über einen einzelnen *Verbindungspunkt* abgebildet werden können. Als Beispiele seien hier größere Kreisverkehre oder planfreie Knoten genannt. Daher sind *komplexe Knoten* ein Zusammenschluss mehrere *Straßenelemente* und *Verbindungspunkte*. Über den abstrakten Supertyp *Netzbezugsobjekt_KompKnoten* kann auf einen *komplexen Knoten* verwiesen werden.

Wie *komplexe Knoten* bilden *Teilnetze* einen zusammenhängenden Bereich von *Straßenelementen* des *Knoten-Kanten-Modells*. Im Gegensatz zu *komplexen Knoten* haben *Teilnetze* keinen Bezug zu realen Verkehrsknoten und können prinzipiell frei gebildet werden.

Für die Verortung von Verkehrsstärken können *komplexe Knoten* für Knotenströme genutzt werden, die über einen größeren Verkehrsknoten oder einen planfreien Knoten verlaufen. Wie beim Knotenstrom über einen *Verbindungspunkt*, muss in diesem Fall die Ein- und Ausfahrt in den *komplexen Knoten* dokumentiert sein. Teilnetze können genutzt werden, um Ströme aus Kordonzählungen zu verorten. Auch hier sind für die Ströme die Ein- und Ausfahrt zu dokumentieren, der Verlauf durch das Teilnetz kann dann aber offen bleiben.

5.3 Geometrien

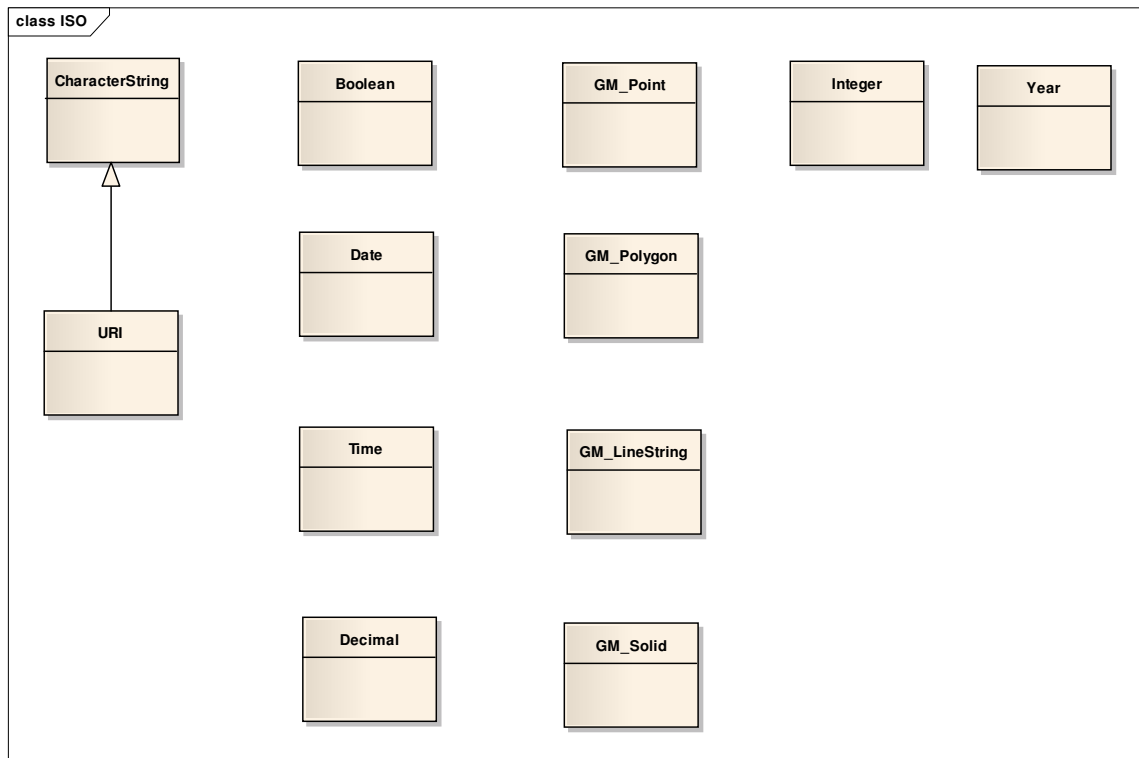


Abb. 5-5 Die ISO-Klasse von *OKSTRA kommunal*

Im *OKTSTRA kommunal* werden folgende Geometrien unterstützt, die in der ISO-Klasse beschrieben sind:

- Punkt (*GM_Point*)
- Polygon (*GM_Polygon*)
- Linien (*GM_LineString*)
- 3D-Körper (*GM_solid*)

Wie die Bezeichnungen zu erkennen geben, basieren im *OKSTRA kommunal* die Geometrien auf ISO-Standards. Gemäß dem *OKSTRA kommunal* müssen die Geometrien im ISO-Standard ISO 19136:2007 *Geographic information -- Geography Markup Language (GML)* abgelegt sein. Bei der *Geography Markup Language* handelt es sich um einen von der *OGC (Open Geospatial Consortium)* entwickelten Sprache zum Austausch raumbezogener Daten („Features“) (*Open Geospatial Consortium, 2010*).

5.4 Teilmodell Verkehrsnutzung

Das Teilmodell *Verkehrsnutzung* definiert die auf den jeweiligen Verkehrsflächen mögliche Art der Verkehrsnutzung (siehe Abb. 5-6). Im Zentrum des Modells steht der abstrakte Supertyp *Verkehrsnutzungsobjekt*, von dem die *Verkehrsnutzungsfläche* (*Flächenmodell*) sowie das *Verkehrsnutzungsobjekt* (*Knoten-Kanten-Modell*) erben. Eingegrenzt werden kann das Objekt über den Bezug zum *Adressmodell*.

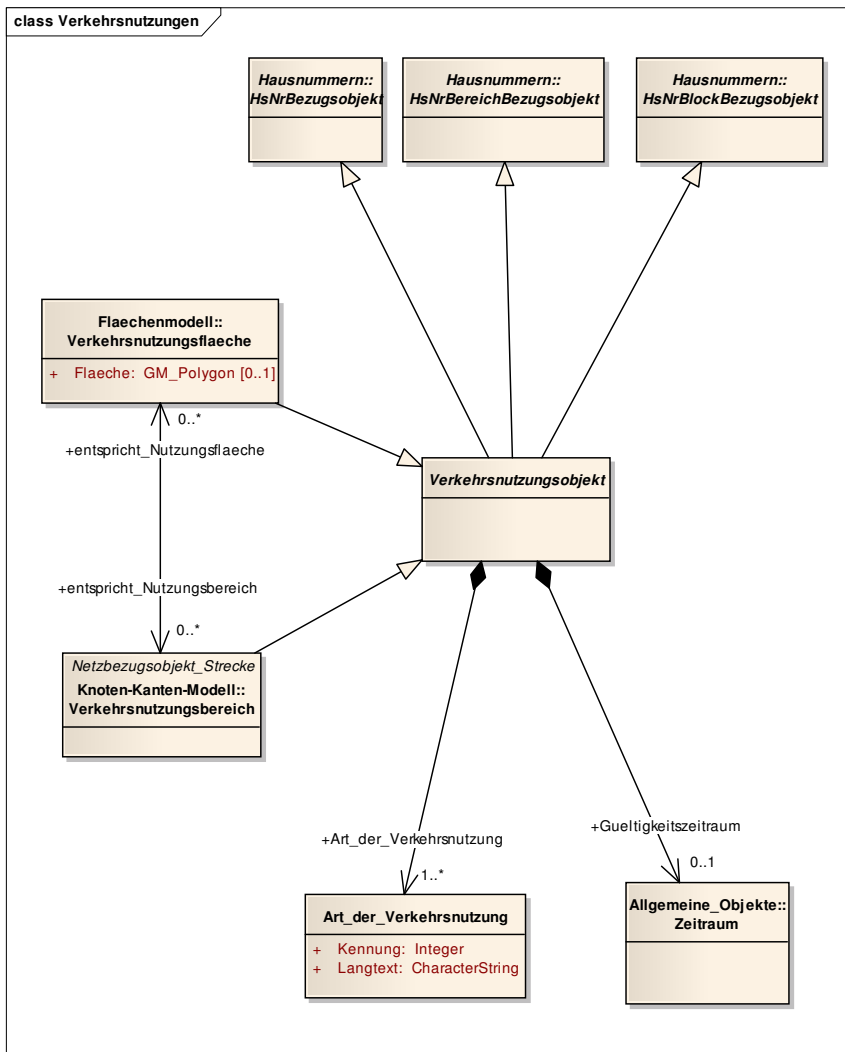


Abb. 5-6 Datenmodell des Teilmodells Verkehrsnutzung

Neben dem Zeitraum der Gültigkeit der Information kann das *Verkehrsnutzungsobjekt* als wichtigstes eigenständiges Attribut folgende Arten der Verkehrsnutzung aufweisen:

Kennungen	Langtexte
1	motorisierter Individualverkehr
2	Radfahrer
3	Fußgänger
4	Straßenbahn
5	Bus

6	Taxi
---	------

Tab. 5-1 Attribut Art_der_Verkehrsnutzung

5.5 Teilmodells Straßenausstattung, Klasse Lage

Das Teilmodell *Straßenausstattung* spielt für die Belange der Verkehrszahlen keine große Rolle. In dem Modell sind aber in der Klasse Lage Attribute abgelegt, die auch für die Verortung von Verkehrszahlen eine Relevanz haben.

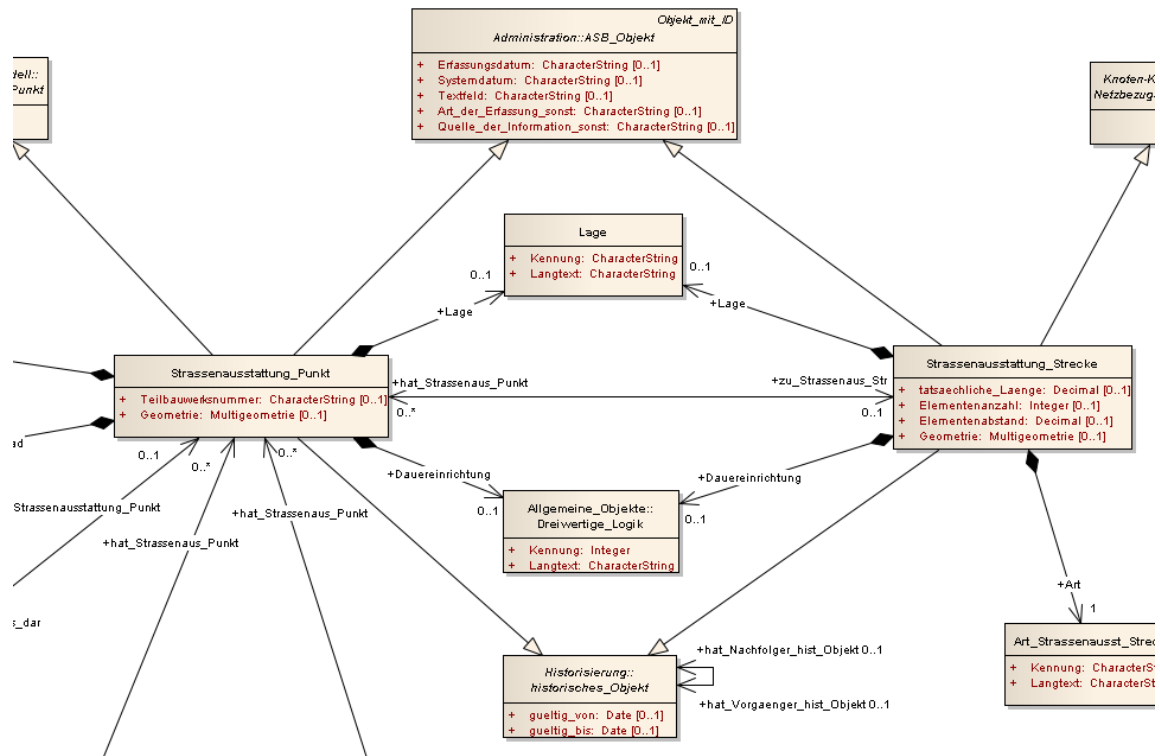


Abb. 5-7 Ausschnitt auf dem Teilmodell Straßenausstattung

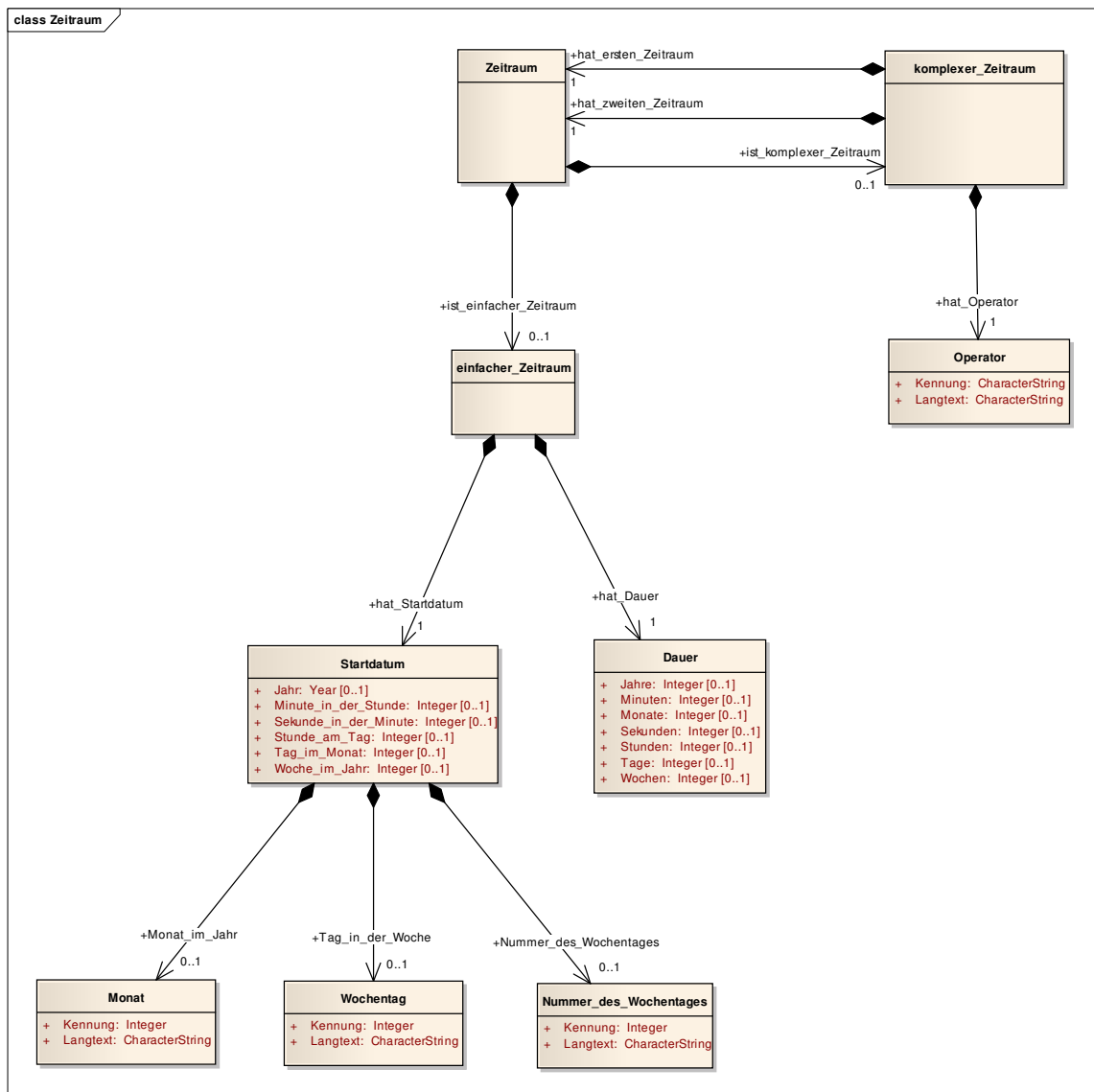
Die Schlüsseltable Lage umfasst ein Set aus verschiedenen Lagebezeichnungen bezogen auf die Straßenachse. Mit ihnen sind genaue Verortungen von Verkehrszahlen auf einzelnen Fahrrichtungen und Fahrstreifen möglich.

"xx" , "nicht gesetzt"	"43" , "1. Überholstreifen in Stat.-Richtung, links"
"00" , "gesamte Fahrbahn(en) (ein- und zweibahnig)"	"50" , "2. Überholstreifen gegen Stat.-Richtung"
"01" , "linker Fahrbahnrand (einbahnig)"	"51" , "2. Überholstreifen gegen Stat.-Richtung, links"
"02" , "linke Fahrbahn, linker Fahrbahnrand (zweibahnig)"	"52" , "2. Überholstreifen gegen Stat.-Richtung, Mitte"
"03" , "linke Fahrbahn (zweibahnig)"	"53" , "2. Überholstreifen gegen Stat.-Richtung, rechts"
"04" , "linke Fahrbahn, rechter Fahrbahnrand"	

(zweibahnig)"	"60", "2. Überholstreifen in Stat.-Richtung"
"05", "Mitte/Bestandsachse"	"61", "2. Überholstreifen in Stat.-Richtung, rechts"
"06", "rechte Fahrbahn, linker Fahrbahnrand (zweibahnig)"	"62", "2. Überholstreifen in Stat.-Richtung, Mitte"
"07", "rechte Fahrbahn (zweibahnig)"	"63", "2. Überholstreifen in Stat.-Richtung, links"
"08", "rechte Fahrbahn, rechter Fahrbahnrand (zweibahnig)"	"70", "3. Überholstreifen gegen Stat.-Richtung"
"09", "rechter Fahrbahnrand (einbahnig)"	"71", "3. Überholstreifen gegen Stat.-Richtung, links"
"10", "Hauptfahrstreifen gegen Stat.-Richtung"	"72", "3. Überholstreifen gegen Stat.-Richtung, Mitte"
"11", "Hauptfahrstreifen gegen Stat.-Richtung, links"	"73", "3. Überholstreifen gegen Stat.-Richtung, rechts"
"12", "Hauptfahrstreifen gegen Stat.-Richtung, Mitte"	"77", "linke Fahrbahn, Fahrbahnachse (zweibah- nig)"
"13", "Hauptfahrstreifen gegen Stat.-Richtung, rechts"	"80", "3. Überholstreifen in Stat.-Richtung"
"20", "Hauptfahrstreifen in Stat.-Richtung"	"81", "3. Überholstreifen in Stat.-Richtung, rechts"
"21", "Hauptfahrstreifen in Stat.-Richtung, rechts"	"82", "3. Überholstreifen in Stat.-Richtung, Mitte"
"22", "Hauptfahrstreifen in Stat.-Richtung, Mitte"	"83", "3. Überholstreifen in Stat.-Richtung, links"
"23", "Hauptfahrstreifen in Stat.-Richtung, links"	"88", "rechte Fahrbahn, Fahrbahnachse (zweibah- nig)"
"30", "1. Überholstreifen gegen Stat.-Richtung"	"94", "Punkt im Querprofil auf keiner Achse"
"31", "1. Überholstreifen gegen Stat.-Richtung, links"	"95", "links außerhalb"
"32", "1. Überholstreifen gegen Stat.-Richtung, Mitte"	"96", "rechts außerhalb"
"33", "1. Überholstreifen gegen Stat.-Richtung, rechts"	"97", "Straße liegt innerhalb"
"40", "1. Überholstreifen in Stat.-Richtung"	"98", "beidseitig"
"41", "1. Überholstreifen in Stat.-Richtung, rechts"	
"42", "1. Überholstreifen in Stat.-Richtung, Mitte"	

5.6 Teilmodell Zeitraum

Über das Teilmodell Zeitraum können Klassen im *OKSTRA kommunal* einen Zeitbezug erhalten.



Zentral im Teilmodell steht die Klasse *Zeitraum*. Diese kann auf einen *komplexen* oder einen *einfachen Zeitraum* verweisen. *Komplexe Zeiträume* stellen eine Zusammenfassung mehrere Zeiträume dar, daher verweisen diese auf weitere Zeiträume, die prinzipiell auch wieder *komplexe Zeiträume* sein können. So können innerhalb eines einzelnen Zeitraums mehrere Zeitblöcke gebildet werden. Für Verkehrszählungen können diese Blöcke genutzt werden, um Zählungen zeitlich zu bestimmen, die nicht kontinuierlich erhoben wurden, z.B. getrennt nach der morgendlichen und nachmittäglichen Zählphasen. Als *komplexe Zeiträume* können auch aggregierte Verkehrszahlen verwaltet werden die für mehrere Tage in der Woche gelten, so die *DTVw*-Werte für Werkzeuge.

Einfache Zeiträume sind einzelne Zeitblöcke. Ein einfacher Zeitblock wird immer durch einen Startzeitpunkt (Datum und Uhrzeit) und die Dauer der Blocks (von Sekunden bis Jahren) angegeben. In Verweisen kann der Startdatum auch nur auf ein Wochentag, wie es im Falle von aggregierten *DTV*-Werten notwendig ist.

6 Entwicklung eines Anforderungskatalogs

Auf Basis der bestehenden Untersuchung sollen im Folgenden die Anforderungen konkretisiert werden, die das Datenmodell erfüllen soll.

6.1 Allgemeine Definition der Anforderungen

6.1.1 Verkehrsfachliche Anforderungen

Das Fachdatenmodell soll folgende verkehrsfachlichen Anforderungen erfüllen:

- Das Modell muss die verschiedenen Verkehrszahlen in ihren verschiedenen temporären Bezügen darstellen können. Hier sind die relevanten Richtlinien mit Bezug zur Verkehrswertermittlung (*RLS-90*, *VBUS*, *HBS* usw.) zu berücksichtigen. Da weder für jede Richtlinie ein eigenes Modell, noch die Anpassung des Modells an eine einzelne Richtlinie vorgesehen ist, muss das Modell so flexibel sein, dass es die Anforderungen aus den Verkehrsrichtlinien erfüllt.
- Das Modell muss Rohdaten aus Verkehrszählungen verwalten können. Dabei müssen die Anforderungen nach verschiedenen Erzeugungsarten (automatische, manuelle) unterschieden werden.
- Das Modell muss Verkehrszahlen verwalten können, die rechnerisch ermittelt wurden. Dies können zeitliche Prognosen sein, aber auch Verkehrswerte, die aus Verkehrsmodellen entwickelt wurden.
- Bei aggregierten Verkehrszahlen (z.B. *DTV*-Werten) muss deren Herkunft dokumentiert sein. Diese Werte können entweder aus Rohdaten entwickelt worden sein oder Teil eines Verkehrs- bzw. eines Prognosemodells sein.
- Das Modell konzentriert sich nicht auf spezielle Verkehrsträger (z.B. Pkw, Lkw, Bus). Es sollen motorisierte und unmotorisierte Verkehrsträger/-teilnehmer gleichberechtigt berücksichtigt werden. Es wird zwar eine Liste der Verkehrsträger vorgegeben, diese ist aber explizit offen angelegt, um zukünftig weitere Teilnehmer am Verkehr zu berücksichtigen.
- Das Modell ist so flexibel aufgebaut, dass in dem Modell Einzelwerte ausgetauscht werden können, aber auch Werte aus kompletten Projekten (z.B. Zählprojekten, Verkehrsmodellen).

- Die Werte müssen untereinander vergleichbar sein. Es ist für jeden Wert der Zeitpunkt der Ermittlung (bei Zählungen der Zeitpunkt der Zählung, bei Modellen der Zeitpunkt der Modellberechnung) sowie der zeitliche Zielhorizont des Wertes (z.B. bei Prognosen) darzustellen. Gelten die Werte nur in Sonderfällen (z.B. Urlaubphase oder in einem Eventfall wie Konzerten) muss dieses dokumentiert sein.
- Die Granularität der Ströme im Straßennetz wird berücksichtigt, d.h. Ströme müssen getrennt nach Fahrstreifen, aber auch aggregiert über mehrere Fahrstreifen berücksichtigt werden (z.B. ein kompletter Straßenquerschnitt).
- Es werden die verschiedenen Klassen von Strömen berücksichtigt. Dies können die Ströme auf den einzelnen Fahrstreifen auf einer Strecke sein, knotenbezogene Ströme, die die Fahrbeziehung im Knoten dokumentieren, sowie Quell-Ziel-Ströme sein, deren Fahrbeziehungen nicht als genauer Verlauf im Straßennetz zu verorten sind.

6.1.2 Geoinformationstechnische Anforderungen

Die Basis des Modells ist gemäß den Zielen dieser Masterarbeit der *OKSTRA kommunal*. Zudem werden weitere Modelle, die im *OKSTRA kommunal* nicht berücksichtigt sind, aber einen Bezug zum Fachthema haben, in das Modell einfließen.

- Das Modell baut auf dem Knoten-Kanten-Modell des *OKSTRA kommunal* auf.
- Für die Fachdaten wird auch auf das Modell des *OKSTRA kommunal* zurückgegriffen. Als einziges der untersuchten Modelle außerhalb des *OKSTRA kommunal* verfügt der *OKSTRA* mit dem Schema *Dynamische Verkehrsdaten* über einen für diese Modell relevanten Teilbereich. Dieses wird in das zu erstellende Teilmodell mit einfließen.
- Die Vorgaben, die *INSPIRE* für den Themenbereich Verkehrs macht, gehen wegen des *widely reused – widely referenced*-Prinzips nicht sehr in die Tiefe. Das in dieser Masterarbeit bearbeitet Thema Verkehrsstärke geht, was die Konkretisierung angeht, weit über das hinaus, was durch *INSPIRE* geregelt wird. Trotzdem gibt es Überschneidungen mit *INSPIRE*, die im Fachdatenmodell berücksichtigt werden.

7 Das Teilmodell Verkehrsdaten

In den folgenden Kapiteln wird das Teilmodell *Verkehrsdaten* auf Basis des *OKSTRA kommunal* in der Version 1.000 entwickelt. In der Modellierung wird vom Begriff *Verkehrsstärke* abgewichen, da sich im *OKSTRA kommunal*-Modell bereits der Begriff *Verkehrsdaten* für Verkehrsstärken etabliert hat und auch begrifflich eine spätere Erweiterung anderer Zahlen (z.B. für den ruhenden Verkehr) erlaubt.

Die Beschreibung erfolgt getrennt nach Teilbereichen. Jeder Teilbereich umfasst eine eigene

- UML-Grafik,
- Schlüsseltabellen und
- Klassen.

Bei Verweisen auf bestehende Modellbereiche des *OKSTRA kommunal* wird darauf hingewiesen, genauso, wenn empfohlen wird, bestehende Schlüsseltabellen bzw. Klassen zu überarbeiten.

7.1 Teilbereich Verkehrswert

Der Teilbereich Verkehrswert umfasst den sachlichen Teil des Teilmodells. In ihm sind die Schlüsseltabellen und Klassen beschrieben, die einen Bezug zu dem Verkehrsstärkenwert sowie deren Erfassung und Verwaltung haben.

Inhalte der Schlüsseltabelle (gemäß Konvention von OKSTRA kommunal):

"1", "Fußgänger"	"22", "Firmenwagen"
"2", "Radfahrer"	"23", "Dienstfahrzeug"
"3", "Mofa/ Moped"	"24", "Postfahrzeug"
"4", "Kraftrad"	"25", "Fzg mit Schneeketten"
"5", "Personenkraftwagen"	"26", "Flüssigkeitstransporter"
"6", "Pkw (> Personen besetzt)"	"27", "behindertengerechtes Fzg"
"7", "Taxi"	"28", "Gefahrguttransporter (Explosivstoffe)"
"8", "Anwohnerfzg"	"29", "Gefahrguttransporter (umweltgefährdend)"
"9", "Pkw mit Anhänger"	"30", "Gefahrguttransporter (sonstiges)"
"10", "Kleintransporter (>2,8 t)"	"31", "Sonderfahrzeuge"
"11", "Kleintransporter (>2,8 t) mit Anhänger"	"32", "Strab/ Stadtbahn"
"12", "Linienbus (> 3,5 t)"	"33", "U-Bhan"
"13", "Reisebus (> 3,5 t)"	"34", "S-Bahn"
"14", "Oberleitungsbus"	"35", "Eisenbahn"
"15", "Schulbus"	"36", "Schiff"
"16", "Lastkraftwagen (>3,5 t)"	"37", "Flugzeug"
"17", "Lkw mit Anhänger (>3,5 t)"	"38", "nicht klassifizierbares Kfz"
"18", "Lastzug/ Sattelschlepper"	"39", "sonstiges"
"19", "RTW"	
"20", "Militärfzg"	
"21", "landwirtschaftliches Fzg"	

7.1.1.2 Dimension

Ein Wert kann zwei unterschiedliche Dimensionen aufweisen. Verkehrsstärken können in Fahrzeugen (Personen/Radfahrer oder gewichtete Pkw-Einheiten/Zahlen) ausgedrückt werden.

Werden Werte in Pkw-Einheiten angegeben, müssen den Verkehrsmitteln Gewichtungswerte zugewiesen sein.

Inhalte der Schlüsseltabelle (gemäß Konvention von OKSTRA kommunal):

"1", "Pkw-E "
"2", "Fahrzeuge/Personen/Radfahrer"

7.1.1.3 Aggregationstyp

Aggregierte Verkehrsstärkenwerten müssen mit einem Aggregationstyp assoziiert sein. Diese Liste umfasst die in den Verkehrsrichtlinien (vor allem *RLS-90*, *VBUS*, *HBS*) und im Datenmodell *OKSTRA* möglichen Typen von Verkehrsstärken.

Inhalte der Schlüsseltabelle (*gemäß Konvention von OKSTRA kommunal*):

"1", "RLS-90: Nachtphase"	"18", "MSV Lkw"
"2", "RLS-90: Tagphase"	"19", "DTV w"
"3", "VBUS: Nachtphase"	"20", "DTV w Lkw"
"4", "VBUS: Tagphase"	"21", "DTV w LKW-Anteil"
"5", "VBUS: Abendphase"	"22", "MSV w"
"6", "HBS: MSV Morgen"	"23", "MSV w Lkw"
"7", "HBS: MSV Nachmittag"	"24", "DTV s"
"8", "HBS: MSV Sonstige"	"25", "MSV s"
"9", "RiLSA: Sättigung Morgenspitze"	"26", "DTV F"
"10", "RiLSA: Sättigung Nachmittagspitze"	"27", "DTV F Lkw"
"11", "RiLSA: Sättigung Tag"	"28", "DTV F LKW-Anteil"
"12", "RiLSA: Sättigung Nacht"	"29", "MSV F"
"13", "RiLSA: Sättigung Abend"	"30", "MSV F Lkw"
"14", "DTV"	"31", "DTV Di-Do"
"15", "DTV Lkw"	"32", "q-Wert Nacht"
"16", "DTV LKW-Anteil"	"33", "q-Wert Tag"
"17", "MSV"	

7.1.1.4 Aggregationsbasis

Die Aggregationsbasis ist die Schlüsseltabelle, die angibt, was die Basis eines Aggregationswertes ist.

Inhalte der Schlüsseltabelle (*gemäß Konvention von OKSTRA kommunal*):

"1", "Verkehrsmodell"
"2", "Trendmodell"
"3", "Hochrechnung"
"4", "Aggregation von Rohwerten"

7.1.1.5 Variante

In dieser Schlüsseltabelle werden die vier Grundvarianten beschrieben, die ein Verkehrsmodell haben kann.

Inhalte der Schlüsseltabelle (*gemäß Konvention von OKSTRA kommunal*):

"1","Nullvariante IST": Bezeichnet den Zustand eines Verkehrsmodell ohne Maßnahmen und ohne Berücksichtigung eines Trends in der generellen Verkehrsentwicklung.

"2","Null+ Variante IST": Bezeichnet den Zustand eines Verkehrsmodells mit Maßnahmen am Verkehrsnetz, aber ohne einen Trend.

"3","Nullvariante SOLL": Bezeichnet den Zustand eines Verkehrsmodells mit umzusetzenden Maßnahmen, aber ohne die Berücksichtigung eines Trends.

"4","Null+ Variante SOLL": Bezeichnet den Zustand eines Verkehrsmodells mit den umzusetzenden Maßnahmen und der Berücksichtigung eines generellen Trends in der Verkehrsentwicklung.

7.1.2 Klassen

7.1.2.1 Verkehrsstärkenwert

Die abstrakte Klasse *Verkehrsstärkenwert* steht zentral im Modell. Diese trägt den eigentlichen Zahlenwert zu den Verkehrsstärken, unabhängig von der Granularität des Wertes. So kann der Zahlenwert eine *Rohzahl* aus einer Verkehrszählung beinhalten oder ein *aggregierter Wert* (z.B. ein DTV-Wert) sein.

Es gibt zwei Möglichkeiten die Klasse zu instanzieren:

- *Rohzählwert*: Die Subklasse *Rohzählwert* umfasst einen Rohwert aus einer Verkehrszählung.
- *Aggregationswert*: Die Subklasse *Aggregationswert* stellt einen Wert dar, der aus einer Zusammenfassung von Rohwerten stammt oder rechnerisch (z.B. aus Verkehrsmodellen) ermittelt wurde.

Attribute:

- *Wert*: Der Verkehrsstärkenwert umfasst als einziges Attribut den eigentlichen Wert.

Aggregationswerte können prinzipiell zwei verschiedene Zeitbezüge haben. So haben Prognosen ein Basisjahr, auf dem z.B. eine Trendprognose aufbaut, und ein Prognosejahr, auf das der eigentliche Aggregationswert bezogen ist. Das Prognosejahr ist immer der Bezugszeitraum, der über die Klasse *Zeitbezug* ausgedrückt wird. Bei

prognostizierten Zahlen sollte immer das Basisjahr mit angegeben werden, so dass das „Alter“ der Prognose deutlich wird.

Optional kann neben dem Zeitbezug auch noch der Aggregationstypus bestimmt werden, der die klassischen Bezugszeiträume für Verkehrsstärken wie *DTV*, *DTVw*, *MSV* usw. umfasst.

Als weitere Option können Rohzählwerte sowie Aggregationswerte auf Projekte verweisen.

Attribute für Aggregationswert:

- *Basisjahr*: Jahr, auf dem eine Prognose aufbaut.
- *Hochrechnungswert*: Der Wert, der angesetzt wurde, um aufsummierte Rohdaten auf einen aggregierten Wert (z.B. *DTV*) hochzurechnen.

7.1.2.2 Verkehrsnutzungsgruppe

Jedem Verkehrswert sind die Verkehrsnutzungen zuzuordnen, die in diesem Verkehrswert beinhaltet sind. Die Schlüsseltabelle *Art der Verkehrsnutzung* umfasst die Liste der Verkehrsnutzungen in der höchsten Granularität. Für viele verkehrsbezogenen Fachfragen ist die Granularität der Liste zu hoch. So braucht man für die Lärmberechnung nach *VBUS* nur zwischen Fahrzeugen > 3,5t und Fahrzeugen < 3,5t zu unterscheiden, sodass *Verkehrsnutzungsgruppen* gebildet werden können, die diesen Sachverhalt besser können.

Deswegen verweist jeder *Verkehrswert* auf eine oder mehrere *Verkehrsnutzungsgruppen*, die wiederum optional aus einer oder mehreren *Verkehrsnutzungen* bestehen. Die *Verkehrsnutzungsgruppen* können frei definiert werden, da aus der Variabilität an Ansprüchen an verkehrsbezogenen Untersuchungen variable Gruppen gebildet werden müssen.

Jedem Verkehrswert können mehrere Gruppen zugeordnet werden. Somit können für bestimmte Fragestellungen (z.B. in Verkehrszählungen) eigene Klassen gebildet werden, die jeweils einen Set aus *Verkehrsnutzungen* umfassen. So können alle Bustypen (Linien-, Schul-, Omnibus usw.) in der eigenen Klasse Bus zusammengefasst werden.

Hat der Verkehrsstärkenwert die Dimension Pkw-Einheiten, dann kann für jede Verkehrsnutzungsgruppe noch ein Gewichtungsfaktor angegeben werden.

Für den Raumbezug verweist jeder Verkehrswert auf die Klasse Verkehrswegbezug.

Attribute (*Verkehrsnutzungsgruppen*):

- Name: Der Name der Verkehrsnutzungsgruppe wie *VBUS-Nachtphasengruppe* oder „Bus“.
- Beschreibung: Freie Beschreibung der Gruppe.

Attribute (*Gewichtungsfaktor*):

- Gewichtungswert: Wert des Gewichtungsfaktors
- Beschreibung: Allgemeine Angaben zum Wert der Gewichtung.

7.1.2.3 Zeitbezug

Über den Verweis zur Klasse *Zeitraum* des Teilmodells *Allgemeine Objekte* erhält jeder Wert einen Zeitbezug. Das Teilmodell *Allgemeine Objekte* wurde bereits in Kap. 5.6 beschrieben.

Dieses Teilmodell kann für Verkehrsstärkenwerte genutzt werden, um den Startzeitpunkt der Rohzählwerte und die Dauer der Zählung anzugeben (Klasse *einfacher Zeitraum*), aus der der Wert stammt. Für Zählungen, die zwischenzeitlich unterbrochen werden (z.B. Siebenstundenzählungen, die morgens und nachmittags um die Spitzenstunde gelegt werden), können *komplexe Zeiträume* gebildet werden.

Für aggregierte Werte ist der Bezugszeitraum anzugeben. Bei *DTV*-Werten kann das Jahr angegeben werden, für das der Wert errechnet wurde, sodass auch Zeitangaben möglich sind, die in der Zukunft liegen (z.B. bei Prognosen). In diesem Fall ist über die Angabe eines Projektes auf den Zeitpunkt der Erstellung des Wertes hinzuweisen.

Zwar kann über eine Schlüsseltabelle jedem aggregierten Wert auch ein Aggregationstyp (*DTV*, *DTVw* usw.) zugewiesen werden, über den Zeitbezug ist es aber auch möglich eigene Klassen zu bilden.

7.1.2.4 Zählprojekt

Verkehrszahlen werden häufig im Rahmen von projektbezogenen Einzelereignissen ermittelt. Im Rahmen eines Verkehrskonzeptes zur Leistungsfähigkeit von Verkehrsknoten kann eine Knotenstromzählung durchgeführt werden, im Rahmen von Lärmgutachten eine Zählung auf freier Strecke. In der Klasse *Zählprojekt* können die Einzelwerte eines Zählprojektes gekapselt werden.

Die Klasse *Zählprojekt* verweist auf die Klasse *Zeitraum* des Teilmodells *Allgemeine Objekte*. Über diesen Verweis kann der Zeitpunkt und zeitliche Umfang des Zählprojektes definiert werden. Wurden innerhalb des Zählprojektes in verschiedenen Stunden-*gruppen* gezählt, handelt es sich um einen komplexen Zeitraum.

Wurde ein Zählprojekt im Rahmen eines Eventfalls durchgeführt, ist auf die Klasse *Event* zu verweisen, die nähere Angaben zum Event enthält.

Attribute:

- *Bezeichnung*: Bezeichnung / Name des Projektes
- *Durchführung durch*: Hier können Angaben zu der Firma/der Verwaltung gemacht werden, die die Zählung durchgeführt hat.
- *Beauftragung durch*: Hier können Angaben zum Ansprechpartner gemacht werden.
- *Projektbeschreibung*: In diesem Attribut können noch nähere Angaben zum Projekt gemacht werden.

7.1.2.5 Modell

Neben Verkehrszählungsprojekten können Verkehrszahlen auch aus Verkehrsmodellen entwickelt werden. Die abstrakte Superklasse *Modell* beschreibt das Modell, mit dem der Verkehrswert entwickelt wurde. Die Klasse vererbt an die beiden Subklassen *Trendmodell* für eine zeitliche Modellierung und *Verkehrsmodell* für die Nutzung von Umlegungsmodellen für die Erzeugung von Verkehrszahlen.

Attribute:

- *Name*: Bezeichnung des Projektes

- *Projektbeschreibung*: Nähere Beschreibung über das Projekt.
- *Durchführung durch*: Bezeichnung desjenigen, der das Modell entwickelt hat.
- *Beschreibung Technik*: Beschreibung der Technik: die Grundlage des Modells war.

7.1.2.6 Verkehrsmodell

Ein Verkehrsmodell wird häufig dafür genutzt, verschiedene Varianten eines Verkehrsnetzes zu bewerten. So kann die Wirkung einer neuen Straße, einer Neuregelung eines Verkehrsknotens bewertet werden, bevor die Maßnahmen umgesetzt worden sind. Häufig werden verschiedene Maßnahmen innerhalb eines Netzes gegeneinandergestellt und geprüft. Daher gibt es zumeist mehrere Varianten eines Verkehrsmodells.

Attribute:

- *Name der Variante*: Bezeichnung der Variante
- *Beschreibung der Variante*: Beschreibung der Maßnahmen die im Verkehrsmodell umgesetzt wurden.
- *Jahr des Bezugs*: Bezugsjahr für das das Verkehrsmodell gilt.
- *Erstellt durch*: Bezeichnung der Firma/der Verwaltung, die das Modell umgesetzt hat.
- *Erstellungsdatum*: Datum der Erstellung des Modells.

7.1.2.7 Trendmodell

In einem Trendmodell wird üblicherweise nur die zeitliche Entwicklung des Verkehrs betrachtet. Trotzdem können dort verschiedene Szenarien entwickelt werden, die in Trendvarianten ausgedrückt werden.

Attribute:

- *Name der Variante*: Bezeichnung der Variante
- *Beschreibung der Variante*: Beschreibung der Maßnahmen die im Verkehrsmodell umgesetzt wurden.
- *Jahr des Bezugs*: Bezugsjahr für das das Verkehrsmodell gilt.

- *Erstellt durch*: Bezeichnung der Firma/der Verwaltung, die das Modell umgesetzt hat.
- *Erstellungsdatum*: Datum der Erstellung des Modells.

7.1.2.8 Event

Verkehrszahlen, die im Rahmen der Untersuchung eines Events (z.B. An- / Abreise bei einer Veranstaltungshalle) erfasst wurden, sind mit Verkehrszahlen in einer Normalzeit nicht zu vergleichen. Daher sind diese Events gesondert zu dokumentieren.

Attribute

- *Eventname*: Name des Events
- *Eventort*: Ort des Events
- *Eventbeginn*: Zeitpunkt des Beginns des Events
- *Eventende*: Zeitpunkt des geplanten Endes des Events
- *Eventbeschreibung*: Allgemeine Beschreibung des Events

7.2 Teil Verkehrswegbezug

Ein Verkehrsstärkenwert gilt immer nur für einen definierten räumlichen Punkt oder Abschnitt im Raum. So kann ein Zählwert durch eine Zählstelle ermittelt worden sein, die an einem Straßenabschnitt verortet ist, es kann ein Wert sein, der eine Fahrbeziehung an einem Verkehrsknoten beschreibt, aber auch ein Wert, der die Anzahl der Fahrzeuge summiert, die durch einen Kordon fahren.

Der Teil *Verkehrswegbezug* beschreibt diesen Teil des Modells, der sich mit der Verknüpfung zwischen den Fachdaten mit den räumlichen Modellen von *OKSTRA kommunal* beschäftigt.

Es wird nach fünf Zählräumen unterschieden:

- Die *Stationierung* stellt den allgemeinen Standort einer Zählung dar. Dies kann der Standort einer Dauerzählstelle im Straßennetz, aber auch der Standort des Zählpersonals sein, oder eine virtuelle Verortung ohne Bezug zu einer realen Zählstelle. Über die Stationierung ist auch ein Verweis auf ein einzelnes Straßenelement möglich, wodurch die Stationierung einen Richtungsbezug erhält.

- Eine *Datenstrecke* ist ein Zusammenschluss mehrerer Straßenelemente. Über *Strecke* können Verkehrswerte auch straßenelementübergreifend verortet werden. Dies ist dann zu empfehlen, wenn Straßenelemente an kleineren Kreuzungen (z.B. Abzweig eines Wirtschaftsweges) getrennt wurden. Der Begriff *Datenstrecke* ist ein Zusammenschluss des Begriffs *Strecke* des *Netzbezugsobjekt Strecke* aus dem Knoten-Kanten-Modell sowie dem Begriff *Daten* aus dem Teilmodell *Verkehrsdaten*.
- Der *Kordon* ist ein abgegrenzter Bereich in dem der Verkehrs ermittelt werden kann, welcher in den Kordon hineinfährt (Zielverkehr), aus einem Kordon herausfährt (Quellverkehr), durch einen Kordon durchfährt (Durchgangsverkehr) oder sich ausschließlich innerhalb des Kordons bewegt (Binnenverkehr).
- Der *Knotenstrom* ist die räumliche Verortung der Fahrbeziehungen an einem Verkehrsknoten.
- Ein Spezialfall ist die *Querungsstelle*, die für die Querung von Radfahrern oder Fußgängern auf einem Straßenabschnitt definiert ist.

7.2.1 Schlüsseltabellen

7.2.1.1 Lage

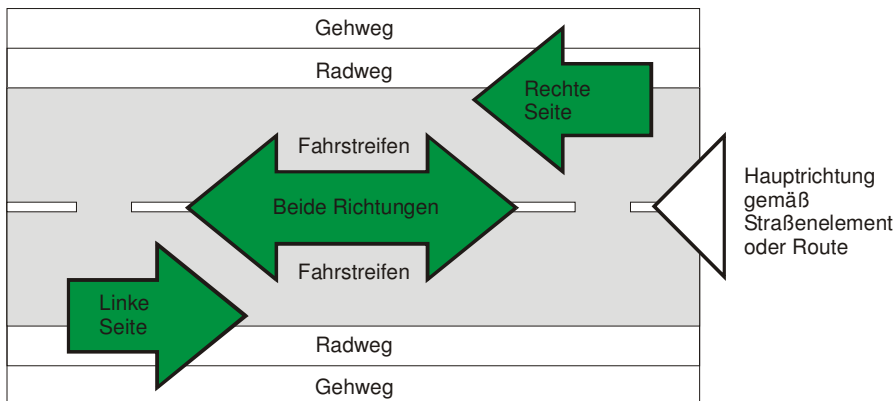


Abb. 7-3 Richtungsangabe gemäß Hauptrichtung des Straßenelements aus Knoten-Kanten-Modell (eigene Darstellung)

In der Regel gibt es auf einer Verkehrsstraße zwei Fahrtrichtungen, die gleichwertig sind. Um aber die beiden Fahrtrichtungen eindeutig zu identifizieren, muss eine Referenzstrecke verweisen werden, die über eine eindeutige Richtung verfügt. Im *Knoten-Kanten-Modell* verfügen die *Routen* sowie die *Straßenelemente* über die Kartierung eine eindeutige Richtung. Wenn auf diese Klassen verwiesen werden, kann deren eindeutige Richtung als Basis für eine Fahrtrichtungsangabe oder Raumangaben wie rechte oder linke Seite genutzt werden.

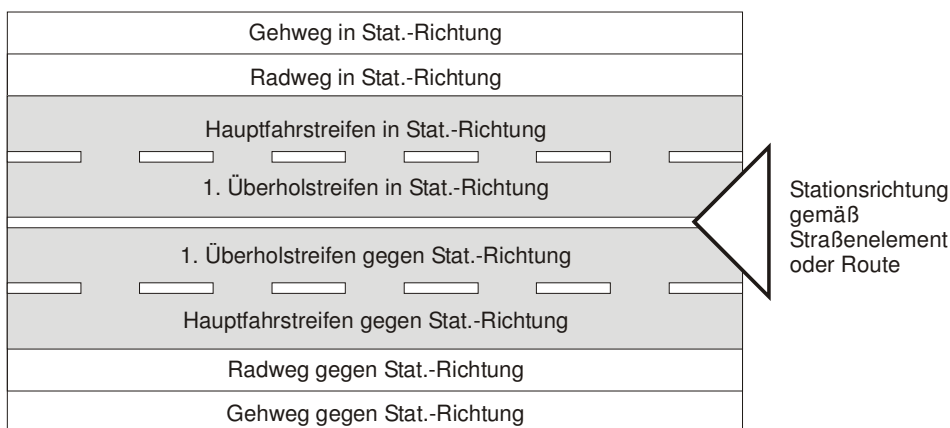


Abb. 7-4 Beispiel einer Richtungsangabe gemäß Stationsrichtung an einer vierstreifigen Straße (eigene Darstellung)

Mit der Klasse *Lage* im Teilmodell *Straßenausstattung* können die Fahrbahnen, Fahrstreifen usw. einer Straße eindeutig bestimmt werden. Es wird zwischen linker und rechter Fahrbahn bzw. Fahrstreifen in Stationsrichtung und entgegen Stationsrichtung ge-

trennt, um die Fahrtrichtung anzugeben. Die Angaben beziehen sich immer auf die Hauptrichtung des Straßenelementes.

In der Liste ist der Bezug eindeutig auf die Straße für den Kfz-Verkehr gelegt worden. Demnach fehlen in der Liste Angaben zu Geh- und Radwege. Daher wird die Liste gemäß den Empfehlungen zum Radverkehr (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, 1995) noch erweitert.

Inhalte der Schlüsseltabelle (gemäß Konvention von *OKSTRA kommunal*):

"xx", "nicht gesetzt"	"60", "2. Überholstreifen in Stat.-Richtung"
"00", "gesamte Fahrbahn(en) (ein- und zweibahnig)"	"61", "2. Überholstreifen in Stat.-Richtung, rechts"
"01", "linker Fahrbahnrand (einbahnig)"	"62", "2. Überholstreifen in Stat.-Richtung, Mitte"
"02", "linke Fahrbahn, linker Fahrbahnrand (zweibahnig)"	"63", "2. Überholstreifen in Stat.-Richtung, links"
"03", "linke Fahrbahn (zweibahnig)"	"70", "3. Überholstreifen gegen Stat.-Richtung"
"04", "linke Fahrbahn, rechter Fahrbahnrand (zweibahnig)"	"71", "3. Überholstreifen gegen Stat.-Richtung, links"
"05", "Mitte/Bestandsachse"	"72", "3. Überholstreifen gegen Stat.-Richtung, Mitte"
"06", "rechte Fahrbahn, linker Fahrbahnrand (zweibahnig)"	"73", "3. Überholstreifen gegen Stat.-Richtung, rechts"
"07", "rechte Fahrbahn (zweibahnig)"	"77", "linke Fahrbahn, Fahrbahnachse (zweibahnig)"
"08", "rechte Fahrbahn, rechter Fahrbahnrand (zweibahnig)"	"80", "3. Überholstreifen in Stat.-Richtung"
"09", "rechter Fahrbahnrand (einbahnig)"	"81", "3. Überholstreifen in Stat.-Richtung, rechts"
"10", "Hauptfahrstreifen gegen Stat.-Richtung"	"82", "3. Überholstreifen in Stat.-Richtung, Mitte"
"11", "Hauptfahrstreifen gegen Stat.-Richtung, links"	"83", "3. Überholstreifen in Stat.-Richtung, links"
"12", "Hauptfahrstreifen gegen Stat.-Richtung, Mitte"	"88", "rechte Fahrbahn, Fahrbahnachse (zweibahnig)"
"13", "Hauptfahrstreifen gegen Stat.-Richtung, rechts"	"94", "Punkt im Querprofil auf keiner Achse"
"20", "Hauptfahrstreifen in Stat.-Richtung"	"95", "links außerhalb"
"21", "Hauptfahrstreifen in Stat.-Richtung, rechts"	"96", "rechts außerhalb"
"22", "Hauptfahrstreifen in Stat.-Richtung, Mitte"	"97", "Straße liegt innerhalb"
"23", "Hauptfahrstreifen in Stat.-Richtung, links"	"98", "beidseitig"
"30", "1. Überholstreifen gegen Stat.-Richtung"	"100", "Gehweg gegen Stat.-Richtung"
"31", "1. Überholstreifen gegen Stat.-Richtung, links"	"101", "Gehweg in Stat.-Richtung"
"32", "1. Überholstreifen gegen Stat.-Richtung, Mitte"	"102", "Schutzstreifen gegen Stat.-Richtung"
	"103", "Schutzstreifen in Stat.-Richtung"
	"104", "Radweg in Stat.-Richtung"

"33", "1. Überholstreifen gegen Stat.-Richtung, rechts"	"105", Radweg entgegen Stat.-Richtung
"40", "1. Überholstreifen in Stat.-Richtung"	"106", Baulich angelegter Radweg in Stat.-Richtung
"41", "1. Überholstreifen in Stat.-Richtung, rechts"	
"42", "1. Überholstreifen in Stat.-Richtung, Mitte"	"107", Baulich angelegter Radweg entgegen Stat.-Richtung
"43", "1. Überholstreifen in Stat.-Richtung, links"	
"50", "2. Überholstreifen gegen Stat.-Richtung"	"108", Zweirichtungsradweg in Stat.-Richtung (Anm. Die Richtung gibt die Seite an, an der der Zweirichtungsradweg eingerichtet wurde)
"51", "2. Überholstreifen gegen Stat.-Richtung, links"	
"52", "2. Überholstreifen gegen Stat.-Richtung, Mitte"	
"53", "2. Überholstreifen gegen Stat.-Richtung, rechts"	

7.2.1.2 Räumliche Verkehrsart

Die räumliche Verkehrsart beschreibt den Verkehr, der in ein Gebiet hineinfließt (*Zielverkehr*), durch ein Gebiet fließt (*Durchgangsverkehr*) oder aus einem Gebiet herausfließt (*Quellverkehr*). Verkehr, der sich ausschließlich innerhalb eines Gebietes bewegt, wird als *Binnenverkehr* bezeichnet.

Inhalte der Schlüsseltabelle (*gemäß Konvention von OKSTRA kommunal*):

"1", "Quellverkehr"

"2", "Zielverkehr"

"3", "Durchgangsverkehr"

"4", "Binnenverkehr"

7.2.1.3 Strombezeichnung

Die *Strombezeichnung* bezeichnet einen Verkehrsstrom innerhalb eines Knotens als Klartext. Hierbei sind nur wenige Standardrichtungen angegeben.

Für Standardkreuzungen von zwei Straßen haben sich für die maximal zwölf Ströme eines Verkehrsknotens Standardbezeichnungen durchgesetzt (siehe Abb. 7-5). Die Nummerierung erfolgt an einem eingenordeten Knoten von Strom 1 (immer Linksabbieger von Westen kommend) bis Strom 12 (ist immer der Rechtsabbieger von Norden kommend).

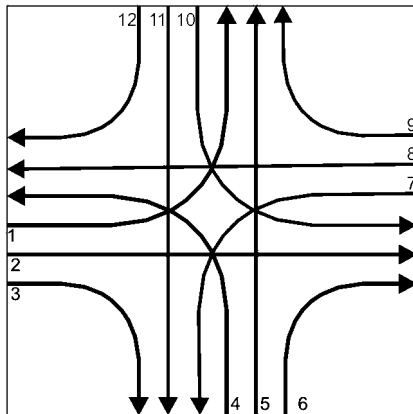


Abb. 7-5 Standardströme einer Standardkreuzung

Inhalte der Schlüsseltabelle (gemäß Konvention von OKSTRA kommunal):

"1", "Rechtsabbieger"	"10", "Strom 5"
"2", "Linksabbieger"	"11", "Strom 6"
"3", "Geradeaus"	"12", "Strom 7"
"4", "Halblinksabbieger"	"13", "Strom 8"
"5", "Halbrechtsabbieger"	"14", "Strom 9"
"6", "Strom 1"	"15", "Strom 10"
"7", "Strom 2"	"16", "Strom 11"
"8", "Strom 3"	"17", "Strom 12"
"9", "Strom 4"	

7.2.1.4 Zähltyp

Über *Zähltyp* wird bei Zählprojekten angegeben, um welche Art von Zählung es sich handelt.

Inhalte der Schlüsseltabelle (gemäß Konvention von OKSTRA kommunal):

- "1", "Knotenstrom": Das Zählprojekt ist eine Knotenstromzählung.
- "2", "Freie Strecke": Im Zählprojekt wurde auf freier Strecke gezählt
- "3", "Kordonzählung": Bei dem Zählprojekt handelt es sich um eine Kordonzählung.

7.2.2 Klassen

7.2.2.1 Datenstrecke

Datenstrecken sind ein Zusammenschluss mehrere Straßenelemente aus dem Knoten – Kanten-Modell mit definierten Straßenelementpunkten am Start- und Endpunkt der Da-

tenstrecke. Der Begriff Datenstrecke ist stark an das Netzbezugsobjekt Strecke des Knoten-Kanten-Modells angelehnt, das eine Datenstrecke von diesem erbt.

Mit dieser Klasse ist es möglich, Verkehrsstärken nicht nur auf einzelne Straßenabschnitte abzubilden, sondern längere Strecken zu bilden. Datenstrecken sind dann empfehlenswert, wenn mehrere Straßenelemente nur durch untergeordnete Knoten getrennt sind, z.B. wenn der Knoten für die Einmündung eines Radwegs in eine Straße gebildet wird, diese aber keinen großen Einfluss auf das Verkehrsaufkommen hat.

Datenstrecken können mehrere Ausprägungen haben. Eine Datenstrecke kann der komplette Querschnitt einer Straße sein (also beide Fahrrichtungen entlang einer Straße), aber auch nur eine einzelne Fahrrichtung oder ein einzelner Fahrstreifen. Dazu wird auf die Schlüsselliste *Lage* verwiesen.

7.2.2.2 Kordonstrom

Zur Verortung von Verkehrszahlen aus einer Kordonzählung auf das Knoten-Kanten-Modell wird die Subklasse *Kordonstrom* genutzt.

Der Kordon selbst ist ein Objekt aus der Klasse *Teilnetz* des *Knoten-Kanten-Modells*, von der die Klasse *Kordonstrom* erbt. Über Verweise auf das Netzbezugsobjekt *Punkt* des *Knoten-Kanten-Modells* wird die Ein- und Ausfahrt in und aus dem Kordon bestimmt.

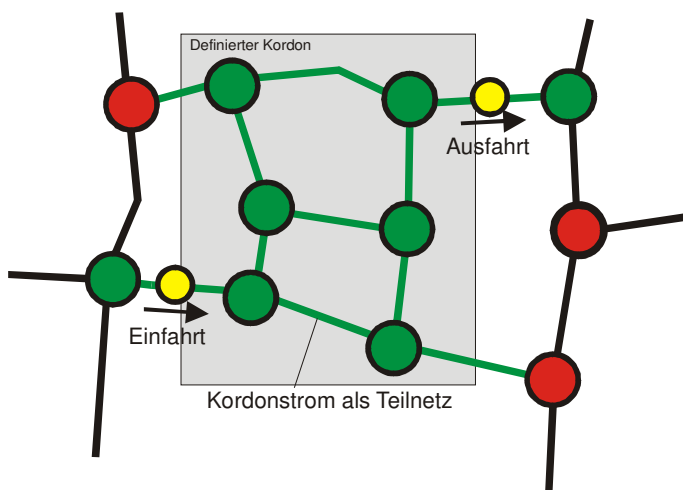


Abb. 7-6 Kordonstrom (eigene Darstellung)

Um zwischen Ziel-, Quell-, Durchgangs- und Binnenverkehr zu trennen, kann zum einen auf das Attribut räumliche Verkehrsart verwiesen werden, zum anderen kann dies auch

über die Verweise *Netzbezugsobjekt Punkt* gesteuert werden. In Tab. 7-1 ist dies aufgeführt.

räuml. Verkehrsart	Verweis auf Netzbezugsobjekt Punkt als	
	Einfahrt	Ausfahrt
Zielverkehr	Ja	Nein
Quellverkehr	Nein	Ja
Durchgangsverkehr	Ja	Ja
Binnenverkehr	Nein	Nein

Tab. 7-1 Verweise auf Netzbezugsobjekt Punkt gemäß räumlicher Verkehrsart

Der Zielverkehr fährt immer in einen Kordon hinein, daher muss hier kein Punkt auf die Ausfahrt gelegt werden. Der Quellverkehr fährt immer aus einem Kordon hinaus, daher kann auf den Verweis auf den Punkt bei Einfahrt verzichtet werden. Bei Durchgangs- und Binnenverkehr muss entweder bei der Ein- und der Ausfahrt oder bei keinem der beiden ein Punkt gesetzt werden.

7.2.2.3 Querung

Die Klasse *Querung* beschreibt eine *Querungsstelle*, an der Fußgänger, Radfahrer o.ä. eine Fahrbahn queren können. Dies können beispielsweise signalisierte oder unsignalisierte Fußgängerüberwege sein.

Querungsstellen werden als Stelle innerhalb eines Straßenzuges betrachtet und stellen damit im Sinne des Knoten-Kanten-Modells eine Spezialisierung des *Straßenelements* dar, das über die abstrakte Klasse *Netzbezugsobjekt_Punkt* angesprochen wird. Somit sind auch Querungen an Verkehrsknoten dem zu querenden Straßenelement zuzuordnen. Ein Verweis auf den Verkehrsknoten ist als Verweis auf einen Verbindungspunkt oder einen komplexen Knoten möglich.

Attribute:

- Querungstyp
- Beschreibung
- Verweis Verbindungspunkt
- Verweis komplexer Knoten

7.2.2.4 Stationierung

Ein *Stationierung* ist eine Stelle im *Knoten-Kanten-Modell*, an die ein Zählwert verortet werden kann. Dies kann eine Zählstelle sein, aber auch eine virtuelle Verortung eines Verkehrsstärkenwertes. Zählstellen markieren im Prinzip den Standort an dem eine Zählung durchgeführt wurde. Dies kann die Lage einer automatischen Zählstelle (z.B. eine Zählmatte) oder der Standort einer Zählperson bei einer manuellen Zählung sein. Im Verständnis dieses Teilmodells kann eine Stationierung auch nur ein virtueller Verortungspunkt eines Zählwertes sein, der keinen Bezug zu einer real existierenden Zählstelle hat.

Ein Beispiel für eine virtuelle *Stationierung* sind Verkehrswerte aus Verkehrsmodellen. Durch diese können Verkehrswerte ermittelt werden, ohne dass es einen Bezug zu real existierenden Zählstellen gibt.

Über das *Netzbezugsobjekt Punkt* im *Knoten-Kanten-Modell* wird jeder Stationierung automatisch die Stationierungsrichtung des Straßenelements mit übergeben, auf dem der Punkt verortet ist.

Zur näheren Bestimmung der *Stationierung* innerhalb eines *Straßenelements* (z.B. bei einer automatischen Zählstelle auf einem Fahrstreifen) ist über die Schlüsseltabelle *Lage* die Möglichkeit gegeben, Zählstellen auch nur auf einzelne oder mehrere Fahrstreifen zu verorten. Somit können über die Klasse *Stationierung* auch Querschnittsbelastungen auf einer Straße (z.B. die Summe der Verkehrsstärken in beiden Fahrtrichtungen) angegeben werden.

Attribute:

- Ist Zählstelle: Handelt Wahr wenn es sich um eine Zählstelle handelt

7.2.2.5 Knotenstrom

Die Klasse *Knotenstrom* beschreibt im Allgemeinen eine mögliche Fahrbeziehung an einem Verkehrsknoten, an dem Verkehr stattfinden kann (z.B. Rechtsabbieger, Linksabbieger usw.). Um Fahrbeziehungen eindeutig zu definieren, verweist die Klasse *Knotenstrom* zweimal auf das *Netzbezugsobjekt Punkt* des *Knoten-Kanten-Modells* um das Straßenelement zu definieren, durch das der Verkehr in den Verkehrsknoten hineinfährt und dem der aus dem Knoten hinausfährt.

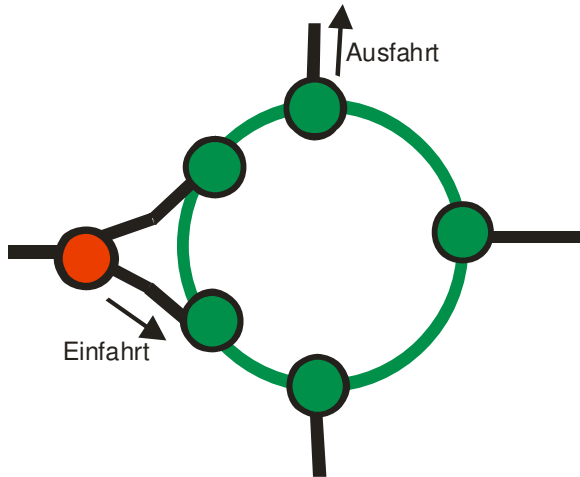


Abb. 7-7 Knotenstrom „Linksabbieger“ in einem komplexen Knoten

Der Verkehrsknoten, auf den sich der Verkehrsstrom bezieht, muss explizit angegeben werden. Der Verkehrsknoten kann bei kleineren Verkehrsknoten als Komposition auf die abstrakte Klasse *Netzbezugsobjekt_VPunkt* des *Knoten-Kanten-Modells*, der auf einen *Verbindungspunkt* verweist, oder im Falle von größeren Verkehrsknoten auch als Komposition auf das *Netzbezugsobjekt_KompKnoten*, der auf einen *Komplexen Knoten* des *Knoten-Kanten-Modells* verweist.

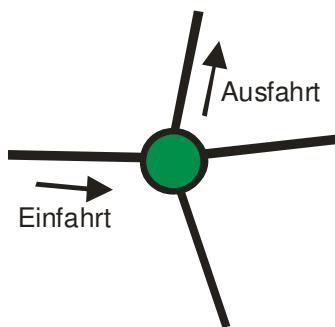


Abb. 7-8 Knotenstrom „Linksabbieger“ an einem Verbindungspunkt

Attribute

- Stromnummer

8 Prototypische Fallstudie im Rahmen einer GIS-Fachschale

Zum Abschluss dieser Master Thesis soll das in den obigen Kapiteln hergeleitete Datenmodell für den *OKSTRA kommunal* in einer praktischen Umsetzung überprüft werden. Für die praktische Umsetzung wird von dem thematischen Schwerpunkt der Arbeit, dem Austausch von Daten, abgewichen.

Mit der praktischen Umsetzung einer Austauschdatei, die das Modell und reale Verkehrszahlen umfasst, sind die auf Basis von XML/XSD vorliegenden Ergebnisse nur sehr schlecht zu interpretieren.

Daher ist es grundsätzliches Ziel der prototypischen Fallstudie, den praktischen Einsatz des Datenmodells im Rahmen der Entwicklung einer Fachschale in einem GIS zu zeigen.

Ziel der Fachschale ist es, auf Basis von Rohzählwerten Auswertungen und Analysen durchzuführen und diese in tabellarischer Form, als Diagramm sowie als thematische Karte auszugeben. Die Auswertung wird auf Knotenströme sowie Straßenabschnitte begrenzt, da hier reale Zähldaten vorliegen.

Es wird gezeigt, wie verkehrsspezifische Analysen durchgeführt werden können. Zudem werden aus den Rohzählwerten aggregierte Kennwerte für Straßen generiert, wie der *DTV*-Wert der Knotenströme.

Die Darstellung konzentriert sich auf folgende Untersuchungsfälle:

- Ausgabe von Zählwerten an Dritte in Form von Tabellen und Diagrammen
- Ausgabe von Spitzenstundenwerten für die Leistungsfähigkeitsuntersuchung von Verkehrsknoten
- Ausgabe einer Verkehrsstärkenkarte mit *DTV*-Werten zu den Straßenabschnitten
- Untersuchung von Straßenabschnitten, die gemäß europäischer Umgebungslärmrichtlinie und Bundesimmissionsschutzgesetz relevant sind

8.1 Umsetzung der Fallstudie

Die Fallstudie ist auf einem realen verkehrsbezogenen Projekt aufgebaut. Bei diesem Projekt handelt es sich um eine umfangreiche Verkehrszählung in der Stadt Bergisch-Gladbach (Nordrhein-Westfalen). Im Rahmen dieser Verkehrszählung wurden Knotenströme an mehreren Verkehrsknotenpunkten untersucht. Für die Umsetzung im Rahmen

dieser Fallstudie werden drei Knoten ausgesucht. Dabei wird darauf geachtet, dass diese Knoten entlang eines Straßenzuges in direkter Reihe liegen, um Vergleiche der Verkehrsstärken zwischen den Knoten herstellen zu können.

Teile des konzeptionellen *OKSTRA kommunal* Datenmodells werden in einer *PostgreSQL* -Datenbank mit *PostGIS*-Aufsatz als physisches Datenmodell transformiert. Das transformierte Datenbankmodell stellt nur einen relevanten Ausschnitt aus dem kompletten *OKSTRA kommunal* Modell dar und ist für die Nutzung in einer Datenbank konkretisiert. So sind die im Austauschmodell möglichen Beziehungen (siehe Kap. 4.2) auf relevante Beziehungen reduziert.

Die Fachschale selbst wird auf Basis der kommerziellen Software *Cadenza professional 2010* der Firma *disy GmbH* in Karlsruhe erstellt. Die Software bietet eine Plattform, um Sach- und Geodaten zu recherchieren, analysieren und visualisieren (*disy GmbH*). Auf Basis von *Cadenza* können mit der Geodatenbanken wie *PostgreSQL* oder *ORACLE* auch komplexere Fachschalen selbst entwickelt werden.

8.2 Beschreibung des Projektfalls

Die in der Fallstudie verwendeten Verkehrsdaten stammen aus einer umfangreichen Verkehrserhebung, die am Donnerstag, den 05.02.2009 durch das Planungsbüro VIA eG in Köln für die Stadt Bergisch Gladbach durchgeführt wurde. Die Zahlen wurden durch die Stadt Bergisch Gladbach zur Verfügung gestellt. Aus dieser Verkehrserhebung wurden drei Knoten ausgewählt, die in einer Reihe an der Straße Schnabelmühle bzw. Hauptstraße liegen (siehe Abb. 8-1).



Abb. 8-1 Lage der ausgewählten Knoten (Karte aus Google Map)

Die folgenden Abbildungen zeigen eine Übersicht über die berücksichtigten Verkehrsknoten und deren Knotenströme. Die rechten Abbildungen zeigen schematisch die Fahrbeziehungen an den Knoten. Gesperrte Fahrbeziehungen sind in rot dargestellt.

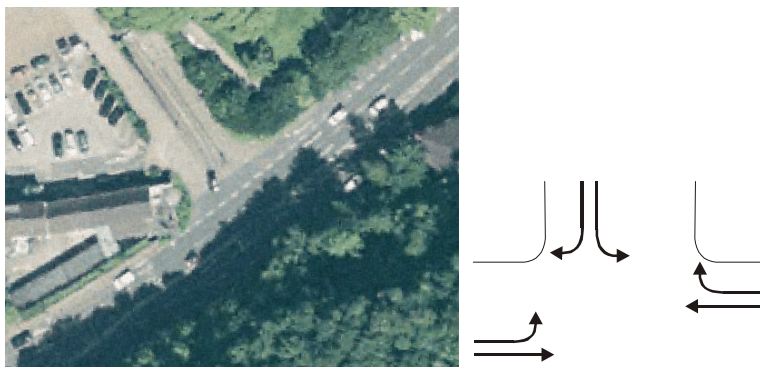


Abb. 8-2 Schnabelsmühle / Maria-Zanders-Anlage (GEObasis.nrw)

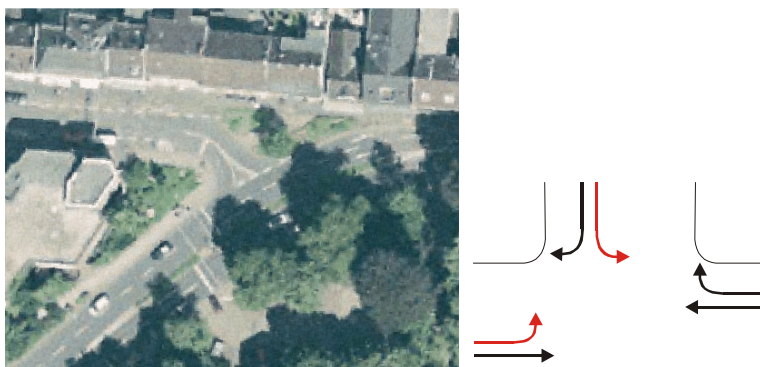


Abb. 8-3 Schnabelsmühle / Hauptstraße(GEObasis.nrw)

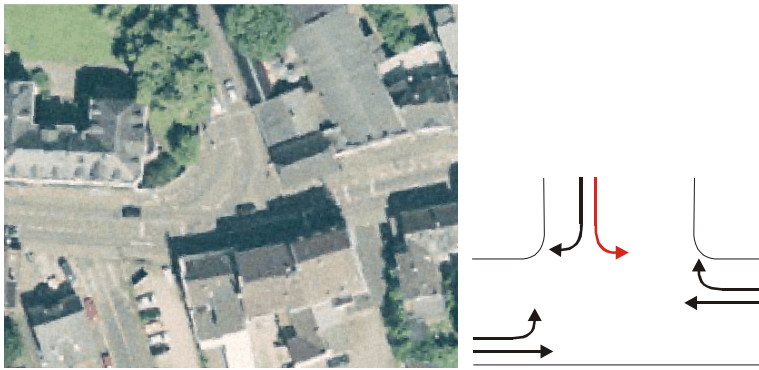


Abb. 8-4 Hauptstraße / Odenthaler Straße (GEObasis.nrw)

Neben den Knotenströmen werden für die Fallstudie zudem Verkehrszahlen für die freie Strecke (Streckenabschnitt) zwischen den Knoten genutzt. Diese wurden im Rahmen der Verkehrszählung nicht direkt erhoben, können aber indirekt ermittelt werden, indem die Verkehrszahlen der Knotenströme aggregiert werden. So entspricht die Summe der Fahrzeuge, die an einem Ast in ein Knoten einfahren, der Querschnittsbelastung der Fahrbahnrichtung eines Astes bzw. des Streckenabschnittes.

Die folgende schematische Darstellung stellt die Streckenabschnitte dar, für die Verkehrszahlen getrennt nach Hin- und Rückrichtung ermittelt wurden.

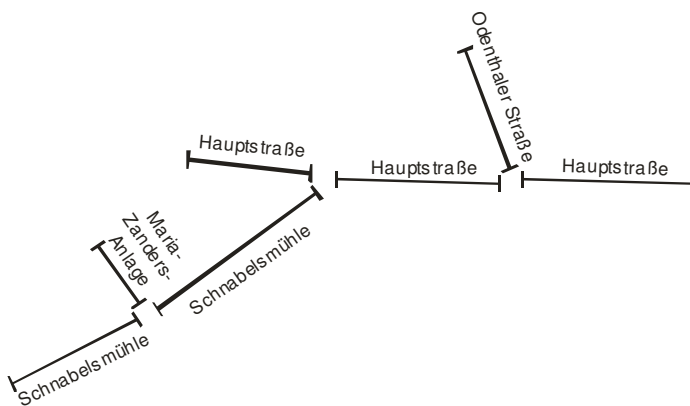


Abb. 8-5 Berücksichtigte Streckenabschnitte in Fallstudie

8.3 Einrichtung der Geodatenbank

Die Einrichtung der Datenbank erfolgte in zwei Stufen.

8.3.1 Transformation in das physische Datenmodell

In der ersten Stufe werden die für die Fachschale und die Datenbasis relevanten Teile aus dem Datenmodell von *OKSTRA kommunal* analysiert und einer *PostgreSQL*-Datenbank transformiert. Das physische Datenmodell umfasst den Teil des Knoten-Kanten-Modells, der für die Verwaltung der Knoten (ergo Verkehrsknoten) und Kanten

(Straßenabschnitten) und die Verortung von Objekten auf den Kanten (Straßenelementpunkt) notwendig sind (siehe Kap. Abb. 5-2).

Aus dem Teil Verkehrswegebezug (siehe Abb. 7-2) wird der Bereich transformiert, der zur Verwaltung von Rohzählwerten notwendig ist. Dies sind die Objekte Verkehrsstärkenwert / Rohzählwert, sowie Verkehrsnutzungsgruppe mit Gewichtungsfaktor. Aus dem Teilmodell Verkehrswegbezug werden die Objekte ins physische Modell transformiert die zur Verwaltung von Knotenströme und Verkehrszahlen auf freier Strecke notwendig sind. Für Zeitangaben wird das Teilmodell *Allgemeine Objekte – Zeitraum* (siehe Abb. 5-2) komplett übernommen.

8.3.2 ETL-Prozess zur Übernahme der Geodaten (Knoten-Kanten-Modell)

Die zweite Stufe umfasst den ETL-Prozess zum Einspielen der Geobasis- und Sachdaten in die Datenbank.

Als Geobasisdaten für das Knoten-Kanten-Modell wurde auf das frei verfügbare Netz von Open-Street-Map (<http://www.openstreetmap.de/>) zurückgegriffen. Aus Open-Street-Map wird ein etwa 5x3 km großes Teilnetz extrahiert und in die PostgreSQL übernommen.

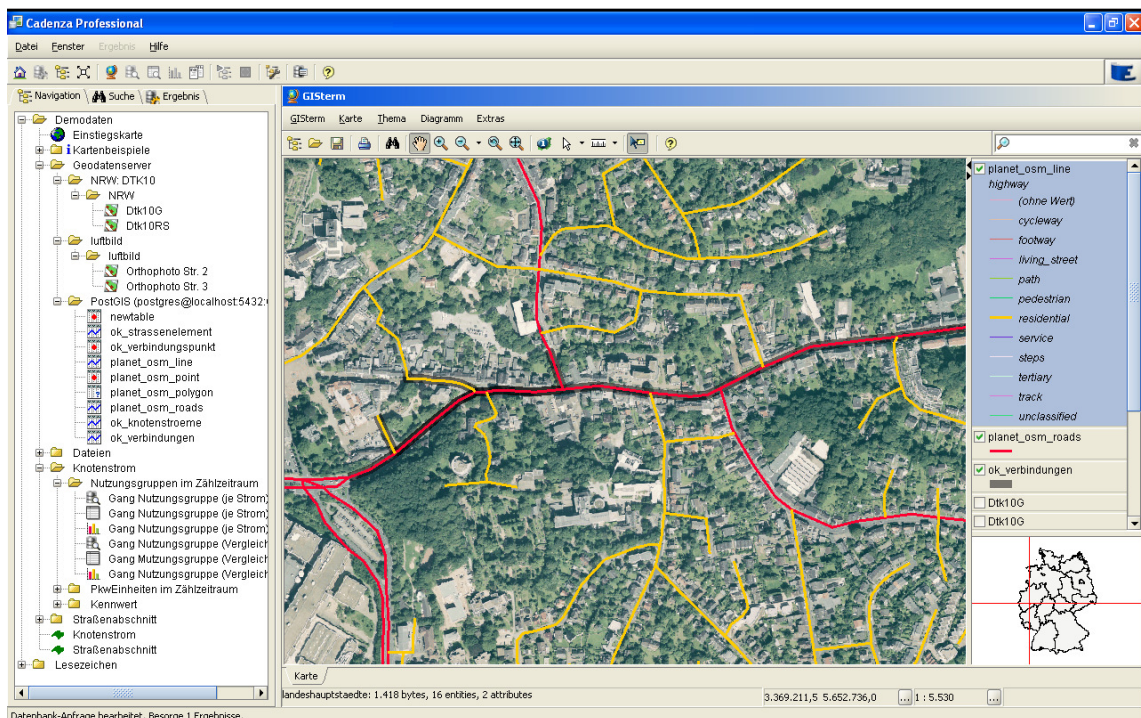


Abb. 8-6: Teilnetz aus Open-Street-Map (rot: übergeordnetes Straßennetz, orange: untergeordnetes Straßennetz)

Da es sich beim OSM-Netz um Spaghetti im Sinne eines Knoten-Kanten-Modells handelt, werden die beiden OSM-Netze *Roads* und „Line“ über Transformationsprozesse (PL/pgSQL-Funktionen) vereinigt und als Kanten (entspricht im *OKSTRA kommunal* dem Straßenelement) übernommen. Zusätzlich werden über PL/pgSQL-Funktionen aus dem Liniennetz Knoten (entspricht im *OKSTRA kommunal* einem Verbindungspunkt) erzeugt.

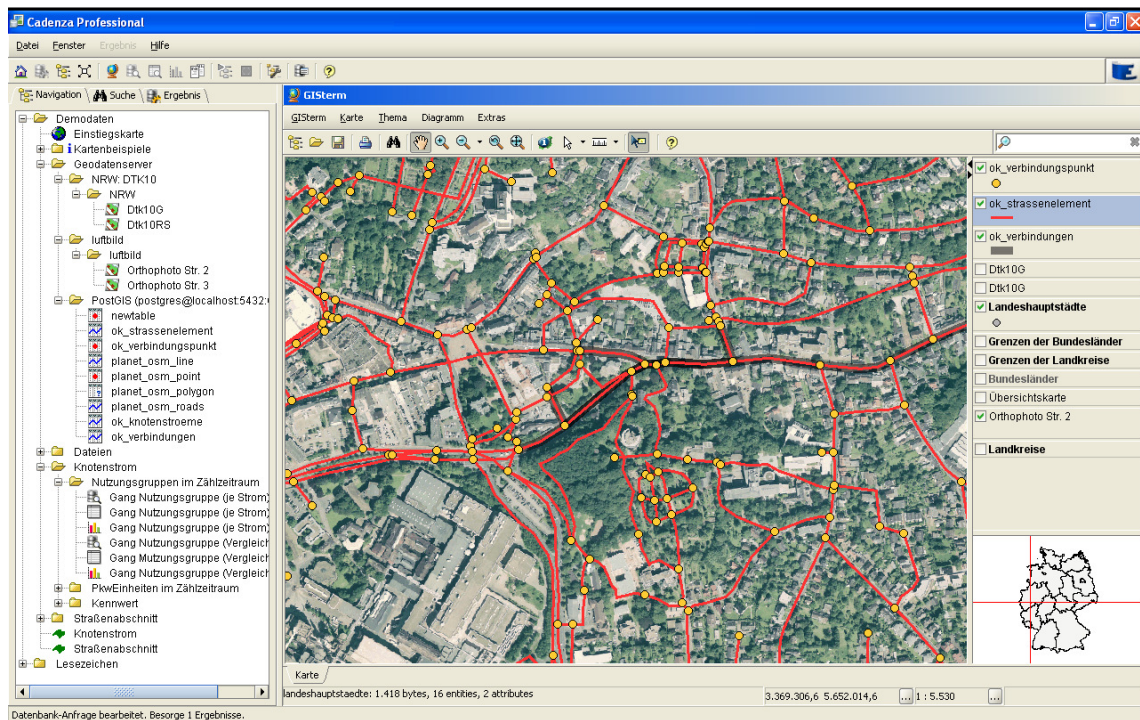


Abb. 8-7: Das QSM-Netz im Knoten-Kanten-Modell von *OKSTRA kommunal*

8.3.3 ETL-Prozess zur Übernahme der Sachdaten

Die Sachdaten lagen in Form von *EXCEL*-Tabellen vor. In jeder Tabelle sind die Zähl-ergebnisse eines einzelnen Knotenstroms in den Zählzeiträumen 6-10h oder 15–19 h in Viertelstundenwerten aufgelistet. In der Zählung wurden sechs verschiedene Nutzungsgruppen erfasst: Pkw (Fzg <3,5t), Lkw (Fzg. > 3,5 t), Sattelzug, Bus, Krad (Kraftrad) und Fahrrad.

Die Ergebnisse werden als Anzahl Fahrzeuge und in gewichteten PkwEinheiten ausgegeben. Von den beiden Werten werden die Angaben in Anzahl Fahrzeugen in die Datenbank übernommen. Dazu werden PL/pgSQL-Funktionen geschrieben, die die Verteilung der Informationen auf die verschiedenen Tabellen übernehmen.

Innerhalb dieses Prozesses werden die Berechnungen zur Erzeugung der Werte für die Straßenabschnitte aggregiert. Auch hier liegen die Werte viertelstündlich für die beiden Zählzeiträume und für die sechs Nutzungsgruppen vor.

Insgesamt wurden für Knotenströme und die Straßenabschnitte 5.184 Zählwerte in die Datenbank aufgenommen.

Verkehrszählung am Donnerstag, den 05.02.2009

Knoten Nr. 7: Hauptstraße / Hauptstraße / Odenthaler Straße

Zufahrt 1

von Hauptstraße in Hauptstraße (Geradeaus)

Belastungs-Matrix		von	15:00	15:15	15:30	15:45	16:00	16:15	16:30	16:45	17:00	17:15	17:30	17:45	18:00	18:15	18:30	18:45	19:00	15:00	Spitze	Σ	
STROM 2		bis	15:15	15:30	15:45	16:00	16:15	16:30	16:45	17:00	17:15	17:30	17:45	18:00	18:15	18:30	18:45	19:00	19:00				
PKW	Anzahl		122	145	129	146	178	166	159	176	138	172	162	134	132	147	133	131	2370	679	2370	Anzahl	
	Faktor 1,0 PKW-E		122,0	145,0	129,0	146,0	178,0	166,0	159,0	176,0	138,0	172,0	162,0	134,0	132,0	147,0	133,0	131,0	2370	679,0	2370	PKW-E	
LKW	Anzahl		4	0	1	0	2	2	0	2	1	0	0	1	0	0	0	0	13	6	13	Anzahl	
	Faktor 1,5 PKW-E		6,0	0,0	1,5	0,0	3,0	3,0	0,0	3,0	1,5	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	20	9,0	20	PKW-E	
Sattelzug	Anzahl		1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	1	5	Anzahl	
	Faktor 2,0 PKW-E		2,0	2,0	0,0	2,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	10	2,0	10	PKW-E	
BUS	Anzahl		1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	2	0	1	1	0	13	3	13	Anzahl	
	Faktor 1,5 PKW-E		1,5	1,5	1,5	1,5	0,0	1,5	1,5	1,5	0,0	1,5	1,5	3,0	0,0	1,5	1,5	0,0	20	4,5	20	PKW-E	
KRAD	Anzahl		1	2	3	2	1	0	1	2	0	0	4	0	0	1	0	2	19	4	19	Anzahl	
	Faktor 1,0 PKW-E		1,0	2,0	3,0	2,0	1,0	0,0	1,0	2,0	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	1,0	0,0	2,0	19	4,0	19	PKW-E	
FAHRRAD	Anzahl		0	2	1	2	1	2	2	2	4	3	0	0	1	1	1	1	23	7	23	Anzahl	
	Faktor 0,5 PKW-E		0,0	1,0	0,5	1,0	0,5	1,0	1,0	1,0	2,0	1,5	0,0	0,0	0,5	0,5	0,5	0,5	12	3,5	12	PKW-E	
VERKEHRSTÄRKE (o. Fahrrad)			129	149	134	150	182	169	161	181	139	173	167	137	132	149	134	134	2420	692	2420	Kfz	
			133	151	135	152	184	171	162	183	140	174	168	139	132	150	135	135	2438	699	2438	PKW-E	

LFW = Lieferwagen und leichte Lkw (bis 3,5 t zulässiges Gesamtgewicht)

LKW = Lastkraftwagen über 3,5 t zulässiges Gesamtgewicht und Lastzüge

SFZ = Sonderfahrzeuge (z.B. Baumaschinen)

BUS = Omnibusse mit mehr als 9 Sitzplätzen

Kfz = Alle motorisierten Fahrzeuge (ohne Fahrrad)

Planungsbüro VIA eG

Stadt Bergisch Gladbach

Verkehrszählung Knoten Nr. 7: Hauptstraße / Hauptstraße / Odenthaler Straße

Verkehrszählung am Donnerstag, den 05.02.2009

Abb. 8-8: Beispiel eines übernommenen Zählbogens

8.4 Darstellung der Fachschale

Die Auswahl der zu berücksichtigenden Objekte erfolgt in *Cadenza pro 2010* über die kontextsensitive Abfrage. Das Cadenza-Repository wurde so eingestellt, dass die Zählergebnisse der einzelnen Nutzungsgruppen (Pkw, Lkw usw.) eines Knotenstroms anhand

- des Verkehrsknoten,
- des Erhebungsdatums (Tag der Zählung),
- des Knotentroms

ausgewählt werden kann. Optional ist zudem die Ausgabe der Zählergebnisse auf bestimmte Nutzungsgruppen einzuschränken.

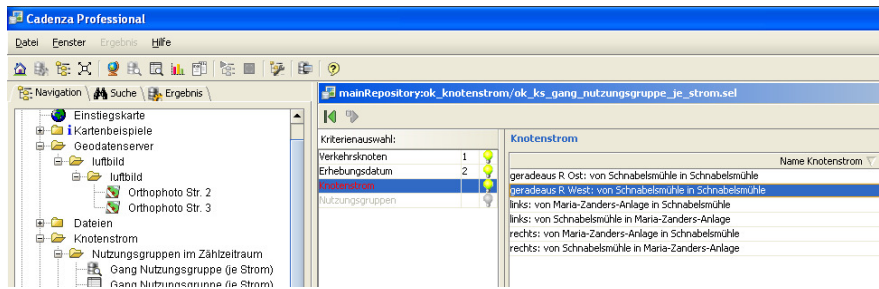


Abb. 8-9: Auswahl eines Knotenstrom mit Cadenza pro 2010

8.4.1 Ausgabe von Zählwerten an Dritte

Über die kontextsensitive Suche können die viertelstündlichen Zählergebnisse eines Knotenstroms anhand einer pivotierten Tabelle ausgegeben werden. Die einzelnen Zeilen entsprechen den jeweiligen Nutzungsgruppen, die Spalten zeigen der Zeitpunkt der Erfassung.

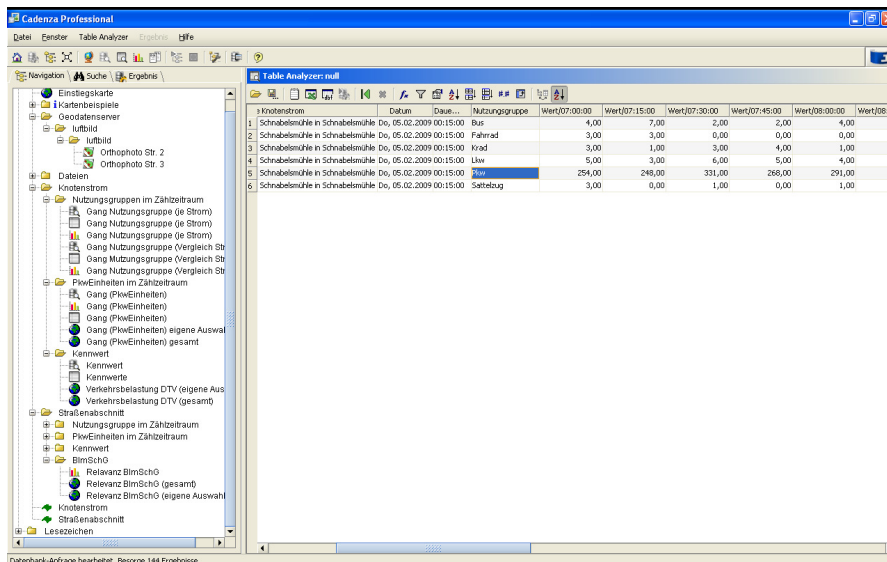


Abb. 8-10: Ausgabe von Zählergebnissen in tabellarischer Form

Die Ergebnisse können auch als Diagramme ausgegeben werden. Man erkennt, dass bei diesem Knotenstrom (Knoten Hauptstraße / Odenthaler Straße: Strom geradeaus aus der Hauptstraße in die Hauptstraße in Richtung West) die Pkws doch die eindeutige Überzahl darstellen. Die anderen Verkehrsarten spielen eine untergeordnete Rolle.

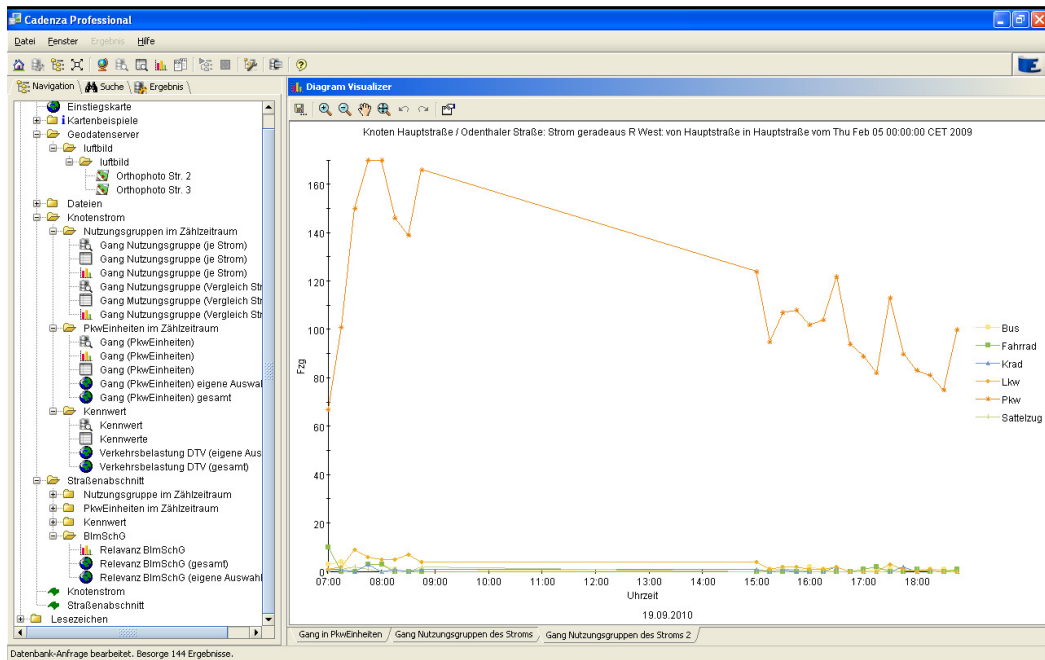


Abb. 8-11: Ausgabe von Zählergebnissen als Diagramm

Die Zählung erfolgte zwischen 7:00 h und 9:00 sowie zwischen 15:00 h und 19:00 h. Die gerade Linie im Diagramm stellt den Zeitraum dar, in dem keine Zähldaten vorliegen.

8.4.2 Ausgabe von Spitzenstundenwerten

In Leistungsfähigkeitsuntersuchung an Verkehrsknoten wird untersucht inwiefern Knoten eine aktuelle bzw. eine zukünftige Verkehrsbelastung abwickeln können. Zumeist wird ein Knoten anhand der vorhandenen Spitzenbelastung überprüft. In der Fachschule können die Werte für die Spitzenstunde in PkwEinheiten ausgegeben werden.

Table Analyzer: Knotenstrom/PkwEinheiten im Zählzeitraum/Untersuchung Spitzenstunde/Spitzenstunde (PkwEinheiten)

Knoten Namen	Name Knotenstrom	Datum	Summe(Wert)
1 Hauptstraße / Odenthaler Straße geradeaus R. Ost: von Hauptstraße in Hauptstraße		Do, 05.02.2009	591,50
2 Hauptstraße / Odenthaler Straße geradeaus R. West: von Hauptstraße in Hauptstraße		Do, 05.02.2009	386,50
3 Hauptstraße / Odenthaler Straße links: von Hauptstraße in Odenthaler Straße		Do, 05.02.2009	452,50
4 Hauptstraße / Odenthaler Straße links: von Odenthaler Straße in Hauptstraße		Do, 05.02.2009	0,00
5 Hauptstraße / Odenthaler Straße rechts: von Hauptstraße in Odenthaler Straße		Do, 05.02.2009	138,00
6 Hauptstraße / Odenthaler Straße rechts: von Odenthaler Straße in Hauptstraße		Do, 05.02.2009	471,00

Abb. 8-12: Ausgabe der Spitzenstunden als Tabelle

8.4.3 Ausgabe einer Verkehrsstärkenkarte

Für informative Zwecke werden häufig Verkehrsstärkenkarten ausgegeben, die die DTV-Werte beinhalten.

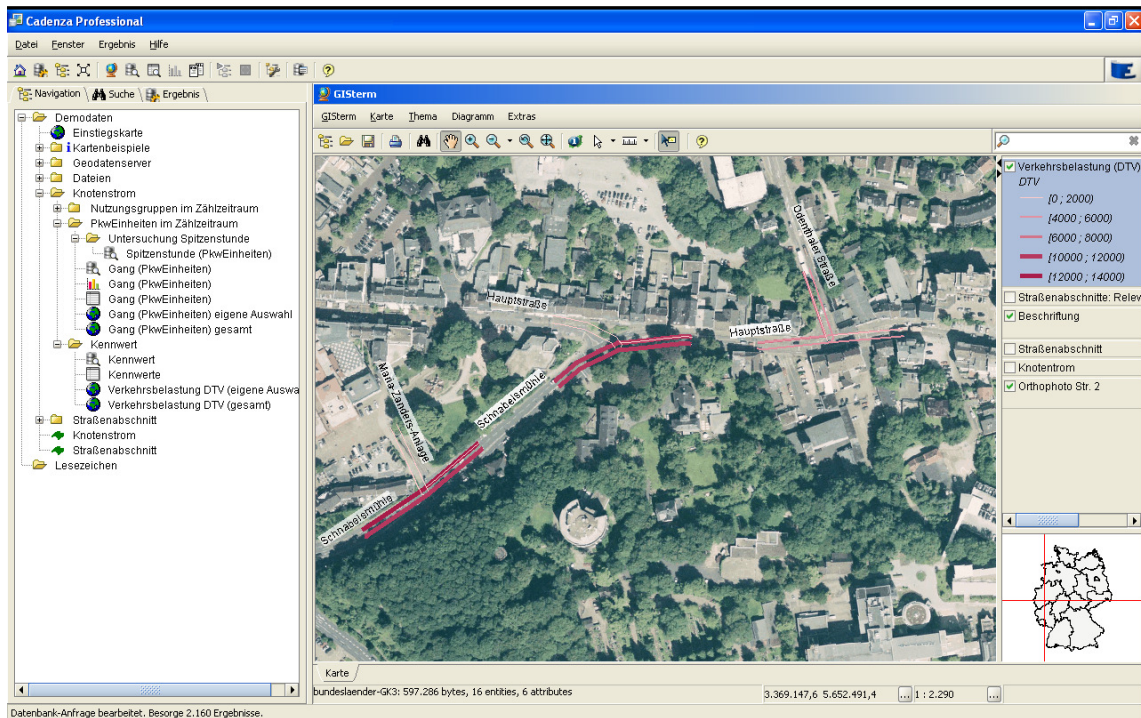


Abb. 8-13: Verkehrsstärkenkarte für Knotenströme

8.4.4 Untersuchung gemäß europäischer Umgebungslärmrichtlinie

Die Umgebungslärmrichtlinie klassifiziert Straße gemäß ihrer Verkehrsbelastung. Straßenabschnitte unter über drei Millionen Fahrzeugbewegungen im Jahr gelten als Hauptverkehrsstraßen, für Straßenabschnitte mit über sechs Millionen Fahrzeugbewegungen pro Jahr müssen Lärmaktionspläne erstellt werden. Mit der Fachschule erhält man schnell eine Übersicht über die betreffenden Straßen.

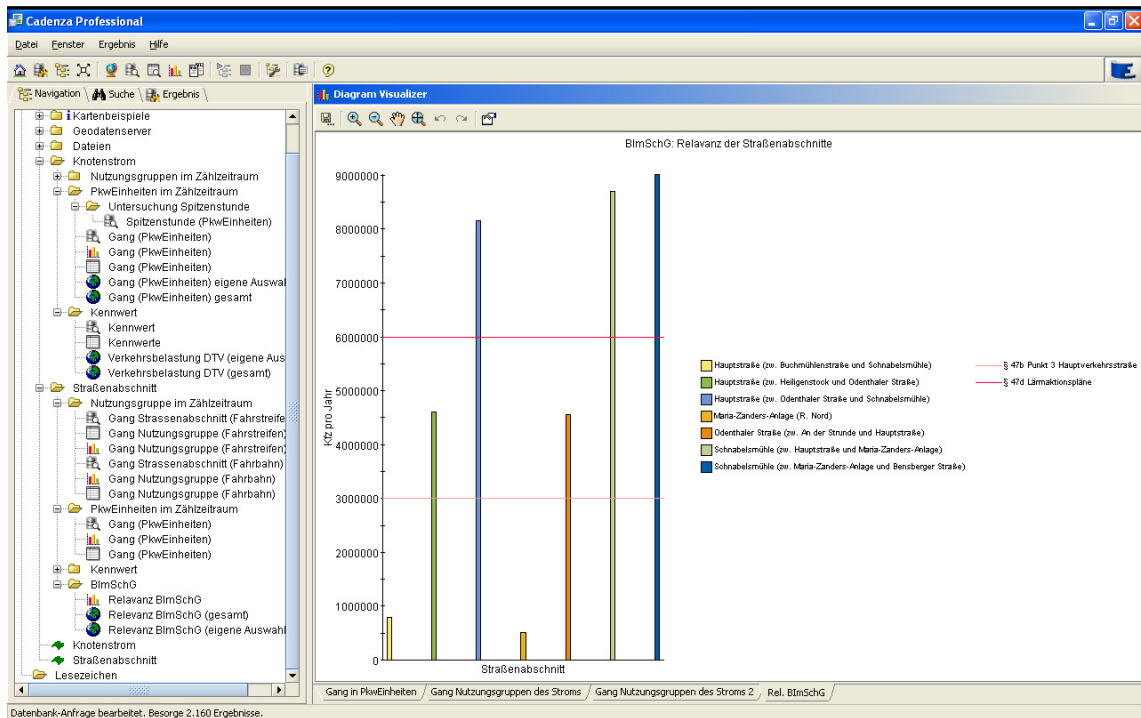
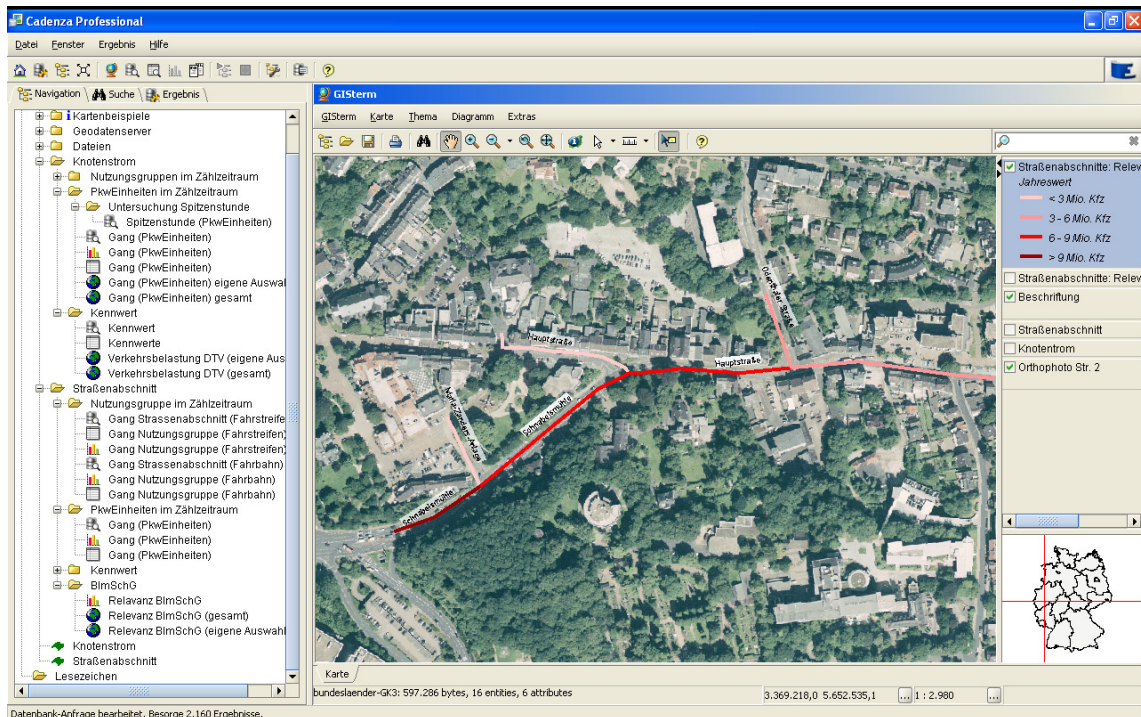


Abb. 8-14: Diagramm mit den Straßenabschnitten und deren jährlichen Belastung

Die Ausgabe der verschiedenen Klassen ist auch in thematischen Karten möglich.



9 Zusammenfassung, Diskussion und Ausblick

Diese hier vorliegende Arbeit befasst sich mit einem Teilbereich des Themenfeldes Modellierung und semantische Interoperabilität von Geodaten. Den Schwerpunkt der Arbeit bildet dabei die Entwicklung eines Fachdatenmodells zum Austausch von Verkehrsstärken und ist damit interdisziplinär angelegt.

Nach einer allgemeinen Einführung in die Themen GIS, Datenmodellierung und Interoperabilität liegt der Schwerpunkt in der Diskussion der Zusammenhänge zwischen Verkehrsstärken im verkehrswissenschaftlichen Kontext sowie deren Berücksichtigung in aktuellen Datenmodellen. Es wird gezeigt, dass Verkehrsstärken einen multidimensionalen Charakter aufweisen

Verkehrsstärken sind zeitlich höchst flexible. Von Rohzählwerten, die für eine Viertelstunde an einem bestimmten Tag im Jahr erhoben werden, bis zu aggregierten Verkehrsstärkenwerten, wie Jahreswerten, die im Zuge der europäischen Umgebungslärmrichtlinie zur Klassifizierung von Straßen benötigt werden. Zudem können Verkehrsstärken als IST-Wert oder als Prognosewert vorliegen, um z.B. Auswirkungen von Änderungen an der Straßeninfrastruktur darzustellen.

Abhängig vom Untersuchungsfeld können Verkehrsstärken unterschiedliche Raumbezüge aufweisen. Da sich die Arbeit auf den fließenden Verkehr beschränkt, werden die Bezüge zu Straßen- sowie Straßenquerungen (von Fußgängern), Knotenströmen, Routen (z.B. Kordonwerte) herausgearbeitet.

Die inhaltliche Dimension eines Verkehrsstärkenwerts umfasst die in dem Wert berücksichtigten Fahrzeuge (Pkw, Lkw usw.) oder auch Fußgänger. Rohzählwerte können auf einzelne Fahrzeugtypen wie Personenkraftwagen oder Radfahrer gemünzt sein, während in aggregierten Verkehrsstärken wie der *DTV* Fahrzeugtypen zusammengefasst werden.

Im Weiteren wird untersucht, wie bestehende Datenmodelle mit dem Thema Verkehrsstärken umgehen und welche Vorgaben bestehen. So zeigt sich, dass es zwar Vorgaben der EU zu diesem Thema in der *INSPIRE*-Richtlinie gibt, diese Vorgaben aber durch den "widely reused – widely referenced"-Ansatz einen geringen Bezug zum Themenfeld Austausch von Verkehrsstärken aufweisen.

Desweiteren werden bereits bestehende Verkehrsmodelle darauf untersucht, inwiefern diese Verkehrsstärken berücksichtigen und unterstützen. Diese Modelle sind das Geo-

graphic Standard Model (*GDF*) in Navigationssystemen, die Anweisung Straßenbank (*ASB*) der deutschen Straßenbauverwaltungen mit dem Objektkatalog für das Straßen- und Verkehrswesen (*OKSTRA*) als Austauschmodell sowie das kommunale *OKSTRA*-Modell.

Es zeigt sich, dass das Thema Verkehrsstärken in den meisten Modellen kaum Berücksichtigung findet. *INSPIRE* weist gar keinen Bezug zu Verkehrsstärken auf, die *GDF* nur marginal indem diese empfiehlt nur Tageswerte als Attribut zu verwalten.

Die Modelle für die deutschen Straßenbauverwaltungen der Länder wie *ASB / OKSTRA* weisen ein Teilmodell auf, das sich explizit mit Verkehrsstärkenwerten beschäftigt. Die Analyse hat ergeben, dass sich dieses Teilmodell stark auf die Erhebung und Auswertung von Straßenverkehrszählungen der Straßenbauverwaltungen der deutschen Bundesländer konzentriert.

OKSTRA kommunal als letztes untersuchtes Verkehrsmodell ist noch relativ neu. Bei der Entwicklung des Modells wird der Ansatz verfolgt, einen Objektkatalog für den Datenaustausch zu entwickeln, der sich stärker an den Bedürfnissen der kommunalen Träger orientiert. Die Entwicklung ist dabei offen angelegt. Die Basis des bestehenden Modells bildet das Netzmodell (*Knoten-Kanten-Modell*) mit noch wenigen Teilmodellen, in denen verkehrsbezogene Sachinformationen verwaltet werden können, kann aber um weitere Teilmodelle erweitert werden.

Die Untersuchung zeigt, dass in keinem der untersuchten Modelle eine Verwaltung von Verkehrsstärken möglich ist,

Die Untersuchung ergibt, dass der *OKSTRA* das einzige untersuchte Modell ist, mit dem ein Datenaustausch zwischen verschiedenen Systemen möglich ist. Um ein Teilmodell umzusetzen, das dem multidimensionalen Charakter von Verkehrsstärken Rechnung trägt, ist der *OKSTRA kommunal* besser geeignet, da dessen Teilmodelle auf kommunale Ansprüche abgestimmt sind, die auch beim Austausch von Verkehrsdaten angesetzt werden.

Auf Basis der Voruntersuchungen wird ein Teilmodell im *OKSTRA kommunal* umgesetzt, das den Austausch von Verkehrsstärken erlaubt und den multidimensionalen Charakter von Verkehrszahlen unterstützt. Das Modell wird mit der *OKSTRA kommunal*-Bezeichnung Verkehrsdaten in UML umgesetzt, die die Standardsprache zur Modellierung im *OKSTRA kommunal* ist.

Das Modell besteht aus zwei UML-Diagrammen. Das Diagramm Verkehrsstärke umfasst den Teil zur Verwaltung von Rohzählwerten und aggregierten Verkehrsstärken. Folgende Informationen werden mit dem Modell verwaltet:

- Der Zeitbezug eines Verkehrswertes kann sekundengenau bestimmt werden.
- Jedem Wert kann zugeordnet werden, welche Fahrzeuge und Fahrzeuggruppen in ihm enthalten sind.
- Bei aggregierten Werten kann die Arte der Aggregation angegeben werden (*DTV*, *MSV* oder Kenngrößen aus anderen Richtlinien usw.)
- Werte können in größere Gruppen zusammengefasst werden, um komplette Zählprojekte oder Zählwerte aus Simulationen auszutauschen.

Im zweiten UML-Diagramm ist der Raumbezug dokumentiert. Für jeden Verkehrswert kann angegeben werden, welchen Bezug er auf den Verkehrsweg hat. Das Modell umfasst folgende Bezüge:

- Straßenabschnitt auf freier Strecke
- Knotenstrom an Standardkreuzungen oder an Kreisverkehren
- Kordonstrom z.B. durch ein Untersuchungsgebiet, wenn die Ein- und Ausfahrt in das Untersuchungsgebiet bestimmbar ist, aber nicht der genaue Weg durch das Untersuchungsgebiet
- Querungen von Fußgänger (als Beispiel)

Es zeigte sich, dass das *OKSTRA kommunal* Modell besonders für die Erweiterung geeignet ist. In das neue Teilmodell konnten einige bereits bestehende Modellteile integriert werden. Der Verkehrswegbezug wurde auf Basis des Knoten-Kanten-Modells entwickelt, der Zeitbezug für die Rohzählwerte bzw. aggregierten Verkehrswerte konnte auf das Teilmodell Zeitraum bezogen werden. Eine Überarbeitung des bestehenden Modells ist nur in einem geringen Maße, durch die Erweiterungen von Schüssellisten, notwendig.

Für die praktische Umsetzung wird vom Themenfeld des interoperablen Datenaustauschs abgewichen. Das konzeptuelle UML-Modell wird als physisches Datenmodell in einer PostgreSQL-Datenbank umgesetzt und mit realen Rohzählwerten zu Knotenströmen und Straßen aus einer Verkehrszählung in Bergisch Gladbach gefüllt. Als Auswer-

tesystem wird Cadenza 2010 der Firma disy GmbH aus Karlsruhe genutzt, auf dessen Basis eine Fachschale entwickelt wird. Die Fachschale zeigt die Leistungsfähigkeit des Modells. Verschiedene Abfragen und Aggregationen sind möglich, um Verkehrswerte tabellarisch, in Diagrammen (Tagesgängen) oder als Verkehrsstärkenkarten auszugeben.

Das Teilmodell ist als offizieller Änderungsantrag von der *OKSTRA kommunal* Pflegestelle (<http://www.kim-strasse.de/>) angenommen worden, die den Antrag an den Beirat zur Prüfung weitergeleitet hat.

Der Änderungsantrag befindet sich zudem im Anhang 6, kann aber auch unter

http://www.kim-strasse.de/fileadmin/OKSTRAkomm_Pflegprozess/A005.pdf

heruntergeladen werden (Stand 25.09.2010).

Literaturverzeichnis

- Bast** Straßenverkehrszählung 2005. Methodik. [Buch]. - Bergisch Gladbach : bast, 2009. - Bd. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen. Verlehrstechnik. Heft V 179..
- Bundesanstalt für Straßenwesen** VBUS - Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm an Straßen [Online]. - 2009. - 19. 09 2009. - http://www.bast.de/nn_42742/DE/Aufgaben/abteilung-v/referat-v3/vbus/vbus.html.
- Bundesanstalt für Straßenwesen** Verkehrsdaten [Online] // Verkehrsdaten aus Deutschland. - 08 2008. - 19. 09 2009. - http://www.bast.de/cIn_007/nn_39112/DE/Statistik/Verkehrsdaten/Downloads/verkehrsdaten,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/verkehrsdaten.pdf.
- Bundesanstalt für Straßenwesen** Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm an Straßen VBUS [Online] // VBUS - Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm an Straßen. - 05 2006. - 19. 09 2009. - www.bast.de/nn_42742/.../vbus/.../berechnungsmethode.pdf.
- Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung** ASB - Anweisung Straßeninformationsbank, Teilsystem: Bestandsdaten. [Buch]. - 2009. - Bd. Version 2.01.
- Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung** ASB. Anweisung Straßeninformationsbank. Teilsystem Netzdaten. [Online] // Bast. - 05 2009. - 2.01. - 02. 05 2010. - http://www.bast.de/nn_42642/DE/Publikationen/Downloads/downloads/asb-netzdaten,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/asb-netzdaten.pdf.
- Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung** Verkehr in Zahlen 2008/2009 [Buch]. - Bonn : [s.n.], 2008. - Bd. 37. Jahrgang.
- Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen** Verkehrsstärken auf Autobahnen und Bundesstraßen -Gesamtverkehr-. // Straßenverkehrszählung 2000.. - Berlin : [s.n.], 2000.
- CEN Technical Committee** Geographic Data Files [Online] // www.ertico.com. - 1. 11 1995. - 3.0. - 27. 09 2009. - <http://www.ertico.com/download/misc/GDF/TOC1-5.pdf>.
- Commission of the european communities** Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council of 14 March 2007 establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE) [Online]. - 04. 12 2008. - 21. 03 2010. - <http://eur-lex.europa.eu/JOHtml.do?uri=OJ:L:2007:108:SOM:EN:HTML>.
- Cutin Kevin [et al.]** ArcGIS Transportaion Model (UNETRANS) [Buch]. - 2003.
- Das Europäische Parlament und der Rat der Europäischen Union** Richtlinie 2002/49/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Juni 2002 über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm [Online]. - 25. 06 2002. - 02. 09 2010. - <http://www.umweltbundesamt.de/laermprobleme/publikationen/200249EG.pdf>.
- Der Bundesminister für Verkehr** Empfehlung für Verkehrserhebungen (EVE 91). [Buch]. - Bonn : [s.n.], 1992.
- Der Bundesminister für Verkehr** Richtlinie für den Lärmschutz an Straßen [Buch]. - Köln : [s.n.], 1990.
- Deutschland online - Standardisierung** XÖV-Handbuch [Online]. - Deutschland online, 17. 08 2009. - (Version 1.0 draft). - 27. 03 2010. - http://www.standardisierung.deutschland-online.de/Standardisierung_Internet/binarywriterservlet?imgUid=c60571c3-cd08-3216-88d9-41ac0c2f214a&uBasVariant=22222222-2222-2222-2222-222222222222.
- Deutschland online** Deutschland-Online Vorhaben "Standardisierung" [Online]. - 2010. - 21. 03 2010. - http://www.deutschland-online.de/DOL_Internet/broker.jsp?uMen=fae10482-4b88-e011-4fbf-1b1ac0c2f214.
- Deutschland online** XÖV-Vorhaben [Online]. - 2010. - 21. 03 2010. - <http://www.standardisierung.deutschland->

online.de/Standardisierung_Internet/broker.jsp?uMen=9e360b14-1ec8-a611-4fbf-1b1ac0c2f214.

Deutschland online XStrasse [Online]. - 2010. - 21. 03 2010. -

<http://www.standardisierung.deutschland->

online.de/Standardisierung_Internet/broker.jsp?uMen=1662048b-8aa3-6621-688d-941ac0c2f214.

DIN • Systematik der Starßenfahrzeuge – Begriffe für Kraftfahrzeuge, Fahrzeugkombinationen und Anhängfahrzeuge [Buch]. - Berlin : [s.n.], 2001-04.

disy GmbH Cadenza [Online]. - 17. 09 2010. - <http://www.disy.net/produkte/cadenza.html>.

EPISTLE Developing High Quality Data Models [Online]. - 27. 08 1996. - 2.0. - 11. 04 2010. - <http://www.matthew-west.org.uk/documents/princ03.pdf>.

ESRI ArcGIS® Data Interoperability [Online]. - 2006. - 21. 03 2010. -

<http://www.esri.com/library/brochures/pdfs/arcgis-datainteroperability.pdf>.

European Comission Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council of 14 March 2007 establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE) [Online] // INSPIRE Archive. - 25. 04 2007. - 21. 02 2010. -

<http://eur-lex.europa.eu/JOHtml.do?uri=OJ:L:2007:108:SOM:EN:HTML>.

European Comission INSPIRE Data Specification on Transport Networks - Guidelines [Online] // INSPIRE - Data Specifications. - 02. 10 2009. - 3.0.1. - 21. 02^ 2010. -

http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Data_Specifications/INSPIRE_DataSpecification_TN_v3.0.pdf.

Forschungsgesellschaft für Straßen- & Verkehrswesen Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen. [Buch]. - Köln : [s.n.], 2001.

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen Empfehlung für Radverkehrsanlagen ERA 95 [Buch]. - Köln : [s.n.], 1995.

Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen Empfehlungen für Verkehrserhebungen - EVE 91 [Buch]. - [s.l.] : Köln, 1991.

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen Hinweise zur Schätzung des Verkehrsaufkommens von Gebietstypen [Buch]. - Köln : [s.n.], 2006.

GEObasis.nrw Orthophotos [Online]. - 18. 09 2010. -

<http://www.gis2.nrw.de/wmsconnector/wms/luftbild?REQUEST=GetCapabilities&VERSION=1.1.0&SERVICE=WMS>.

Hessischen Straßen- und Verkehrsverwaltung Integration von Verkehrsplanung und räumlicher Planung. Grundsätze und Umsetzung Abschätzung der Verkehrserzeugung. [Buch]. - Wiesbaden : [s.n.], 2000. - Bde. Heft 42 - 2000.

Huber Dr. Martin OpenGIS® und verteilte Geoinformationsverarbeitung [pdf-File]. - Salzburg : Universität Salzburg, 2008. - Bde. Lektion 1: GIS-Interoperabilität und GIS-Standardisierung.

IDABC The Programme [Online]. - 2010. - 21. 03 2010. -

<http://ec.europa.eu/idabc/en/chapter/3>.

Intergraph The Geomedia Architecture Advantage [Online]. - Intergraph, 04 2002. - 21. 03 2010. -

http://spatialnews.geocomm.com/whitepapers/GeoMedia_Architecture_Advantage.pdf.

Kienberger Stefan Der Rückblick auf die Zeitachse bis heute [Digitale Begleitinformationen zum UNIGIS Master Studium]. - Salzburg : Universität Salzburg, 2008. - Bd. Modul 1: Einführung in die Geoinformatik.

Kirchfink Heribert [et al.] Integrierte kommunale Verkehrsnetzdokumentation.

Schlussbericht. [Online] // www.okstra.de. - 13. 02 2007. - 1.0. - 02. 10 2009. -

<http://www.okstra.de/docs/fops/fops0001.pdf>.

- König Dietmar** Objektkatalog für das Straßen- und Verkehrswesen Objektübersicht zum OKSTRA® [Online] // <http://www.okstra.de/>. - 11. 03 2002. - 1.00. - 26. 09 2009. - <http://www.okstra.de/docs/n-dokumente/n0019.pdf>.
- Longley P.A. [et al.]** Geographic Information Systems and Science [Buch]. - [s.l.] : John Wiley & Sons, Ltd, 2001.
- Moser Julia** Modellieren der realen Welt [Blackboard der Universität Salzburg]. - Salzburg : Universität Salzburg, 2008.
- Open Geospatial Consortium** Geography Markup Language [Online]. - OGC, 17. 04 2010. - 17. 04 2010. - <http://www.opengeospatial.org/standards/gml>.
- OsGEO** Feature Data Object [Online]. - OsGEO, 06. 12 2006. - 21. 03 2010. - <http://fdo.osgeo.org/history.html>.
- PG OKSTRA** Objektkatalog für das Straßen- und Verkehrswesen. Schema Dynamische Verkehrsdaten. [Online]. - 03. 09 2009. - 1.014. - 02. 04 2010. - <http://www.okstra.de/docs/1014/d012-1014.pdf>.
- Planungsbüro VIA eG** Verkehrs-Untersuchung Driescher Kreuz. Machbarkeitsstudie zur Kreisverkehrslösung. [Bericht]. - Köln : [s.n.], 2006.
- Planungsbüro VIA eG** Verkehrsuntersuchung Odenthaler Straße / Hauptstraße [Bericht]. - Köln : [s.n.], 2008.
- Portele Clemens und König Dietmar** Standardisierung graphischer Daten im Straßen- und Verkehrswesen. Teil 2 - Realisierung. Teilbericht B: Ergebnisse der Teilprojekte. [Online] // www.okstra.de. - 28. 01 2000. - 27. 09 2009. - http://www.okstra.de/docs/forschungsprojekt/b_teilprojekte.pdf.
- Schnabel Werner und Lohse Dieter** Grundlagen der Strassenverkehrstechnik und der Verkehrsplanung. [Buch]. - Berlin : [s.n.], 1997. - Bd. 1.
- SEMIC** What is SEMIC.EU? [Online]. - 2010. - 21. 03 2010. - http://www.semic.eu/semic/view/snnav/About_SEMIC/What-is-SEMIC-EU.xhtml.
- Straßenbauverwaltung Baden-Württemberg** Verkehrsstärkenkarte 2005 [Buch]. - 2007.

Anlage 1: Verkehrsnutzung und Verkehrsnutzungsgruppen

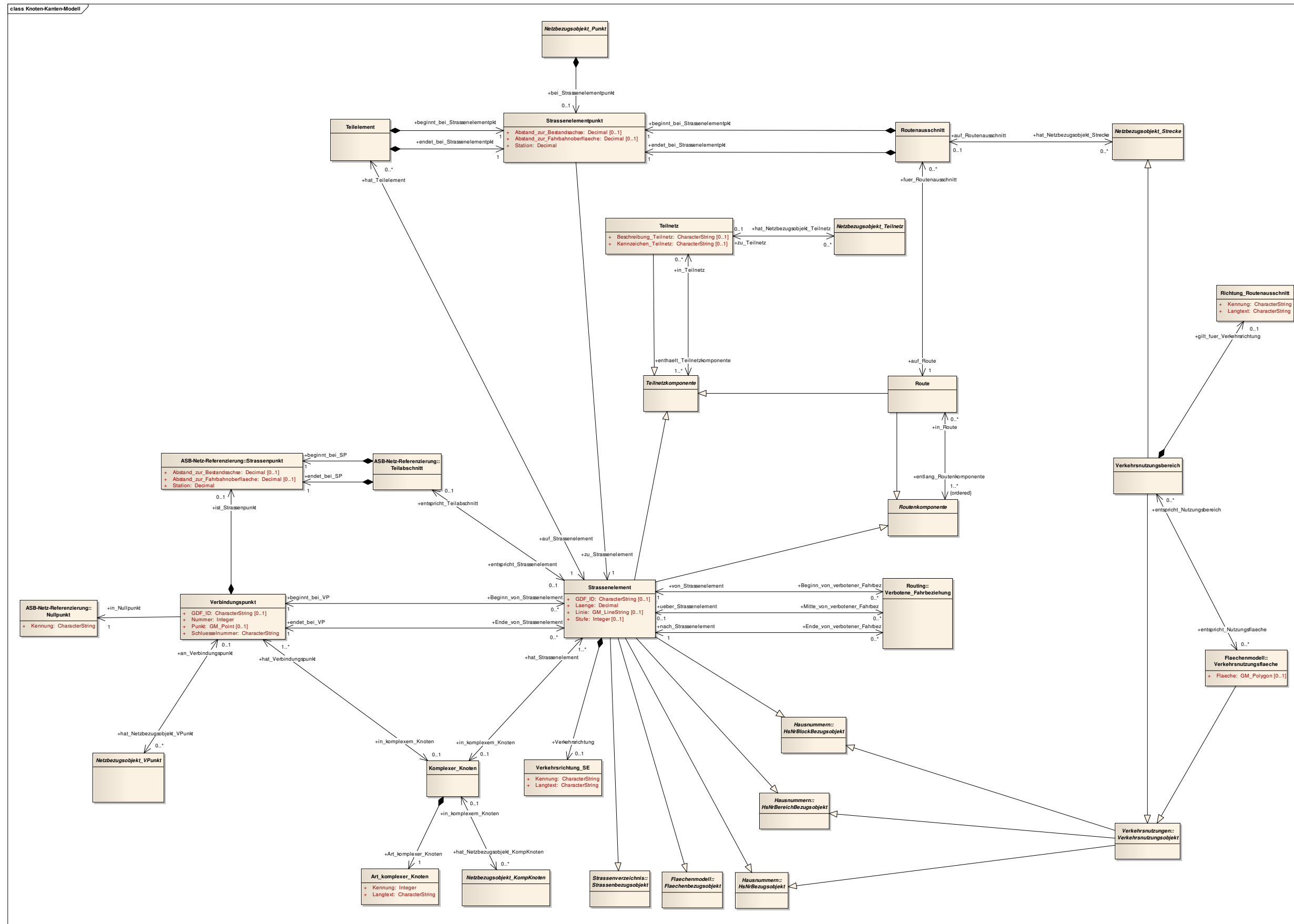
Bast	Technische Lieferbedingungen für Streckenstationen (TLS)	Pkw-ähnlich										Lkw-ähnlich																																						
		kein Schwerverkehr										Schwerverkehr (SV)																																						
Straßenverkehrszählung 2005	Fußgänger	Radfahrer	motorisierte Zweiräder	Pkw					Lkw <= 3,5 t					Kraftomnibusse					Lkw > 3,5 t	Lkw	Lkw m. A. / Sattelzug																													
				Kraftrad	Pkw	Pkw mit Anhänger	Kleintransporter	Bus	Bus	Bus	Bus	Bus	Bus	Bus	Bus	Bus	Bus	Bus	Bus	Bus	Bus																													
Lärm	RLS-90	Pkw										Lkw																																						
VBUS	Pkw										Lkw																																							
HBS 2001	Verkehrsmittelwahl	Individualverkehr										öffentlicher Verkehr					Individualverkehr																																	
Fahrzeugart	Krad										Pkw										Bus					Lkw					Lastzug																			
Bemessungsverkehrstärke	Kfz-Verkehr (ohne SV)										Schwerverkehr (SV)																																							
Verkehrszusammensetzung	Rad	Krad										Pkw										Lkw					Lz																							
Fahrzeuggruppe	Pkw										Lkw																																							
EVE 91	Fahrzeugart	Rad	Klein-kraftrad	Krad	Pkw					Bus					Lkw					Lz																														
Verkehrsmittel	zu Fuß	Fahrrad	Mofa/Moped	Motorrad/Motorroller	Pkw (als Fahrer/als Mitfahrer)					Taxi	Bus/O-Bus																																							
Personen-/Güterverkehr	Personenverkehr (PV)										Güterverkehr (GV)																																							
OKSTRA / ASB	Fahrzeugart	Krad										Pkw(grund)					Lieferwagen					Bus					Lkw					LkwA (grund)					Sattel-Kfz													
Fahrzeuggruppe	Pkw										PkwA										PkwÄ					LkwÄ					Kfz					PV					GV					SV				
GDF	Vehicle Type	Pedestrian	Bicycle	Moped	Motorcycle	Passenger Cars	High Occupancy Car	Taxi	Residential Car	Car with Trailer	Delivery Truck	Public Bus	Private Bus	Trolleybus	Transport Truck					Emergency Vehicle	Military Vehicle																													
INSPIRE	Vehicle Types		Bicycle	moped	motorcycle	passenger car	High Occupancy Vehicle	taxi		Car with Trailer	Delivery Truck	Public Bus	Private Bus	Trolleybus	schoolBus	Transport Truck					Emergency Vehicle	Military Vehicle																												
Art der Verkehrsnutzung	Fußgänger	Radfahrer	Mofa/Moped	Kraftrad	Personenkraftwagen	Pkw (> 3 Personen besetzt)	Taxi	Anwohnerfzg	Pkw mit Anhänger	Kleintransporter (>2,8 t)	Kleintransporter (>2,8 t) mit Anhänger	Linienbus (>3,5 t)	Reisebus (>3,5 t)	Oberleitungsbus	Schulbus	Lastkraftwagen (>3,5 t)	Lkw mit Anhänger (>3,5 t)	Lastzug/Sattelschlepper	RTW	Militärfz																														

Bast	Technische Lieferbedingungen für Streckenstationen (TLS)	Pkw-ähnlich										Lkw-ähnlich																																						
		kein SV										Schwerverkehr (SV)																																						
Straßenverkehrszählung 2005	Fußgänger	Radfahrer	motorisierte Zweiräder	Pkw					Lkw <= 3,5 t					Kraftomnibusse					Lkw > 3,5 t	Lkw	Lkw m. A. / Sattelzug																													
				Kraftrad	Pkw	Pkw mit Anhänger	Kleintransporter	Bus	Bus	Bus	Bus	Bus	Bus	Bus	Bus	Bus	Bus	Bus	Bus	Bus	Bus																													
Lärm	RLS-90	Pkw										Lkw																																						
VBUS	Pkw										Lkw																																							
HBS 2001	Verkehrsmittelwahl	Individualverkehr										öffentlicher Verkehr					Individualverkehr																																	
Fahrzeugart	Krad										Pkw										Bus					Lkw					Lastzug																			
Bemessungsverkehrstärke	Kfz-Verkehr (ohne SV)										Schwerverkehr (SV)																																							
Verkehrszusammensetzung	Rad	Krad										Pkw										Lkw					Lz																							
Fahrzeuggruppe	Pkw										Lkw																																							
EVE 91	Fahrzeugart	Rad	Klein-kraftrad	Krad	Pkw					Bus					Lkw					Lz																														
Verkehrsmittel	zu Fuß	Fahrrad	Mofa/Moped	Motorrad/Motorroller	Pkw (als Fahrer/als Mitfahrer)					Taxi	Bus/O-Bus																																							
Personen-/Güterverkehr	Personenverkehr (PV)										Güterverkehr (GV)																																							
OKSTRA / ASB	Fahrzeugart	Krad										Pkw(grund)					Lieferwagen					Bus					Lkw					LkwA (grund)					Sattel-Kfz													
Fahrzeuggruppe	Pkw										PkwA										PkwÄ					LkwÄ					Kfz					PV					GV					SV				
GDF	Vehicle Type	Farm Vehicle	employee Vehicle	facility Vehicle	mailVehicle	snowChainEquippedVehicle	tanker	vehicleForDisabledPerson	vehicleWithExplosiveLoad	vehicleWithOtherDangerousLoad	vehicleWithWaterPollutingLoad	light rail	Transport Truck					Emergency Vehicle	Military Vehicle																															
INSPIRE	Vehicle Types	Farm Vehicle	employee Vehicle	facility Vehicle	mailVehicle	snowChainEquippedVehicle	tanker	vehicleForDisabledPerson	vehicleWithExplosiveLoad	vehicleWithOtherDangerousLoad	vehicleWithWaterPollutingLoad	light rail	Transport Truck					Emergency Vehicle	Military Vehicle																															
Art der Verkehrsnutzung	landwirtschaftliches Fzg	Firmenwagen	Dienstfahrzeug	Postfahrzeug	Fzg mit Schneeketten	Flüssigkeitstransporter	behindertengerechtes Fzg	Gefahrguttransporter (Explosivstoffe)	Gefahrguttransporter (sonstiges)	Gefahrguttransporter (umweltgefährdend)	Sonderfahrzeuge	Strab/Stadtbahn	U-Bahn	S-Bahn	Eisenbahn	Schiff	Flugzeug	nicht klassifiziertes Kfz	sonstiges																															

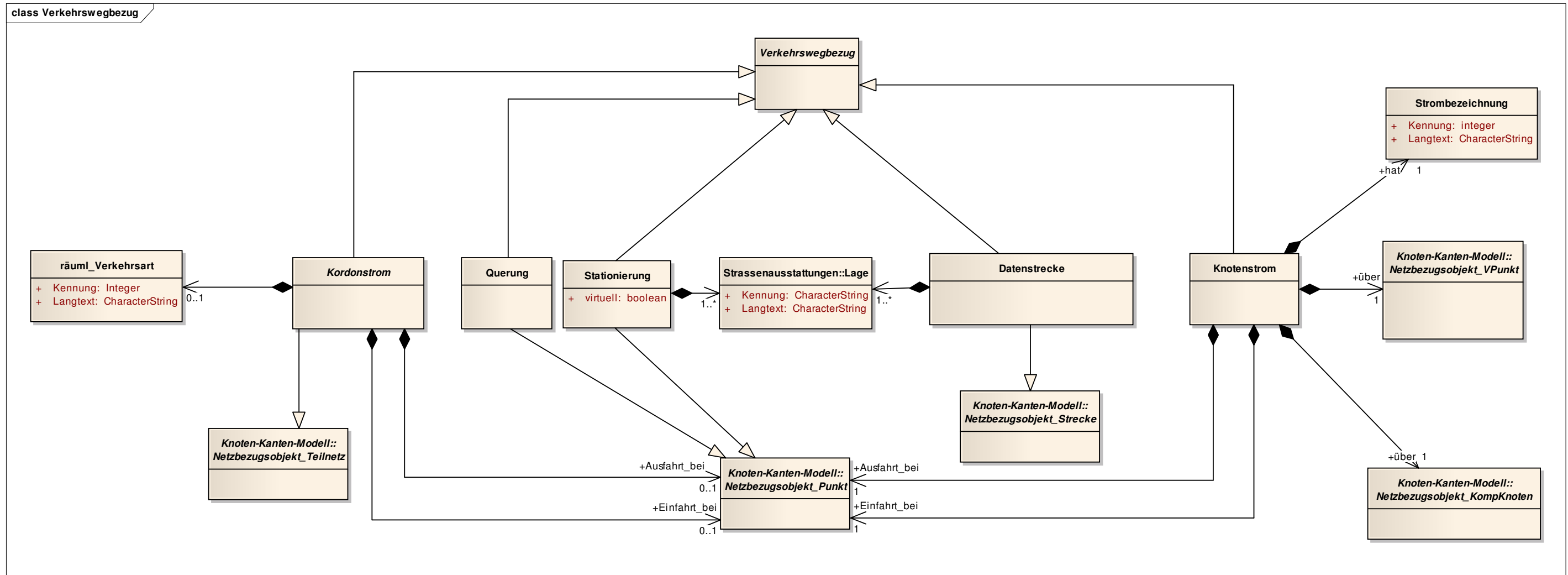
Anlage 2: aggregierte Verkehrsstärken

Lärm	RLS-90	Phase	Nachtphase	Tagphase																			Nachtphase				
	VBUS	Phase	Nachtphase	Tagphase															Abendphase	Nachtphase							
Planung	HBS 2001	Ganztageswert	DTV: getrennt nach "für alle Tage", für Werktage																								
		Stundenwert	MSV: Morgenspitze															MSV: Nachmittagspitze									
		sonstiger Stundenwert	MSV: sonstige Spitze (z.B. im Eventfall)																								
Lichtsignalanlagen	RiLSA	Stundenwert	Sättigungsverkehrsstärke (Morgenspitze)																								
		Stundenwert	Sättigungsverkehrsstärke (Nachmittagspitze)																								
		Stundenwert	Sättigungsverkehrsstärke (Tagesverkehr; außerhalb der Spitzenstunde)																								
		Stundenwert	Sättigungsverkehrsstärke (Schwachphase; außerhalb der Spitzenstunde)																								
Modell	OKSTRA / ASB	Phase	q-Wert Nachtzeitwert	q-Wert Tageszeitwert																			q-Wert Nacht.				
		Ganztageswert	DTV: getrennt nach für alle Tage, für Werk-, Sonn- und Feier-, Ferientage, Di-Donnerstage																								
			DTV: Lkw getrennt nach "für alle Tage", für Werk-, Ferientage																								
			Lkw-Anteil: getrennt nach "für alle Tage"																								
	Stundenwert	MSV: 1 Stunde: getrennt nach "für alle Tage", für Werk-, Sonn- und Feier-, Ferientage																									
		MSV Lkw: 1 Stunde: getrennt nach "für alle Tage", für Werk-, Ferientage																									
GDF	keine Definition																										
INSPIRE	keine Definition																										
Stunde				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24


Anlage 3: Knoten-Kanten-Modell



Anlage 5: Teilbereich Verkehrswegbezug



Anlage 6: Änderungsantrag „Ergänzung des Datenmodells um ein Teilmodell für Verkehrsdaten“ für *OKSTRA kommunal*

	OKSTRA kommunal	Seite 1 von 4
	Änderungsantrag	Stand: 15.09.2010


Das Ausfüllen eines Änderungsantrages zur Behebung von Fehlern oder zur Erweiterung des fachlichen oder informationstechnischen Umfangs im OKSTRA kommunal ist ganz einfach:

- Alle weißen Felder in der Tabelle zum Änderungsantrag ausfüllen. Umfangreichere Texte oder Abbildungen können als Anhang am Ende des Dokuments eingefügt werden.
- Die Datei per Email an pflgestelle@kim-strasse.de schicken.

Innerhalb einer Woche sollten Sie eine Email-Bestätigung über den Eingang des Antrags einschließlich einer Änderungsnummer erhalten und den Antrag auf dem Server www.kim-strasse.de wiederfinden. Ist dies nicht der Fall, so wenden Sie sich bitte an die OKSTRA kommunal-Pflegestelle (siehe <http://www.kim-strasse.de/index.php?id=75>)

1 Änderungsantrag

Änderung Nr.	A005	Datum	15.09.2010
Kategorie	Erweiterung	Bearbeiter	Hettwer
Verfasser	Jörn Kleinbub	Firma/Behörde	
Email	joern.kleinbub@disy.net	Telefon	0721-16006-232
Kurzbeschreibung	Ergänzung des Datenmodells um ein Teilmodell für Verkehrsdaten		
Ist-Zustand	Ein solches Modell ist bisher nicht vorhanden.		
Soll-Zustand	Das Datenmodell um fasst ein Datenmodell für Verkehrsstärken.		
Bemerkungen	<p>Das Modell basiert auf den Ergebnissen einer Master Thesis Arbeit, die im Rahmen des UNIGIS-Lehrgangs der Universität Salzburg erstellt wurde.</p> <p>Das Fachdatenmodell umfasst die Möglichkeit der Verwaltung von Verkehrsdaten in Form von</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rohzählwert aus einer Verkehrszählung - Aggregierte Verkehrsdaten (DTV, DTVw MSV usw.) <p>Verkehrsdaten können auf folgende verkehrliche Objekte bezogen werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Knotenstrom - Straßenabschnitt, Fahrstreifen - Querungen (z.B. Fußgängerüberweg, Querungshilfe usw.) - Zählstrecken (Routen) - Kordonstrom 		

	OKSTRA kommunal Änderungsantrag	Seite 2 von 4 Stand: 15.09.2010
---	---	------------------------------------

2 Änderungsvorschläge

Bearbeiter	Hettwer	Datum	15.09.2010
Vorschlag Nr.	1		
mögliche Maßnahme	Erweiterung des OKSTRA kommunal um ein Teilmodell für Verkehrsdaten		
Umfang und Art der Änderungen	vermutlich Ergänzung eines neuen Datenschemas / Pakets		
betroffene Produkte			
Auswirkungen			
Aufwand	da bereits ein konkreter Vorschlag vorliegt: mittlerer Aufwand		
Bewertung			

3 Änderungsentscheid

Verfasser		Datum	
Entscheidung			

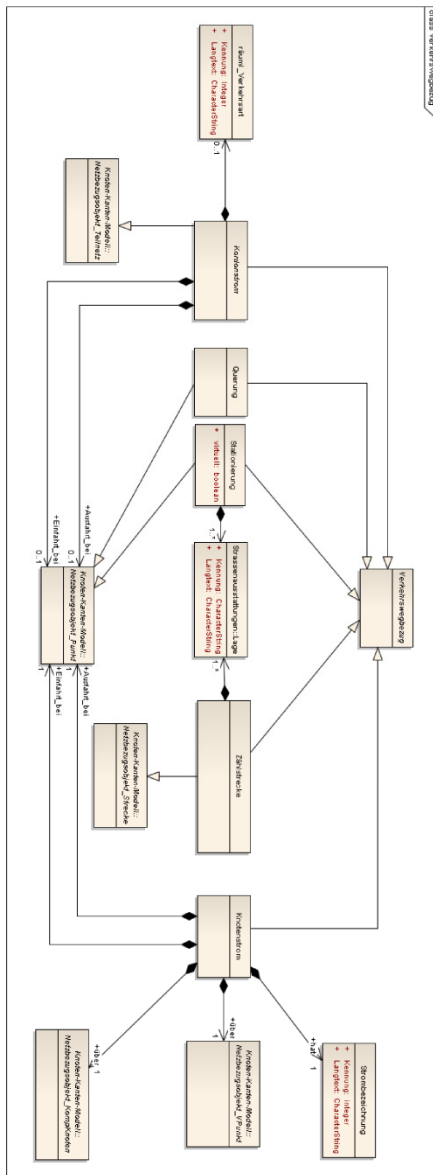
4 Änderungsmitteilung


Bearbeiter		Datum	
Beschreibung der Änderung			
Version			
Leitfaden zur Migration auf die neue Version			
Bemerkungen			

	<p>OKSTRA kommunal</p> <p>Änderungsantrag</p>	<p>Seite 3 von 4</p> <p>Stand: 15.09.2010</p>
---	--	---

5 Anhang

UML-Diagramm des Verkehrsdatenmodells



	OKSTRA kommunal Änderungsantrag	Seite 4 von 4 Stand: 15.09.2010
---	--	--

