

Amt für Statistik und Einwohnerwesen 30. MAI 1994						122	
						120	
						121	160
						122	
						123	
Ww.	il	zur weit. Veranlassung	Ver. Abg. vorliegt	Schluss. vorbet.	zum Vorbl.	zur Kesamtr.	3,

Die Datenstruktur des räumlichen Bezugssystems

für planerische Anwendungen
und
im Spiegel von nationalen und internationalen Standards

Auftraggeber:

Stadt Köln

-Amt für Statistik und Einwohnerwesen-

Athener Ring 4
50765 Köln

im Auftrag der
'Wartungsgemeinschaft
Raumbezugssystem und maschinelle Kartierung'
des **KOSIS-Verbundes**

Dr. Udo Maack
-Geo Consult-

Falkentaler Steig 120A
13465 Berlin (Hermsdorf)
Tel: 030/404 67 04

Stand: 27. Mai 1994

Inhalt

1. Einleitung.....	1
2. Statistisch planerische Anwendungen.....	2
2.1. Allgemeine Betrachtung der RBS-Struktur.....	2
2.2. Einzelbetrachtung der Elemente.....	3
2.2.1. Die hierarchische Verwaltungsgliederung oberhalb des Blockes (Gruppe A).....	3
2.2.2. Die Kleinräumliche Gliederung (Elemente der Gruppe B).....	3
2.2.3. Zusammenfassungen von Elementen aus A und B (Gruppe C).....	4
2.2.4. Standorte mit Adressbezug (Elemente der Gruppe D).....	4
2.2.5. Topographische Elemente (Gruppe E).....	4
2.2.6. Elemente des topologischen Liniennetzes (Gruppe F).....	4
2.2.7. Zusammenfassung von Elementen der Gruppen F (Gruppe G).....	5
2.3. Zusammenfassung des Abgleiches mit dem Anforderungskatalog.....	5
3. Verkehrsplanerische Analysen.....	6
3.1. Allgemeine Betrachtung.....	6
3.2. Daten für die IV-Planung mit VISUM.....	7
3.2.1. Der Layer Verkehrsplanung IV.....	7
3.2.2. Generierung der VISUM Eingabedaten aus dem RBS.....	8
3.3. Daten für die ÖV-Planung mit VISUM.....	10
3.3.1. Der Layer Verkehrsplanung ÖV.....	10
3.3.2. Generierung der VISUM Eingabedaten aus dem RBS.....	11
3.4. Zusammenfassung.....	13
4. Vergleich mit nationalen und internationalen Standards.....	15
4.1. Das ATKIS-Format.....	15
4.1.1. Der ATKIS-Ansatz.....	15
4.1.2. Die Objektmodellierung.....	16
4.1.3. Vergleich.....	17
4.1.4. Einzelbetrachtung.....	19
4.1.5. Zusammenfassung.....	22
4.2. Das GDF-Format.....	23
4.2.1. Der GDF-Ansatz.....	23
4.2.2. Einzelbetrachtung.....	24
4.2.3. Zusammenfassung.....	27
4.3. DIME/TIGER-Format.....	28
5. Weiteres Vorgehen.....	29
6. Literatur.....	30
7. Anhang.....	30
A1 Zusammenstellung der Datenelemente des Kölner RBS	
A2 Varianten der Streckenbeschreibung des VISUM-IV-Netzes	
A3 Datenelemente des Kölner RBS und gleichartige Objekte aus ATKIS bzw. GDF	

1. Einleitung

Die zentrale Bereitstellung von Daten für unterschiedliche Anwendungen bedarf der ständigen Reflektion des Angebotes an einer vorhandenen bzw. potentiellen Nachfrage. Dies gilt insbesondere dann, wenn es sich um geographische Daten handelt, bei der gleiche Objekte in unterschiedlichsten Datenstrukturen abgebildet werden können, die auf sehr unterschiedlichen Sichten/Anforderungen der Nutzer beruhen. Hinzu kommt noch, daß die zu versorgenden Verfahren in der Anfangsphase meist noch nicht festgelegt sind, also die konkreten Inhalte und Formate sich ständig weiterentwickeln.

Mit fortschreitender Kenntnis über die Nachfrage sind die gewählten Ansätze also zu überprüfen. In diesem Bericht soll ein erster Versuch unternommen werden aufgrund der heute bekannten Anforderungen an das Regionale Bezugssystem (RBS) des Statistischen Amtes, wie es im Rahmen des Strategischen Informationssystems (SIS) der Stadt Köln angeboten wird, die im Jahre 1992 für das RBS gewählte Datenstruktur kritisch zu überprüfen. Die der Untersuchung zugrundeliegende Datenstruktur ist im Anhang A1 tabellarisch dargestellt.

Dies wird anhand einer konkreten Schnittstelle zu einem Verkehrsplanungssystem und anhand der Datenstrukturen aus dem Anforderungskatalog an ein RBS untersucht. Ergänzt wird die Untersuchung durch den Vergleich verschiedener Datenmodelle, die Systemen mit ähnlichem Anforderungsprofil zugrunde liegen bzw. die zum Datenaustausch mit solchen Systemen auf nationaler und internationaler Ebene vorgegeben werden.

2. Statistisch planerische Anwendungen

Die Anforderungen an ein RBS aus diesem Bereich wurden in einer Untersuchung zu den

"Möglichkeiten der Migration des räumlichen Bezugssystems auf ein SICAD-System"

für die Stadt Köln zusammengetragen. (1)

Eine vollständige detaillierte Untersuchung des dort aufgestellten Kataloges würde den Rahmen dieser Studie überschreiten, es werden daher nur die generellen Ansätze betrachtet. Die Überprüfung erfolgt also nicht unbedingt anhand konkreter Objekte, sondern anhand der 7 Objektgruppen (Elementgruppen), wie sie im Kapitel 2.2. der o.g. Studie beschrieben sind.

Die Vollständigkeit der 'zusätzlichen Attribute' (siehe Kapitel 2.2.3.4. o.g. Studie) kann mangels konkreter Anforderungen allerdings nicht geprüft werden. Dies ist aber keine wesentliche Einschränkung, da aufgrund der Flexibilität des GRADIS es jederzeit möglich ist, Attribute nachzudefinieren.

Generell kann gesagt werden, daß allen Objekten die notwendigen Fortschreibungsattribute und die geometrischen Attribute zugeordnet sind. Sofern eine Verknüpfung der RBS-Elemente zu den Sachdaten vorhanden ist, wird von einer Abstimmung der Identifikatoren zwischen dem RBS und der Sachdatendatabis (STATIS) ausgegangen.

2.1. Allgemeine Betrachtung der RBS-Struktur

Eine wesentliche Anforderung an die Datenstruktur ist die Möglichkeit mehrerer geometrischer Beschreibungen eines Objektes entsprechend der unterschiedlich detaillierten Sichtweisen verschiedener Nutzer. Die mehrfache Zuordnung von Geometrien zu einem Objekt soll nach Aussagen von STI möglich sein, schlägt sich aber noch nicht in den Datenstrukturen /-definitionen nieder. Dies gilt auch für die Möglichkeit der Wahl zwischen einer eigenständigen und einer abgeleiteten/übernommenen Geometrie. Dieser Punkt sollte weiter im Auge behalten werden.

Das Fehlen eines Objektes Baublock mit dem GRADIS Objekttyp 'Netzfläche', führt zu der Notwendigkeit, Bezugsräume, die aus einer zusammenhängenden Menge von Blöcken bestehen, mit einer eigenen Geometrie zu versehen. Dies trifft z.B. für die Stadtteile, Verkehrszellen und wahrscheinlich auch noch für weitere Raumbezugseinheiten wie Politessenbezirk, Schiedsmannbezirk, Postamtsbereich, u.s.f. zu.

In Bezug auf allgemeine statistische und planerische Anwendungen sollte aber bedacht werden, daß die Baublöcke eine gängige Raumbezugseinheit für bereitgestellte/ veröffentlichte Sachdaten sind. Von dieser Ebene aus werden dann häufig problemspezifische Aggregationen der Sachdaten vorgenommen.

Im RBS sollte daher das geometrische Pendant bereitgestellt werden, also ein *Objekt mit flächendeckender Beschreibung auf Baublockebene*, sowie Funktionen zur Bildung beliebiger Zusammenfassungen von Blöcken zu problemspezifischen Flächen, verbunden mit der

automatischen Ermittlung der neuen Grenzgeometrie (UNIT-Funktion). In Verbindung mit dem schon vorhandenen Objekt Baublock kann damit die Nachfrage nach 'Brutto' wie auch nach 'Netto'-Darstellungen abgedeckt werden.

2.2. Einzelbetrachtung der Elemente

2.2.1. Die hierarchische Verwaltungsgliederung oberhalb des Blockes (Gruppe A)

Die im Anforderungskatalog (1) angesprochenen Elemente sind, mit Ausnahme des Bruttobaublockes (siehe 2.1.) im Layer Regionalstruktur zu finden. Sie sind dadurch gekennzeichnet, daß sie die betrachtete Region flächendeckend beschreiben und untereinander in hierarchischer (1:n) Beziehung stehen.

Aufgrund des GRADIS Objekttyps 'Flächennetz' ist die Planaritätsbedingung der Objekte (der Abbildungskategorie TF) erfüllt. Die Beziehung der Objekte untereinander wird über die Hierarchie der Objektschlüssel abgebildet.

Wünschenswert wäre der Zugang zu den Grenzsegmenten für den Anwender. Die dann als eigenständige Objekte ansprechbaren Segmente könnten dann selbst als Attributträger dienen und damit effizienter genutzt werden.

Hinsichtlich der notwendigen Fortschreibungsfunktionen sei auf Kapitel 2.3.2.2.6. in (1) hingewiesen. Hier werden speziell auf die Datenstruktur abgestimmte Funktionen wie

- Hinzufügen eines Segmentes
- Teilen eines Segmentes
- Teilen einer Masche
- Löschen eines freien Segmentes
- Vereinigen zweier benachbarter Segmente
- Vereinigen zweier benachbarter Maschen
- Hinzufügen von Zwischenpunkten
- Löschen von Zwischenpunkten
- Verschieben von Zwischenpunkten
- Glätten des Segmentverlaufes
- Verschieben des Textpunktes einer Masche

benötigt.

Zwar ist ein Teil der Funktionen vorhanden, deren Umfang muß aber noch hinsichtlich der notwendigen Plausibilitätsprüfungen ergänzt werden.

2.2.2. Die Kleinräumliche Gliederung (Elemente der Gruppe B)

Die Elemente Nettobaublock und seine Unterteilungen Baublockseite, Baublockseitenabschnitt, Straßen, Straßenabschnitt und Adresse sind im Layer Stadtstruktur zu finden.

Die notwendigen Beziehungen sind vorhanden. Sie sind ausreichend geometrisch beschrieben. Die Prüfung der Lage einer Adresse in seinem Baublockseitenabschnitt muß über eine besondere Anwenderfunktionen gelöst werden.

Inwieweit das Straßennetz einem topologischen Zusammenhang genügen muß, sollte noch festgelegt werden. Sofern dies der Fall ist, müssen besondere Fortschreibungsfunktionen bereitgestellt werden (siehe auch 2.2.6.).

2.2.3. Zusammenfassungen von Elementen aus A und B (Gruppe C)

Beispiele für diese Gruppe (Verkehrszellen, Schulbezirke, Stimmbezirke) sind in unterschiedlichen Layern zu finden. Die geometrischen Beschreibungsmöglichkeiten sind ausreichend, ebenso die zu etablierenden Beziehungen.

2.2.4. Standorte mit Adressbezug (Elemente der Gruppe D)

Hier gilt das Gleiche wie in 2.2.3.

2.2.5. Topographische Elemente (Gruppe E)

Die in dieser Gruppe angesprochenen Elemente punkt-, linien- und flächenförmige Topographien sind im Layer Stadtstruktur zu finden. Die Elemente topographische Texte und Symbole sind nicht unbedingt notwendig und können über Punktobjekte aufgenommen werden. Damit gliedern sie sich in die Grundphilosophie des GRADIS-Systems ein.

Die Elemente haben i.d.R. keine besonderen Beziehungen zu anderen Elementen. Die Herstellung einer temporären Beziehung über die Geometrie ist ausreichend. Sie sind ausreichend geometrisch beschrieben.

2.2.6. Elemente des topologischen Liniennetzes (Gruppe F)

Diese Elemente sind in den Layern Verkehrsplanung-IV und Verkehrsplanung-ÖV zu finden.

Die Diskussion der einzelnen Elemente und ihrer Beziehungen untereinander erfolgt im Kapitel 3.

Hinsichtlich der notwendigen Fortschreibungsfunktionen sei auf Kapitel 2.3.2.2.7. in (1) hingewiesen. Hier werden speziell auf die Datenstruktur abgestimmte Funktionen wie

- Hinzufügen eines Linienabschnittes
- Teilen eines Linienabschnittes
- Löschen eines freien Linienabschnittes
- Vereinigen zweier benachbarter Linienabschnitte
- Hinzufügen von Zwischenpunkten
- Löschen von Zwischenpunkten
- Verschieben von Zwischenpunkten
- Glätten des Verlaufes zwischen zwei Punkten
- Verschieben des Textpunktes eines Abschnittes

benötigt.

Zwar ist ein Teil der Funktionen vorhanden, deren Umfang muß aber noch hinsichtlich der notwendigen Plausibilitätsprüfungen ergänzt werden. Dies gilt insbesondere für die Behandlung der Attribute.

2.2.7. Zusammenfassung von Elementen der Gruppen F (Gruppe G)

Hier gilt das in 2.2.6. gesagte analog.

2.3. Zusammenfassung des Abgleiches mit dem Anforderungskatalog

Der im vorangegangenen Kapitel 2.2. dargestellte Abgleich der vorhandenen RBS-Datenstruktur mit dem Anforderungskatalog ergibt zusammengefasst folgende Änderungsvorschläge:

Einführung einer Objektart Baublock von flächendeckender Größe für das Stadtgebiet. Dies könnte durch die Ergänzung der vorhandenen Objektart Block im Layer Stadtstruktur um eine zweite geometrische Beschreibung geschehen. Es bleibt zu prüfen, inwieweit die zweite Geometrie zur Bildung höherwertiger Geometrien herangezogen werden kann.

Sollte dies nicht möglich sein, so ist der Layer Regionalstruktur um die Objektart Baublock zu ergänzen. Die vorhandene Beziehung 'besteht aus' bzw. 'liegt innerhalb' zwischen der Objektart Stadtteil/Gemeindeteil mit der Objektart Block aus dem Layer Stadtstruktur sollte aufgelöst werden. Dafür ist eine gleichartige Beziehung zwischen den Objektarten Stadtteil/Gemeindeteil und Baublock einzuführen und die Objektart Baublock mit der Objektart Block aus dem Layer Stadtstruktur zu verknüpfen.

Offen bleiben noch einige Fragen zu den benötigten Funktionen. Der Teil Fortschreibungsfunktionen topologischer Gebilde wurde schon unter 2.2.1. und 2.2.6. angesprochen. Eine weitergehende Betrachtung der notwendigen Verarbeitungsfunktionen sprengt aber den Rahmen dieser Untersuchung.

3. Verkehrsplanerische Analysen

Als konkreter Einsatzbereich des RBS ist auch die Verkehrsplanung vorgesehen. Dabei wird unter Verkehrsplanung die strategische Planung im Sinne eines General Verkehrsplanes (Masterplanes, Verkehrsentwicklungsplanes) verstanden.

Zur Unterstützung solcher Planungsaufgaben werden heute erfolgreich PC-Programme eingesetzt. Ein solches ist das Programm VISUM der Fa. PTV, Karlsruhe. Es enthält ein Modell zur Ermittlung des Verkehrsaufkommens, ein Modell zur Verteilung der Verkehrsnachfrage auf IV- und ÖV und Modelle für die Netzberechnungen in Strassenverkehr (IV) und im öffentlichen Personennahverkehr (ÖV). Es soll hier untersucht werden, inwieweit die derzeitige Datenstruktur geeignet ist, die für VISUM notwendigen Daten vorzuhalten.

Die Untersuchung basiert auf den Netzbeschreibungen, wie sie in den Benutzerhandbüchern dieser Programme (2) beschrieben sind.

Für die ÖV-Netzberechnung ist eine neue Version angekündigt, die die Anforderungen aus dem städtischen Bereich besser erfüllen kann.

3.1. Allgemeine Betrachtung

Die bereitzustellenden Daten sind im wesentlichen aus den Objekten (und deren Attribute) der Layer Verkehrsplanung-IV und Verkehrsplanung-ÖV abzuleiten.

Hinsichtlich der räumlichen Abgrenzung einer Kölner verkehrsplanerischen Untersuchung muß festgehalten werden, daß diese, aufgrund der intensiven Verflechtung zum Umland, nicht auf das Stadtgebiet beschränkt sein kann. Es muß daher für die Objekte der Layer Verkehrsplanung eine entsprechende *Erweiterung ins Umland* erfolgen. Dabei wird der benötigte Abstraktionsgrad für gleiche Objekte proportional zur Entfernung von Köln steigen.

Verkehrsplanerische Untersuchungen sind i.d.R. weit vorausschauend (ca. 10 Jahre) und variantenreich. Es ist sinnvoll, solche *Varianten* unter Ausnutzung der GRADIS-Mechanismen für *Projekte* innerhalb des RBS zu halten. Zudem werden Datenbankabzüge aus einem Projekt heraus gebildet. Daher sind entsprechende Erweiterungen der Attribute vorzunehmen.

Eine besondere Problematik bringt die Unterscheidung der Verkehrszellen in IV- und ÖV-Zellen mit sich. Zwar liefert eine verkehrsmittelorientierte Betrachtung aufgrund der unterschiedlichen Kriterien für IV und ÖV auch unterschiedliche Zellen, eine gesamtheitliche Betrachtung des Verkehrsgeschehens ist damit aber nur noch teilweise oder gar nicht möglich. Dies gilt insbesondere für den Bereich der Verkehrserzeugung und bei der Verkehrsmittelwahl.

Die Modelle der Verkehrserzeugung benötigen Strukturdaten, aus denen sie die Menge des Quell- und Zielverkehrs ableiten. Die Frage der Verkehrsmittelwahl und damit die Aufteilung des Verkehrs in IV und ÖV, wird erst in einem nachfolgenden Schritt des Modal-Splits beantwortet. Hierbei geht dann im wesentlichen das unterschiedliche Angebot an Verkehrsinfrastruktur aus den verschiedenen zu untersuchenden Varianten der konkurrierenden Systeme IV und ÖV ein. Dies setzt also voraus, daß die Verkehrszellen gleich sind.

Es wird daher vorgeschlagen, mit den zuständigen Verkehrsplanern Gespräche aufzunehmen mit dem Ziel, die *Trennung in IV- und ÖV-Verkehrszellen aufzuheben*. Es sollte dabei beachtet werden, daß die Berechnung von Haltestellen-Potentialen flexibler über die Objektart 'Haltestelleneinzugsbereiche' erfolgen kann.

3.2. Daten für die IV-Planung mit VISUM

3.2.1. Der Layer Verkehrsplanung IV

Dieser Layer wird so verstanden, daß hier im wesentlichen zwei verkehrsplanerische Ebenen abgebildet sind. Daher gibt es zwei Feinheitsgrade des Kölner IV-Netzes

a) ein feines Netz für die operative Planung und Steuerung
mit den Kernelementen Straßennetzsegment / Straßennetzknoten

und

b) eine grobes Netz für die strategische Planung
bestehend aus den Kernelementen Hauptverkehrsstraßenabschnitt / Kreuzung

Ein Hauptverkehrsstraßenabschnitt wird dabei aus einem oder mehreren zusammenhängenden bzw. gegenläufigen Straßennetzsegmenten gebildet. Eine Kreuzung kann ein Straßennetzknoten, aber auch die Zusammenfassung mehrerer zusammenhängender Straßennetzsegmente mit den dazugehörigen Straßennetzknoten sein.

Als Ergänzung des Feinnetzes sind Standorte (z.B. Parkplätze, Parkhäuser) vorgesehen. Die ausschließliche Zuordnung von Standorten zu Straßennetzknoten und nicht die alternative Zuordnung zu Straßennetzsegmenten ist zunächst nicht einsichtig. Dies sollte geklärt werden, zumal die Ein- und Ausfahrten selten an Straßenknoten, sondern meistens an der Strecke liegen.

Messquerschnitte liefern Daten über den Verkehr eines oder mehrerer Fahrstreifen. Es ist nicht klar, warum die Querschnitte nun den Knoten und nicht den Segmenten zugeordnet sind.

Es wird angenommen, daß die *Messstellen* Daten sowohl für die operative und als auch strategische Planung liefern sollen. Dabei ist zu beachten, daß die strategische Planung im wesentlichen mit Leistungsfähigkeiten der Strecken und weniger mit Leistungsfähigkeiten an den Knoten/Kreuzungen arbeitet. Da die Daten auf Feinnetzebene anfallen, müssen sie noch von Knoten- auf Kreuzungsniveau 'aggregiert' werden.

Aus Sicht der strategischen Planung ist es daher einfacher, die Messquerschnitte unter Beachtung der Richtung den Straßennetzsegmenten oder den Hauptverkehrsstrassenabschnitten zuzuordnen. Da Anforderungen weiterer Nutzer dieser Daten nicht bekannt sind, sollte hier noch eine Feinklä rung vorgenommen werden.

Zur Anbindung der Verkehrszelle sei noch folgendes anzumerken. Sie ist zur Zeit über den Verkehrszellenschwerpunkt, die *IV-Anbindungsstrecke* und über den Strassennetzknoten mit der Kreuzung verbunden. Der Grund für diesen weiten Weg ist nicht ersichtlich. Es wird daher vorgeschlagen, die IV-Anbindungsstrecke als direkte Verbindung der Verkehrszelle mit der Kreuzung zuzulassen. Als Objekt mit eigener Geometrie kann der Endpunkt an der Verkehrszelle unabhängig vom 'Textpunkt' der Verkehrszelle gewählt werden. Damit kann das Objekt Verkehrszellenschwerpunkt entfallen. Gleichzeitig wird die Generierung der VISUM Anbindungsstrecken vereinfacht.

Da die Ordnungsbehörde nun nichts mit Verkehrsplanung zu tun hat, wird vorgeschlagen, die Objektart *Politessenbezirk* in den Layer Verwaltung zu übernehmen.

Sollen im RBS neben Geometrien und Topologien auch noch die für das strategische Verkehrsmodell notwendigen *Attribute* geführt werden, so sind diese am Hauptverkehrsstraßenabschnitt anzufügen. In wesentlichen handelt es sich hierbei um Attribute, die die Leistungsfähigkeiten (Geschwindigkeit, Kapazität) wiedergeben. Sie sollten soweit wie möglich aus den Attributen der Strassennetzsegmente abgeleitet und manuell weitergepflegt werden. Welche Attribute hierfür in Frage kommen, wird im nächsten Kapitel betrachtet.

Damit die Ableitung dieser Attribute auf einer gesicherten Basis erfolgen kann, sind für die *Modellierung der Beziehung* zwischen Fein- und Grobnetz *einheitliche Regeln* bereitzustellen. Dies gilt insbesondere für die Beziehung von richtungsgetrennten Strassennetzsegmenten und ungerichteten Hauptverkehrsstraßenabschnitten, sowie für die Zusammenfassung kleiner Teilnetze zu Kreuzungen.

3.2.2. Generierung der VISUM Eingabedaten aus dem RBS

Die Visum IV-Netzbeschreibung wird in 5 verschiedene Blöcke eingeteilt.

- 1) ein optionaler Block mit beliebigem Text
- 2) Block mit der Beschreibung der geometrischen Lage der Knoten
- 3) Block mit der Aufzählung aller auftretenden Bezirksnummern und Typisierung der Bezirke
- 4) Block mit der Beschreibung der Strecken, der Parameter und der möglichen Abbiegebeziehungen
- 5) Block mit der Beschreibung der Bezirksanbindungen getrennt nach Quell- und Zielbezirk
- 6) Block mit den gezählten Streckenbelastungen

zu 2)

Dieser Block kann aus dem Identifikator und den Koordinaten des Objektes 'Kreuzung' generiert werden.

zu 3)

Dieser Block kann aus dem Identifikator, dem Attribut 'Typ' und den Zentralpunkt-Koordinaten des Objektes 'Verkehrszelle-IV (Verkehrszelle)' generiert werden.

Für das Attribut Typ werden von VISUM folgende Ausprägungen erwartet:

- 1 für neutraler Bezirk (Standard)
- 2 für Binnenbezirk
- 3 für Außenbezirk

zu 4)

Die Beschreibung der Strecken und Streckenparameter ist sehr flexibel.

Mit Hilfe von 5 verschiedenen Optionen können verschiedene Eingabeformate verarbeitet werden. Dabei geht das Spektrum von der Minimaleingabe (Streckenummer, Von-Knoten, Bis-Knoten und Strecken-Typ) bis hin zu einer detaillierten Beschreibung (zusätzlich Streckenlänge, Anfangs-Geschwindigkeit MIV, Geschwindigkeit Rad, Max Kapazität, Abbiegezeiten für MIV und Rad je Abbiegemöglichkeit und Einbahnkennzeichen). Einen Überblick hierzu gibt die Tabelle 'Varianten der Streckenbeschreibung des VISUM-IV Netzes' im Anhang 2.

Für die Streckendaten könnten die Attribute des Objektes 'Strassennetzsegment' ausreichen. Entscheidend hierfür sind aber die Regeln, die zur Ermittlung der VISUM Parameter Anfangsgeschwindigkeit MIV, Geschwindigkeit Rad, Maximale Kapazität herangezogen werden. Diese sind mit den Verkehrsplanern abzustimmen und notfalls zu verändern.

Nun bietet sich an, die Ermittlung der VISUM-Parameter innerhalb des GIS durchzuführen und die Ergebnisse als Attribute an die Objekte Hauptverkehrsstraßennetz anzufügen. Gegenüber der Berechnung dieser Parameter auf dem Weg der Eingabedatenerzeugung, hat diese Vorgehensweise zwei wesentliche Vorteile a) kann das gesamte Darstellungs- und Prüfinstrumentarium des GIS genutzt werden und b) können noch nachträglich manuelle Eingriffe dort vorgenommen werden, wo die automatische Berechnung nicht das gewünschte Ergebnis bringt.

Es wird daher vorgeschlagen, die Objektart Hauptverkehrsstraßenabschnitt um o.g. für VISUM benötigte Attribute zu ergänzen.

Als weitere Ergänzung wird die Aufnahme eines Einbahnstrassenkennzeichens (evtl. getrennt nach verkehrstechnischer und verkehrsrechtlicher Sicht) vorgeschlagen. Hierzu gehört auch die Bereitstellung einer adäquaten Fortschreibungsfunktion, um die Datenkonsistenz hinsichtlich der Richtung zu gewährleisten.

Für die Beschreibung der Abbiegezuschläge bzw. -verbote besteht z.Z. keine Datengrundlage.

Zur Aufnahme dieser Information gibt es zwei Möglichkeiten. Entweder wird die Objektart 'Hauptverkehrsstraßenabschnitt' um zwei kleine Tabellen ergänzt, die jeweils richtungsbezogen den anschließenden HVStrassenabschnitt und den Zeitzuschlag aufnimmt, oder die Objektart Kreuzung wird um ein Attribute in Form einer kleinen Matrix zur Aufnahme der Abbiegezeitzuschläge ergänzt.

Zwar liegt aus systemtechnischer Sicht der Vorteil der ersten Lösung in der vereinfachten Generierung der VISUM-Eingabedaten, trotzdem ist die zweite Lösung wegen der besseren Handhabbarkeit bei der Fortschreibung zu bevorzugen.

In beiden Fällen ist die Bereitstellung einer speziellen Fortschreibungs- und einer Darstellungsfunktion notwendig.

Dieses Problem ist auch i. V. m. der Speicherung und Darstellung von Zählungen an Kreuzungen zu sehen.

zu 5)

Der Block ist aus der Objektart IV-Anbindungsstrecke zu generieren.

Diese Objektart ist dafür, um die Attribute Zeitzuschlag und Kapazität zu ergänzen.

Da VISUM die Einspeisung auf den angrenzenden Strecken erwartet, werden nicht die Anbindungsstrecken selbst, sondern die am Straßennetzknotten bzw. der Kreuzung inzidenten Kanten zur Generierung dieses Blockes herangezogen.

zu 6)

Der Block ist aus der Objektart Hauptverkehrsstraßenabschnitt zu generieren.

Diese Objektart ist dafür um das Attribut gezählte Belastung zu ergänzen.

3.3. Daten für die ÖV-Planung mit VISUM

3.3.1. Der Layer Verkehrsplanung ÖV

Auch in diesem Layer sind zwei unterschiedliche Netze abgebildet, und zwar das Netz aller von ÖPNV-Fahrzeugen befahrenen Strecken, unabhängig von den darauf verkehrenden Linien, und darauf aufbauend das Liniennetz aller ÖPNV-Linien unabhängig vom Verkehrsmittel. Innerhalb des Liniennetzes werden ausgewählte Linienknotten als Haltestellen ausgewählt.

Das Streckennetz setzt sich aus Straßen und Schienennetzsegmenten zusammen. Straßennetzsegmente werden von IV und ÖV gemeinsam benutzt, Schienennetzsegmente ausschließlich vom ÖV. Da Straßennetzsegmente und Schienennetzsegmente jeweils von getrennten Knoten begrenzt werden, ist nicht ersichtlich, wie ein gemeinsames Netz gebildet werden kann. Zur Verknüpfung müßten Segmente von einem Straßennetzknotten zu einem Schienennetzknotten möglich sein.

Besondere, im Datenmodell noch nicht abgebildete Elemente, sind die Fußwege zwischen benachbarten Haltestellen, sowie die Umsteigewege zwischen verschiedenen Haltepunkten einer 'großen' Haltestelle. Für das Programm VISUM besteht auch die Möglichkeit, eine

Haltestelle in Haltepunkte aufzulösen und mittels einer kleinen Wegezeitmatrix die Verbindungen zu beschreiben. (Anm.: systemtechnisch entspricht diese Wegezeitmatrix an der Haltestelle der Abbiegezuschlagszeitmatrix an der Kreuzung .)

Das Problem des Liniennetzes liegt im Pflegekomfort und damit in der Fortschreibungsfunktionalität. Hier gilt es zu gewährleisten, daß die Strecken eines Linienabschnittes einen zusammenhängenden Polygonzug bilden, und daß die Linienabschnitte wiederum einen zusammenhängenden Linienzug ergeben. Wird dies nicht bei der Fortschreibung geprüft oder durch entsprechend intelligente Funktionen gewährleistet, sind bei der Generierung der Eingabedaten entsprechende Probleme zu erwarten.

Die Objektart Linienabschnitt ist noch um je ein Attribut Geschwindigkeit pro Verkehrsmittel (max.5) zu ergänzen. Hieraus sollte auch hervorgehen, von welchen Verkehrsmitteln dieser Linienabschnitt genutzt wird. In bestimmten Fällen kann es sinnvoll sein, diesen Wert aus Attributen der Straßen- oder Schienennetzsegmente abzuleiten, hier zu speichern und fortzuschreiben.

Zur Vereinfachung der Kommunikation mit den Verkehrsplanern sollte die Objektart Linienabschnitt in ÖV-Strecke umbenannt werden.

Zu jeder Linie gehören noch weitere Daten, wie z.B. Wendezeiten, Standzeiten, Fahrplaninformationen u.s.f. , deren Speicherung geprüft werden muss. In Abhängigkeit der Schnittstelle zu den Sachdaten kann es aber auch sinnvoll sein, diese Informationen in der Sachdatenbank zu speichern.

Für die Anbindung der Verkehrszellen an das Netz gilt das gleiche wie im IV. Es sollte daher auf Liniennetzebene die ÖV-Anbindungsstrecke eine Haltestelle mit der Verkehrszelle verbinden, d.h. auf die Objektart 'ÖV-Verkehrszellenschwerpunkt' kann verzichtet werden. Die Objektart ÖV-Anbindungsstrecke ist um das Attribut Zeit zu ergänzen. Diese Zeit soll die Zeit wiedergeben, die benötigt wird, um aus dieser Verkehrszelle zu der Haltestelle zu gelangen.

3.3.2. Generierung der VISUM Eingabedaten aus dem RBS

Die ÖV-Netzbeschreibung wird in 10 Blöcke eingeteilt.

- 1) ein optionaler Block mit beliebigem Text
- 2) ein Block mit allgemeinen Angaben (genutzte Verkehrssysteme, deren Name und Darstellungsfarbe)
- 3) ein Block mit den Informationen zu den Haltestellen
- 4) ein optionaler Block mit der Anzahl Haltepunkte pro Haltestelle
- 5) ein Block mit den Bezirken (Verkehrszellen)
- 6) ein Block der Strecken (Haltestellennachfolgerliste) und deren Parameter
- 7) ein Block mit den Bezirksanbindungen

8) ein fakultativer Block mit den Wegezeitmatrizen für die Haltepunkte je Haltestelle

9) ein fakultativer Block mit der Beschreibung der Fußwege

10) ein fakultativer Block mit Eilzugstrecken.

zu 2)

Die hier benötigten Daten sind nicht sinnvoll in einem RBS zu speichern und sollten daher als Steuerungsparameter bei der Erzeugung der VISUM-Eingabedaten hinzugefügt werden.

zu 3)

Die Daten des Blockes Haltestellen können aus der Objektart 'Haltestelle' gewonnen werden. Diese ist um das Attribut Kurzname (max. 8 Zeichen) zu ergänzen. Sodann können aus dem Objektschlüssel, dem Kurznamen, dem Haltestellentyp, den Koordinaten und wahlweise dem Langnamen die Eingabedaten generiert werden.

Der Haltestellentyp (0-6) wird nur zu Darstellungszwecken (farbliche Unterscheidung) genutzt.

zu 4)

Hier ist zunächst die Anzahl von Haltepunkten (max. 4), in die eine Haltestelle aufgelöst ist, anzugeben. Ob es möglich und sinnvoll ist, den Haltepunkten auch noch Koordinaten hinzuzufügen, geht aus der Beschreibung nicht hervor.

zu 5)

Der Block Bezirke kann aus dem Identifikator, dem Attribut Typ und wahlweise dem Attribut Namen der Objektart Verkehrszelle-ÖV (Verkehrszelle) generiert werden. Wo die noch sinnvollerweise hinzuzufügenden Koordinaten anzugeben sind, geht aus der Beschreibung nicht hervor.

zu 6)

Der Block Strecken /Haltestellennachfolger kann aus dem Attributen Von_Linienknoten, Bis_Linienknoten, Geschwindigkeit und Länge (je Verkehrssystem) der Objektart 'Linienabschnitt', in Verbindung mit der Objektarten Haltestelle und Linie, generiert werden.

zu 7)

Der Block Bezirksanbindungen kann aus den Attributen K_Linie, OEV_Schwerpunkt und Zeit generiert werden.

zu 8) und 9)

Diese fakultativen Blöcke können noch nicht generiert werden (s.o.) .

zu Block 10)

Dieser fakultative Block kann analog zu Block 6 generiert werden, sofern besondere Eilzug-Linien erfasst und erkennbar sind.

3.4. Zusammenfassung

Aus dem oben Erläuterten ergeben sich folgende Punkte:

a) Klärung folgender Fragen:

- Wie weit ist das Umland bei der verkehrsplanerischen Betrachtung zu berücksichtigen und in welchem Abstraktionsgrad ist es zu erfassen ?
- Können Standorte den Straßennetzsegmenten anstelle den Straßennetzknoten zugeordnet werden ?
- Wer nutzt wie die Zählungsdaten an den Messquerschnitten ? Ist eine Zuordnung auf Feinnetzebene notwendig? Wenn ja, wie werden die Zählungen am Meßquerschnitt zu Belastungen aggregiert ?
- Soll die Leistungsfähigkeit eines HVStraßenabschnittes originär eingegeben oder aus 'objektiven' Attributen abgeleitet werden? Wenn ja, nach welchen Regeln wird die Leistungsfähigkeit eines HV-Straßenabschnittes ermittelt und um welche Attribute sind die Straßennetzsegmente bzw HV-Straßenabschnitte zu ergänzen?
- Soll die Geschwindigkeit eines ÖV-Verkehrsmittels aus Attributen des Schienen oder Straßensegmentes abgeleitet werden ? Wenn ja, müssen die Attribute ergänzt werden ?
- Wo und wie werden die Liniendaten (Wendezeiten, Standzeiten, Fahrplaninformationen) gespeichert?

b) Veränderungen am Datenmodell:

- Aufhebung der Trennung von IV- und ÖV-Verkehrszellen
- IV-Anbindungstrecke als direkte Verbindung der Verkehrszelle mit der Kreuzung, --> Objekt IV-Verkehrszellenschwerpunkt entfällt.
- ÖV-Anbindungstrecke als direkte Verbindung der Verkehrszelle mit der Haltestelle, --> Objekt ÖV-Verkehrszellenschwerpunkt entfällt.
- Verlegung der Objektart Politessenbezirk in den Layer Verwaltung.
- Ergänzung der Objektart Hauptverkehrsstraßenabschnitt um folgende Attribute:
Anfangsgeschwindigkeit MIV, (evtl auch Geschwindigkeit Rad),
Max Kapazität der gerichteten Strecke,
Abbiegezeiten des MIV bzw. Rad je Abbiegemöglichkeit an einer Kreuzung,
Einbahnstraßenkennzeichen (verkehrstechnisch, -rechtlich).
- Ergänzung einer Beziehung zwischen dem Schienennetzsegment und dem Straßennetzknoten als Alternative zum Schienennetzknoten.

- Ergänzung des Layers OEV um eine Objektart 'Umsteigewege' zu Abbildung von Fußwegen zwischen benachbarten Haltestellen.
- Ergänzung der Objektart Linienabschnitt um ein Attribut 'Geschwindigkeit' je Verkehrsmittel (max. 5 Verkehrsmittel)
- Ergänzung der Objektart ÖV-Anbindungsstrecke um ein Attribut 'Zeit' zu ergänzen.

c) Sonstiges:

- Festlegung der Modellierungsregeln für die Objektarten, insbesondere für die verkehrsplanerischen Layer (Analog GDF-Standard).
- Gewährleistung des eines topologischen Netzzusammenhanges bei der Fortschreibung
- Gleiches für die Linienabschnitte und Linien des ÖV-Netzes
- Umbenennung der Objektart 'Linienabschnitt' in 'ÖV-Strecke'.

4. Vergleich mit nationalen und internationalen Standards

4.1. Das ATKIS-Format

Die Landesvermessungsbehörden der Bundesrepublik Deutschland und das Institut für Angewandte Geodäsie haben mit dem

Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystem (ATKIS)

die Aufgabe übernommen, die Ergebnisse der topographischen Landesaufnahme in einem bundeseinheitlichen digitalen Datenbestand zu sammeln, interessenneutral zu verwalten und als staatliche Dienstleistung anzubieten.

Zur Erledigung dieser Aufgabe wurde ein Datenmodell definiert, das in einer Veröffentlichung der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland beschrieben ist (3). Dieser Ansatz ist naturgemäß implementierungsunabhängig.

Der Vergleich mit dem RBS Datenmodell unter GRADIS/GIS ist daher strenggenommen nicht erlaubt, da das vorgegebene ATKIS-Modell aufgrund der implementierungstechnischen Randbedingungen jeweils noch zu modifizieren ist. Erst ein implementiertes Datenmodell könnte zum Vergleich herangezogen werden. Welche Änderungen sich beispielsweise noch ergeben, geht aus den Abbildungen 5 und 6 des Teils C hervor, in denen die nicht implementierten Beziehungen des DLM-Objektteils bzw. die alternative Strukturierung des DLM-Vektorelements bei der Realisierung in der ALK/ATKIS-Datenbank dargestellt sind.

Trotzdem wird hier der Versuch unternommen, die grundsätzlichen Ansätze des Datenmodells zu analysieren, um eventuell Erkenntnisse zur Verbesserung des RBS-Datenmodells herauszufinden und um Erkenntnisse über Fragen zum Datenaustausch zu gewinnen.

4.1.1. Der ATKIS-Ansatz

Im ATKIS wird die Landschaft mit ihren topographischen Objekten und thematischen Sachverhalten abgebildet. Dies geschieht in zwei Stufen, in sogenannten Primärmodellen und Sekundärmodellen der Objekte.

Im Primärmodell werden die Objekte nach Form, Lage und topologischer Relation erfasst, in Teile untergliedert, nach Arten gruppiert und durch Attribute (dreidimensional) beschrieben. Hiermit entsteht ein Digitales Landschaftsmodell, kurz DLM genannt. In Abhängigkeit der Erfassungsgenauigkeit und des Strukturierungsgrades der Landschaft werden verschiedene voneinander unabhängige DLM unterschiedlicher Informationsdichte angelegt (DLM25, DLM200, DLM1000). Aus organisatorischen und systematischen Gründen wird innerhalb eines DLM zwischen der zweidimensionalen Beschreibung des 'Grundrisses' der Landschaftsobjekte und der dreidimensionalen Beschreibung des Reliefs der Landschaft unterschieden. Die zweidimensional beschriebenen Objekte bilden das Digitale Situationsmodell (DSM), die dreidimensional beschriebene Geländeoberfläche wird durch ein Digitales Geländemodell (DGM) realisiert.

Im Sekundärmodell werden für die Objekte des DLM's unter Berücksichtigung kartographischer Generalisierungsprozesse Signaturen zugeordnet. Hiermit entsteht ein Digitales Kartographisches Modell, kurz DKM genannt. In Abhängigkeit der verwendeten Signaturen und des Generalisierungsgrades werden verschiedene voneinander unabhängige DKM mit unterschiedlichem Maßstab abgeleitet (DKM25, DKM200, DKM1000).

Zwischen den Objekten der DLM und der DKM besteht in der Regel ein 1:1, in Ausnahmefällen ein N:M Verhältnis.

Die Regeln zur Bildung von DLM-Objekten und DLM-Objektteilen sind im Objektartenkatalog (ATKIS-OK) festgelegt. Analoges gilt für die DKM-Objekte und Objektteile, deren Bildungsregeln im Signaturenkatalog (ATKIS-SK) festgehalten sind.

Die Aufgabenstellung des RBS läßt es zu, die Betrachtung auf das DLM zu konzentrieren, zumal auch die Strukturierungsansätze in DLM und DKM gleich sind. Die Analyse kann sich zudem auf die Vektor-orientierten Teile der Datenstrukturen (das DSM) beschränken, da im RBS eine rasterorientierte Objektmodellierung zunächst nicht vorgesehen ist.

4.1.2. Die Objektmodellierung

Die Informationen zu einem Objekt der DLM werden auf drei Ebenen verteilt: die Objekt-, die Objektteil- und Vektorelement-Ebene. Die semantischen Informationen werden in den Objekten und -Objektteilen, der topologischen Informationen in den Objektteilen und die Geometrie in den Vektorelementen abgelegt.

Ein DLM-Objekt enthält folgende Daten:

- Identifikationsnummer
- eine oder mehrere Namen
- eine Objektkoordinate
- einen Modelltyp
- einen Objekttyp (Punkt, Linie, Fläche, Raster)*
- Datum
- eine Objektart*
- ein oder mehrere Attribute (mit Typ und Wert)*

- Verweis zu einem oder mehreren komplexen Objekten (im S.: ist Teil von)
- Verweis auf ein oder mehrer Objektteile (im Sinne: besteht aus).

Die mit * gekennzeichneten Daten sind aus dem Objektkatalog zu entnehmen.

Ein DLM-Objektteil enthält folgende Daten:

- Identifikationsnummer
- ein oder mehrere Attribute (mit Typ und Wert)*
- Kennung des Objekttyps, alternativ
 - Punkt/Knoten
 - Linie/Kante
 - Fläche/Masche
 - Raster

jeweils mit Verweis auf ein oder mehrere Vektorelemente (im Sinne: besteht aus).

im Fall eines topologischen Typs werden noch die topologischen Verweise hinzugefügt

- Verweis auf Objekt (im Sinne: ist Teil von)
- wahlweise ein Verweis auf Objektteil (im Sinne: hat oben)
- wahlweise ein Verweis auf Objektteil (im Sinne: hat unten)

Ein DLM-Vektorelement enthält folgende Daten:

- Identifikator
- Geometriedaten (Koordinaten, Höhe, Interpolationsart,Parameter)
- Verweis Objektteil (im Sinne: ist Teil von)

Ein komplexes DLM Objekt hat neben allen Daten des DLM Objektes noch einen

- wahlweisen Verweis auf ein oder mehrere andere komplexe Objekte (im Sinne: besteht aus)

4.1.3. Vergleich

Das RBS kennt keine Trennung in Objektbeschreibung und Beschreibung seiner Darstellung. Daher ist im RBS jedes Objekt nur einmal vorhanden. Es kann unabhängig von einer geometrischen Beschreibung existieren und in das topologische Gesamtsystem eingebunden sein. Es kann muß aber keine eigene Geometrie haben. Diese kann auch aus den Geometrien nachgeordneter Objekte temporär oder permanent abgeleitet werden. Die mehrfache Beschreibungen des gleichen Objektes ist angestrebt. Die Beschreibung in Form und Lage des Objektes ist abhängig vom konkreten Verwendungszweck. Die Darstellung ist zum Zeitpunkt der Ausgabe festzulegen und wird über Tabellen gesteuert werden.

Die Teilung der AKTKIS Datenbank in DLM verschiedener Informationsdichte führt zu einer mehrfachen Modellierung ein und desselben Objektes und den damit verbunden bekannten Problemen der Mehrfachspeicherung. Zwischen den DLM verschiedener Informationsdichte (DLM25,DLM200,...) besteht keine explizite Verknüpfung gleicher Objekte. Die Beschreibung eines DLM-Objektes in Form und Lage soll unabhängig vom Verwendungszweckes sein, so wie es sich aus der Landschaft ergibt. Die Darstellung dieses Objektes im DKM erfolgt maßstabsorientiert und wird mit der Erfassung festgelegt.

"ATKIS liegt die in der modernen Kartographie vertretene Modelltheorie zugrunde" (Kap. 2.1 Teil A). Daraus ergibt sich, daß ein einheitliches Datenmodell, bestehend aus Objekt, Objektteil und Vektorelement, für die verschiedensten Objekte als ausreichend angesehen wird. Ansätze, wie sie z.B. für Modelle der Stadt-, Umwelt- und Verkehrsplanung notwendig sind, schlagen

sich nicht in der Datenstruktur nieder. Dies schlägt sich deutlich in den Modellierungsvorschriften, wie sie in den Erläuterungen (Teil D0) enthalten sind, nieder.

Die Realisierung komplexer Daten-Zusammenhänge über Referenzen ist aus Gründen einer effizienten Funktionalität nicht ausreichend. Zwar wird zu den Anforderungen an die Funktionalität einer AKTKIS-Implementierung nichts ausgesagt, aber die unterstützende Wirkung einer guten Datenstruktur bei der Ausführung einer Funktion ist unbestritten. Dies trifft besonders auf die Bearbeitung der expliziten topologischen Strukturen zu.

Ein GRADIS/RBS Objekt kennt keine Aufteilung der Daten auf drei Ebenen. Inwieweit dies ein Vor- oder Nachteil ist, kann nur im konkreten Fall beurteilt werden. Dem Vorteil (möglichst) redundanzfreier Speicherung steht der Nachteil der eingeschränkten Flexibilität gegenüber.

Die Beschreibung eines DLM-Objektes basiert auf einer allgemeinen Datenstruktur. Erst durch die Angabe der Objektart wird eine spezielle, dieser Objektart zugeordnete, Datenstruktur (Objekttyp, Attributtypen und Referenzen) festgelegt.

Ein solches allgemeines Objekt kennt das RBS nicht. Die Objektarten des RBS werden direkt auf der System-Ebene definiert, womit die Daten (Aufbau des Identifikators, Objekttyp, Beziehungen, Attributarten, Namen, u.s.w.) dieser Objektart festgelegt sind. Bei Bedarf können für eine RBS-Objektart noch weitere Datenfelder nachdefiniert werden.

Die Vorteile des RBS liegen systemtechnisch in der effizienteren Verarbeitung, die festeren Grundstrukturen sind hilfreich während der Navigation bei Suche und Abfrage. Im Gesamten erscheint es für den Nutzer leichter handhabbar. Die Nachteile können darin liegen, daß der Aufwand, Veränderungen in der Struktur des RBS zu definieren, größer als bei ATKIS ist. Allerdings hängt dies sehr von der Qualität der ATKIS Implementierung ab.

Die im ATKIS auf Objektteilebene möglichen Beziehungen einer topologischen Fläche (Knoten inzidiert mit Kante(n), Kante hat linke und rechte Masche sowie Anfangs- und Endknoten, Masche inzidiert mit Kante(n)) sind im GRADIS-RBS so nicht zu realisieren, da keine expliziten Verweise auf die Nachbarschaften für den Benutzer bereitgestellt werden.

Zwar gibt der Objekttyp 'Flächennetz' schon eine Möglichkeit, Grenzzetze besonders zu behandeln, die Möglichkeit, topologisch verknüpfte Elemente (Grenzlinien und Knoten) als eigenständige Objekte anzusprechen, fehlt aber. Die Beziehungen topologischer Liniennetze (z.B. Verkehrsnetze) sind zwar im RBS-Modell enthalten, auch ist der Zugriff auf die einzelnen verknüpften Elemente (Abschnitte und Knoten/Kreuzungen) möglich, die Funktionen, die diese topologischen Beziehungen ausnutzen, fehlen aber noch.

In Bezug auf den Austausch der Daten mit ATKIS ist die Handhabung einzelner Objektarten noch eingehender zu prüfen.

4.1.4. Einzelbetrachtung

Im Anhang 3 sind die im RBS enthaltenen Elemente den ATKIS-Objekten tabellarisch gegenübergestellt. Für die rund 80 Elemente des RBS konnten nur 7 gleichartige ATKIS-Objekte gefunden werden, obwohl der in NRW ausgegebene Objektartenkatalog der 1. Realisierungsstufe 66 Objektarten (incl. 3 NRW Ergänzungen) enthält.

Der Objektartenkatalog gliedert sich in 5 Objektbereiche (Siedlung, Verkehr, Vegetation, Gewässer, Gebiete).

Grundlage ist der Versuch, die Objekte der Erdoberfläche zu beschreiben. Dabei gliedert das Straßen-, Eisenbahn- und Gewässernetz die Erdoberfläche in Maschen. Diese Maschen sind entweder baulich geprägte Flächen oder Siedlungsfreiflächen. Über diese mehr an der Nutzung orientierten Beschreibung wird eine 'administrative' Unterteilung in Ortslagen bzw. Gebiete gelegt.

Im Objektbereich Siedlung sind baulich geprägte Flächen, wie z.B. Wohnbau-, Industrie- und Siedlungsfreiflächen, wie z.B. Sportanlagen, Friedhöfe, Flughäfen erfasst. Keines der dort aufgeführten Objekte hat im RBS ein Gegenstück. Gleiches gilt auch für den Bereich Vegetation mit Objekten, wie z.B. Acker-, Grün-, Gartenland, Heide, Moor, Sumpf, Wald und Forst, sowie den Bereich Gewässer mit Objekten, wie z.B. Strom, Fluß, Bach, Kanal, Quelle, Seen und Teiche.

Gleichartige Objekte sollte man in den Bereichen Verkehr und Gebiete vermuten.

Betrachtet man aber die Objekte näher, so treten die unterschiedlichen Modellansätze deutlich hervor. Wie in den Regeln der Objekt- und Objektteilbildung beschrieben, sind Straßen und Schienenbahnen grundsätzlich komplexe Objekte, die sich einerseits aus den in Anspruch genommenen Flächen und andererseits aus den eigentlichen Verkehrswegen (Fahrstreifen, Gleise) zusammensetzen. Aufgrund des Abstraktionsgrades der DGK 25 wird im Normalfall auch die in Anspruch genommene Fläche als Linie modelliert. Nur in Ausnahmefällen ist aufgrund mehrerer Fahrbahnen oder mehrerer Bahnstrecken die Bildung eines komplexen Objektes notwendig. Mehrere Fahrbahnen orientieren sich hierbei aber nicht an der verkehrstechnischen Markierung sondern an Mittelstreifen oder zumindest an Leitplanken.

Zum Objekt **Straßennetzsegment** im RBS-Layer **Verkehrsplanung-IV**:

Linienförmig werden Straßen(3101) / Fahrstreifen(3106) und Wege(3102) erfasst; Plätze (3103) hingegen flächenförmig. Welche Attribute zur Zeit vorgesehen sind, geht aus nachfolgender Tabelle hervor.

Attribut	RBS	ATKIS	Erläuterung
Kurzname	(X)	X	A4,B9
Breite der Fahrbahn	X	X	+ - 0,5 m
Anzahl der Fahrstreifen	X	X	
Funktion bei Straßen		X	Straßenverkehrsweg, Fußgängerzone
bei Wegen		X	Verbindungsweg, Wirtschaftsweg
Internationale Bedeutung	(X)	X	Europastraße
Widmung	X	X	Bundesautobahn ... Gemeindefstraße
Zustand	X	X	in Betrieb, außer Betrieb, im Bau
Fahrbahntrennung		X	ja/nein
Lage	X		
Radweg		X	ja/nein
Geschwindigkeit		X	
max. Zul. Gewicht	X		
max. Höhe	X		

Ein weiterer Aspekt ist der topologische Zusammenhang. In den Ergänzungen zu den Regeln für die Objektbildung steht: " Straße, Fahrbahn, Weg und Schiffahrtslinie (wenn Autofahrverkehr) bilden ein topologisches Netz". Offen bleibt dabei aber die Einbeziehung von Plätzen (3103) insb. mit der Funktion Verkehrsfläche (1809) und Fußgängerzone (1808).

Die Objektarten Tunnel und Brücke sind als Referenz 'Objektteil oben' bzw. 'Objektteil unten' an den Objekten Straße (3101), Weg (3102) und Straßenkörper (3105) zu finden.

Kreuzungen sind in ATKIS keine Objektarten. Es können daher auch keine Attribute dazu gespeichert werden.

Zum Objekt **Straßenabschnitt** im RBS-Layer **Stadtstruktur**:

Bleibt noch der Vergleich der RBS-Objektart Strassenabschnitt mit den o.g. ATKIS-Objekten. Hierbei ist auf RBS-Seite nur das Attribut Nutzungstyp vorgesehen, was zunächst einmal einen Austausch sehr einfach macht. Schwierig, wenn nicht gar unmöglich, ist dagegen die topologische Einbindung des Straßenabschnittes in die Objekte Straßenknoten bzw. Blockseite.

Die topologischen Beziehungen müßten sich zwar implizit aus der semantisch topologischen Ebene der DKM-Objektteile ergeben, die Bereitstellung dieser Daten kann aber leider nicht vorausgesetzt werden, wie z.B. die Realsierung in der ALK-ATKIS-DB zeigt (siehe Teil C, 2.1. S.11 Abb.5) .

Zum Objekt

Schiennetzsegment (Streckenabschnitt) im RBS-Layer Verkehrsplanung ÖV:

Zur Abbildung des Schienennetzes werden in ATKIS die Objekte Schienenbahn (3201) und Bahnstrecke (3205) gebildet. Eine Objekttrennung erfolgt an Abzweigungen bzw. bei Änderung des Attributes Bahnkategorie BKT. Allerdings gibt es z.Z. nur eine Bahnkategorie, daher kommt dieser Fall nicht zum Tragen.

Als Attribute sind Anzahl der Gleise und Breite des Bahnkörpers vorgesehen.

Diese Objekte sind nicht mit dem RBS-Objekt Streckenabschnitt vergleichbar. Dieser orientiert sich an den verkehrstechnischen Attributen Geschwindigkeit und Verkehrsmittel. Zudem fehlt die Verknüpfung zum Objekt Linie.

Auch das RBS-Objekt Haltestelle kann nicht aus der ATKIS-Objektart Bahnhofsanlage (3501) mit den Kategorien Bahnhof (1000), Haltestelle(2000) oder Haltepunkt (3000) abgeleitet werden. Sie wird zwar als Punkt auf der Streckenachse erfasst, aber nur dann, wenn die Anlage nicht 0,5 ha überschreitet. Auch ist eine Trennung der Bahnstrecke nicht erwähnt. Bei Flächen über 0,5 ha wird die Bahnhofsanlage als Fläche erfasst, deren Einbindung in das Netz wiederum problematisch ist.

Zu den Objekten des RBS-Layers Regionalstruktur:

Im Objektbereich Gebiete sind mit der Gebietskörperschaft Gemeinde (7105) und den Grenzen (7299) noch einmal gleichartige Objekte angesprochen.

Mit gleicher Definition ist hier die flächenförmige Beschreibung der Gemeinden zu finden. Die Grenzen sind linienhaft modelliert. Aufgrund dieser Festlegung und i. V. m. mit der Maßstabsabhängigkeit ist zu erwarten, daß zwar Gemeinde-, Kreis-, Regierungsbezirks-, Landes- und Bundesgrenze erfasst werden, eine vollständige Beschreibung der jeweiligen Gebiete nicht unbedingt erwartet werden kann. Zudem ist eine topologische Relation nicht vorgesehen.

Neben diesen politisch administrativen Grenzen sind in diesem Layer noch die topographischen Elemente zu finden. In diese Gruppe können im Prinzip alle ATKIS-Objekte übernommen bzw. bereitgestellt werden, da diese Objekte keine Verknüpfung zu den anderen Objekten haben. Sie dienen z.Z. lediglich als Hintergrundinformation und könnten später einmal zu geometrischen Untersuchungen, insbesondere bei Fragestellungen mit Überlagerungen/Verschneidungen herangezogen werden.

4.1.5. Zusammenfassung

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß die ATKIS-Datenstruktur für einen Datenaustausch gut, aber unter den funktionalen Aspekten der Be- und Verarbeitung weniger gut geeignet ist. Der ATKIS-Ansatz bringt, mit Ausnahme der Notwendigkeit der Erweiterung der topologischen Funktionalität in GRADIS, keine Erkenntnisse für die Verbesserung der RBS Datenstruktur.

Ein Austausch zwischen dem RBS-Objekt Strassennetzsegment und den ATKIS-Objekten Straße (3101) bzw. Straßenkörper (3104 i.V.m. 3105 und 3106) ist zwar nach Abstimmung der Attribute grundsätzlich möglich. Die sinnvolle Verwendung von ATKIS-Daten im Bereich RBS setzt aber eine umfangreiche Nachbearbeitung voraus, da das ATKIS-Straßennetz aufgrund der flächenhaften Modellierung von Plätzen und Kreuzungen Lücken aufweist. Bei Verwendung der RBS-Daten in ATKIS gilt dieses Problem in umgekehrter Form, d.h. aus der oder den Linien eines Platzes muß ein flächenhaftes Modell generiert werden. Zudem ist die Beziehung 'Objektteil oben' bzw. 'Objektteil unten' zu ergänzen.

Im Bereich des Schienennetzes ist ein Austausch der Daten noch weniger sinnvoll, da sowohl die zugrundeliegenden Bildungsregeln und die Attribute differieren und zudem noch die Topologie nicht übereinstimmt.

Der Austausch von Grenzlinien zu den politischen Einheiten ist möglich, wobei in ATKIS keine flächenhafte topologische Konsistenz vorausgesetzt werden kann. Ebenfalls wird die Vollständigkeit mit dem Abstand zum Kerngebiet stark abnehmen; insbesondere, wenn der betrachtete Bereich über die Landesgrenzen hinaus geht.

Unproblematisch ist die Übernahme diverser Objekte aus ATKIS in die topographischen Objekte des Layers Regionalstruktur. Die Übergabe solcher Objekte an ATKIS setzt allerdings die Einhaltung der Modellierungsvorschriften und soweit vorhanden, den Aufbau bzw. die Umsetzung der topologischen Beziehungen voraus.

4.2. Das GDF-Format

Der Entwurf eines Geographic Data File (GDF) Standards wurde auf Initiative der Anbieter von Fahrzeugnavigationssystemen und der Automobilindustrie im Rahmen der europäischen Forschungsvorhaben des DRIVE-Programmes (Dedicated Road Infrastructure for Vehicle use and safety in Europe) geschaffen und soll allen Organisationen dienen die Straßennetzdaten erheben, fortschreiben, bereitstellen oder damit arbeiten.

Das Ziel ist eine Steigerung der Effizienz bei der Erfassung und Handhabung dieser Daten und um auf einer festen Basis Anwendungen und zusätzliche Dienste erstellen zu können.

Das GDF-Format in der untersuchten Version 2.0 baut auf einer Reihe von vorausgegangenen Projekten auf, insbesondere auf dem EUREKA(*) Projekt DEMETER (Digital Electronic Mapping of European TERritory) aus dem Jahre 1988.

Der GDF-Standard beinhaltet im Gegensatz zum ATKIS-Modell auch Datenformate und physikalische Speicherungsstandard. Allerdings ist das zugrundeliegende Datenmodell auch allgemein gehalten und wird, entsprechend der Vorgehensweise bei ATKIS, durch entsprechende Kodierungen im konkreten Fall ausgefüllt.

Die vorliegende Betrachtung beruht auf der Beschreibung des sog. konzeptionellen Datenmodells, wie es im GDF Feature Catalogue (Volume 2), im GDF Attribute Catalogue (Volume 3) und im GDF Relationship Catalogue (Volume 4) veröffentlicht ist.

4.2.1. Der GDF-Ansatz

Im GDF werden für Objekte erfasst, die für Fahrzeugnavigation und verkehrstechnische Fragestellungen relevant sind. Die Bereiche Straßen-, Schienen- und Gewässernetz werden durch Kanten und Knoten repräsentiert und bilden über ihre inneren Beziehungen jeweils ein topologisches Netz.

Das Straßennetz wird in zwei Feinheitsgraden modelliert, einem groben Netz, das im wesentlichen zu Berechnungen von Routen herangezogen wird und ein feines Netz, das zur Angabe von Anweisungen an den Fahrer genutzt wird. Die Elemente beider Netze sind miteinander verknüpft, wobei bei jeder Strecke des Grobnetzes ein Strecke des Feinnetzes und jedem Knoten des Grobnetzes ein oder mehrere Knoten und Strecken des Feinnetzes zugeordnet sind. Dies bedeutet praktisch, daß Kreuzungen in verschiedenen Feinheitsstufen modelliert werden. Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, daß zum Straßennetz auch die Fähren gehören.

Neben diesen Objekten mit netzartigen Strukturen sind in 6 weiteren Bereichen Objekte mit einfacher Struktur erfasst.

(*) EUREKA ist eine Initiative der Europäischen Industrie zur Förderung der industriellen Zusammenarbeit in vorwettbewerblichen Bereichen

Die Beziehungen zwischen den Objekten, mit Ausnahme der topologischen Beziehungen, werden über eine eigene Kodierung gemäß eines speziellen Kataloges erfasst.

4.2.2. Einzelbetrachtung

Im Anhang 3 sind die RBS enthaltenen Elemente den GDF-Features tabellarisch gegenübergestellt. Für die rund 80 Elemente des RBS können 16 gleichartige GDF-Objekte gefunden werden. Hinzu kommen noch etwa 10-15 Objekte der Infrastruktur und umsetzbare Relationen, sowie eine Reihe von Attributen, die an anderen Objekten zu finden sind (z.B. Hausnummernbereiche).

Die 94 Objekte des GDF-Kataloges sind in 9 Themen gruppiert. Roads and Ferries, Railways, Administrative Areas, Services, Brunnels, Waterways, Land Use Units, Road Furniture und Settlements.

Die letzten 5 Gruppen haben keine Objekte für die im RBS Gleichartige enthalten sein könnten. Es verbleiben daher die Gruppen 'Roads and Ferries' mit dem Straßennetz, 'Railways' mit dem Schienennetz und 'Administrative Areas' mit Grenznetzen.

Zu den Objekten im RBS-Layer Regionalstruktur:

Die vorgesehene Beschreibungen der verschiedenen politischen Gliederungen bis zur Gemeinde / Stadt können ausgetauscht werden. Eine Abstimmung mit dem Order-Level ist allerdings notwendig. Ebenso ist die inhaltliche Festlegung der Order 8 und Order 9 Area zu klären, inwieweit hier Stadtbezirke, Stadtteile oder Gemarkungen modelliert sind, sowie der Genauigkeitsgrad der Modellierung.

Element	RBS	GDF	Erläuterung
Bundesgrenze		X	Country
Bundesland	X	X	Order 1 Area
Regierungsbezirk	X	X	Order 2 Area
Stadt/ <u>Kreis</u>	X	X	Order 3 Area
<u>Gemeinde</u> /Stadtbezirk	X	X	Order 8 Area
Gemeindeteil/Stadtteil	X	X	Order 9 Area

Zu den Objekten im RBS-Layer Stadtstruktur:

In der GDF-Themen Gruppe 'Roads und Ferries' wird das Straßennetz abgebildet. Die entsprechenden RBS-Objekte sind Straßen bzw. Straßenabschnitte. Eine Besonderheit bilden die Hausnummernbereiche die im RBS nicht den Straßenabschnitten, sondern den assoziierten Baublockseitenabschnitten zugewiesen sind.

Zu klären wäre die Handhabung der 'Intermediate House Number'.

Element/Attribut	RBS	GDF	Erläuterung
Straßenname	X		
Straßenschlüssel	X	X	External-Identifizier
Erste Hausnummer auf der linken Seite	X	X	
rechten Seite	X	X	
Letzte Hausnummer auf der linken Seite	X	X	
rechten Seite	X	X	
Hausnumerierungstyp	X	X	

Zu den Objekten im RBS-Layer **Verkehrsplanung-IV**:

Die GDF-Themen Gruppe Roads und Ferries enthält das gesamte für den Verkehr freigegebene Straßennetz. Zusätzlich ist eine Differenzierung im Feinheitsgrad vorhanden, die die gewünschte Unterscheidung zwischen Hauptverkehrsstraßennetz und Straßennetz zuläßt. So entsprechen im Level 1 die Feature 'Road' und 'Intersection' den Hauptverkehrsstraßenabschnitten und den Kreuzungen und im Level 2 die Feature 'Road Element' und 'Junction' den Straßennetzsegmenten und Straßennetzknoten.

Die GDF-Elemente sind zu einem topologischen Netz zusammengeführt.

Aufgrund des Zielmarktes der GDF-Daten sind die Elemente mit sehr vielen verkehrstechnisch und verkehrsplanerisch relevanten Attributen ausgestattet. Einen Überblick gibt nachfolgende Tabelle.

Element/Attribut	RBS	GDF	Erläuterung
Straßennetzsegment	X	X	Road-Element
Kurzname	(X)	X	A4,B9
Breite der Fahrbahn	X	X	+/- 0,5 m
Anzahl der Fahrstreifen	X		
Funktion bei Straßen		X	Straßenverkehrsweg, Fußgängerzone
bei Wegen			Verbindungsweg, Wirtschaftsweg
Internationale Bedeutung		(X)	Europastraße
Widmung	X	X	BundesautobahnGemeindestraße
Zustand	X	X	in Betrieb, außer Betrieb, im Bau
Fahrbahntrennung		X	ja/nein
Lage	X		
Radweg		X	ja/nein
max. zul. Gesamt Gewicht	X	X	
max. zul. Achslast		X	
max. zul. Höhe	X	X	
max. zul. Breite		X	

max. zul. Länge	X	
Einbahnstraßenkennzeichen	X)
mittl. Fahrzeuggeschwindigkeit	X) notwendige Erweiterung
mittl. LKW-Geschwindigkeit	X) aus verkehrsplanerischer
Anzahl Kfz /Tag	X) Sicht (siehe 3.4.)
Anzahl LKW/Tag	X)

Element/Attribut	RBS	GDF	Erläuterung
Straßennetzknotten	X	X	Intersection
Kreuzung	X	X	Junction
Abbiege-Verbot	X	X	Prohibited Turn

Daneben gibt es noch weitere Attribute, die zur Unterstützung der Routensuche herangezogen werden können, wie z.B. Stauanfälligkeit, Reisezeit, Geschwindigkeitsbegrenzungen, besondere Verkehrsbeschränkungen.

Im Rahmen der sog. Relationship Type Codes werden im GDF Vorfahrtsregelungen, Lichtsignalanlagen und die Beschilderung erfasst, die eventuell für die Verkehrssteuerung und Emissionsberechnungen von Interesse sind.

Zu den Objekten im RBS-Layer **Verkehrsplanung-ÖV**:

Die GDF-Themen Gruppe Railways enthält zwar ein Schienennetz oder zumindest große Teile davon. Aufgrund der fehlenden Berücksichtigung der Linienstruktur sind die Elemente aber, ähnlich wie die ATKIS-Elemente, nicht mit den RBS-Elementen vergleichbar.

Ein Austausch dieser Elemente ist daher nicht sinnvoll.

Zu Objekten im RBS-Layer **Verwaltung, Schul- und Infrastrukturplanung**:

In der GDF-Gruppe Services sind eine Reihe von Infrastruktureinrichtungen enthalten, die auch in den o.g. Layer zu finden sind. Ihre Zuordnung eines Services im GDF erfolgt über Relationship Type Codes und kann z.B. 'along Road', 'at Junction', 'in Administrative Area' sein. Für die Übernahme von GDF ins RBS kann also erst in den konkreten Ausprägungen die Brauchbarkeit der Kodierung beurteilt werden. Die Ermittlung der GDF-Relation bei Übergabe der Daten sollte immer möglich sein.

Hinsichtlich der Differenzierung der Objekte bestehen zwischen dem RBS und dem GDF aber Unterschiede. Einerseits werden die Objekte des Layers Infrastruktur im GDF nicht so weit differenziert (z.B. Community Centre), andererseits sind im GDF noch wesentlich mehr (ca. 50) Service-Objekte enthalten, die zum größten Teil auch sinnvoll als Infrastruktureinrichtung zu führen sind.

Es wäre zu untersuchen, wie durch eine Umstrukturierung des Layers Infrastrukturplanung eine größere Flexibilität erreicht werden kann. So könnten die z.Z. definierten 5 Objekte auf ein Objekt reduziert werden. Über eine Attribut '(GDF-)Objektcode' sollte dann die Differenzierung erfolgen. Zu klären ist dann allerdings die Frage der Einbindung in die Darstellungstabellen.

Element	RBS	GDF	Erläuterung
Postamt	X	X	Postoffice 7324
Schule	X	X	School 7372
Krankenhaus	X	X	Hospital/Polyclinic
Alteneinrichtung	X	X)
Sozialstation	X	X)Community Centre 7363
Ausländerzentrum	X	X)
Jugendeinrichtung	X	X)

4.2.3. Zusammenfassung

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß sowohl die GDF-Datenstruktur für einen Datenaustausch, als auch die GDF-Daten für eine Be- und Verarbeitung im RBS gut geeignet sind. Aufgrund der Übereinstimmung der Ansätze zur Modellierung des IV-Straßennetzes in zwei Feinheitstufen und die Gewährleistung des topologischen Netzzusammenhanges, ergeben sich in diesem Bereich keine Erkenntnisse über eine Verbesserung der RBS-Datenstruktur. Lediglich die Ergänzung um einige Attribute sei hier erwähnt.

Für den Layer Infrastruktureinrichtung könnte die Reduktion der Zahl der Objektarten und die Einführung eines 'Feature-Codings' eine größere Flexibilität bedeuten.

Ein Austausch der Straßennetze auf der Ebene Stadtstraßennetz und IV-Verkehrsnetz ist möglich. Eine besondere Behandlung bedarf die Übernahme von Hausnummernbereichen. Die zu transferierenden Attribute sind im einzelnen zu untersuchen.

Im Bereich des Schienennetzes ist der Austausch der Daten nicht sinnvoll. Sowohl die zugrundeliegenden Bildungsregeln als auch die Attribute differieren stark.

Der Austausch von Grenzlinien zu politischen Einheiten, wie sie in der Regionalstruktur des RBS vorhanden sind, ist möglich. Die Gliederung unterhalb der Gemeinde ist allerdings noch einmal genauer zu untersuchen.

Ähnliches gilt für die Infrastruktureinrichtungen, für die zu untersuchen ist, inwieweit die im GDF genutzte Lokalisierung ausreichend ist.

4.3. DIME/TIGER-Format

Im Zuge der Vorbereitung der ersten in Nordamerika landesweit durchgeführten Volkszählung wurde 1970 vom Statistischen Bundesamt der Vereinigten Staaten ein Verschlüsselungs- und Referenziersystem benötigt, das zur Unterstützung der in reinem mailing Verfahren durchgeführten Zählung dienen sollte. Hauptaufgabe lag darin, die Adressen zu verschlüsseln und eine Zuordnung zu den statistischen Bezugsräumen zu ermöglichen (siehe auch (5)).

Zunächst wurde hierzu vom Bureau of Census der sog. Adress Coding Guide (ACG), vergleichbar mit der in Deutschland weit verbreiteten Blockseitenbeschreibung, entwickelt. Im Rahmen einer Vorstudie wurden die fehlenden Möglichkeiten der Plausibilitätsprüfung und die fehlende geometrische Beschreibung zur automatischen Kartierung bemängelt.

In Rahmen der sog. New Haven Census Use Study wurde, unter Einbeziehung weiterer Nutzer der erwarteten Zählungsdaten, ein System entwickelt, das eine vollständige Beschreibung der Stadt, basierend auf ihren netzartigen Strukturen, sowie Koordinaten enthielt. Entsprechend der zugrundeliegenden Verschlüsselungsmethode wurde es 'Dual Independent Matrix (Map) Encoding DIME' genannt. Der wesentliche Vorteil gegenüber dem ACG Ansatz bestand darin, daß jetzt weitgehende Prüfungen des topologischen Zusammenhanges, der Adressbereiche und der Koordinaten, während der Fortschreibung durchgeführt werden konnten.

Für den umfassenden Einsatz zur Volkszählung 1970 kam die Entwicklung leider zu spät. Trotzdem wurden die Erkenntnisse im Rahmen einiger anderer Projekte genutzt und in internationalen Kolloquien zur Diskussion gestellt. Im Rahmen dieser Kolloquien wurde das System auch in Deutschland bekannt.

Für den Einsatz zur Volkszählung 1980 wurden dann landesweit sog. GBF/DIME-Files aufgebaut und zur automatischen Verschlüsselung bei der Erfassung eingesetzt. Zur Aufbereitung der Zählungsdaten wurden noch zusätzlich sog. 'Master Reference Files' herangezogen, die eine Zusammenfassung der Daten auf beliebige Aggregationslevel zuließen.

Für die Volkszählung 1990 wurde dann die Integration beider Basisdateien in ein System, dem TIGER System, vorgenommen. Dabei steht TIGER für Topologically Integrated Geographic Encoding and Referencing (siehe auch (6)).

In den oben angesprochenen Kolloquien, insbesondere im ersten internationalen DIME-Colloquium 1972 und im 2. internationalen Colloquium on Segment-Oriented Referencing System 1974, wurden Anregungen für entsprechende Entwicklungen in Deutschland gegeben. So wurde der zugrundeliegende Ansatz im Rahmen der DATUM Forschungsarbeiten in das Programmsystem SEDAN, später SINETZ benannt, übernommen und dort weiterentwickelt.

Das TIGER Format, als Weiterentwicklung des DIME-Formates, ist logisch mit dem SINETZ-Format gleichzusetzen. Es können daher keine weiteren Erkenntnisse gewonnen werden, die nicht schon aus den bisherigen SINETZ-Einsätzen bekannt sind.

5. Weiteres Vorgehen

Die Überprüfung der bisherigen Datenstruktur des Regionalen Bezugssystems hat einige Änderungsvorschläge ergeben.

Für die konkret anstehenden Aufgaben aus dem Bereich der statistisch planerischen Auswertungen und der Verkehrsplanung sind im Kapitel 2.3. und 3.4. Änderungen aufgezeigt.

Da zu erwarten ist, daß die strukturellen Änderungen der Datenbank einen nicht unerheblichen Reorganisationsaufwand mit sich bringen, sind die Änderungen nach entsprechender Abstimmung bzw. Klärung mit den potentiellen Anwendern alsbald vorzunehmen. Je früher die Änderungen vorgenommen werden, je geringer ist erfahrungsgemäß der Änderungsaufwand.

In Bezug auf ATKIS und GDF liegen die Probleme mehr in einer Abstimmung der Definitionen und Bildungsregeln. Die zu erwartenden Änderungen der Datenstruktur sind relativ gering. Unbekannt ist allerdings noch der Aufwand für entsprechende Konvertierungsprogramme. Inwieweit ein Austausch von Daten von Interesse und möglich ist, wäre mit den zuständigen Institutionen abzuklären.

Als weitere Erkenntnis sollte aus den GDF-Dokumenten gewonnen werden, daß die ausführliche Beschreibung der Inhalte, Definitionen, Bildungsregeln etc. von großer Bedeutung ist. Hier besteht beim RBS noch ein großer Nachholbedarf, insbesondere dann, wenn das Produkt RBS vermarktet werden soll.

Nachdem in dieser Studie die Datenstruktur kritisch untersucht worden ist, sollten auch die vom GRADIS und damit vom RBS angebotenen Funktionen überprüft werden. Einige Anforderungen zur Fortschreibung sind schon im Kapitel 2.2.1. und 2.2.6. angesprochen worden. Daneben erscheinen aber auch Verbesserungen an den vorhandenen Fortschreibungsfunktionen sinnvoll, insbesondere im Bereich der Plausibilitätsprüfungen. Auch spezielle Fortschreibungsfunktionen besonderer Attribute, wie Einbahnstraßenkennzeichen oder Abbiegewiderstände, sollten nicht vergessen werden. Weiterer Analysen bedarf es noch im Bereich der Verarbeitungsfunktionen, insbesondere konkrete Falluntersuchungen im Rahmen des SIS-Service und von planerischen Fragestellungen.

6. Literatur

- (1) Maack, Udo , 'Möglichkeiten der Migration des räumlichen Bezugssystems auf ein SICAD-System' Teil B,
Hauptamt der Stadt Köln, Köln/Berlin 1992
- (2) -----, 'Benutzerhandbuch VISUM-IV' ,
PTV Karlsruhe,Karlsruhe o.D.

-----, 'Benutzerhandbuch VISUM-ÖV',
PTV Karlsruhe,Karlsruhe o.D.
- (3) -----, 'Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem (ATKIS),
Das Vorhaben der Landesvermessungsverwaltungen zum Aufbau Digitaler
Landschaftsmodelle und Digitaler Kartographischer Modelle',

Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der
Bundesrepublik Deutschland (ADV), Hannover 1989 /1991
- (4) -----, The Geographic Data File (GDF) 2.0
a Documentation of the DRIVE projekt V1021, Task Force EDRM
Task Standardization, Work Package 3532, Issue Date 19/12/91
- (5) Hansen, Hans, ' DIME - Ein System zur geographischen Verschlüsselung von
Regionaldaten',
Datum eV, Dok.Nr.: 822/001 , Bad Godesberg 1970
- (6) Moore, Roland H., 'A TIGER for tomorrow',
in Proceedings of the Joint Symposium for UDMS and SORSA,
den Haag, 1985

7. Anhang

A1 Zusammenstellung der Datenelemente des Kölner RBS

A2 Varianten der Streckenbeschreibung des VISUM-IV-Netzes

A3 Datenelemente des Kölner RBS und gleichartige Objekte aus ATKIS und GDF

Obj.Nr.	Layer	Artgruppe	Objektart	Bereich	Name	Typ	Geom	Status
101	RST	Gemeindeteil/Stadtteil		RT	GKZ,STT	FN	x	
102	RST	Gemeinde/Stadtbezirk		RB	GKZ	FN	-	
103	RST	Stadt/Kreis		RS	SKN	FN	-	
104	RST	Regierungsbezirk		RR	RBN	FN	-	
105	RST	Bundesland		RL	BLN	FN	-	
106	RST	flächenförmige Topographie		TF	N8	F	x	
107	RST	linienförmige Topographie		TL	N8	G	x	
108	RST	punktförmige Topographie		TP	N8	P	x	
201	STS	Block		BB	GKZ	F	(x)	
202	STS	Blockseite		BS	GKZ	FN	(x)	
203	STS	Blockseitenabschnitt		BA	GKZ	FN	(x)	
204	STS	Strasse		SS	GKZ	G	-	
205	STS	Strassenabschnitt		SA	GKZ	G	x	
206	STS	Adresse	Adresse gültig	AD	GKZ	P	x	
207	STS	Adresse	Adresse ungültig	AX	GKZ	P	x	
208	STS	Strassenknoten		SK	GKZ	P	x	
209	STS	Stadtviertel		SV	GKZ	F	x	
301	IV	Messquerschnitt		MQ	GKZ	P	-	
302	IV	Messstelle		MS	GKZ	P	x	
303	IV	Kreuzung		FK	GKZ	P	x	
304	IV	Standort		ST	GKZ	P	x	
305	IV	Strassennetzknoten		IK	-	P	x	
306	IV	Verkehrszellenschwerpunkt IV		IP	GKZ	P	x	
307	IV	IV-Anbindungsstrecke		IA	GKZ	G	x	
308	IV	Strassennetzsegment		IS	-	G	x	
309	IV	Verkehrszelle IV		IZ	GKZ	FN	x	
310	IV	Politessenbezirk		PO	GKZ	FN	x	
311	IV	Hauptverkehrsstrasse		FS	-	G	-	
312	IV	Hauptverkehrsstrassenabschnitt		FA	-	G	x	
401	OEV	Haltestelle		OH	GKZ	P	x	
402	OEV	Schienenknoten		OK	-	P	x	
403	OEV	Verkehrszellenschwerpunkt ÖV		OP	GKZ	P	x	
404	OEV	Linienknoten		LK	TRN	P	x	
405	OEV	Linie		LL	TRN	G	-	
406	OEV	Linienabschnitt		LA	TRN	G	x	
407	OEV	ÖV-Anbindungsstrecke		OA	GKZ	G	x	
408	OEV	Schienenknoten		OS	-	G	x	
409	OEV	ÖV-Bereich	Verkehrszelle ÖV	OZ	GKZ	FN	x	
410	OEV	ÖV-Bereich	Haltestelleneinzugsbereich	HB	GKZ	FN	x	
411	OEV	ÖV-Bereich	Tarifzone	TZ	GKZ	FN	x	
501	WAH	Wahlgebiet	Stimmbezirk	WS	GKZ	FN	x	
502	WAH	Wahlgebiet	Kommunalwahlkreis	WK	GKZ	FN	-	
503	WAH	Wahlgebiet	Landtagswahlkreis	WL	GKZ	FN	-	
504	WAH	Wahlgebiet	Bundestagswahlkreis	WB	GKZ	FN	-	
505	WAH	Wahlgebiet	Europawahl	WE	GKZ	FN	-	
506	WAH	Wahllokal		WX	GKZ	P	x	
601	VER	Schiedsmannbezirk		SM	GKZ	FN	x	
602	VER	Postzustellbezirk		PB	GKZ	FN	x	
603	VER	Postamt		PA	GKZ	P	x	
701	KIN	Kindergarten		KI	GKZ	P	x	
702	KIN	Spielplatz		SP	GKZ	P	x	
703	KIN	Spielbereich		SB	GKZ	F	x	
704	KIN	Kindergartenbereich		KG	GKZ	F	x	
801	SCH	Schulbereich	Schulbezirk GM	SG	GKZ	FN	x	
802	SCH	Schulbereich	Schulbezirk EV	SE	GKZ	FN	x	
803	SCH	Schulbereich	Schulbezirk RK	SK	GKZ	FN	x	
804	SCH	Schule		SX	GKZ	P	x	

Obj.Nr.	Layer	Artgruppe	Objektart	Bereich	Name	Typ	Geom	Status
901	FUN	Funktionsräume	Nahbereichsgrenze	XN	GKZ N4	F	x	
902	FUN	Funktionsräume	Mittelbereichsgrenze	XM	GKZ N4	F	x	
903	FUN	Funktionsräume	Bezirksgrenze	XB	GKZ N4	F	x	
904	FUN	Funktionsräume	Regionsgrenze	XR	GKZ N4	F	x	
905	FUN	Funktionsräume	Nahbereichskern	YN	GKZ N4	F	x	
906	FUN	Funktionsräume	Mittelbereichskern	YM	GKZ N4	F	x	
907	FUN	Funktionsräume	Bezirkskern	YB	GKZ N4	F	x	
908	FUN	Funktionsräume	Regionskern	YR	GKZ N4	F	x	
909	FUN	Zentren	Nahbereichszentrum	ZN	GKZ N4	P	x	
910	FUN	Zentren	Mittelbereichszentrum	ZN	GKZ N4	P	x	
911	FUN	Zentren	Bezirkszentrum	ZB	GKZ N4	P	x	
912	FUN	Zentren	Regionzentrum (City)	ZR	GKZ N4	P	x	
1001	FEU	Feuerwehrbereich	Wachbereich	FN	GKZ N2	FN	x	
1002	FEU	Feuerwehrbereich	Warn- u. Evakuierungsbezirk	FE	GKZ N4	FN	x	
1003	FEU	Feuerwache		FX	GKZ N2	P	x	
1101	UMW	Wasserschutzgebiet		WG	- N5	F	x	
1102	UMW	Wasserwerk		WW	GKZ N5	P	x	
1103	UMW	Raster		RA	- KM2	P	x	
1201	INF	Infrastruktur	Krankenhaus	JK	GKZ N5	P	x	
1202	INF	Infrastruktur	Alteneinrichtung	JA	GKZ N5	P	x	
1203	INF	Infrastruktur	Sozialstation	JS	GKZ N5	P	x	
1204	INF	Infrastruktur	Ausländerzentrum	JX	GKZ N5	P	x	
1205	INF	Infrastruktur	Jugendeinrichtung	JJ	GKZ N5	P	x	
1301	SPA	Stadtsparkassenbereiche	Regionalbereich	KA	GKZ N3	F	-	
1302	SPA	Stadtsparkassenbereiche	Beratungsbereich	KB	GKZ N3	F	-	
1303	SPA	Stadtsparkassenbereiche	Geschäftsstellenbereich	KC	GKZ N3	FN	x	
1304	SPA	Geschäftsstelle		KX	GKZ N3	P	x	

Erläuterungen zu den Spalten:

Bereich und Name:

- ANx Abschnittsnummer (x Ziffern)
- BLK Blocknummer (STB,STT,N3)
- BLN Bundeslandnummer (2 Ziffern)
- BSAN Blockseitenabschnittsnummer(BSN,AN1)
- BSN Blockseitennummer (BLN,N1)
- GKZ Gemeindekennziffer (8 Ziffern)
- HNRZ Hausnummer mit Zusatz (STRN,N4)
- HVN Hauptverkehrsstrassennummer (5 Ziffern)
- KM2 Kilometerquadrat dem das Objekt zugeordnet ist (8 Ziffern)
- LNR Liniennummer (4 Ziffern)
- MQN Messquerschnittsnummer (4 Ziffern)
- Nx eindeutige Nummer innerhalb der Objektart,(x Ziffern)
- RBN Regierungsbezirksnummer (BLN,N1)
- SKN Stadtkreisnummer (RBN,N2)
- SNR Schulnummer (6 Ziffern)
- STB Stadtbezirksnummer (1 Ziffer)
- STRN Strassennummer (5 Ziffern)
- STT Stadtteilnummer (3 Ziffern)
- TRN Nummer des Verkehrsträgers (ÖPNV)

Typ:

- P Punktförmige Abbildung
- G Linieförmige Abbildung
- F isolierte Fläche
- FN Fläche vom Typ Netz

Geo:

- keine eigene Geometrie
- x eigene Geometrie

Übersicht über die Varianten der Streckenbeschreibung des VISUM-IV Netzes

	Option	Strecken Nr.	Von- Knoten	Bis- Knoten	Strecken- Typ	Geschw. MIV	Max. Kapazität	Strecken- Länge	Geschw. Rad	Einbahn Kennz.	n-mal (je Abbiegestrecke am Bis-Knoten)			autom. Generierung Gegenstr.
											Abbiege Strecke	Abbiegezeitzuschlag MIV	Rad	
1	\$R	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X*	Nein
2	\$	X	X	X	X	X	X	X	-	-	X	X	X*	Nein
3	\$L	X	X	X	X	X	X	1	-	-	X	X	X*	Nein
4	\$RL	X	X	X	X	X	X	1	X	-	X	X	X*	Nein
5	\$GR	X	X	X	X	X	X	X	X	X	3	3	3	Ja
6	\$VR	X	X	X	X	X	X	X	X	-	3	3	3	Nein
7	\$V	X	X	X	X	X	X	X	-	-	3	3	3	Nein
8	\$VRL	X	X	X	X	X	X	1	X	-	3	3	3	Nein
9	\$G	X	X	X	X	X	X	X	-	X	3	3	3	Ja
10	\$GLR	X	X	X	X	X	X	1	X	X	3	3	3	Ja
11	\$GL	X	X	X	X	X	X	1	-	X	3	3	3	Ja
12	\$K	X	X	X	X	2	2	1	2	-	3	3	3	Ja

Optionen:

- \$G ohne Generierung der Gegenrichtung mit Angabe von Einbahnkennzeichen
- \$K Kurzeingabe
- \$L ohne Längenangabe
- \$R mit Radverkehr
- \$V ohne explizite Abbiegedaten

Anmerkungen:

- X* muß angegeben werden, für Berechnung belanglos
- 1 Berechnet aus der Luftlinienentfernung
- 2 i.V.m. Streckentyp aus einer Standardwertedatei
- 3 wie 2

	RBS-Element		ATKIS-Äquivalent		GDF-Äquivalent	
101	Gemeindeteil/Stadtteil				1120	Order 9 Area
102	Gemeinde/Stadtbezirk		7299/7105	nur Gemeindegrenze	1119	Order 8 Area
103	Stadt/Kreis		7299/7104	nur Kreisgrenze	1114	Order 3 Area
104	Regierungsbezirk		7299/7103		1113	Order 2 Area
105	Bundesland		7299/7102		1112	Order 1 Area
106	flächenförmige Topographie		?	diverse		
107	linienförmige Topographie		?	diverse		
108	punktförmige Topographie		?	diverse		
201	Block					
202	Blockseite					
203	Blockseitenabschnitt					
204	Strasse					
205	Strassenabschnitt		310x	Straße, Weg, Fahrbahn		
206	Adresse	Adresse gültig				
207	Adresse	Adresse ungültig				
208	Strassenknoten					
209	Stadtviertel					
301	Messquerschnitt					
302	Messstelle					
303	Kreuzung				4145	Intersection
304	Standort					
305	Strassennetzknotten				4120	Junction
306	Verkehrszellenschwerpunkt IV					
307	IV-Anbindungsstrecke					
308	Strassennetzsegment		310x	Straße, Weg, Fahrbahn	4110	Road Element
309	Verkehrszelle IV					
310	Politessenbezirk					
311	Hauptverkehrsstrasse					
312	Hauptverkehrsstrassenabschnitt				4140	Road
401	Haltestelle					
402	Schiennetzknotten				4220	Railway Element Junction
403	Verkehrszellenschwerpunkt ÖV					
404	Linienknotten					
405	Linie					
406	Linienabschnitt					
407	ÖV-Anbindungsstrecke					
408	Schiennetzsegment		320x	Schienebahn, Bahnstrecke	4210	Railway Element
409	ÖV-Bereich	Verkehrszelle ÖV				
410	ÖV-Bereich	Haltestelleneinzugsbereich				
411	ÖV-Bereich	Tarifzone				
501	Wahlgebiet	Stimmbezirk				
502	Wahlgebiet	Kommunalwahlkreis				
503	Wahlgebiet	Landtagswahlkreis				
504	Wahlgebiet	Bundestagswahlkreis				
505	Wahlgebiet	Europawahl				
506	Wahllokal					
601	Schiedsmannbezirk					
602	Postzustellbezirk					
603	Postamt				7324	Postoffice
701	Kindergarten					
702	Spielplatz					
703	Spielbereich					
704	Kindergartenbereich					
801	Schulbereich	Schulbezirk GM				
802	Schulbereich	Schulbezirk EV				
803	Schulbereich	Schulbezirk RK				
804	Schule				7372	School

	RBS-Element		ATKIS-Äquivalent	GDF-Äquivalent
901	Funktionsräume	Nahbereichsgrenze		
902	Funktionsräume	Mittebereichsgrenze		
903	Funktionsräume	Bezirksgrenze		
904	Funktionsräume	Regionsgrenze		
905	Funktionsräume	Nahbereichskern		
906	Funktionsräume	Mittelbereichskern		
907	Funktionsräume	Bezirkskern		
908	Funktionsräume	Regionkern		
909	Zentren	Nahbereichszentrum		
910	Zentren	Mittelbereichszentrum		
911	Zentren	Bezirkzentrum		
912	Zentren	Regionzentrum (City)		
1001	Feuerwehrbereich	Wachbereich		
1002	Feuerwehrbereich	Warn- u. Evakuierungsbezirk		
1003	Feuerwache			!
1101	Wasserschutzgebiet			
1102	Wasserwerk			
1103	Raster			
1201	Infrastruktur	Krankenhaus		Hospital/Polyclinic
1202	Infrastruktur	Alteinrichtung		7363 Community Centre
1203	Infrastruktur	Sozialstation		7363 Community Centre
1204	Infrastruktur	Ausländerzentrum		7363 Community Centre
1205	Infrastruktur	Jugendeinrichtung		7363 Community Centre
1301	Stadtparkassenbereiche	Regionalbereich		
1302	Stadtparkassenbereiche	Beratungsbereich		
1303	Stadtparkassenbereiche	Geschäftsstellenbereich		
1304	Geschäftsstelle			