

# Automatisierte Typisierung von Verkehrsnetzen für die Verkehrsplanung aus Geobasisdaten

Guido RINDSFÜSER

(Dipl.-Ing. Guido RINDSFÜSER, RWTH Aachen, Lehrstuhl und Institut für Stadtbauwesen, Mies-van-der-Rohe-Straße 1, D-52074 Aachen,  
e-mail: [rindsfueser@isb.rwth-aachen.de](mailto:rindsfueser@isb.rwth-aachen.de), <http://www.rwth-aachen.de/isb>)

## KURZFASSUNG

Die Typisierung von Verkehrsnetzen (Streckenelementen und Knoten) ist eine wesentliche Grundlage für die Simulation der Routenwahl und die Berechnung von Verkehrsbelastungen auf den Streckenelementen des Verkehrsnetzes unter Anwendung von Verkehrsberechnungsmodellen. Eine Typisierung wird durch die Betrachtung verschiedener Kriterien und ihrer Ausprägungen erstellt. Üblicherweise werden viele der zu berücksichtigenden Kriterien für die betrachteten Netze manuell zusammengestellt und der Streckentyp oder Knotentyp über eine Einstufungsmatrix (o.ä.) ermittelt.

Mit der Einführung des Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystems ATKIS steht eine standardisierte Datenbasis mit einheitlichem Raumbezug zur Verfügung, die für die Objekte Straße einige Attribute zur Verfügung stellen wird. Manche der notwendigen Typisierungskriterien liegen damit konkret vor (Objekte und Attribute können selektiert werden), andere Kriterien lassen sich aus dieser Datenbasis entwickeln (Einsatz geeigneter Abfragealgorithmen). Die Verwendung und Verarbeitung von digitalen Basisdaten und die Kopplung oder Integration der Fachdaten bietet eine erhebliche Verbesserung der objektiven Erstellung von Verkehrsplanungsnetzen. Der Raumbezug über das ATKIS stellt zudem eine mögliche und unkomplizierte Verwendung von Ergebnissen dieser Fachdisziplin, z.B. Belastungsdaten oder daraus berechnete Schadstoffdaten, in anderen Fachdisziplinen sicher.

Die derzeitige Bestandsbeschreibung des Objektes Straße innerhalb des ATKIS wird somit zunächst nur für eine Einzelanwendung (Typisierung) genutzt. Ziel ist die möglichst ausschöpfende gemeinsame Nutzung von Geobasisdaten für die analytische und prognostische (z.B. Verkehrsberechnungsmodelle) Verwendung in Planungsprozessen. Die Unterstützung der Planung durch einen standardisierten Datenpool (siehe z.B. Bemühungen zum OKSTRA, Objektkatalog für das Straßen- und Verkehrswesen) erleichtert zudem die interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Planern, und bietet die Möglichkeit einer schnellen Visualisierung (mit geeigneten Tools) von Planungsinhalten, -ergebnissen und Szenarien.

## 1. VERKEHRSDRECHNUNGSMODELLE UND GEOBASISDATEN

Die Nutzung von Geographischen Informationssystemen (GIS) in der Verkehrsplanung hat in den letzten Jahren deutlich zugenommen. Aufgrund der in der Verkehrsplanung notwendigen Arbeit mit überwiegend raumbezogenen Daten (z.B. punktbezogene Daten wie Unfälle oder streckenbezogene Daten wie Zustand von Straßenabschnitten) ist die Anwendung eines GIS in einigen Bereichen der Verkehrsplanung sinnvoll und durch die typischen GIS-Funktionalitäten arbeitserleichternd. Die Vorteile der Nutzung eines GIS sind im wesentlichen darin begründet, daß für sehr viele Datenbestände eine schnelle kartographische Visualisierung ermöglicht wird (siehe Beispiele in Abbildung 1), im Gegensatz zur alphanumerischen Datenansicht. Zudem ist eine übersichtliche, kompakte und globale Sichtweise auf gegebene Sachverhalte gegeben. So werden optische Plausibilitätsprüfungen von Analysen von Sachdaten wie z.B. Unfälle oder Verkehrsbelastung je Streckenabschnitt leicht ermöglicht.

Anwendungen oder Nutzungen von GIS in der Verkehrsplanung beziehen sich dabei hauptsächlich auf die Bereiche Visualisierung, Datenmanagement, Datenmodellierung und die Anwendung spezieller GIS-Funktionalitäten, z.B. Adreßverortung, (vgl. z.B. Kollartis 1997). Die Kopplung/Kombination der GIS-Software und der entsprechenden Fachsoftware wird dabei meistens über Datenaustauschnittstellen vorgenommen, weniger über direkte Kopplungen beider Systeme. Hauptsächliche Anwendungsgebiete sind z.B. die Informationssysteme (Zustandsinformation, Stauinformation usw.), die Logistik (Tourenplanung), die Fahrzeugnavigation und die Umweltplanung (Schadstoff- und Lärmbelastungsdarstellung).

Weniger verbreitet ist die Anwendung und Aufbereitung von Geobasisdaten für die Verkehrsplanung durch ein GIS. Für die Bundesrepublik Deutschland steht z.B. mit dem Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystem ATKIS (gemeinsames Projekt der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland) eine einheitliche Datenbasis für mittel- bis kleinmaßstäbige

Anwendungsbereiche zur Verfügung. Die Verwendung dieser Datenbasis wird möglich über die Einheitliche Datenbankschnittstelle EDDBS. Diese herstellereutrale und systemunabhängige Datenschnittstelle wird mittlerweile von vielen GIS-Anbietern in Form von ALK/ATKIS-Readern angeboten (z.B. ARC/INFO, ARC/VIEW, Smallworld oder MapInfo). Die Nutzung einer solchen digitalen und raumbezogenen Basis, mit notwendigen Ergänzungen in den unterschiedlichen Fachdisziplinen, kann zusätzlich zu den oben beschriebenen Vorteilen den interdisziplinären Austausch und die interdisziplinäre Nutzung von Daten wesentlich vereinfachen.

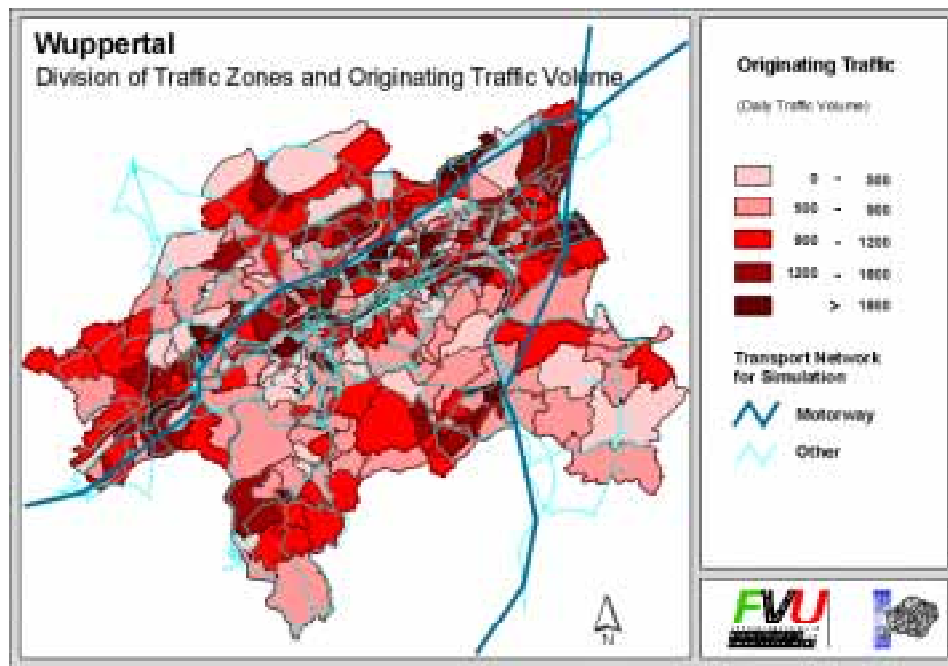
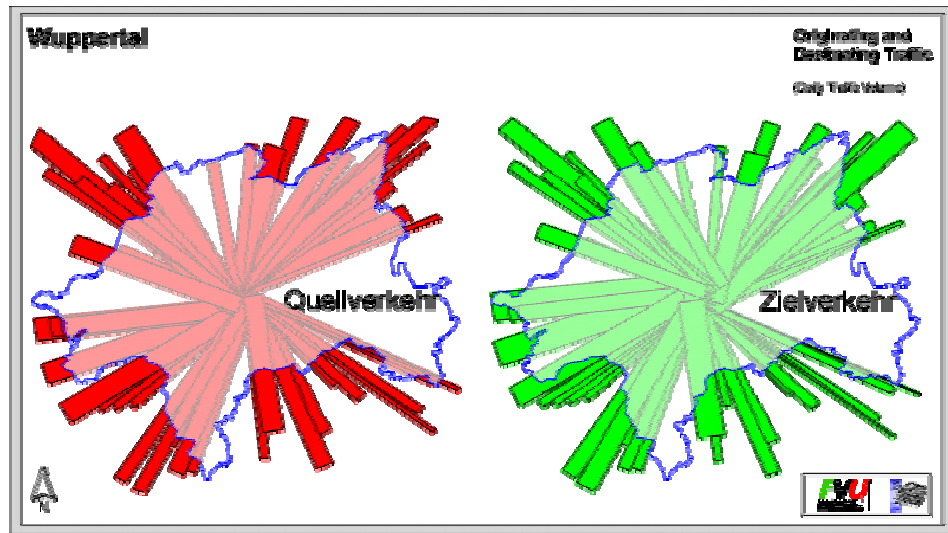


Abbildung. 1: Visualisierungen von verkehrsrelevanten Inhalten wie z.B. Ziel- und Quellverkehre in und aus einem Stadtgebiet oder Quellverkehraufkommen der Verkehrszellen innerhalb eines Stadtgebietes (Quelle: „NRW-FVU“ Forschungsverbund Verkehrssimulation und Umweltwirkungen, Forschungsprojekt des Ministeriums für Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen; <http://www.rwth-aachen.de/isb>).

Ein Projekt des Bundesministeriums für Verkehr BMV, die Erstellung des „Objektkataloges für das Straßen- und Verkehrswesen“ OKSTRA (BMV 1996) unterstreicht die mögliche Bedeutung einer standardisierten Geodatenbasis. Das Ziel dieses Projektes ist die Beschreibung der Struktur für gleichbedeutende Objekte für den Bereich Straßen- und Verkehrswesen in allen Fachrichtungen. Durch diese Standardisierung können somit Informationsverluste durch Datenkonvertierung, Zeit- und Geldverluste durch Medienbrüche vermieden werden.

## 2. NETZTYPISIERUNG FÜR VERKEHRSBERECHNUNGSMODELLE

Ein spezieller Bereich der Verkehrsplanung ist die Berechnung der Verkehrsnachfrage mit Hilfe von Modellen. Auf der Basis von sozio-demographischen Daten, räumlichen Strukturdaten, Netzdaten und gruppenspezifischen Verhaltensdaten werden für den Ist-Zustand und für Szenario-Fälle Verkehrsaufkommen, Verkehrsverteilung, Modal-Split und Verkehrsbelastungen auf den Strecken des Netzes berechnet. Die geringe Nutzung von GIS im Bereich der Verkehrsberechnungsmodelle ist begründet durch die hohen funktionalen Anforderungen an die Berechnungsmodelle, die strukturellen Differenzen und die Unterschiede in der Handhabung der Geometrien bei Verkehrsberechnungssoftware und GIS.

Eine der wesentlichen Grundlagen zur Verkehrsberechnung ist das Verkehrsnetzmodell. Die für Verkehrsberechnungsmodelle aufgestellten Netzmodelle sind üblicherweise nicht so feinteilig aufgenommen wie die Geobasisdaten. So wird das Netzmodell aus den klassifizierten Straßen (Bundesautobahnen, Bundes-, Land-, Kreisstraßen und Straßen mit verkehrlicher Bedeutung) gebildet. In den Geobasisdaten werden alle Straßen, Wege usw. abgebildet. Die unterschiedlichen Netze sind für einen Ausschnitt in Abbildung 2 dargestellt. Die Lagegenauigkeit der Elemente ist in Verkehrsmodellen im Gegensatz zu den Geobasisdaten nur von untergeordneter Bedeutung. Die Topologie ist dagegen von sehr hoher Bedeutung, in den GIS-Anwendungen aber nur schlecht oder über Umwege abbildbar.

Über die Strecken und Knoten eines Netzes werden z.B. üblicherweise die Fahrzeiten und Wartezeiten einer Route bestimmt. Die Aufstellung von Routen und Alternativrouten (Aufeinanderfolge mehrerer Streckenelemente) bedingt eine Netztopologie mit Angabe zu Abbiegerestriktionen und Streckenanbindungen. Mit weiteren Zeitanteilen wie Zugangszeiten, Umsteigezeiten usw. wird die Reisezeit (der Widerstand) gebildet mit dessen Hilfe das menschliche Verhalten bei der Routenwahl abgebildet werden kann. Die Abbildung der Abhängigkeit der Fahrzeit von der Verkehrsbelastung auf den Strecken wird durch die sogenannten q-v-Kurven (Belastungs-Geschwindigkeitskurven) erreicht.

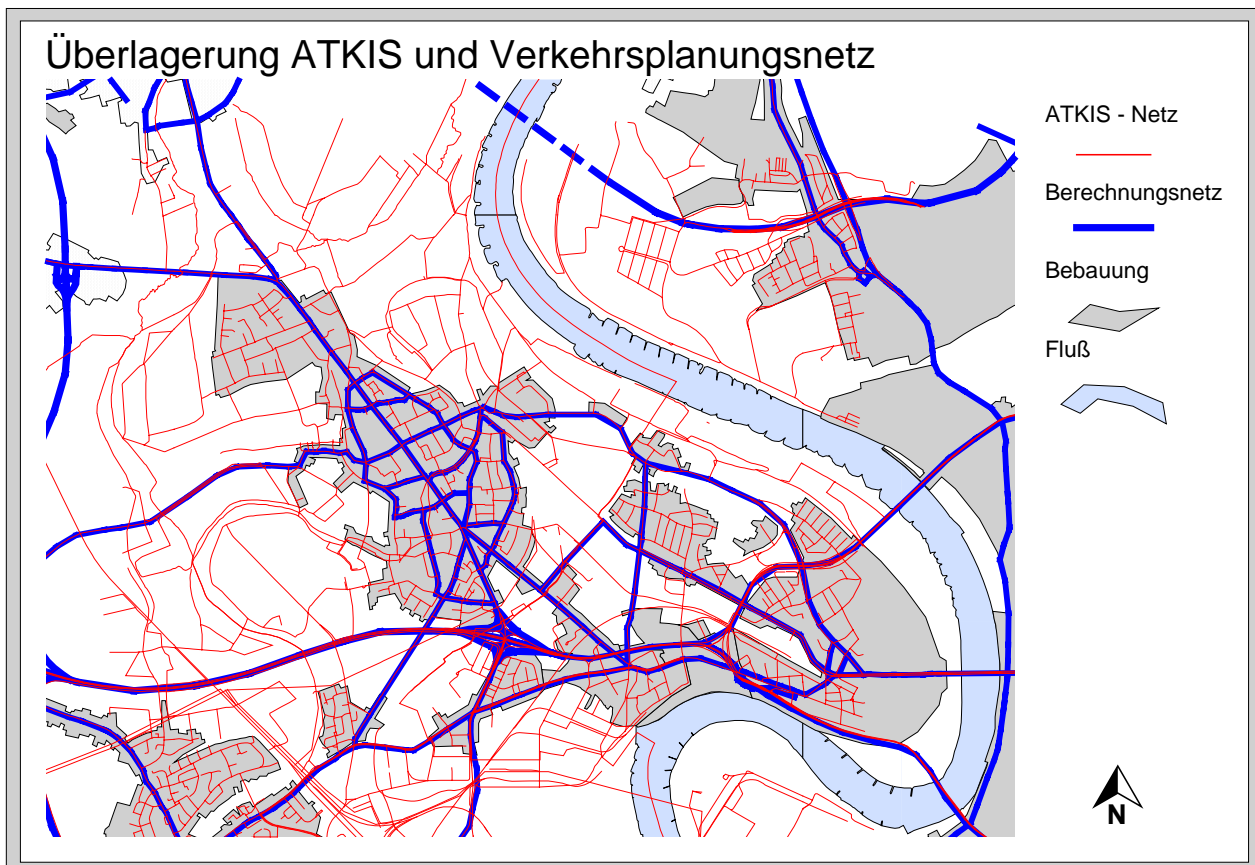


Abbildung 2: Überlagerte Darstellung der Verkehrsnetze aus Verkehrsplanungsmodell und ATKIS-Daten.

Aus empirischen Untersuchungen sind aufgrund der Betrachtung verschiedener Kriterien unterschiedliche Streckentypen mit jeweils zugehörigen q-v-Kurven bestimmt worden, die üblicherweise (evtl. mit leichten Unterschieden je nach Berechnungsmodell) verwendet werden. In diesem Vortrag wird Bezug genommen

auf die Typisierung im Rahmen des BMV-Projektes „Umwelt/Flächennutzung/Verkehr – Bewertungen in der städtischen Verkehrsplanung“ (BMV 1986), da diese Typen im institutseigenen personengruppenbezogenen Verkehrsberechnungsmodell verwendet werden. Die Typisierung wird anhand der in der Tabelle beschriebenen Kriterien vorgenommen:

Kriterium (nach BMV 1986)	Einstufung (grob) (differenzierter siehe Literatur)	Vorgehensweise
Niveau/Streckenführung	niveaugleich, niveaufrei, unbekannt, Tunnel	Augenscheinliche Betrachtung Vorort-Erhebung
Fahrtrichtungstrennung	Mit oder ohne Mittelstreifen, Einbahnstraße, gesperrt	Augenscheinliche Betrachtung Handschriftliche Erfassung
Anschlußdichte	gering, mittel, hoch, unbekannt, gesperrt	Einschätzung durch den Bearbeiter (Stadtplan, Grundkarte, o.ä.)
Einschränkung	keine geringe, starke, unbekannt, gesperrt	Augenscheinliche Betrachtung Vorort-Erhebung
Lage im Raum	ländlicher oder städtischer Raum	Abschätzung aufgrund der vorhandenen Bebauung durch den Bearbeiter (Stadtplan, Grundkarte, o.ä.)
Steigungsklasse	flach, hügelig, bergig, unbekannt, gesperrt	Schätzung durch Vorort-Erhebung externe Daten (Höhenangaben)
Kurvigkeit der Strecke	gering, mittel, groß, gesperrt	Vorort-Erhebung Einschätzung durch den Bearbeiter
Überholmöglichkeit	vorhanden, nicht vorhanden, unbekannt, gesperrt	Vorort-Erhebung Einschätzung durch den Bearbeiter
Fahrspuren	1, 2, 3, 4, >4, unbekannt, keine	Vorort-Erhebung

Tabelle 1: Typisierungskriterien und Vorgehensweise zur Typisierung (in Anlehnung an BMV 1986, Heft 490).

Aufgrund der Kriterienausprägungen und der Beschreibung einer üblichen Vorgehensweise wird erkennbar, daß die Typisierung mutmaßlich einer Reihe von subjektiven Einstufungen unterliegt. Die Verwendung von Geobasisdaten für die Netztypisierung könnte neben den bereits genannten Vorteilen somit eine objektivere Typisierung ermöglichen.

### 3. STRASSENBEZOGENE DATENINHALTE IN ATKIS

„Das ATKIS bildet die Erscheinungen der Realität durch vektorformatierte, objektstrukturierte und attributierte digitale Landschaftsmodelle ab.“ (vgl. Diding 1996). Die Strukturierung des Erscheinungsbildes der Erdoberfläche wird im ATKIS nach den Regeln eines Objektartenkataloges vorgenommen. Im objektorientierten digitalen Landschaftsmodell werden dabei punkt-, linien-, und flächenförmige Objekte unterschieden. Objekte werden nach ihrer Form und Lage durch Gauß-Krüger-Koordinaten und in ihren topologischen Relationen erfaßt. Die Beschreibung der Objektarten ist durch Attribute, Namen und Objektbezeichnungen möglich. Entsprechend der Hierarchisierung sind für die Anwendung in Verkehrsberechnungsmodellen zunächst die folgenden Dateninhalte von Bedeutung (siehe ATKIS-Objektartenkatalog):

- Objektbereich „Verkehr“ (3000)
- Objektgruppe „Straßenverkehr“ (3100)
- Objektarten „Straße“ (3101), „Straße (komplex)“ (3104), „Straßenkörper“ (3105) und „Fahrbahn“ (3106).

Attribute zu den Objektarten: Straßename, Zweitname (touristische Bezeichnung), Kurzbezeichnung (Nummer der gesetzlichen Klassifizierung), Verkehrsbedeutung innerörtlich, Verkehrsbedeutung überörtlich, besondere Fahrstreifen, Breite der Fahrbahn usw.

Die Attributierungen dieser Objektarten bilden bei vollständiger Aufnahme die standardisierte Informationsgrundlage, die grundsätzlich für Anwendungen in der Verkehrsplanung zur Verfügung stehen. Darüber hinaus können aber auch Dateninhalte/Informationen anderer Objektbereiche oder Objektgruppen nützlich und verwendbar sein. Als Beispiel sei hier noch die Objektgruppe „Anlagen und Bauwerke für Verkehr, Transport und Kommunikation“ (3500) genannt.

#### 4. NUTZUNG DER GEOBASISDATEN AUS ATKIS FÜR DIE NETZTYPISIERUNG

Die für die Typisierung erforderlichen Kriterien sind teilweise in den oben beschriebenen Objektarten für die Streckenelemente direkt angegeben, teilweise müssen sie (bei Verwendung der beschriebenen Typisierungsvorschrift) über geeignete Abfragealgorithmen aus anderen Attributierungen gewonnen werden. Die folgende Tabelle enthält eine Übersicht der Zuordnung der Kriterien zu den Dateninhalten des ATKIS:

Kriterium (nach BMV 1986)	Attribut (ATKIS)	mögliche Vorgehensweise
Niveau/Streckenführung		Abfrage nach Tunnel, Damm, Brücke, Unterführung aus Objektgruppe 3500 „Anlagen und Bauwerke für Verkehr, Transport und Kommunikation“ möglich
Fahrtrichtungstrennung	FTR Fahrbahntrennung	
Anschlußdichte		
Einschränkung		indirekte Ableitung aus: BRF Breite der Fahrbahn, WDM Widmung und FSZ Anzahl der Fahrstreifen
Lage im Raum		Abfrage der Attribute der angrenzenden Bebauung
Steigungsklasse		Abfrage der Höhendifferenz und Berechnung der Neigung
Kurvigkeit der Strecke		
Überholmöglichkeit		
Fahrspuren	FSZ Anzahl der Fahrspuren	

Tabelle 2: Typisierungskriterien und Vorgehensweise zur möglichen Typisierung aus ATKIS-Daten.

Aus der Tabelle ist abzulesen, daß die in der Typisierungsvorschrift verwendeten Kriterien nicht in der beschriebenen Form in den ATKIS-Datensätzen enthalten sind. Auch die dargestellten Ansätze der Ableitung einiger Kriterien weisen auf die Schwierigkeiten der benötigten Abfragealgorithmen hin. Besonders die beiden Kriterien Anschlußdichte und Kurvigkeit bereiten dabei Schwierigkeiten, die schon in der unterschiedlichen Detaillierung der Verkehrsplanungssoftware und den Geobasisdaten begründet ist. Die viel genauere und feinere Aufnahme von Streckenelementen im ATKIS läßt die Beurteilung der Anschlußdichte und Kurvigkeit für die groben Streckenelemente (teilweise über mehrere ATKIS-Knoten hinweg) mit der zugrundeliegenden Einstufung nicht zu. Für die Streckeneinteilung ist man zwar häufig dazu übergegangen, die feine Einteilung zu übernehmen und die für die Verkehrsmodelle nicht relevanten Knoten als Zwischenknoten ohne Einfluß auf die Berechnung zu kennzeichnen, die beiden genannten Kriterien lassen sich dadurch aber nicht Einstufen.

Trotz dieser Schwierigkeiten wurde der Versuch einer Typisierung eines Netzausschnittes auf der Basis der üblichen Vorgehensweise und unter Nutzung der ATKIS-Daten durchgeführt. Die entstehenden Typisierungen sind jedoch teilweise sehr unterschiedlich. Bei einer Ergänzung der ATKIS-Daten in den fehlenden Kriterien wird die Übereinstimmung besser, der Aufwand aber höher und der Unterschied in der Vorgehensweise geringer.

Der Ansatz erscheint dennoch verfolgenswert, vor allem dann, wenn der OKSTRA eingeführt wird und die Dateninhalte aufgefüllt und vervollständigt werden. Die möglichen Vorteile einer Nutzung von Geobasisdaten innerhalb der Verkehrsplanung und zum interdisziplinären Austausch von Planungsinformationen lassen hoffen, daß die Entwicklungen in diese Richtung fortschreiten.

#### 5. AUSBLICK

In der beschriebenen Anwendung und der weiteren Verfolgung der Idee der Nutzung von Geobasisdaten ist zu untersuchen, in wie weit eine Typisierungsvorschrift erstellt werden kann, die allein mit den vorhandenen (angestrebten) Geobasisdaten auskommt. Die Erfahrungen aus der Arbeit mit Verkehrsmodellen zeigen, daß von den zur Verfügung stehenden Typen einige sehr häufig auftreten, andere dagegen nie. Die Bedeutung und Anwendung der Typisierung der Strecken und Knoten für ein städtisches Netz ist möglicherweise zu untersuchen, woraus sich auch eventuell der Bedarf einer neuartigen Typisierung ableiten läßt (sind evtl. die Knoten in einem städtischen Netz von größerer Bedeutung für die Beschreibung des Verkehrsflusses als die Strecken, und reichen dann bei den Strecken einfache Typisierungen?).

Die derzeit auf die Bestandsbeschreibung ausgerichteten Standards ATKIS, OKSTRA usw. sind im Hinblick auf eine Bereitstellung von Basisdaten für eine planerische und prognostische Verwendung zu strukturieren und ggf. zu ergänzen. Die kontinuierliche Fortschreibung von Planungen wird erst durch die digitale Verfügbarkeit und Verwaltung von raum- und sachbezogenen Daten effizient möglich. Somit können auch relativ kurzfristig Entscheidungsgrundlagen aufbereitet werden. Wesentliches Kriterium sind die

verbesserten Visualisierungsmöglichkeiten der GIS zur Vorbereitung von Entscheidungsunterlagen und eine koordinierte und fortschreibungsfähige Daten- und Planungsbasis zur Verfolgung und Prognose wesentlicher verkehrlicher oder räumlicher Entwicklungen.

## LITERATUR

- ATKIS 1989 „Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem ATKIS, Dokumentation“; Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV); 1989.
- BMV 1996 „Standardisierung graphischer Daten im Straßen- und Verkehrswesen – Teil 1 Studie“; Bundesminister für Verkehr; Forschung Straßenbau und Verkehrstechnik; Heft 724; 1996.
- BMV 1986 „Umwelt/Flächennutzung/Verkehr – Bewertung in der städtischen Verkehrsplanung“; Bundesminister für Verkehr; Forschung Straßenbau und Verkehrstechnik; Heft 490; 1986.
- Didinger 1996 „Bereitstellung von Basisinformationen – ALB/ALK/ATKIS“; in: Das Geoinformationssystem ATKIS und seine Nutzung in Wirtschaft und Verwaltung, 3. AdV-Symposium ATKIS 1996 in Koblenz; Landesvermessungsamt Rheinland-Pfalz Hrsg.; 1996.
- Kollartis 1997 Verkehr im GIS: Parallelen, Überschneidungen und Ergänzungen von GIS und Verkehrsplanung“; Stefan Kollartis; in: Tagungsband zur CORP 97; <http://osiris.iemar.tuwien.ac.at/~corp/corp97/tagungsband/beitraege/kollartis.html>; 1997.
- Stein/Matzner OKSTRA – Der zukünftige Schlüssel zu Straßen- und Verkehrsdaten; Alfred Stein; Georg Matzner; Straßenverkehrstechnik 7/97.