

VUGIS – Verkehrs-, Umwelt und Geoinformationssystem

Marcus BALS, Jörn MÖLTGEN, Christoph RÜTHER, Joachim SCHEINER, Carsten SCHÜRMANN

Dipl.-Geogr. Marcus Bals, Uni Münster, Institut für Geographie, Robert-Koch-Str. 26-28, 48149 Münster, balsm@uni-muenster.de

Dipl.-Geogr. Jörn Möltgen, Uni Münster, Institut für Geoinformatik, Robert-Koch-Str. 26-28, 48149 Münster, moeltgen@muenster.de

Dipl.-Geogr. Christoph Rüter, Uni Münster, Institut für Geoinformatik, Robert-Koch-Str. 26-28, 48149 Münster, ruether@ifgi.uni-muenster.de

Dr. Joachim Scheiner, Uni Dortmund, Verkehrswesen und Verkehrsplanung, August-Schmidt-Str. 6, 44221 Dortmund, scheiner@rp.uni-dortmund.de

Dipl.-Ing. Carsten Schürmann, Uni Dortmund, Institut für Raumplanung, August-Schmidt-Str. 6, 44221 Dortmund, cs@irpud.rp.uni-dortmund.de

ZUSAMMENFASSUNG

Die zunehmende Tendenz, die Funktion eines Moderators im Planungsprozess zu übernehmen, und die Vielzahl der zu verarbeitenden Informationen erfordert zukünftig eine schnellere und vereinfachte Verfügbarkeit von planungsrelevanten Informationen für Verkehrsplaner. Vor dieser Perspektive werden im Projekt VUGIS Möglichkeiten untersucht um GIS-Technologien, Verkehrs- und Umweltmodelle unter einer gemeinsamen metaphernbasierten Benutzerschnittstelle zu entwickeln und Lösungsansätze zur Integration heterogener Datenressourcen bereitzustellen. Die Benutzerschnittstelle und der integrative Ansatz eines solchen Systems sollen es Verkehrsplanern ohne spezielle GIS-Kenntnisse ermöglichen, die o.g. Techniken und Modelle intuitiv zu nutzen. Dies ermöglicht ihm verschiedene Strategien und Maßnahmen und deren Wirksamkeit und Folgen zu prüfen und bereits in einem frühen Planungsstadium auch für Nicht-Fachleute nachvollziehbar darzustellen. Der Beitrag stellt die Hintergründe, die angedachte Struktur und die einzelnen Komponenten des VUGIS Systems vor.

1 EINLEITUNG

Das allgemeine Planungsverständnis veränderte sich in den letzten Jahren in Richtung einer zunehmenden Interdisziplinarität und einer Zunahme der Transparenz für Bürger, einhergehend mit einer stärkeren Einbindung der Bevölkerung in kommunikative Planungsprozesse. Diese Entwicklung zu einer gesteigerten Bedeutung nicht-formalisierter Planungen erfasst in verstärktem Maße auch die Verkehrsplanung. „Eine Anpassung der Planungsmethodik erscheint sinnvoll, weil eine frühzeitige Beteiligung von Bürgern für die Akzeptanz von Planungen eine zunehmend größere Rolle spielt, auch um die Planung zu beschleunigen“ (BRENNER, HERRMANN u. NEHRING 2000). Ähnlich argumentiert auch FISCHER (2000), der eine veränderte Planungskultur anregt, „welche die Gesellschaft als Ganzes mehr an Entscheidungsfindungen beteiligt, um demokratische und, wenn möglich, Konsenslösungen in der Verkehrsplanung zu erreichen“. Dies ist vor allem auch vor dem Hintergrund zu sehen, dass Verkehrsplanung einen stark konfliktbeladenen Prozess darstellt.

Die Verkehrsplanung ist in der traditionellen Sichtweise eine sektorale Fachplanung, die sich weitgehend als „Infrastruktur-Bereitstellung“ versteht. Jahrzehntlang fußte sie als primär autoorientierte Planung auf einem breiten gesellschaftlichen Konsens. In dieser Planungsphilosophie wurden andere Verkehrsteilnehmer kaum wahrgenommen (vgl. Holz-Rau 1996). Diese Sicht von Verkehrsplanung hat sich in den letzten Jahren grundlegend geändert und findet selbst in Gesetzen einen Widerhall. In diesem Zusammenhang sei beispielhaft das Gesetz zur Weiterentwicklung des öffentlichen Personennahverkehrs in Hessen genannt, welches in §11 Abs. 3 besagt, dass „die Verkehrsplanung (...) Anlagen und Betrieb aller Verkehrsarten (Fußgänger, Radfahrer, öffentlicher Personennahverkehr, motorisierter Individualverkehr und Güterverkehr) integrieren“ soll.

Bisher ist die Verhandlung über Infrastrukturmaßnahmen primär im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens als Beteiligung der Öffentlichkeit festgeschrieben. In diesem Stadium ist jedoch die Entscheidung über eine Maßnahme im Wesentlichen bereits gefallen. Zur Disposition stehen meist formale Verfahrensmängel, nicht jedoch inhaltliche Aspekte der planungsauslösenden Problematik oder der strategischen Zielrichtung. Die Integration verschiedener Planungsschritte und der dafür erforderlichen heterogenen Datenbestände in einem frühen Planungsstadium ermöglicht die frühzeitige Kommunikation zwischen Planungsträgern, Interessengruppen und Betroffenen, um bereits im Vorfeld von Detailplanungen sinnvolle, konsensfähige und durchsetzbare Lösungen zu finden.

Integrierte Verkehrsplanung bedingt aus der Natur der Sache ein höheres Maß an multidisziplinärer Abstimmung, wodurch eine Vielzahl „neuer“ Variablen in einen Planungsprozess einbezogen werden müssen. Viele dieser erforderlichen Daten sind dem Planer nicht direkt bekannt, da - u.a. auch wegen des Erfordernisses der Unabhängigkeit - Gutachten von externen Stellen erstellt werden (Verkehrsgutachten und v.a. Umweltverträglichkeitsstudien).

Die Rolle des Planers wird zunehmend in der Funktion des Moderators eines Planungsprozesses gesehen, der die einzelnen Planungsschritte koordiniert und die Ergebnisse vor politischen Gremien und der Bevölkerung vertreten muss (vgl. NEUMANN 1997), da insbesondere die Planung großer Infrastrukturmaßnahmen wie Autobahn- oder Eisenbahneubauten – immer mehr den Ausgleich zwischen widerstreitenden Interessengruppen (z.B. Lobbys, Nutzer der Infrastruktur, betroffene Anwohner...) erfordert. Solche Veränderungen bringen es aber auch mit sich, dass dem Planer schnell Informationen zur Verfügung gestellt werden müssen, die ihm zur Diskussion und Präsentation von Planungen behilflich sein können. In offenen Planungsprozessen müssen Planer schnell auf (konstruktive) Kritik reagieren können.

2 PROBLEMSTELLUNG

Vor dem Hintergrund immer höherer Anforderungen an Planungen wird deutlich, dass eine Vielzahl von Informationen bereitgestellt werden muss, die weit über den Verkehrsbereich im engeren Sinne hinausgehen. Diese Informationen schließen u.a. ökologische, siedlungsstrukturelle, wirtschaftliche und soziale Aspekte ein. Diese erforderlichen Daten liegen jedoch nicht zentral vor, sondern sind in unterschiedlichster Form (z.B. Datenformat, Maßstab) auf verschiedene Stellen verteilt. Derzeit ist es nicht möglich diese Daten in einem System zu verwalten bzw. mit einem System auf die heterogene Datenbasis zurückzugreifen. Der erforderliche Zugriff wird zudem dadurch erschwert, dass die Planer nicht die Möglichkeit haben, die entsprechenden Analyse- und Modellierungswerkzeuge selbstständig einzusetzen. Hierzu sind intensive IT- bzw. GIS-Erfahrungen erforderlich, die durch Planer i.d.R. nicht im notwendigen Ausmaß erworben werden können, so dass die jeweiligen IT-Abteilungen der Planungsinstitutionen die Analysen durchführen müssen.

3 ZIEL

Das „VUGIS“ Projekt hat zum Ziel darzustellen, welche technischen Möglichkeiten bestehen „dem Planer“ ein Instrument an die Hand zu geben, mit dessen Hilfe er den steigenden Anforderungen angemessen begegnen kann. Dazu soll unter einer einheitlichen, auf Metaphern aus der Planungspraxis basierenden Benutzeroberfläche eine möglichst große Anzahl an Analysen gebündelt

angeboten werden, die im Rahmen traditioneller Verkehrsplanung bislang an getrennten Institutionen durchgeführt werden. Der angestrebte Funktionsumfang des Systems lässt sich in fünf Ebenen mit zunehmender Komplexität einordnen:

- Visualisierung und Überlagerung der im Rahmen der Verkehrsplanung notwendigen und zu beachtenden Daten
- Durchführung von GIS-Analysen (Flächenberechnung, Flächenverscheidungen, ...)
- Erzeugung von Basisinformationen für die Verkehrsplanung durch Verkehrsmodelle
- Simulation der Umweltauswirkungen der geplanten Maßnahmen durch Umweltmodelle
- Bereitstellung heterogener thematischer Daten

Dabei sollen verschiedene Planungsvarianten und deren Auswirkungen direkt durch den Planer evaluiert werden können. Die Benutzerführung soll Anwendern ohne GIS-Kenntnisse oder mit wenig Erfahrung im Einsatz von GIS, Verkehrs- oder Umweltmodellen einen intuitiven Einsatz des Prototypen ermöglichen. Dazu sollen Metaphern aus dem Arbeitsfeld der Planer in die Benutzerschnittstelle implementiert werden.

Im folgenden werden die angedachte Systemstruktur und die zu integrierenden Komponenten des Prototypen vorgestellt.

4 SYSTEMARCHITEKTUR

Die Systemarchitektur beschreibt die nach heutiger Sichtweise optimale Umsetzung für ein interoperables Planungswerkzeug. Die Systemarchitektur besteht aus vier Schichten (Abb. 1): (1) einer räumlichen Datenbank, in der sich heterogene Daten aus unterschiedlichen Datenmodellen und -quellen befinden, die (2) über einen Semantic Mapper dem VUGIS System zur Verfügung gestellt werden; (3) einer Modellebene, in der Verkehrs- wie auch Umweltmodelle und weitere räumliche Analysemodelle eingebunden sind, und schließlich (4) einer einheitlichen Benutzerschnittstelle, mittels derer die gewünschten Anwendungen gesteuert werden. Der Aufbau des Gesamtsystems erfolgt modular, d.h. jede Komponente ist in sich abgeschlossen mit exakt definierten Funktionalitäten. Dies ermöglicht den späteren Austausch einzelner Komponenten. Außerdem können so weitere Systemkomponenten relativ einfach hinzugefügt bzw. in ihrem Funktionsumfang angepasst werden.

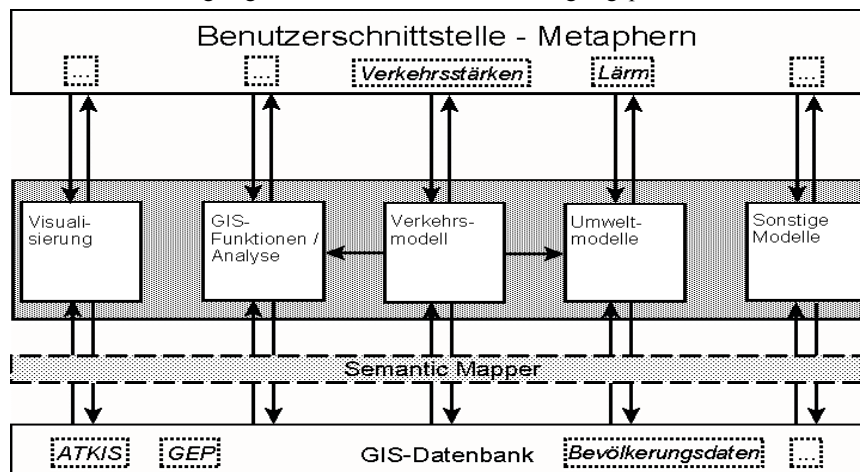


Abb. 1. Systemarchitektur des VUGIS-Prototypen.

5 BENUTZERSCHNITTSTELLE

Um einem breiteren Anwenderkreis den direkten Nutzen von GIS und Modellen zu ermöglichen (anstatt des Konsultierens von GIS-Experten) müssen die Benutzerschnittstellen entsprechender Systeme so entwickelt werden, dass sie durch Verkehrsplaner, die i.d.R. keine ausreichenden Systemkenntnisse besitzen, richtig gedeutet und genutzt werden können.

Metaphernbasierte Benutzerschnittstellen ermöglichen allgemein eine Erweiterung des Anwenderpotentials von Software, da sie den Umgang mit Systemen für den Anwender erleichtern (Carroll et al. 1988). Sie erlauben den Anwendern mit dem System in der eigenen vertrauten (Fach-)Sprache zu kommunizieren und unterstützen im Idealfall eine intuitive Interaktion mit dem System. Der Erfolg metaphernbasierter Benutzerschnittstellen begann mit dem XEROX STAR, der ersten kommerziellen Software, deren graphische Benutzerschnittstelle metaphernbasiert war. Damals wurde die heute allbekannte „Desktop-Metapher“ eingeführt (Smith et al. 1982).

5.1 Metaphern

Durch das Design von Metaphern für die Benutzerschnittstelle sollen die Funktionalitäten des VUGIS-Prototypen den Verkehrsplanern direkt zugänglich gemacht werden, indem sie in ihrer fachgebietsvertrauten Sprache kommunizieren. Die Metaphern ermöglichen dabei das Verständnis des fremden auf Basis eines vertrauten Sachverhaltes. Den vertrauten Sachverhalt stellen beispielsweise Planungsbegriffe dar, hinter denen dann eine Sequenz von GIS- und Modellanalysen stehen kann. Die Kenntnis und der Umgang mit GIS-Funktionen wie z.B. „overlay“ oder „buffer“ durch den Anwender ist dann nicht mehr erforderlich.

Ein wichtiges Kriterium für den Erfolg von metaphern-basierten Benutzerschnittstellen ist die Kohärenz der verwendeten Metaphern (Erickson 1990). Erste Analysen bei verschiedenen Verkehrsplanungsinstitutionen für den öffentlichen- und den Individualverkehr haben gezeigt, dass die Kohärenz der Metaphern nicht alleine aus der Sprache der Verkehrsplaner erzeugt werden kann. Die unterschiedlichen Aufgaben der Planungsinstitutionen sind zu heterogen, als dass von einer gemeinsamen Sprache ausgegangen werden kann. Um jedoch dem integrierten Planungsansatz Rechnung zu tragen, muss aus den diversen Planungsrichtungen eine gemeinsame Basis gefunden werden, die sowohl die jeweiligen Planungsanforderungen als auch die jeweilige Fachsprache berücksichtigt. Im VUGIS-Projekt wird diese Basis aus rechtlichen Belangen, die sich aus Fachgesetzen und allgemeinem Planungsrecht zusammensetzen, gebildet.

5.2 Aufgabenanalyse

Das Design geeigneter Metaphern für den VUGIS-Prototypen erfordert die Identifikation der spezifischen Anforderungen der Verkehrsplaner durch eine Aufgabenanalyse (Task Analysis). Diese ergeben sich aus einer Studie von Arbeitsabläufen, den Werkzeugen und der Sprache der Verkehrsplaner. Die wesentlichen Fragestellungen dabei sind:

- Was sind die eigentlichen Planungsziele und Planungsaufgaben?
- Welche Informationen und Dienste werden für die Planungsaufgaben benötigt?
- Wer sind die Planungsbeteiligten?
- Welche Methoden und Instrumente werden bislang genutzt?
- Können die Planungsaufgaben durch Computer unterstützt werden?
- Im welchem Kontext zueinander stehen einzelne Planungsaufgaben?
- Wie sieht das fachtypische Vokabular aus?

Die Standardmethoden zur Identifizierung der Informationen stellen Fragebögen, Interviews und Protokollanalyse dar (Hackos & Redish 1998, Kirwan & Ainsworth 1992). Die dabei identifizierten Aufgaben werden in einem „User Task Model“ (Abb. 2) beschrieben. Zur weiteren Analyse werden Methoden aus dem Bereich des „Participatory Software Design“ (Carroll & Rosson 2000) verwendet. Das „User Task Model“ dient als Grundlage für die durch das System bereitzustellenden Objekte, Methoden, Dienstleistungen und Metaphern.

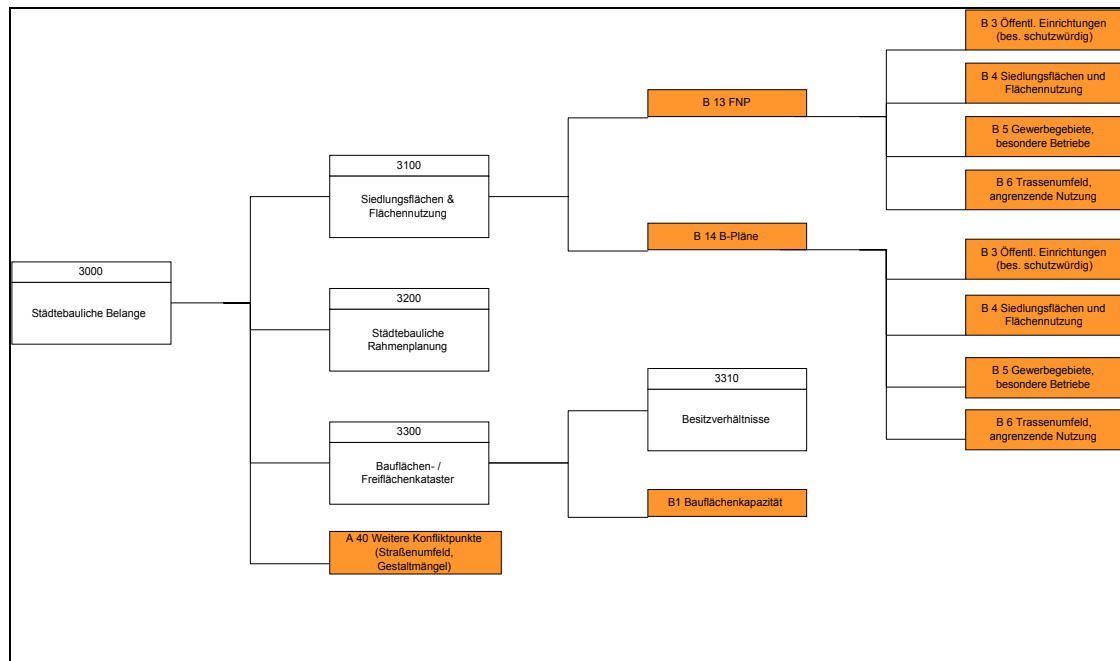


Abb. 2. Vereinfachter Ausschnitt eines „User Task Model“

6 INTEGRATION VON GIS, VERKEHRS- UND UMWELTMODELLEN

6.1 Datengrundlagen und Semantic Mapping räumlicher Information

Interoperabilität bedeutet einerseits, offene Schnittstellen zu schaffen, über die Daten unterschiedlicher Formate ausgetauscht werden können. Dieses Problem wird durch die OpenGIS Spezifikationen angegangen (OpenGIS, 1998). Offenheit von GIS Systemen geht aber über den reinen Transfer von Daten hinaus (Bishr et al., 1999). Hier spielen auch thematische Aspekte eine Rolle, die eine semantische Interoperabilität ermöglichen sollen. Beispielsweise hat eine Straße aus landschaftsökologischer Sicht eher die Eigenschaft Lebensräume zu trennen, während sie aus Sicht eines Verkehrsplaners eher die Eigenschaft hat, verschiedene Orte miteinander zu vernetzen. Diese unterschiedlichen Sichtweisen wirken sich auch auf die zugehörigen Datenmodelle aus. Um eine Interoperabilität zwischen diesen Sichtweisen zu ermöglichen müssen zunächst Ontologien beschrieben werden. Ontologien sind als Spezifikationen von Konzeptualisierungen definiert (Gruber, 1993). Ziel ist die Semantik der Daten und damit verbundene Begriffe mathematisch zu beschreiben. Diese Beschreibungen können dann für Übersetzungen zwischen verschiedenen Semantiken genutzt werden und so eine thematische Interoperabilität ermöglichen.

6.2 Geoinformationssystem (GIS)

Das GIS fungiert als zentrales Modul. Es erlaubt die Visualisierung, Analyse und Editierung der Datenbestände und verwaltet die räumliche Datenbank. Gegebenenfalls können unterschiedliche Datenformate durch GIS-Funktionen konvertiert und entsprechende Daten anderen Modulen, z.B. dem Verkehrs- oder Umweltmodell, zur Verfügung gestellt werden.

6.3 Verkehrsmodell

Dieses für das Gesamtsystem zentrale Analysemodell prognostiziert die Bewegung von Personen (und Gütern) im Individualverkehr (IV) und öffentlichem Verkehr (ÖV) zur Abschätzung der Wirkungen von Maßnahmen in den Bereichen Flächennutzung und Verkehr. Solche 'disaggregierten' Verkehrsmodelle werden seit den siebziger Jahren in der Verkehrsverhaltensforschung (Kutter

1972) und der Zeitgeographie (Hägerstrand 1970) entwickelt. Sie beruhen auf der Annahme, dass soziodemographische Gruppen aufgrund ihrer spezifischen sozialen Rollen und daraus resultierenden Verhaltensschemata einen definierbaren Mobilitätsbedarf aufweisen, der in Abhängigkeit von 'Gelegenheiten' zur Ausübung von Aktivitäten (Arbeitsplätze, Einkaufszentren, Schulen...) und Verkehrsangeboten (Straßen, Pkw-Verfügung, ÖPNV...) in bestimmte Wegemuster übersetzt wird. Obwohl diese Annahmen nicht unproblematisch sind (Scheiner 2000) ist Verkehrsplanung ohne solche Modelle nicht denkbar, insbesondere aufgrund der Notwendigkeit, mit verfügbaren soziodemographischen und flächennutzungsbezogenen Daten zu arbeiten.

Von Verkehrsmodellen werden folgende Informationen generiert, die in anderen (amtlichen) Statistiken oder in anderen offiziellen Datenbanken nicht erhältlich sind: Streckenbelastungen im IV und ÖV, Knotenstrombelastungen, ÖV-Erreichbarkeit von Haltestellen, IV-Erreichbarkeit von Netzknoten, Verkehrsmatrizen, streckenabschnittsbezogene Reisezeiten etc.. Somit erzeugt das Verkehrsmodell Basisinformationen für die Verkehrsplanung und stellt darüber hinaus Basisinformationen für die Umweltmodelle bereit, ermöglicht durch seinen dynamischen Ansatz darüber hinaus aber auch die Anwendung und Evaluierung verschiedener Szenarien der Verkehrsentwicklung und dynamisiert somit das Gesamtsystem, indem die möglichen Auswirkungen von Planungsvarianten aktuell simuliert werden können. Die genannten Ergebnisse werden nach Durchlauf des Verkehrsmodells in die räumliche Datenbank geschrieben, wo sie anderen Modulen zur Verfügung stehen.

Im ersten Prototypen des VUGIS-Systems wird auf das kommerzielle Verkehrsmodell VSS der Firma HHS zurückgegriffen.

6.4 Umweltmodelle

Die Umweltmodelle simulieren die möglichen (negativen) Auswirkungen von Planungsvarianten auf die Umwelt und den Menschen. Dabei greifen sie zum einen auf die Ergebnisse des Verkehrsmodells, auf der anderen Seite aber auch auf andere GIS-Analysen zurück. Die zu implementierenden Umweltmodelle des Systems umfassen folgende Teilmodule:

- Modul zur Berechnung der Lärmausbreitung,
- Modul zur Berechnung der Schadstoffausbreitung,
- Modul zur Berechnung des Flächenverbrauchs, und ein
- Modul zur Bestimmung der Zerschneidungswirkung von Verkehrsstrassen.

Zum Teil greifen die einzelnen Module auf vorhandene GIS-Funktionalitäten zurück (z.B. was die Berechnung des Flächenverbrauchs oder die Überlagerung mit schützenswerten Landschaftsbestandteilen angeht), zum Teil basieren die Module auf eigenständigen Programmpaketen.

Abb. 3 zeigt exemplarisch den Zusammenhang zwischen Verkehrs- und Umweltmodellen unter Hinzuziehung zusätzlicher Informationen wie Topographie, durchschnittlicher Spritverbrauch der Fahrzeugflotte, Windrichtung und Klimadaten.

Ausgehend von den Ergebnissen des Verkehrsmodells (Verkehrserzeugung, Verteilung, Modal Split, Umlegung) werden unter Hinzuziehung von Topographie und Spritverbrauch streckenbezogene Verkehrsemissionen berechnet, die dann wiederum auf Grundlage von Angaben über vorherrschende Windrichtung und Klimafaktoren in Immissionen umgerechnet werden. Diese Immissionen werden in einem letzten Schritt in den Umweltmodellen den Schutzgütern (Mensch, Biotope, geschützte Landschaftsbestandteile) gegenübergestellt, woraus sich eine Bewertung der Planungsvarianten hinsichtlich ihrer ökologischen und sozialen Auswirkungen ergibt.

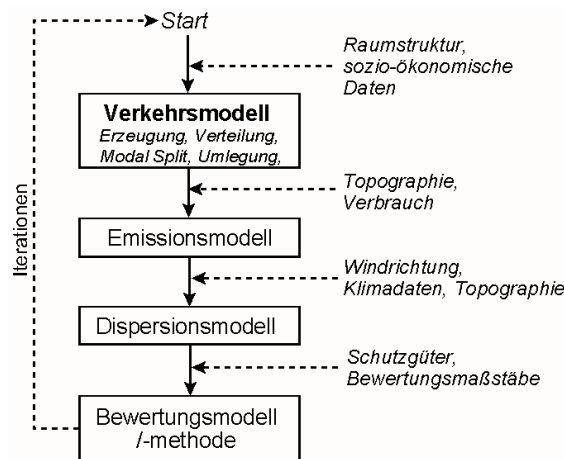


Abb. 3. Zusammenspiel von Verkehrs- und Umweltmodellen.

Auch die Ergebnisse der Umweltmodule werden in die räumliche Datenbank geschrieben, von wo sie mittels des GIS visualisiert und ausgegeben werden können.

7 AUSBLICK

Das vorangige Ziel des VUGIS Prototypen ist es, ein erstes lauffähiges metaphern-basiertes Programmsystem in Richtung einer interdisziplinären, nachhaltigen Verkehrsplanung zu realisieren. Auch wenn in diesem Prototypen kommerzielle GIS und Verkehrsmodelle eingesetzt werden, soll deren Einbindung so offen gestaltet werden, daß – entsprechend den Zielen des Open GIS – in einer späteren Phase ein Austausch bzw. die Einbindung weiterer (kommerzieller) Systeme problemlos möglich ist. Ebenso ist das System so offen konzipiert, später weitere Umweltmodule und GIS-Analysen zu ergänzen. Dabei

LITERATUR

- Bishr, Y., H. Pundt, et al. (1999). Design of a Semantic Mapper Based on a Case Study from Transportation. Interop'99, Springer Verlag.
- Brenner, J., M. Herrmann u. M. Nehring (2000): Optimierte Planungen. In: Der Gemeinderat, Heft 5.
- Carroll, J. M. and M. B. Rosson (2000). Tutorial 6 : "Scenario-Based Usability Engineering". CHI 2000, Den Haag, ACM.
- Carroll, J. M., R. L. Mack, et al. (1988). Interface Metaphors and User Interface Design. Handbook of Human-Computer Interaction. M. Helander, North-Holland: Elsevier Science Publishers: 67-85.
- Erickson, T. D. (1990). Working with Interface Metaphors. The Art of Human-Computer Interface Design. B. Laurel. New York, Addison-Wesley Publishing Company, Inc.: 65-73.
- Fischer, T., B. (2000): Gestufte Verkehrsplanung für eine nachhaltige Entwicklung Institut für Regionalentwicklung und Strukturplanung, Erkner (www.los.shuttle.de/irs/workpaper2.htm).
- Gesetz zur Weiterentwicklung des öffentlichen Personennahverkehrs in Hessen vom 21. Dezember 1993 (GVBl. I S. 726) i. d. Fass. vom 19. Januar 1996 (GVBl. I S. 50).
- Gruber, T. 1993. Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing. Stanford Knowledge System Laboratory KSL 93-04.
- Hackos, J. A. and J. C. Redish (1998). User and Task Analysis for Interface Design. New York, Wiley.
- Hägerstrand, T. (1970): What About People in Regional Science? In: Papers of the Regional Science Association 24:7-21.
- Holz-Rau, C. (1996): Integrierte Verkehrsplanung – die herausfordernde Fachplanung. In: Informationen zur Raumentwicklung, Heft 7/8.
- Kirwan, B. and L. K. Ainsworth (1992). A Guide to Task Analysis. London, Taylor & Francis.
- Kutter, E. (1972): Demographische Determinanten städtischen Personenverkehrs (= Veröffentlichungen des Instituts für Stadtbauwesen der TU Braunschweig 9). Braunschweig.
- Neumann, E. (1997): Verkehrskonzepte, Nahverkehrspläne. Erster Abschnitt: Verkehrsentwicklung und kommunale Verkehrskonzepte. In: Kolks/Fiedler (Hrsg.) (1997): Verkehrswesen in der kommunalen Praxis, Band 1. Berlin
- OGC (1998a): The OpenGIS Guide, 3rd edition, by the OpenGIS Consortium Technical Committee, edited by Kurt Buehler and Lance McKee. <http://www.opengis.org/techno/guide/guide/Guide980629.doc>
- Riedl R. (1981): Biologie der Erkenntnis, Verlag Paul Parey, 3. Auflage.
- Scheiner, J. (2000): Eine Stadt – zwei Alltagswelten? Ein Beitrag zur Aktionsraumforschung und Wahrnehmungsgeographie im vereinten Berlin (Abhandlungen Anthropogeographie 62). Berlin.
- Smith, D. C., C. Irby, et al. (1982). Designing the Star User Interface. Integrated Interactive Computing Systems 82, Stresa, North-Holland Publishing Company.