

Das VuGIS-System: Ein integratives Analyse- und Informationssystem für die Verkehrsplanung.

Carsten Schürmann und Björn Schwarze

Institut für Raumplanung, Universität Dortmund (IRPUD)
August-Schmidt-Str. 6, D-44221 Dortmund
Tel.: +49 (0) 231 755 2475/2127, Fax.: +49 (0) 231 755 4788
Email: cs/bs@irpud.rp.uni-dortmund.de
Webpage: <http://irpud.raumplanung.uni-dortmund.de/irpud/index.htm>

Vortrag auf der 10. deutschsprachigen ESRI Anwenderkonferenz
Innsbruck, Österreich, 8.-10. Oktober 03

Zusammenfassung

Das Bild der Verkehrsplanung hat sich in den letzten Jahrzehnten stark gewandelt. Die heutige Verkehrsplanung versteht sich als steuernd eingreifende Gestaltungsplanung. Für ihre Wirksamkeit bedarf es der Berücksichtigung der komplexen Wirkungszusammenhänge zwischen Verkehrs- und Flächennutzungsplanung und ihrer Umweltauswirkungen und damit einhergehend der unverzichtbaren Integration der unterschiedlichen Belange verkehrlicher, baulicher, sozialer, ökologischer und wirtschaftlicher Art.

Obwohl Behörden und Institutionen heute weitgehend mit Informationstechnologie (IT) ausgestattet sind und die planungsrelevanten Informationen meist digital vorliegen, ist eine IT-gestützte "integrierte Verkehrsplanung" bislang kaum möglich. In dem vom Ministerium für Schule, Wissenschaft und Bildung des Landes NRW geförderten Forschungsprojekt VuGIS (Integration von Verkehrsplanung und Geoinformationssystemen) wurde versucht, dieses Defizit zu beheben.

Das Ziel des VuGIS-Projekts war die Entwicklung eines GIS-basierten Analyse- und Informationssystem für die integrierte Verkehrsplanung. Ausgehend von den praktischen Anforderungen von Verkehrsplanern lag die Schwerpunktsetzung in der Entwicklung einer auf Metaphern basierten Benutzerschnittstelle, in der Integration von Verkehrs- und Umweltmodellen mit ArcInfo sowie in der Nutzbarmachung heterogen vorliegender Datenquellen. Das entwickelte VuGIS-System vereint die Funktionalitäten von Verkehrs-, Umweltsimulationsmodellen und Geoinformationssystemen und ermöglicht so die Analyse zu berücksichtigender Belange in einem frühen Stadium des Planungsprozesses, so dass die Planung sich im weiteren Verfahren auf die aussichtsreicheren Lösungen konzentrieren kann. Der Prototyp wurde mit Java unter Zuhilfenahme der ODE-Komponenten von ArcGIS implementiert.

1. Einleitung

Das Planungsverständnis hat sich in den letzten Jahrzehnten stark gewandelt. Die traditionell sektoral orientierte Verkehrsplanung ist einer zielorientierten, steuernd eingreifenden integrierten Verkehrsplanung gewichen. Für ihre Wirksamkeit bedarf es der Berücksichtigung der komplexen Wechselwirkungen des Verkehrs mit anderen gesellschaftlichen Sektoren wie Wirtschaft, Gesellschaft, Umwelt und Stadt- und Raumentwicklung, so dass der Blickwinkel weit in raumordnerische, bauliche, ökonomische, ökologische und soziale Belange hinein reicht.

Neben den Ziel- und Interessenskonflikten unter den Planungsbeteiligten stellt sich insbesondere der Umgang mit Informationen im Planungsprozess als schwierig dar. Obgleich Behörden und Institutionen heutzutage weitgehend mit Informationstechnologie (IT) ausgestattet sind und die planungsrelevanten Informationen zumeist digital vorliegen, ist eine IT-gestützte integrierte Verkehrsplanung bislang kaum möglich. Dies ist vor allem darin begründet, dass bisher keine kommerziellen Softwarelösungen existieren, mit denen Informationen umfassend analysiert und Widersprüche, Zielkonflikte und andere Ambivalenzen frühzeitig veranschaulicht werden können. Oft finden sektorale Prognose- und Analyseverfahren Verwendung, die aufgrund ihrer Komplexität an die IT-Abteilungen der am Planungsprozess beteiligten Institutionen delegiert oder gar gänzlich ausgelagert werden. In der Regel ist hierzu eine aufwendige Abstimmung und Datenaufbereitung und –konvertierung erforderlich, die den Planungsprozess erheblich beeinträchtigen.

Vor diesem Hintergrund war es das Ziel des VuGIS-Projektes, ein umfassendes Analyse- und Informationssystem für die Verkehrsplanung zu entwickeln, das sektorale Verfahren vereint und intuitiv zu bedienen ist. Die Anwendungsfelder reichen dabei von einfachen Darstellungen und Überlagerungen, Abfrageoptionen und Verschneidungen bis hin zu komplexen Prognosen mit Hilfe von Verkehrs- und Umweltmodellen. Basierend auf ArcGIS wurde ein System konzipiert, welches eine intuitiv zu verstehende Benutzerschnittstelle enthält, die Funktionalitäten von Geoinformationssystem, Verkehrs- und Umweltmodellen integriert sowie heterogene Datenquellen nutzbar macht.

Damit schließt VuGIS unmittelbar an vergleichbare Ansätze wie z.B. MOBILE (Hilty et al. 1998), MEDUSAT (Joerin 2001) oder das Verum Programmsystem (Rosinak&Partner 2001) an, mit dem Versuch, die dort gemachten Erfahrung zu integrieren.

Im Folgenden wird das VuGIS-System näher erläutert, in dem auf die Systemarchitektur eingegangen und die praktische Anwendbarkeit demonstriert wird.

2. Das VuGIS-System

Abbildung 1 zeigt den konzeptionellen Aufbau des VuGIS-Systems. Der Prototyp ist modular aufgebaut, d.h. die einzelnen Module bilden eigenständige Einheiten, die über fest definierte Schnittstellen miteinander kommunizieren und bei Bedarf auch ausgetauscht werden könnten. Das Gesamtsystem ist plattformunabhängig in Java programmiert, wobei ArcGIS-Funktionalitäten über die ODE-Schnittstellen angesprochen werden. Die Schnittstellen zwischen ArcInfo, dem Verkehrsmodell VSS (HHS 2000) und dem Umweltmodul (Spiekermann 2003a, 2003b) sind mittels AML-Skripten realisiert worden, und schließlich ist eine Automatisierung von VSS durch DOS-Batchdateien implementiert worden. Alle diese Skripte werden jedoch zentral von der in Java entwickelten Programmsteuerung aufgerufen, ohne dass sich der Benutzer im Einzelnen darum kümmern müsste. Der Beitrag von Schürmann (2003) erläutert die implementierten AML-Schnittstellen im Detail.

Die *Programmsteuerung* koordiniert als eine zentrale Komponente die Abläufe innerhalb des VuGIS-Systems. Sie reagiert auf die Eingaben der Benutzerschnittstelle und greift auf die *VuGIS-Wissensbasis* (VuGIS-KB) zu, in der die Metaphern der Benutzerschnittstelle in konkrete Befehlssequenzen übersetzt werden. Die Programmsteuerung ist in drei Module unterteilt, welche verschiedene Funktionalitäten widerspiegeln. Von Bedeutung ist hierbei neben der eigentlichen Analyse und Visualisierung auch das Projektmanagement.

Aufgabe des *Projektmanagements* ist das Anlegen und Verwalten von Planfällen und Szenarien. Ein Planfall stellt ein konkretes Planungsvorhaben dar und beinhaltet in der Regel mehrere Szenarien. Diese repräsentieren Planungsoptionen, z.B. verschiedene Trassen- oder Ausbauvarianten, welche mit Hilfe der im VuGIS-System verfügbaren Analysefunktionalitäten untersucht werden können.

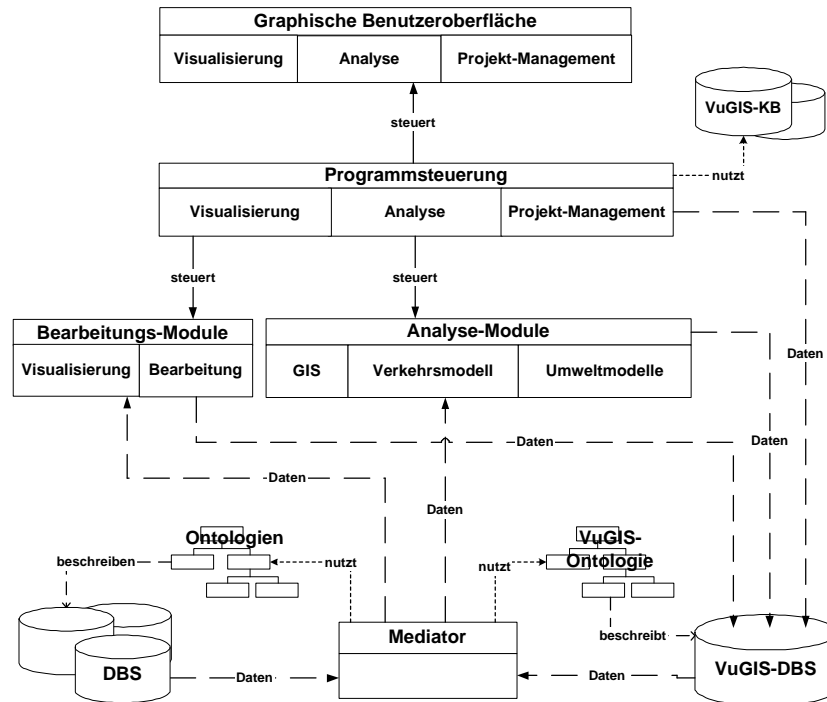


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Komponenten des VuGIS-Systems.

In der *Graphischen Benutzeroberfläche* (GUI) werden die im VuGIS-System verfügbaren Funktionen in einer für den Fachanwender verständlichen Sprache angeboten. Hierbei finden die in der Verkehrsplanung gebräuchlichen Metaphern Verwendung, damit das VuGIS-System auch ohne vertiefende GIS-Kenntnisse von Verkehrsplanern benutzt werden kann. Die graphische Benutzerschnittstelle leitet die Informationen über Benutzereingaben an die Programmsteuerung weiter.

Das *Analyse-Modul* ermöglicht die (vergleichende) Analyse verschiedener Planungsszenarien. Es enthält Funktionalitäten zur räumlichen Analyse mit dem Geoinformationssystem, dem Verkehrs- und dem Umweltmodell:

- Mit dem *Geoinformationssystem* ArcInfo können Antworten auf zum Teil komplexe Fragestellungen (z.B. Biotopbeeinträchtigungen durch Zerschneidungswirkungen neuer Verkehrsstrassen, Einzugsbereiche von ÖPNV-Haltestellen, Ökologische Risikoanalyse für das Schutzgut Boden) mit Hilfe räumlicher Analysefunktionalitäten (z.B. Pufferung, Überlagerung, Verschneidung) auch unter der Weiterverarbeitung der Ergebnisse der Verkehrs- und Umweltmodelle abgeleitet werden.
- Das *Verkehrsmodell* wird zur Vorhersage der Bewegung von Menschen und Gütern eingesetzt. In Abhängigkeit von Daten über die Bevölkerung, die Flächennutzung und das Ver-

kehrssystem werden die wahrscheinlichen Fahrtbeziehungen zwischen Quellen und Zielen simuliert und letztlich Verkehrsbelastungen auf Straßen und Schiene hochgerechnet.

- Mit dem *Umweltmodell* werden auf Grundlage der verkehrlichen Strecken- und Knotenbelastungen die Lärm- und Schadstoffausbreitungen, vor allem des motorisierten Individualverkehrs, simuliert und die davon betroffenen Anwohner ermittelt. Dies geschieht mit Hilfe von Dispersionsmodellen auf der Basis regelmäßiger Rasterzellen (vgl. LT et al., 1998; vgl. Spiekermann und Wegener, 1999). Insbesondere die Fragen nach Lärmausbreitung und Lärmschutz werden in naher Zukunft im Rahmen neuer EU-Gesetzgebungen zunehmend an Bedeutung gewinnen (Lehming, 2002).

Aufgabe des *Bearbeitungsmoduls* ist es, die vorliegenden Daten (Basisdaten sowie die Analyseergebnisse) zu verwalten, zu bearbeiten (z.B. Digitalisieren, graphische Selektion) und zu visualisieren. Darüber hinaus spielt diese Komponente für den Austausch der jeweiligen Verkehrsnetz-, Flächennutzungs- und der sozio-ökonomischen bzw. sozio-demographischen Daten mit den Verkehrs- und Umweltmodellen eine zentrale Rolle.

Das *VuGIS-Datenbanksystem* (VuGIS-DBS), bestehend aus den zwei Komponenten Datenbank und Datenbank-Management-System, stellt die zentrale Komponente zur Datenhaltung innerhalb des VuGIS-Systems dar. Hier werden alle generierten Daten gespeichert, inklusive der im Projekt-Manager angelegten Projekte und Szenarien sowie der Ergebnisse der Analysen und Simulationen. Das Ziel der Interoperabilität wird insbesondere im Bereich der Datenhaltung und des Datenaustauschs angestrebt. Entsprechende Standards wie XML, GML u.a. sind von internationalen Standardisierungsgremien wie dem OpenGIS Consortium (OGC) oder dem World Wide Web Consortium (W3C) entwickelt worden und wurden im VuGIS-Prototypen so weit wie möglich mitberücksichtigt.

Über das VuGIS-Datenbanksystem hinaus ist in der Konzeption des VuGIS-Systems auch die Anbindung *externer Datenbanken* (DBS) vorgesehen. Die enthaltenen Daten können über den *Mediator* integriert und ebenfalls als Grundlage für die im VuGIS-System durchgeführten Analysen, Simulationen und Visualisierungen verwendet werden. Der *Mediator* hat dabei die Aufgabe, Daten aus externen Datenquellen so zu verarbeiten, dass sie mit den in der VuGIS-Ontologie beschriebenen Anforderungen übereinstimmen.

Eine detaillierte Darstellung des Systems und seiner Komponenten findet sich im Abschlußbericht des Projektes (Gerding et al. 2003).

3. Funktionen des System

Das VuGIS-System soll folgende grundlegende Funktionen für die Planungspraxis bereitstellen:

- Verarbeitung heterogener Datenbestände
- Visualisierung von Ausgangs- und Basisdaten, Erstellung von Karten und Statistiken
- Einfache Definition von Szenarien und Planfällen
- Möglichkeiten zur Editierung der Eingangsdaten
- Anwendung typischer GIS-Analysefunktionalitäten (z.B. Überlagerung, Puffering, Verschneidungen)
- Funktionalitäten zur Verkehrsmodellierung (z.B. Modal Split, Streckenbelastungen, Reisezeitmatrizen etc.)

- Funktionalitäten zur Lärm- und Schadstoffberechnung und deren Ausbreitungen (Emissionen und Immissionen)
- Funktionalitäten zur Abschätzung der Auswirkungen auf andere Schutzgüter (z.B. Biotope)
- Visualisierung und Ausgabe der Simulationsergebnisse
- Statistische Aufbereitung der Ergebnisse
- Graphischer, visueller und statistischer Vergleich verschiedener Szenarien/Planfälle
- Einheitliche, einfache und metaphernbasierte Benutzeroberfläche

Im Mittelpunkt des Prototypen stehen sog. ‚Wirkungsanalysen‘, in denen die Auswirkungen von Verkehrsprojekten auf bestimmte Schutzgüter untersucht werden können. Dazu zählen u.a. Konflikte mit Schutzgebieten, Immissionsschutz, städtebauliche Belange, verkehrliche Wirkungen auf nicht-motorisierte Verkehrsteilnehmer usw..

In der bisherigen Planungspraxis sind natürlich alle diese Punkte schon angegangen worden, allerdings oftmals von vielen (inkompatiblen) Software-Paketen, von vielen verschiedenen Planungsbeteiligten zu verschiedenen Zeitpunkten, so dass sich schnell Verzögerungen im Planungsprozess ergeben, wenn z.B. die Abschätzung der Umweltauswirkungen auf die verspätete Lieferung der Ergebnisse der Verkehrsmodellierung warten muss.

4. Anwendung des VuGIS-Systems

Das VuGIS-System wurde im Rahmen des Projektes prototypisch zunächst begrenzt auf das Gebiet der Stadt Münster implementiert. Im Folgenden soll seine Anwendbarkeit exemplarisch dargestellt werden.

Vor der Durchführung der eigentlichen Analysen muss der Benutzer in einem ersten Schritt einen Planfall und ein dazugehöriges Szenario auswählen oder, falls diese noch nicht existieren, neu anlegen. Wird ein neuer Planfall angelegt, so erscheinen entsprechende Eingabedialogfenster zur textlichen Spezifizierung (Abb. 2, links) und zur Abgrenzung des Untersuchungsraumes (Abb. 2, rechts).

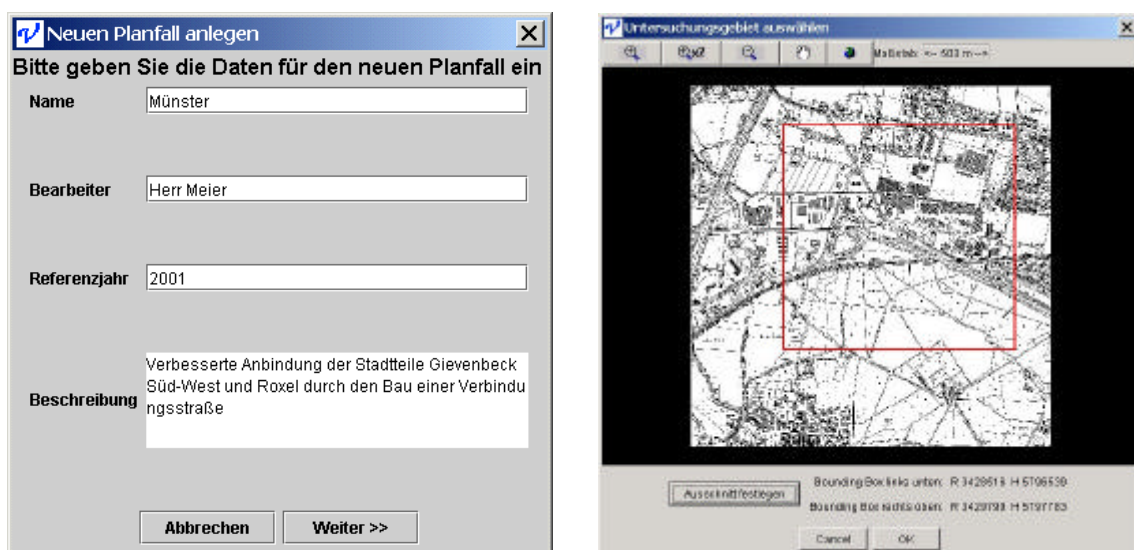


Abbildung 2: Eingabedialoge zum Anlegen eines neuen Planfalls.

Jedem neu angelegten Planfall wird ein Nullszenario zugeordnet, anhand dessen der Ist-Zustand unmittelbar analysiert werden kann. Um jedoch umfassende Wirkungsanalysen von

Planungen durchführen zu können, ist es erforderlich, dass neue Szenarien angelegt und Maßnahmen definiert werden. Hierbei kann zur Erleichterung der Eingabe auf einen vorgegebenen Maßnahmenkatalog, der sowohl infrastrukturelle und bauliche als auch organisatorische und ordnungspolitische Maßnahmen enthält, zurückgegriffen werden (Abb. 3).

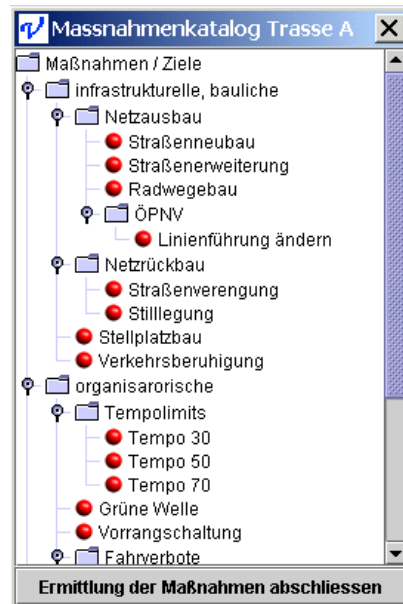


Abbildung 3. Dialogfenster zur Auswahl von Maßnahmen.

Nach der Wahl eines Maßnahmentyps wird der Benutzer vom VuGIS-System automatisch zur Eingabe weiterer spezifischer Informationen aufgefordert. Abbildung 4 veranschaulicht diese Nutzerführung am Beispiel eines Straßenneubaus. Nach der Digitalisierung (Abb. 4, links) wird der Nutzer in einem zweiten Schritt zur Aufnahme von Attributdaten weitergeleitet (Abb. 4, rechts).

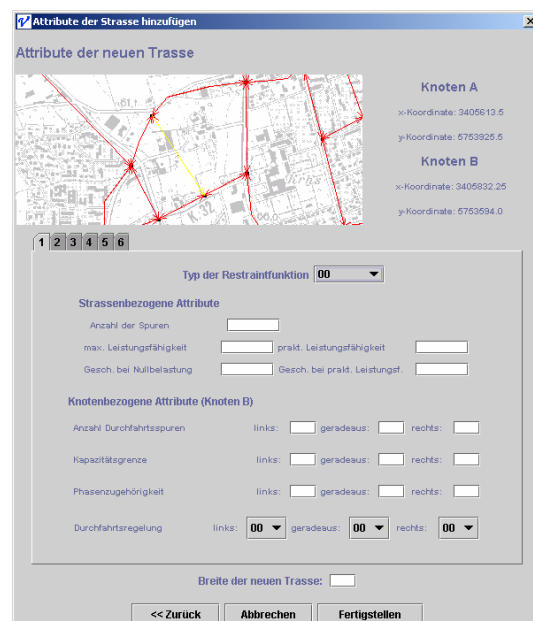
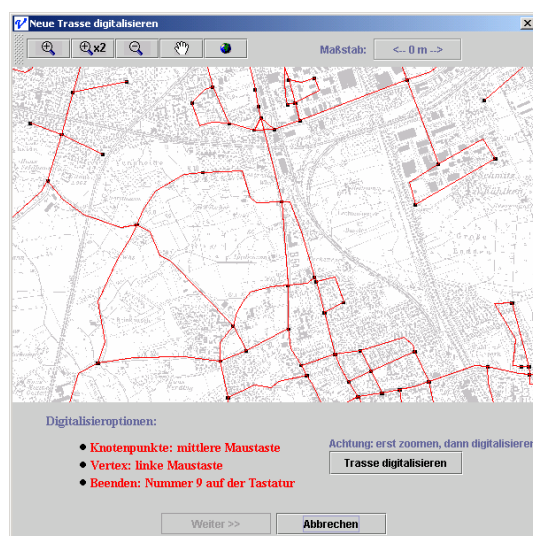


Abbildung 4: Dialogfenster zum Digitalisieren von Straßen (links), sowie zur Aufnahme von Attributwerter nach der Digitalisierung (rechts).

Nachdem vom Benutzer Maßnahmen definiert worden sind, können die voraussichtlichen Auswirkungen der Planungen mit dem VuGIS-System analysiert werden. Die Darstellung von Konflikten mit dem Immissionsschutz ist hierbei eine adäquate Anwendung, um das Zusammenwirken der Funktionalitäten von GIS, Verkehrs- und Umweltmodell im VuGIS-System beispielhaft zu demonstrieren. Die Grundlage für die Ermittlung von Lärmkonfliktbereichen bilden Lärmimmissionen, welche durch das Schadstoffausbreitungsmodell auf der Basis der vom Verkehrssimulationsmodell berechneten Streckenbelastungen ermittelt werden (Abb. 5).

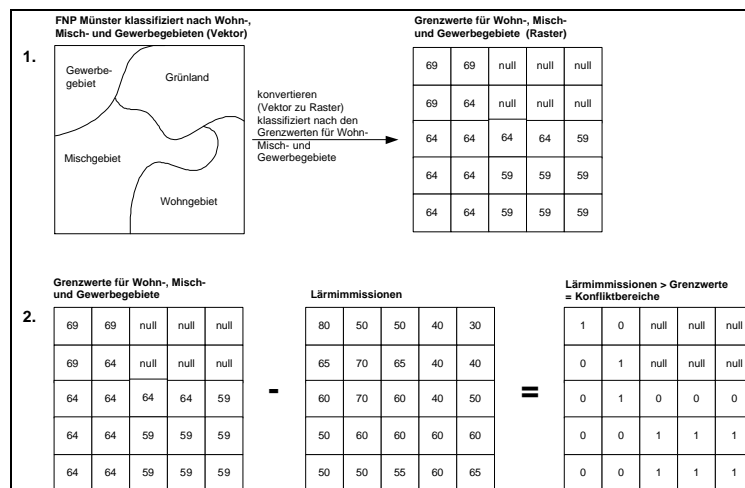


Abbildung 5: Teilschritte der GIS-Analyse zur Ermittlung der Lärmkonfliktbereiche.

Durch eine GIS-Verschneidung der Lärmimmissionen mit dem Flächennutzungsplan werden die Bereiche mit den Grenzwertüberschreitungen in Wohn-, Misch- und Gewerbegebieten identifiziert (Abb. 6).

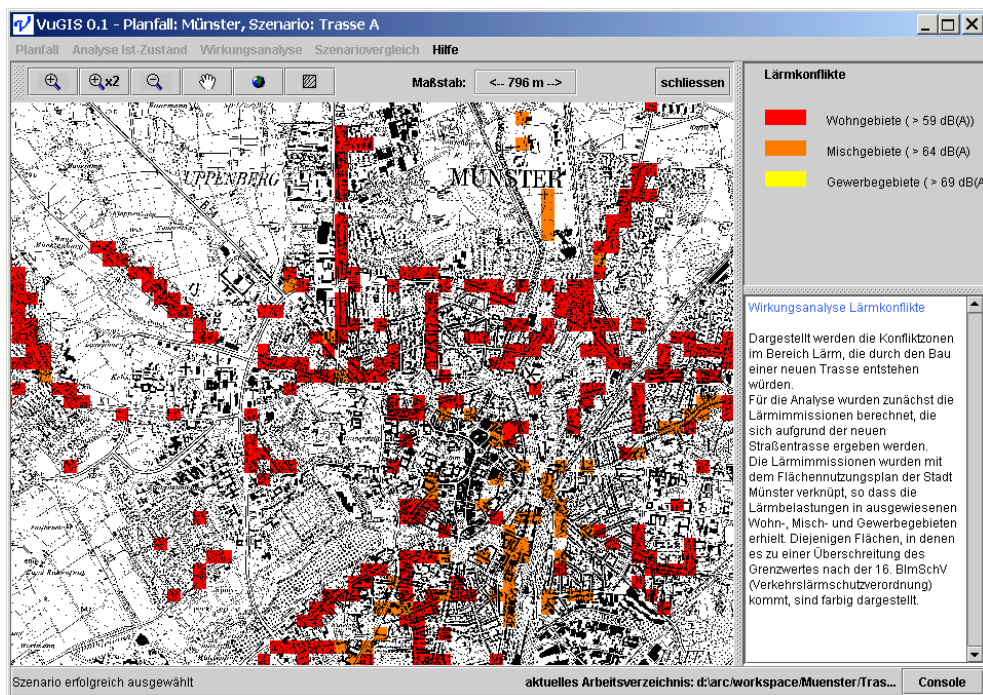


Abbildung 6: Visualisierung berechneter Lärmkonflikte in der Stadt Münster.

Die Berechnung erfolgt nach dem Aufrufen des entsprechenden Menüpunktes komplett automatisiert und für den Nutzer unsichtbar. Das Ergebnis wird anschließend kartographisch dargestellt und mitsamt Legende und inklusive einer textlichen Erläuterung über den Hintergrund und den Ablauf der durchgeführten Berechnungen ausgegeben (Abb. 6).

Natürlich können zu jeder Zeit auch Zwischenergebnisse der Berechnungen angezeigt werden. Abbildung 7 zeigt beispielhaft Zwischenergebnisse aus der Verkehrsmodellierung hinsichtlich Streckenbelastungen im Straßennetz und Passagieraufkommen an Haltestellen des ÖV-Netzes, nach dem Zurückschreiben in die gemeinsame Datenbasis. Ähnliche Zwischenergebnisse sind natürlich auch aus dem Umweltmodul abrufbar (Abb. 8).

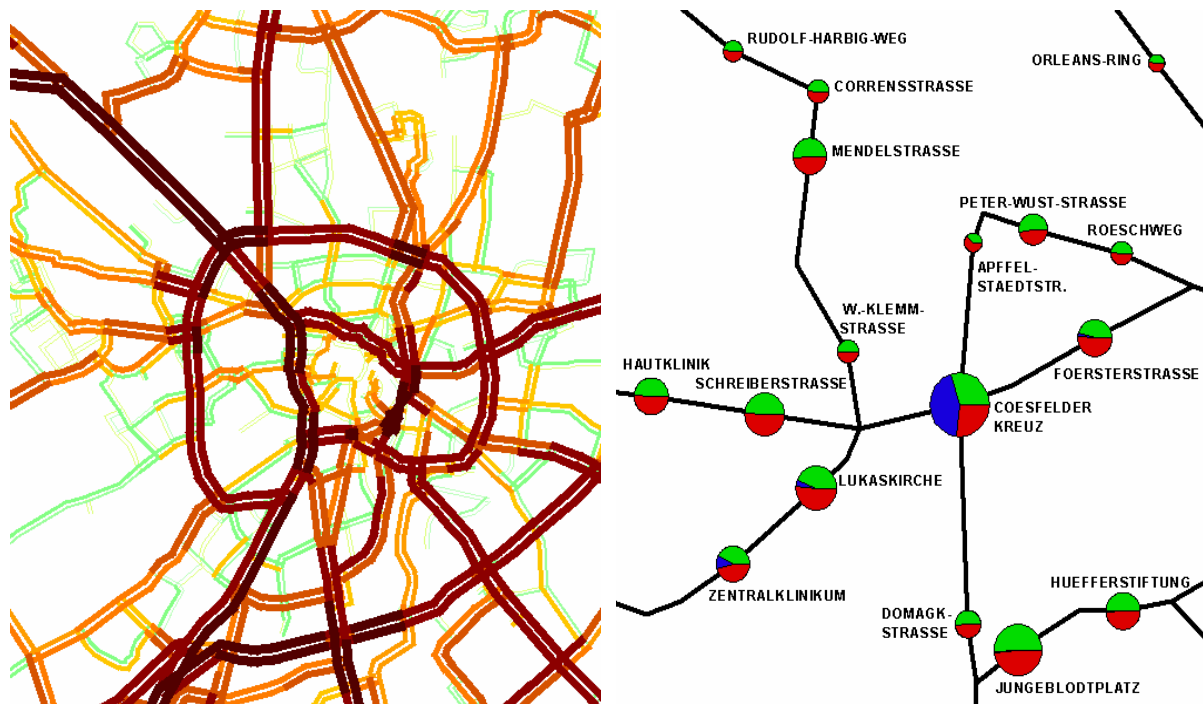


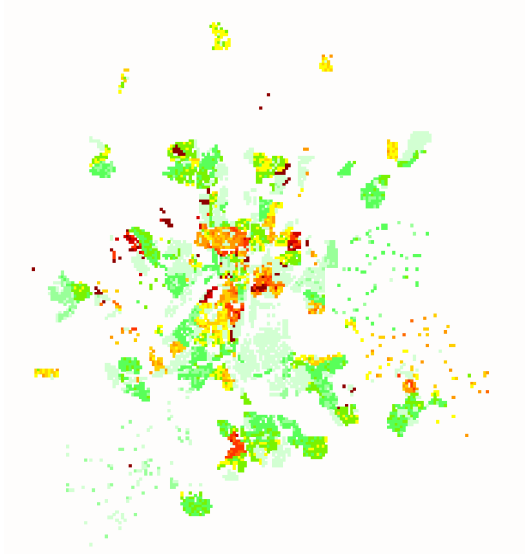
Abbildung 7: Darstellung von Streckenbelastungen des MIV (links) und von Haltestellenbelastungen des ÖPNV (rechts).

5. Schlußfolgerungen

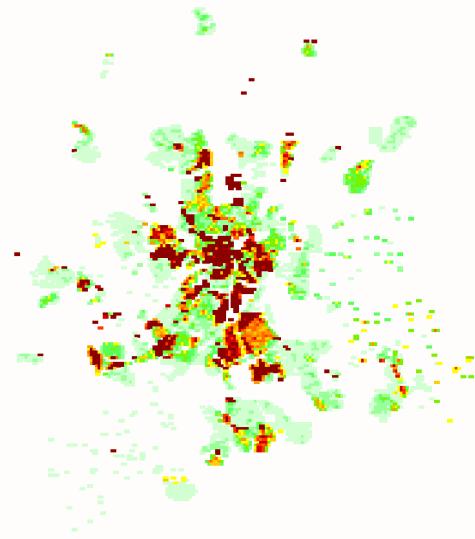
Die in diesem Beitrag gezeigten Beispiele decken nur einen kleinen Teil des gesamten Funktionsspektrums von VuGIS ab. VuGIS stellt einen ersten Prototyp eines integrativen Analyse- und Informationssystem für die Verkehrsplanung auf Basis von ArcInfo/ArcGIS dar. Seine prinzipielle Tauglichkeit in der Planungspraxis konnte anhand verschiedener Planfälle demonstriert werden.

VuGIS zielt nicht darauf ab, den (Verkehrs-)Planungsprozess an sich zu ändern, sondern ist in erster Linie als Werkzeug dazu gedacht, auf einfache Art und Weise die wahrscheinlichen räumlichen und substantiellen Auswirkungen von verschiedenen Verkehrsmaßnahmen abzuschätzen. Dadurch lassen sich zu einem frühen Planungsstadium erfolgsversprechende von schlechten Maßnahmen trennen, so dass letztere erst gar nicht mehr in den eigentlichen Planungsprozess eingebracht werden brauchen. Dadurch steht zu hoffen, dass die Planungsprozesse insgesamt beschleunigt werden können.

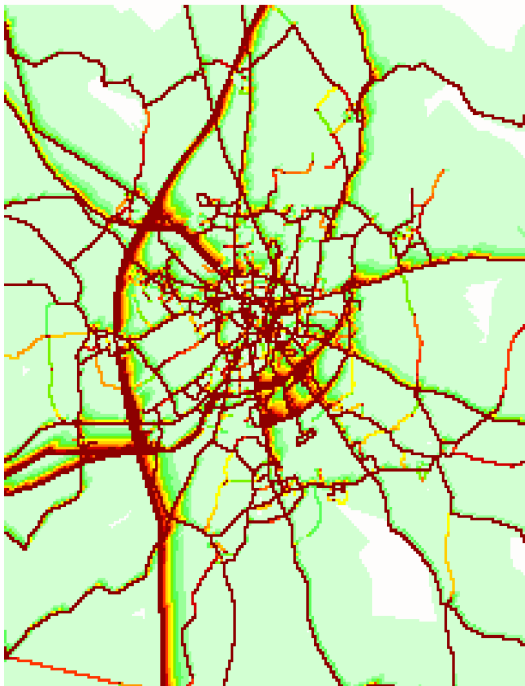
Bevölkerung



Arbeitsplätze



Luftqualität



Lärmpegel

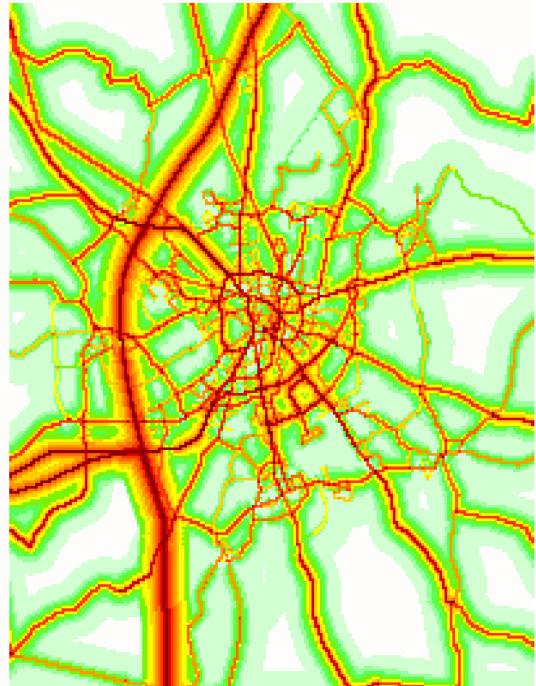


Abbildung 8: Ausgewählte Zwischenergebnisse des Umweltmodells (Aufrasterung der Bevölkerung (oben links) und der Arbeitsplätze (oben rechts); Darstellung der Schadstoffbelastung (unten links) und der Lärmbelastung (unten rechts)).

Zwar ist der Prototyp zunächst nur für das Stadtgebiet Münsters entwickelt worden, aber er ist prinzipiell auf andere Räume übertragbar, ohne Programmcode oder ähnliches ändern zu müssen. Eine ganze Reihe von Analysen und Funktionalitäten konnten bereits implementiert werden, dennoch muss auf einige offen gebliebene Punkte hingewiesen werden. Dazu zählen:

- Ausweitung des planerisch-inhaltlichen Funktionsumfangs

- Flexibilisierung und Verfeinerung der Funktionalitäten
- Integration komplexer Simulationsmodelle
- Konsequente Strukturierung in Komponenten und OGC-konforme Datenhaltung
- Weiterentwicklung des Wissensbasis-Konzepts zu Prozess-Ontologien
- Weiterentwicklung des Mediator-Konzepts zur Einbindung heterogener Datenquellen

Diese Punkte sollen bei einer zukünftigen Weiterentwicklung des Prototypen möglichst realisiert werden.

Weitere Informationen

Bei dem VuGIS-Projekt handelte es sich um ein Gemeinschaftsprojekt des Instituts für Geoinformatik (IfGI), Westfälische Wilhelms-Universität Münster, des Instituts für Geographie (IfG), Arbeitsgebiet Orts-, Regional- und Landesentwicklung/ Raumplanung, Westfälische Wilhelms-Universität Münster, des Fachgebiets Verkehrswesen und Verkehrsplanung, Universität Dortmund sowie des Instituts für Raumplanung (IRPUD), Universität Dortmund.

Weitere Informationen zum VuGIS-Projekt können über die Autoren bezogen bzw. auf der Projekthomepage unter <http://vugis.uni-muenster.de/> abgerufen oder über den Endbericht (Gerding et al., 2003) abgefragt werden.

Referenzen

- Gerding, G., Klien, E., Lutz, M., Möltgen, J., Scheiner, J., Schürmann, C., Schwarze, B., Spiekermann, K. (2003): *Entwicklung eines integrativen Analyse- und Informationssystems für die Verkehrsplanung*. Berichte aus dem Institut für Raumplanung 57. Münster und Dortmund: IfGI, IRPUD.
- HHS (2000): *VSS – Software für die Verkehrsplanung*. Aachen: Harloff Hensel Stadtplanung Ingenieur GmbH).
- Hilty, L.M., Page, B., Meyer, R., Mügge, H., Deecke, H., Reick, Chr.H., Gehlsen, B., Hupf., M., Becken, O., Bosselmann, M., Neumann, M., Poll, M., Lechler, T., Böttger, Th. (1998): *Instrumente für die ökologische Bewertung und Gestaltung von Verkehrs- und Logistiksystemen*. Abschlußbericht des Forschungsprojektes MOBILE. Hamburg und Ulm: FAW, ASI.
- Joerin, F. (2001): *Introduction to MEDUSAT*. http://dgrwww.epfl.ch/HYDRAM/personnes/fjoerin/Medusat/desc_MEDUSAT.html. Lausanne: Department of Rural Engineering, Swiss Federal Institute of Technology.
- Lehming, B. (2002): *Kommunale Lärminderungsplanung*. In: Apel, D.; Holzapfel, H.; Kiepe, F.; Lehmbeck, M.; Müller, P. [Hrsg.]: *Handbuch der kommunalen Verkehrsplanung*. Heidelberg: Economica.
- LT; ME&P; MECSA; IRPUD; TRT (1998): *SPARTACUS. System for Planning and Research in Towns and Cities for Urban Sustainability*. Final Report. Helsinki: LT Consultants.
- Rosinak & Partner (2001): *Verum Programmsystem*. <http://www.rosi-nak.co.at/projekte/informationssysteme/verum/index.html>. Wien: Rosinak & Partner Ziviltechniker GmbH.
- Schürmann, C. (2003): *Verkehrsmodellierung und GIS. Schnittstellen zwischen ArcInfo, EM-ME/2, VSS und weiteren Verkehrsmodellen*. Beiträge zur 10. deutschsprachigen ESRI Anwenderkonferenz. Innsbruck: ESRI, SYNERGIS.
- Spiekermann, K. (2003a): *Specification and Implementation Report of the Raster Module*. PROPOLIS Deliverable 4.1. Dortmund: S&W.
- Spiekermann, K. (2003b): *Operational Raster Module*. PROPOLIS Deliverable 4.2. Dortmund: S&W.