

Verkehrsmodellierung und GIS. Schnittstellen zwischen ArcInfo, EMME/2, VSS und weiteren Verkehrsmodellen.

Carsten Schürmann

Institut für Raumplanung, Universität Dortmund (IRPUD)
August-Schmidt-Str. 6, D-44221 Dortmund
Tel.: +49 (0) 231 755 2475, Fax: +49 (0) 231 755 4788
Email: cs@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

Der Einsatz von Geodaten in der Verkehrsplanung spielt eine zunehmend wichtigere Rolle. Dies gilt nicht nur für die Trassenplanung, sondern schon im Vorfeld bei der Modellierung von Verkehrsströmen und Streckenbelastungen. Dazu werden Verkehrsmodelle (z.B. EMME/2, VSS, VISUM/VISEM) eingesetzt. Diese offerieren zwar auch Möglichkeiten der Erstellung und Editierung der Eingangsdaten, jedoch können diese Aufgaben in einem GIS sehr viel effizienter und benutzerfreundlicher durchgeführt werden. Als Schwierigkeit erweist sich, dass zwischen Verkehrsmodellen und GIS unterschiedliche Datenmodelle verwendet werden. In Verkehrsmodellen werden Verkehrsnetze als gerichtete gradlinige Graphen dargestellt, in GIS Systemen hingegen als ungerichtete Strecken mit Streckenverlauf. Um eine redundante Datenhaltung in zwei Systemen zu vermeiden, sollten Werkzeuge entwickelt werden, die die in ArcInfo vorgehaltene Daten in die entsprechenden Formate der Verkehrsmodelle umwandeln, und umgekehrt zur weiteren Analyse die Ergebnisse der Verkehrsmodellierung zurück nach ArcInfo schreiben.

Der Beitrag stellt diesbezüglich Schnittstellen zwischen ArcInfo und verschiedenen Verkehrsmodellen vor, die in den vergangenen Jahren im Rahmen verschiedener Projekte am Institut für Raumplanung entwickelt worden sind. Je nach Anwendung sind die Schnittstellen mittels AML Skripte, mittels VBA, Java oder einer Kombination von AML und VB unter Zuhilfenahme der ODE-Technologie realisiert worden. Der Vortrag stellt die Anforderungen an die Schnittstellen dar, beschreibt diese kurz, beleuchtet Anwendungspotentiale und endet mit Empfehlungen für die weitere Ausgestaltung von GIS-Datenmodellen aus Sicht der Verkehrsmodellierung. Letzteres ist insbesondere vor dem Hintergrund des sich noch in der Entwicklung befindlichen Transportation Data Models (vgl. ESRI USA) zu sehen.

1. Einführung

Der Einsatz von Geodaten in der Verkehrsmodellierung und -planung spielt eine zunehmend wichtigere Rolle. Verkehrsplanungssoftware offeriert den Verkehrsplaner zwar auch Möglichkeiten der Erstellung und Editierung insbesondere von Netzdaten (Verkehrsnetze wie z.B. Straßen oder Eisenbahntrassen, aber auch ÖPNV-Routen etc.), jedoch handelt es sich oftmals um eher rudimentäre, meistens nicht besonders benutzerfreundliche Funktionen. Eine gemeinsame Bearbeitung, Verknüpfung und Abgleich der für die Verkehrsplanung relevanten Daten mit anderen Geodaten (z.B. aus dem Landschafts- und Umweltschutz, Geographie) ist meist nicht möglich. Eine solche gegenseitige Durchdringung von Verkehrsplanung, Raumplanung, Umweltschutz und Geographie wird in der Planungspraxis jedoch immer wichtiger. Diese wird zudem dadurch erschwert, dass die jeweils eingesetzt Software unterschiedliche Anfor-

derungen an die Daten(-modelle) stellen. Letztlich stellt sich den Anwendern die Frage, in welchen System(en) die Geodaten aufgebaut und gepflegt werden sollen, wobei nach Möglichkeit eine redundante Datenhaltung vermieden werden sollte. Geoinformationssysteme wie ArcInfo besitzen diesbezüglich aufgrund ihrer höheren Flexibilität gegenüber Verkehrsplanungs- oder Umweltsoftware strategische Vorteile.

Zwar offeriert auch die Workstation-Version von ArcInfo Werkzeuge der Verkehrsplanung (z.B. Kürzeste-Wege-Suche, Erreichbarkeitsanalysen), jedoch ist diesbezüglich der Funktionsumfang im Vergleich zu den spezialisierten Verkehrsplanungsprogrammen sehr eingeschränkt.

Die angesprochene engere inhaltliche Verzahnung von Verkehrsplanung, Raumplanung, Umweltschutz und Geographie gewann erst in jüngster Zeit an Bedeutung. Aufgrund der hohen Komplexität der verwendeten Softwarepakete, der historisch bedingten strikten Trennung der Welten der Verkehrs-, Umwelt- und Raumplaner sowie der Vielschichtigkeit der verwendeten Datenmodelle existieren bislang so gut wie keine kommerziellen Schnittstellen zwischen Geoinformationssystemen, Verkehrsplanungssoftware und Umweltmodellen. Indizien für diese Tatsache sind auch, dass das von der OGC vorangetriebene *Transportation Data Model* noch immer in der Entwicklung ist, dass erste Ansätze in Deutschland (z.B. NWSIB-Datenbank) noch nicht einen Endbenutzerstatus erreicht haben, oder dass die ‚Networks‘-Extension für ArcGIS ebenfalls noch nicht verfügbar ist.

Aus diesem Grunde ist am IRPUD schon frühzeitig die Entscheidung gefallen, eine einheitliche Datenbasis in ArcInfo aufzubauen und zu pflegen, um dann mittels spezieller Schnittstellen die in der jeweiligen Anwendung benötigten Daten in das von den anderen Programmen gewünschte Format umzuwandeln. Dadurch wird eine redundante Datenhaltung in verschiedenen Software-Systemen vermieden; Aktualisierungen der Datenbasis können damit zentral vorgenommen und sofort an alle Projekte weitergeleitet werden.

2. Datenmodelle in ArcInfo und Verkehrsplanungssoftware

Wie schon angedeutet, müssen die Schnittstellen die unterschiedlichen Datenmodelle von ArcInfo und den Verkehrsplanungsprogrammen berücksichtigen.

Verkehrsplanungsprogramme zeichnen sich im Gegensatz zu Geoinformationssystemen dadurch aus, dass sie im wesentlichen unräumlich sind, d.h. sie benötigen (a) weder ein Projektionssystem noch (b) reale Koordinaten (gleichwohl können einige Programme diese verwalten) und (c) verzichten auch auf eine genaue Streckenführung, sondern begnügen sich mit Tischkoordinaten und geraden Strecken zwischen den Knoten. Eine echte Knoten-Kanten-Typologie existiert i.d.R. ebenfalls nicht (d), und (e) die Anzahl der mit den Knoten und Kanten verknüpften Attribute ist meist begrenzt (z.B. bei EMME/2 oder VSS). Auf der anderen Seite verlangen (f) Verkehrsmodelle eine explizite Richtungsunterscheidung, d.h. sie unterscheiden zwischen der Strecke A-B und der Strecke B-A (Sonderfall: Einbahnstraßen). Letzteres könnte ebenfalls in ArcInfo realisiert werden, sollte allerdings vor dem Hintergrund einer einfachen Editierung der Datenbasis vermieden werden. Abbildung 1 verdeutlicht diese Unterschiede graphisch.

Sollen nur Teilnetze der Ausgangsdaten konvertiert werden (verschiedene Szenarien, Modellnetze), besteht eine weitere Schwierigkeit darin, unnötige Knoten zu entfernen (d.h. Kanten zu aggregieren, s. Abb. 2), bzw. im umgekehrten Fall diese wieder einzuführen.

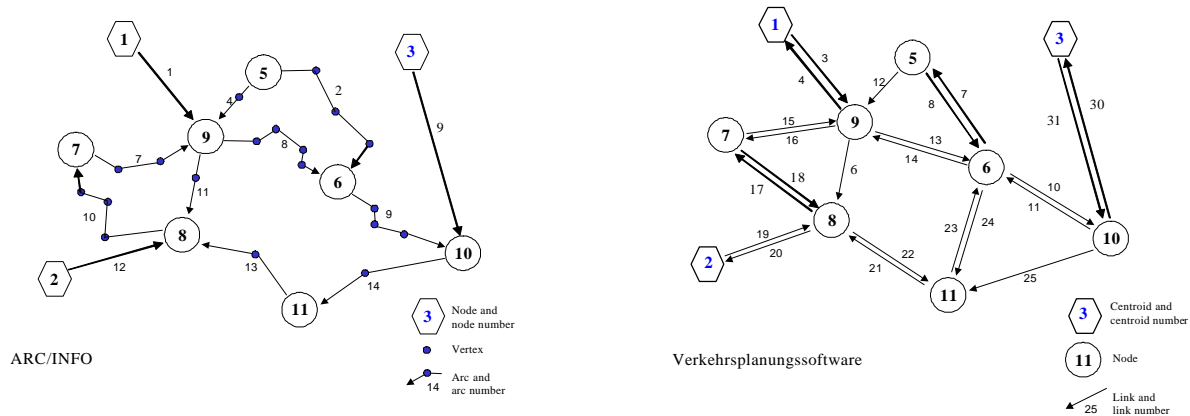


Abbildung 1. Netzdarstellung in ArcInfo(links) und in Verkehrsplanungssoftware (rechts).

Die Schnittstellen müssen folglich so konzipiert sein, dass sie die notwendigen Schritte zur Angleichung der verschiedenen Datenmodelle automatisiert durchführen, und am Ende die jeweils benötigten Eingabedateien erzeugen. Diese Eingabedateien sind i.d.R. mehr oder weniger komplex aufgebaute ASCII-Dateien.

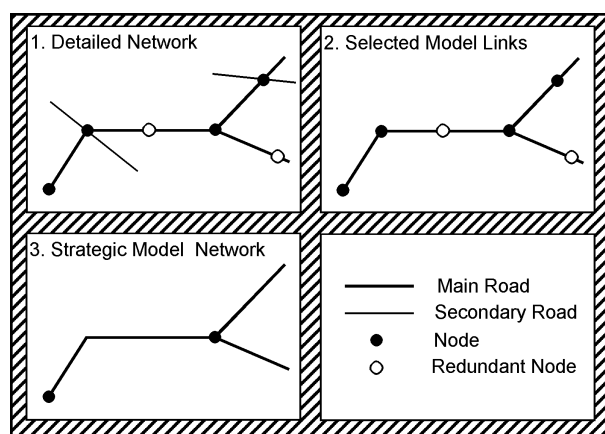


Abbildung 2. Schritte im Rahmen der Netzaggregation.

3. Überblick über die entwickelten Schnittstellen

Basierend auf den oben geschilderten Erkenntnissen sind am IRPUD in den vergangenen Jahren eine Reihe von Schnittstellen sowohl zu kommerziellen wie zu nicht-kommerziellen Verkehrsplanungs- und räumlichen Simulationsprogrammen entwickelt worden:

- ArcInfo - EMME/2
- ArcInfo - SASI
- ArcInfo - IASON
- ArcInfo - PROPOLIS/ILUMASS
- ArcInfo - VSS

Auf der GIS-Seite basieren alle Schnittstellen auf der am IRPUD entwickelten und mit ArcInfo gepflegten GIS-Datenbank transeuropäischer Verkehrsnetze. Wie oben beschrieben dient diese Datenbasis als Grundlage für eine Vielzahl an Projekten und Untersuchungen, und beinhaltet individuelle Coverages für Straßen- und Eisenbahnnetze, Binnenwasserstraßen und

Seewege, Flughäfen, Städte und administrative Grenzen (IRPUD, 2003). Diese Datenbasis beinhaltet Verkehrsnetze von der lokalen bzw. regionalen Ebene (z.B. Großraum Dortmund) bis hin zur europäischen Ebene (transeuropäische Verkehrsnetze, TEN). Werden für bestimmte inhaltliche Fragestellungen Auszüge aus dieser Datenbasis benötigt, kann über die genannten Schnittstellen auf diese zugegriffen werden. Eine detaillierte Beschreibung der Datenbasis findet sich auf der IRPUD Webpage unter http://irpud.raumplanung.uni-dortmund.de/irpud/pro/ten/ten_e.htm.

Was die Seite der Verkehrsplanungs- und Simulationsprogramme anbelangt, war es notwendig, jeweils individuelle Schnittstellen zu entwickeln, da alle Programme unterschiedliche Anforderungen an den Aufbau und die Struktur der Eingangsdaten stellen. Dies gilt für die Anzahl, den Aufbau und ebenso für die Inhalte der von ihnen eingelesenen Eingabedateien. Das heißt, obwohl alle Eingabedateien im ASCII-Format vorliegen müssen, können beispielsweise jene für EMME/2 nicht von VSS benutzt werden und umgekehrt.

3.1 Inhaltliche Anforderungen an die Schnittstellen

Um eine enge Verzahnung von ArcInfo und den Verkehrsplanungs- und räumlichen Simulationsmodellen zu ermöglichen, werden eine Reihe von inhaltlichen Anforderungen an die Schnittstellen gestellt:

- Nach Möglichkeit sollten alle Verkehrsträger berücksichtigt werden
- Nach Möglichkeit sollten auch die Verkehrszellen und sozio-demographische Ausgangsdaten transformiert werden können.
- Es sollten sowohl die Ausgangsdaten von ArcInfo zur Verkehrsplanungssoftware konvertiert werden können, wie umgekehrt die Ergebnisse der Verkehrsmodellierung nach ArcInfo zurück geschrieben werden können sollten.
- Für alle Verkehrsträger sollten die Strecken („Links“) in die zwei Fahrtrichtungen aufgespalten (von ArcInfo zur Verkehrsplanungssoftware) bzw. die zwei Fahrtrichtungen zu einer Strecke zusammengefasst (von der Verkehrsplanungssoftware nach ArcInfo) werden können.
- Für gewisse Anwendungen sollte es möglich sein, auch die genaue Streckenführung zu berücksichtigen.
- Für gewisse Anwendungen sollte es ebenfalls möglich sein, verschiedene Szenarien oder zu betrachtende Teilnetze definieren und extrahieren zu können (d.h. andere Netzausbaustände zu generieren).
- Einige Anwendungen benötigen zudem die Möglichkeit der Datenbearbeitung direkt in der Schnittstelle („Editierung“).
- Darüber hinaus ist es von Bedeutung, ob die Schnittstelle eine graphische Benutzeroberfläche besitzt oder nicht.
- Schlussendlich muss sich die Art und Weise der Implementierung an den Benutzeranforderungen ausrichten.

Darüber hinaus müssen alle Schnittstellen natürlich die Anzahl und den Aufbau der Eingabedateien der Verkehrsplanungssoftware berücksichtigen, ebenso wie die Struktur der GIS-Datenbasis in ArcInfo.

Tabelle 1 gibt einen zusammenfassenden Überblick über die Charakteristika der entwickelten Schnittstellen.

Alle Schnittstellen konvertieren Daten von ArcInfo zu der Verkehrsplanungssoftware, und trennen dabei die Strecken in zwei Richtungen auf. Bis auf die SASI und IASON-Schnittstellen schreiben alle anderen die Ergebnisse der Verkehrsmodellierung auch wieder nach ArcInfo zurück, und führen dabei die getrennten Ergebnisse für die Fahrrichtungen in einer Strecke zusammen.

Tabelle 1. Charakteristika der Schnittstellen.

	EMME/2	SASI	IASON	PROPOLIS/ILUMASS	VSS
Verkehrsträger	Straße	Straße, Bahn	Straße, Bahn, Wasserwege, Flugnetz	Straße, Bahn, ÖPNV	Straße, Bahn, ÖPNV
Verkehrszellen, Daten	●	○	○	●	●
<i>Konvertierungsrichtung</i>					
- ArcInfo nach ...	●	●	●	●	●
- ... nach ArcInfo	●	○	○	●	●
<i>Streckenbehandlung</i>					
- Verdopplung	●	●	●	●	●
- Zusammenführung	●	○	○	●	●
Streckenführung	○	○	○	●	●
Streckenbezogene Erg.	●	○	○	●	●
Zellenbezogene Erg.	●	○	○	○	●
Erstellung v. Szenarien	○	●	●	○	○
Editiermöglichkeiten	●	○	○	●	○
Graphische Oberfläche	○	●	●	●	●
Implementierung	AML	AML	VB / ODE	VB / ODE	Java/ODE AML
Anzahl Module	5	2	1	1	15
Vers. ArcInfo	ArcInfo 7.x	ArcInfo 7.x	ArcGIS 8.x	ArcGIS 8.x	ArcInfo 7.x

● Schnittstelle erfüllt Anforderung

○ Schnittstelle erfüllt Anforderung nicht

Neben der Konvertierung der Verkehrsstrassen sind für die Verkehrsmodellierung auch die Verkehrszellen sowie die damit verbundenen sozio-demographischen Ausgangsdaten von Bedeutung. Bis auf die Schnittstellen zu SASI und IASON beinhalten die anderen Schnittstellen ebenfalls Funktionen zur Konvertierung der Verkehrszellen und Ausgangsdaten.

Zellenbezogene Ergebnisse (z.B. Reisezeitmatrizen, Verkehrsaufkommen zwischen den Verkehrszellen) können nur in zwei Schnittstellen, EMME/2 und VSS, nach ArcInfo zurück geschrieben werden.

Aufgrund ihres größeren Funktionsumfangs (Verknüpfung nicht nur mit Verkehrsplanungssoftware, sondern auch mit Umweltmodulen) berücksichtigen die Schnittstellen PROPOLIS/ILUMASS sowie VSS ebenfalls die genau Streckenführungen der Verkehrsstrassen, um Lärm- und Schadstoffemissionen und –immissionen abschätzen zu können. Diese Funktionen sind in den anderen Schnittstellen nicht implementiert. Dort wird die genaue Streckenführung vernachlässigt, und nur gerade Linien zwischen den Knoten exportiert.

Die Generierung von verschiedenen Szenarien ermöglichen die Schnittstellen nach SASI und IASON, Editiermöglichkeiten bieten die Schnittstellen nach EMME/2 und zu PROPOLIS/ILUMASS. Bis auf EMME/2 bieten alle anderen Schnittstellen eine graphische Benutzeroberfläche. Die Schnittstelle EMME/2 hingegen wird ausschließlich über die Kommandozeile in ArcInfo gesteuert, während die Schnittstelle zu VSS beides offeriert - graphische Oberflächen für die Einzelausführung, wie auch die Möglichkeit, diese über die Kommandozeile durch automatisierte Batch-Routinen zu steuern.

Die größten Unterschiede zwischen den Schnittstellen existieren hinsichtlich der berücksichtigten Verkehrsträger. Die Schnittstelle nach EMME/2 berücksichtigt ausschließlich die Straße; die Schnittstelle nach SASI konvertiert zusätzlich das Bahnnetz. Die Schnittstellen VSS sowie PROPOLIS/ILUMASS bieten Konvertierungsmöglichkeiten für Straße, Bahn und lokales ÖPNV-Netz. Die Schnittstelle nach IASON beinhaltet die Straßen- und Bahnnetze, sowie Binnenwasserstraßen und Schifffahrtsrouten sowie - eingeschränkt - Flughäfen bzw. Flugnetze.

3.2 Kurzbeschreibungen der Schnittstellen

Schnittstelle mit EMME/2

Hierbei handelt es sich um die erste am IRPUD entwickelte Schnittstelle auf Basis von ArcInfo 7.x (Schauerte-Lüke et al. 1998). Sie ist mittels AML-Skripten realisiert, und beinhaltet 4 Module zur Konvertierung der Strecken und Verkehrszellen von ArcInfo nach EMME/2, sowie der Streckenbelastungen und Ergebnismatrizen von EMME/2 zurück nach ArcInfo. Ein fünftes Modul basiert auf ArcTools und ermöglicht die einfache Editierung der Ausgangsdaten in ArcInfo. Alle Module werden aus dem Arc-Prompt wie herkömmliche AML-Skripte aufgerufen, und benötigen jeweils eine Reihe von Parameter. EMME/2 ist eines der in Nordamerika meist verbreiteten Verkehrsmodellierungsprogramme (INRO, 1998).

Schnittstelle mit SASI

Bei SASI handelt es sich um ein räumliches Simulationsmodell zur Abschätzung der Auswirkungen von Verkehrsinfrastrukturinformation auf die Regionalentwicklung unter Berücksichtigung verschiedener Planungen in den Fernverkehrsnetzen. Es beinhaltet ebenfalls ein Modul zur Verkehrsmodellierung. Die Schnittstelle besteht aus zwei graphischen Benutzeroberflächen (Straße, Bahn), mit denen verschiedene Szenarien zur Konvertierung ausgewählt werden können (Wegener et al. 2000). Als Ergebnis werden ASCII-Dateien erzeugt, die dann in das sog. SASI-Modell als Eingangsinformation eingespeist werden. Die Schnittstelle wurde mit AML-Skripten realisiert (Abb. 3).

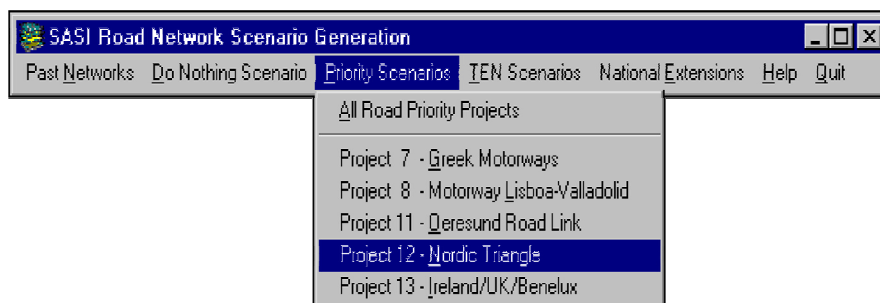


Abbildung 3. Benutzeroberfläche der SASI-Schnittstelle mit Szenarioauswahl.

Schnittstelle mit IASON

Bei dieser Schnittstelle handelt es sich um eine Weiterentwicklung der Schnittstelle zum SA-SI Simulationsmodell. Neben der Berücksichtigung weiterer Verkehrsträger (Wasserstraßen, Flughäfen) besteht der wesentliche Unterschied darin, dass eine ganze Reihe zusätzlicher Optionen bei der Definition von Szenarien ergänzt worden sind (Abb. 4). Aus technischer Sicht besteht diese Schnittstelle nicht aus zwei AML-Skripten, sondern wurde komplett in VB mittels ODE-Technologie entwickelt.

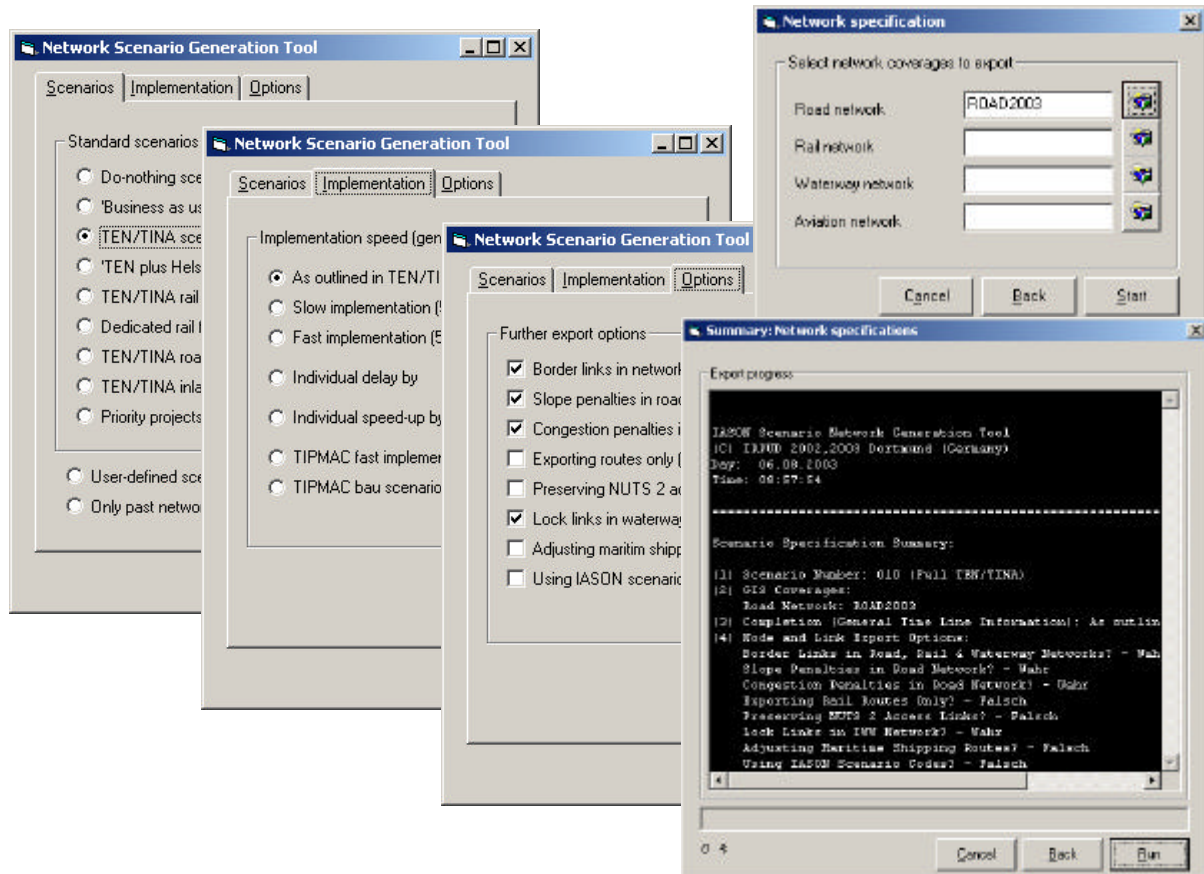


Abbildung 4. Benutzeroberflächen der IASON-Schnittstelle (Auswahl).

Schnittstelle mit PROPOLIS/ILUMASS

Die Schnittstelle von ArcInfo zu den PROPOLIS und ILUMASS Stadtsimulationsmodellen ist diejenige mit den meisten implementierten Funktionalitäten (Talaat und Schwarze, 2003a). Die mittels VB und ODE-Techniken realisierte graphische Benutzeroberfläche bündelt Import-, Editier- und Exportfunktionalitäten in einer einfachen Weise, ohne das ArcInfo oder ArcGIS gestartet werden müssten. Die implementierten Funktionalitäten fokussieren dabei auf die unbedingt notwendigen Befehle. Beim Export werden komplexe ASCII-Dateien erzeugt, die sowohl Straßen- und Eisenbahntrassen mit den entsprechenden Attributen enthalten, wie auch komplexe Linien des ÖPNV. Der Artikel von Talaat und Schwarze (2003b) stellt diese Schnittstelle ausführlich vor.

Schnittstelle mit VSS

Die Schnittstelle von ArcInfo zum Verkehrsmodell VSS (HHS 2000) ist Bestandteil eines übergeordneten Ansatzes zur Integration von Geoinformationssystemen, Verkehrsmodellierung und Umweltmodulen in ein umfassendes, einfach zu handhabendes metaphern-basiertes und mit Java realisiertes System (VuGIS, vgl. Gerding et al. 2003). VSS übernimmt innerhalb dieses Systems die Funktion der Verkehrsmodellierung, während ArcInfo als GIS ausgewählt wurde. Die Steuerung der mittels AML-Skripten realisierten Schnittstelle erfolgt vom System automatisiert, d.h. der Benutzer braucht keine manuellen Eingaben vorzunehmen. Deshalb existiert in der Grundversion keine graphischen Oberflächen. Gleichwohl ist die Schnittstelle so implementiert, dass alle AMLs auch außerhalb von VuGIS mittels graphischen Auswahlmenüs ausgeführt werden können. Tabelle 2 listet die entwickelten Skripte im einzelnen auf und verdeutlicht deren Funktion. Der Beitrag von Schürmann und Schwarze (2003) stellt das gesamte VuGIS-System umfassend vor.

Tabelle 2: AML-Skripte der VSS-Schnittstelle.

Name	Funktion
vss2arc	Transformation des Straßennetzes von VSS in ein Coverage namens IV nach ArcGIS
bel2arc	Aktualisierung des IV-Coverages mit den in VSS berechneten Streckenbelastungen
arc2vss	Transformation der Topologie des Straßennetzes aus dem IV-Coverage von ArcGIS nach VSS
arc2p-netz	Transformation der Koordinaten des Straßennetzes aus dem IV-Coverage von ArcGIS nach VSS
Knotbel	Übertragung der in VSS berechneten Knotenstrombelastungen als Info-Tabelle nach ArcGIS
lin2rou	Transformation des Strecken-/Liniennetzes des ÖPNV von VSS in das Coverage OV nach ArcGIS
rou2lin	Transformation des OV-Coverages von ArcGIS nach VSS
bel2rou	Aktualisierung des OV-Coverages mit dem in VSS berechneten Fahrgastaufkommens
zone2pol	Transformation der Verkehrszellen, ihrer Strukturdaten und der Anbindungsvorschriften von VSS in das Coverage ZELLEN nach ArcGIS
pol2zone	Transformation der Verkehrszellen, ihrer Strukturdaten und Anbindungsvorschriften aus dem ZELLEN-Coverages von ArcGIS nach VSS
mat2info	Transformation der in VSS berechneten Verkehrsmatrizen als Info-Tabellen nach ArcGIS
net2um	Transformation des Straßennetzes und der Streckenbelastungen aus dem IV-Coverage von ArcGIS zum Rastermodul
zone2um	Transformation der Verkehrszellen und ihrer Strukturdaten aus dem ZELLEN-Coverage von ArcGIS zum Rastermodul
land2um	Transformation der Flächennutzung aus dem Coverage LANDCOVER von ArcGIS zum Rastermodul
env2grid	Transformation der Ergebnisse der Umweltmodellierung vom Rastermodul als Grids nach ArcGIS

4. Anwendungspotentiale

Die obige Kurzbeschreibung hat gezeigt, dass es möglich ist – ausgehend von einer einheitlichen in ArcInfo vorgehaltenen Datenbank – Schnittstellen zu entwickeln, die eine Datenkonvertierung zu verschiedenen Verkehrsplanungs- und Simulationsmodellen erlaubt. Bezüglich der Implementierung eignen sich schon (relativ einfache) AML Skripte, die Möglichkeiten

der ODE-Technologie mittels VB oder Java offerieren jedoch größere Spielräume für umfangreichere Projekte.

Die Schnittstellen ermöglichen eine einheitliche Datenhaltung in ArcInfo, bei gleichzeitiger Nutzung des vollen Funktionsumfangs der Verkehrsplanungssoftware. Damit ergeben sich Potenziale für eine enge Verzahnung der Programme. Allerdings muss diese Verzahnung nicht auf Geoinformationssysteme und Verkehrsplanungssoftware beschränkt bleiben, sondern kann beispielsweise auch ausgedehnt werden auf Spezialsoftware zur Umweltmodellierung oder zu Simulationsmodellen. Im Prinzip können derartige Schnittstellen von ArcInfo zu allen derartigen Programmen entwickelt werden.

Momentan gibt es neben VuGIS noch weitere mehr oder weniger weit vorangeschrittene Ansätze, Geoinformationssysteme, Verkehrsplanungssoftware und/oder Umweltmodule eng miteinander zu koppeln. Dazu zählen u.a. TransCAD (Caliper Corporation 2001), MOBILE (Hilty et al. 1998), MEDUSAT (Joerin 2001) oder das Verum Programmsystem (Rosinak&Partner 2001). Sie alle kommen aber (noch) nicht ohne Schnittstellen aus.

Damit kommen im Zuge des OpenGIS-Ansatzes solchen Schnittstellen (und deren Standardisierung) große Bedeutung zu. Eine Herausforderung für die Implementierung stellen dabei insbesondere die unterschiedlichen Datenmodelle dar.

5. Ausblick und Empfehlungen

Als Schlussfolgerungen für die Entwicklung des *Transportation Data Models* kann gesagt werden, dass es auf der einen Seite zwar wünschenswert ist, ein einziges standardisiertes Datenmodell vorliegen zu haben, dass auf der anderen Seite dieses Modell aber unmöglich alle Anforderungen von sämtlichen Programmen, die jemals mit Verkehrsnetzen arbeiten, aufgrund deren Heterogenität erfüllen können. Um dennoch eine große Anwenderbreite sicherstellen zu können, müssen oberhalb des Datenmodells verschiedene Schnittstellen entwickelt werden, die jeweils genau diejenigen Datenobjekte herausfiltern und aufbereiten, die von dem entsprechenden Programm wirklich gebraucht werden.

Dies ist beispielsweise momentan einer der Mängel der NWSIB-Datenbank in Nordrhein-Westfalen. Es existiert auf der einen Seite ein sehr ausgereiftes Datenmodell, was wirklich alle nur erdenklichen Objekte und Elemente im Straßenraum beinhaltet, jedoch wird dadurch die Komplexität und der Datenaufbereitungsaufwand so groß, so dass praktisch niemand davon gebrauch machen kann. Ohne automatisierte Routinen, die eine solche Datenaufbreitung vornehmen, sind alle Datenmodelle für den praktischen Anwender nutzlos.

Literatur

- Caliper Corporation (2001): *TransCAD Overview*. <http://www.caliper.com/tcovu.htm>. Newton: Caliper Corporation.
- 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.
- INRO (1998): *EMME/2 User's Manual*. Software Release 9. Montréal: INRO Consultants Inc.
- IRPUD (2003): *IRPUD pan-European GIS Transport Database*. http://irpud.raumplanung.uni-dortmund.de/irpud/pro/ten/ten_e.htm. Dortmund: IRPUD.
- 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.
- Rosinak & Partner (2001): *Verum Programmsystem*. <http://www.rosi-nak.co.at/projekte/informationssysteme/verum/index.html>. Wien: Rosinak & Partner Ziviltechniker GmbH.
- Schauerte-Lüke, N., Fürst, F., Schürmann, C. (1998): *Linking a Transport Model to a Geographic Information System - Tools for EMME/2 and ARC/INFO*. Arbeitspapier 163, Dortmund: IRPUD.
- Schürmann, C., Schwarze, B. (2003): *Das VuGIS-System: Ein integratives Analyse- und Informationssystem für die Verkehrsplanung*. Beiträge zur 10. deutschsprachigen ESRI Anwenderkonferenz. Innsbruck: ESRI, SYNERGIS.
- Talaat, A., Schwarze, B. (2003a): *The Dortmund Region Networks Scenario Generation Module*. Arbeitspapier 179. Dortmund: IRPUD.
- Talaat, A., Schwarze, B. (2003b): *The Dortmund Networks Module – An Interface between GIS-based Temporal Multi-modal Transport Networks and Spatial Planning Models*. Proceedings of the 18th European ESRI User Conference. Innsbruck: ESRI, SYNERGIS.
- Wegener, M., Schürmann, C., Spiekermann, K. (2000): *The SASI Model: Model Software*. Deliverable D13 EUNET Subproject SASI . Dortmund: IRPUD.