

Verkehr ist mehr. Modellgrundlagen zur (Re-)Integration von Verkehrsinfrastruktur, Verkehrsplanung und Verkehrsmanagement

Stefan KOLLARITS

(Mag. Dr. Stefan KOLLARITS, PRISMA – Projekte, Räumliche Informationssysteme, Management, -1030 Wien, Mohrgasse 7,
email: stefan@esrnt1.tuwien.ac.at)

1 PROBLEMSTELLUNG

Mobilität und Handlungsfreiheit sind wesentliche Bestandteile einer hohen Lebensqualität. Diese wird durch ein leistungsfähiges Verkehrssystem mitbestimmt und ist vielfach durch die verstärkte Motorisierung der letzten Jahrzehnte erreicht worden, ist nun aber durch zunehmend schlechter werdende Verkehrsverbindungen – zunächst meist in den Städten – gefährdet. Staus, Unfälle und ökologische Verkehrsauswirkungen (wie Lärm und andere Umweltbelastungen) sind als negative Effekte im Steigen begriffen. Unterschiedliche Institutionen und Betriebe der Öffentlichen Verwaltung und der Wirtschaft tragen mit ihren Leistungen im Verkehrssektor zum Funktionieren des Verkehrssystems bei. Zu diesen Aufgabenbereichen zählen u.a. der Infrastrukturbau und das Infrastrukturmanagement (im Straßen- wie im Schienenbereich), die Verkehrsplanung sowie das Verkehrsmanagement. Diesen Aufgabenbereichen der Öffentlichen Verwaltung stehen aber auch eine Reihe von Aufgaben im privaten Bereich gegenüber (Logistik von Fuhrparks, Verkehrsbetriebe, Fahrzeugnavigationssysteme und Fahrgastinformationsanbieter). Insbesondere die Entwicklungen im Bereich Intelligente Transport Systeme (ITS: Intelligent Transportation Systems) erscheinen für die weitere Entwicklung von Bedeutung. Von diesen wird eine Steigerung der Effizienz der Infrastrukturnutzung und eine Erhöhung der Verkehrssicherheit sowie gleichzeitig eine Verringerung der Umweltbelastungen erwartet. Die Nutzung der laufenden Entwicklungen der Verkehrstelematik werden dabei genutzt, um Informationen, Kommunikations- und Verkehrstechnologien verkehrsträgerübergreifend zu kombinieren. Im folgenden soll der Frage nachgegangen werden, ob die zur Einführung von ITS notwendigen großen Investitionen (in Daten, Kommunikationsinfrastruktur u.a.) parallel, gegenläufig oder aber gemeinsam mit den bisher bereits bestehenden Verkehrsbereichen erfolgt.

Diese Frage stellt sich, da jeder der genannten Aufgabenbereiche bisher eigenständig arbeitet – oft ohne Bezug zu den anderen Aufgabenbereichen – und mit jeweils eigenen Methoden der Datenerfassung, Datenstrukturierung und inhaltlichen Gestaltung der Daten. Die Überschneidungsbereiche sind jedoch (zumindest theoretisch) vielfach sehr groß, sodaß Daten mit gleichem Inhalt mehrfach erhoben werden und unterschiedlich strukturiert werden.

Mit neuen Methoden der Informationsgewinnung und Informationsverarbeitung (wie GPS und neuen Kommunikationstechnologien) stellt sich nun die Frage, ob und wie eine Integration dieser bislang unverbunden nebeneinander stehenden Anwendungsbereiche (über gemeinsame Daten, Datenmodelle oder Methoden) möglich ist. Die Hinderungsgründe sind vielfältig, und bestehen u.a. in unterschiedlichen Organisationsstrukturen zur Datenaufnahme,-verwaltung und -nutzung (die zwischen den einzelnen Aufgabenbereiche zu sehen sind, oft aber auch zwischen gleichartigen Dienststellen mehrerer Bundesländer u.ä.m.). Die Unterschiedlichkeit der Ansätze zeigt sich vor allem in folgenden Bereichen:

- ?? Organisation (Datenerfassung, Aktualisierung, Datenfluß)
- ?? Definition an Datenanforderungen (Aktualität, Genauigkeit, Vollständigkeit)
- ?? Adressierungsmethoden – Handhabung räumlicher Informationen
- ?? Strukturierung
- ?? Methoden (Erfassung, Strukturierung und Speicherung, Analyse und Präsentation)

2 ABBILDUNGSDIFFERENZEN

Die Modellierung der Daten determiniert auch das Spektrum der auf Basis dieser Daten umsetzbaren Aufgabenbereiche. In Bezug auf Verkehrsinformationen läßt sich die Problematik der Datenmodellierung anhand des folgenden Beispiels der Geometriedaten erläutern:

	unterschiedliche Abbildungsvorschriften (Adressierung im linearen Straßenraum) sind unten dargestellt. Eine vollständige Abbildung aller relevanten Daten (beispielsweise aller Bundes- und Landesstraßen bei einzelnen Landesregierungen) und eine strukturierte Ablage in Datenbanken (oft in Kombination mit GIS) ist üblich.
Linientopologien	In der Verkehrsplanung bzw. der Fahrzeugnavigation interessiert üblicherweise nur die Verknüpfung von linearen Elementen (und darauf bezogenen Attributen) über gemeinsame Knoten. Der tatsächliche Lagebezug ist hier ebenso von untergeordneter Bedeutung wie die Abbildung einzelner Ereignisse (Verkehrszeichen, Straßenzustand). Wie für Liniendaten wird auch hier meist Vollständigkeit und GIS/Datenbank-Verwendung angestrebt.
Flächen	Für die Ausgestaltung von Plänen (Baustellenbeschilderungspläne, Straßenraumdarstellungen) werden vielfach CAD-Werkzeuge herangezogen, die in ihrem Ergebnis jedoch inkompatibel sowohl zur linearen Abbildung, als auch zur linear-topologischen Abbildung sind. Üblicherweise werden die Daten als Insellösungen (beispielsweise für einzelne Bauprojekte oder Baustellen) abgelegt und nicht datenbankmäßig erfaßt.
3d-Daten	Für Bauarbeiten, Projektierungen oder Animationszwecke werden 3d-Daten verwendet, die üblicherweise in CAD-Systemen aufgebaut werden (in letzter Zeit zunehmend auch direkt in GIS) und für die ähnliche Restriktionen wie für die genannten flächigen Daten gelten.

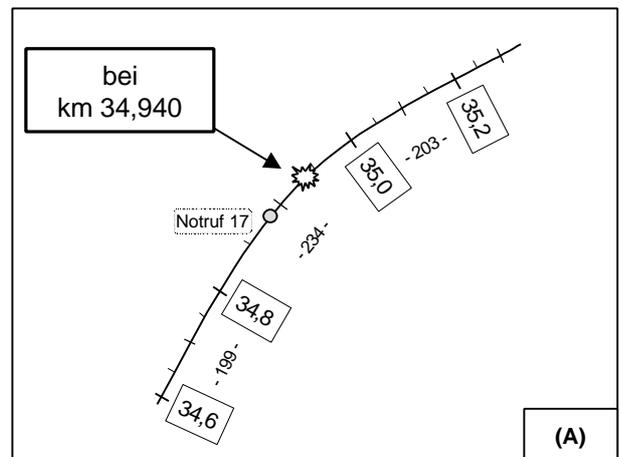
Diese Differenzen betreffen jedoch nicht nur die Grunddimensionen der Daten, sondern treten auch zusätzlich innerhalb dieser Dimensionen auf. Am Beispiel der Erfassung und Adressierung von Ereignissen auf einem linearen Bezugssystem (geometrische Straßenachsen mit Stationierungsrouten) sollen diese unterschiedlichen Möglichkeiten – die jeweils Auswirkungen auf die Aktualisierungsmöglichkeiten und die Verwendungsmöglichkeiten der Daten haben – vorgestellt werden:

(A) Absolute Stationierung (Kilometrierung)

Verortung durch Angabe eines absolut stationierten Kilometrierungswertes entlang der Verkehrsachse;

A2, Richtung Graz,
bei km 34,940

Auf diesem Prinzip baut die bestehende Dokumentation verkehrsrelevanter Informationen in Österreich auf. Probleme ergeben sich vor allem bei der Einführung von Fehl- und Doppelkilometrierungen, da es sich hierbei um Unstetigkeitsstellen in der theoretisch kontinuierlich ansteigenden Kilometrierung handelt.

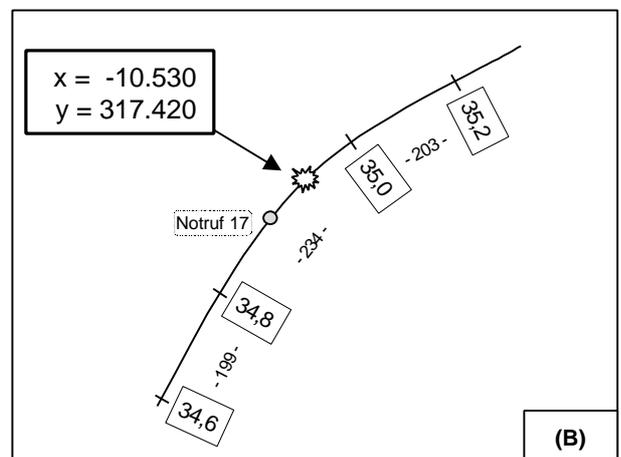


(B) Absolute Positionierung (Landeskoordinatensystem)

Erfassung durch räumliche Vermessung an der Verkehrsachse;

A2, $x=-10.530$, $y=317.420$
(beispielsweise mit GPS erfaßt)

Da der Meßwert (ungefähr) an der Verkehrsachse und nicht direkt bei dem zu verortenden Ereignis genommen wird, ist das Koordinatenpaar dem Modell des (eindimensionalen) Netzwerkes zuzuordnen, obwohl ein zweidimensionaler Meßwert



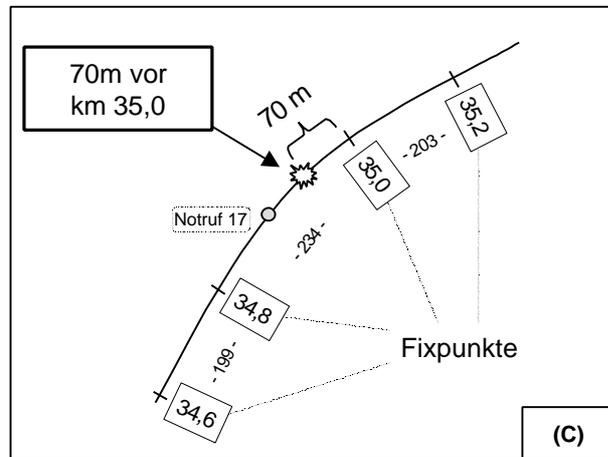
vorliegt. Um die exakte Position an der Achse zu erhalten, ist es notwendig, den durch das Koordinatentupel repräsentierten Punkt auf die Geometrie der Achse abzubilden.

Relative Stationierung (Fixpunkt)

Erfassung durch relative Messung entlang der Verkehrsachse ab dem nächstgelegenen Fixpunkt;

A2, Richtung Graz, 70m vor 'km 35,0'

Diese Art der Verortung kann auf höherrangigen Verkehrswegen vorgenommen werden (deren Fixpunkte durch Kilometertafeln in der Natur gekennzeichnet sind). Vergleicht man diese Angabe mit Beispiel (A) (A2, Richtung Graz, bei km 34,940), so ist festzustellen, daß die gleiche Position in der Natur aufgrund von Differenzen bei der Stationierung unterschiedliche Kilometrierungswerte aufweist.



St.Pölten, Bahnhofstraße, stadtauswärts, 20m nach Einmündung Hauptstraße

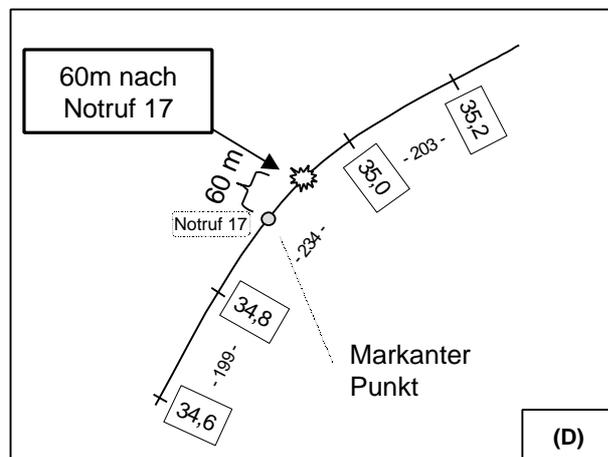
Im niederrangigen Straßennetz können derartige Fixpunkte die Knotenpunkte der Verkehrsachsen sein. Eine Überführung dieser Verortungen auf ein Kilometrierungssystem erfolgte in der Regel nicht. Die Dokumentation verkehrsrelevanter Informationen im innerstädtischen Bereich ist generell sehr heterogen.

(C) Relative Stationierung (Markanter Punkt)

Erfassung durch Angabe der relativen Entfernung entlang der Verkehrsachse zu einem in der Nähe befindlichen markanten Punkt;

A2, Richtung Graz, 60m nach Notrufsäule 17

Diese Art der Erfassung ist vor allem im Notfall- und Einsatzwesen von Bedeutung, nachdem einlangende Notrufe sich in der Regel auf derart markante Punkte beziehen. Im übergeordneten Verkehrsnetz werden dies vor allem jegliche Art von Bauwerken aber auch Verkehrseinrichtungen, wie beispielsweise Verkehrs- und Hinweisschilder sein.



Mödling, Neusiedler Straße, vor Hausnummer 45

Im untergeordneten Verkehrsnetz, vor allem im verbauten Gebiet, wird sich die Erfassung anhand markanter Punkte vor allem auf die Orientierungsnummern der Gebäude beziehen.

3 INTEGRATIONSBASIS

Als Basis zur Integration der genannten Anwendungsbereiche über eine gemeinsame Datenbasis erscheint die Datenmodellierung von zentraler Bedeutung. Hier sind insbesondere folgende Punkte zu berücksichtigen:

- ?? Bezugssystem(e)
- ?? Ordnungssystem(e)
- ?? Übergangsmöglichkeiten zwischen den Datenmodellen

3.1 Elemente des Bezugssystems

Bezugssysteme sollen eine eindeutige Bezugsbasis für die Verortung von Ereignissen auf einem Verkehrsträger zu liefern. Für Verkehrsnetze haben sich für diesen Zweck lineare Bezugssysteme bewährt, die die geometrischen Grundlagen (Linien) und ein auf diesen aufbauendes Ordnungssystem (Stationierungsrouten) umfassen. Die folgende Abbildung zeigt die Verortung von Ereignissen im Straßenraum mittels eines auf der Basisgeometrie aufsetzenden Routensystems (Stationierungsrouten). Als notwendige Funktionalität zur Nutzung dieser Strukturen wird auf die sogenannte "Dynamische Segmentierung" zurückgegriffen (ZANDEE et al. 1994, PONN 1996), die in einigen Standard-GIS implementiert ist. Die dargestellten Ereignisse wurden in die grundlegenden Kategorien unterschieden (Punktereignisse, Linienereignisse, Zonale Ereignisse, Kontinuierliche Ereignisse und gerichtete lineare Ereignisse). Jede dieser Kategorien ist mit unterschiedlichen Datenstrukturen bzw. Anforderungen an die Dynamische Segmentierung verbunden.

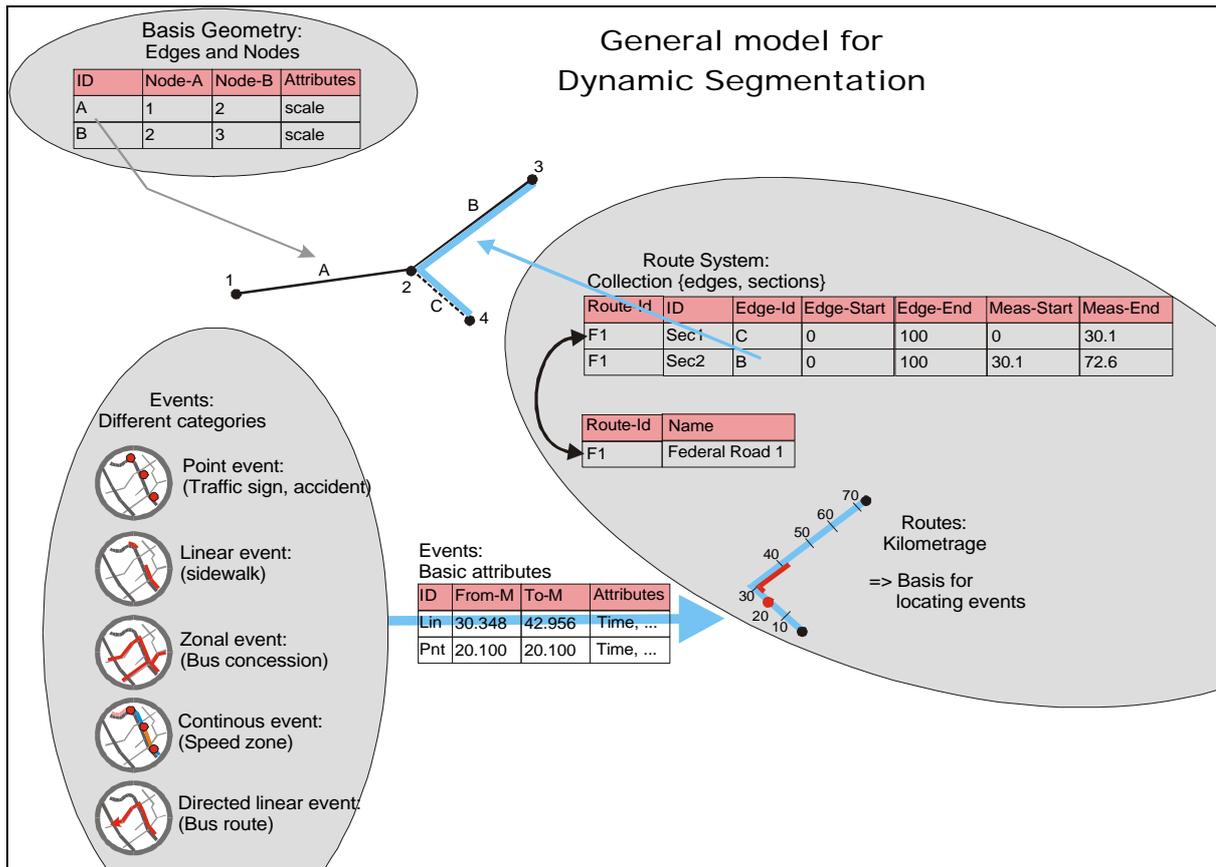


Abbildung 3: Verortung von Ereignissen in einem linearen Bezugssystem mittels Dynamischer Segmentierung (KOLLARITS 1998)

Dabei können an diese Bezugssysteme folgende Anforderungen gestellt werden (vgl. dazu u.a. RINNER 1995, JAUSLIN et al. 1989, ROSENTHALER et al. 1994):

- ?? Jedes Bezugssegment hat zumindest eine eindeutige Bezeichnung;
Diese Bezeichnung entspricht in der Regel der Straßennummer im hochrangigen Straßennetz beziehungsweise dem Straßencode im niederrangigen Straßennetz. Straßennummer und Straßencode werden zumeist mit Zusatzcodes versehen, um bei Abzweigungen, Rampen, Knoten und dergleichen die unbedingt erforderliche Eindeutigkeit zu wahren. Diesbezüglich verbindliche Richtlinien wurden für österreichische Bundes- und Landesstraßen bereits erstellt (RVS 5.021) und wären nach kleineren Ergänzungen direkt zu übernehmen.
- ?? Jede Verkehrsachse hat in regelmäßigen Abständen Fixpunkte;
Diese Fixpunkte sollten in der Natur klar ersichtlich und gleichzeitig mit der erforderlichen geometrischen Genauigkeit am Netzwerk lokalisiert sein. Im hochrangigen Verkehrsnetz wird es sich hierbei auch weiterhin um die Kilometertafeln handeln, während im niederrangigen Verkehrsnetz die Kreuzungspunkte der Verkehrsachsen als Fixpunkte unter Umständen ausreichen würden. Richtlinien definieren die eindeutige Bezeichnung der Fixpunkte im Falle von Fehl- und Doppelkilometrierungen (RVS 5.021).
Im niederrangigen Straßennetz, in welchem die Fixpunkte die Kreuzungspunkte sind, ergibt sich der Name der Fixpunktes durch die Bezeichnungen der in dieser Kreuzung zusammenlaufenden Verkehrsachsen.

?? Sowohl Verkehrsachsen als auch Fixpunkte weisen einen eindeutigen zeitlichen Bezug auf; Eine wesentliche Anforderung zur dauerhaften und sicheren Aktualisierung der Datengrundlagen. Nur wenn jede Verkehrsachse und jeder Fixpunkt mit dem Datum des Beginnes sowie – wenn erforderlich – dem Datum des Endes ihrer Wirksamkeit versehen wird (Geburts- und Sterbedatum), lassen sich Veränderungen im Bezugssystem zeitlich dynamisch verwalten und jederzeit nachvollziehbar dokumentieren. Diese Berücksichtigung des Zeitfaktors ist vor allem für zeitreihenbezogene Analysen oder aber auch die Einbindung älterer, bereits über längere Zeiträume hinweg bestehender Datensätze von großer Bedeutung.

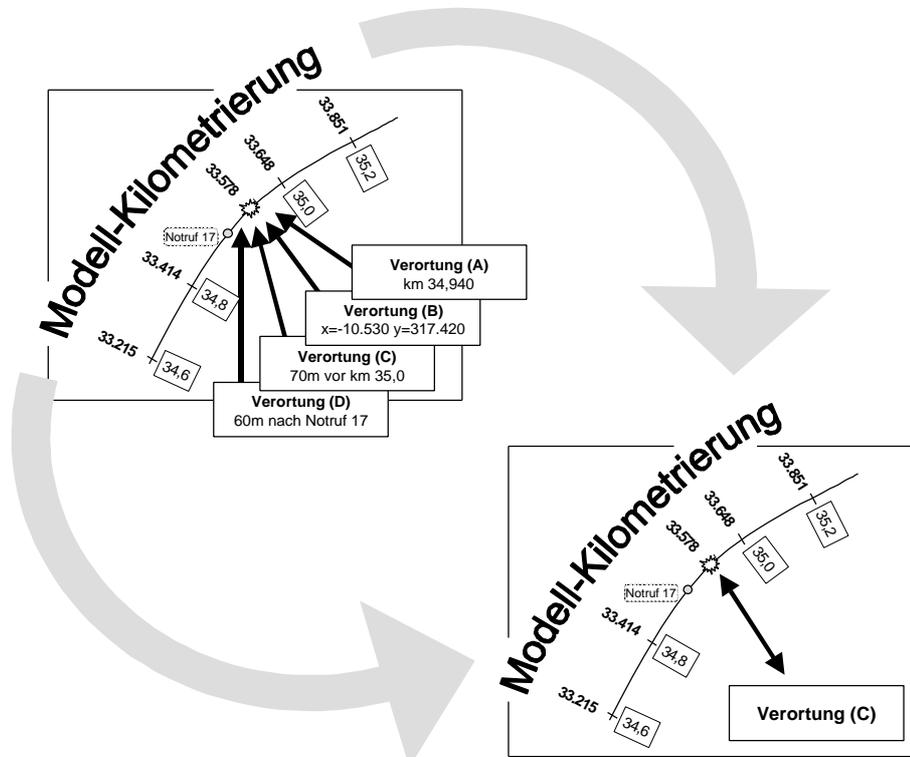


Abbildung 4: Modellbezogene Übertragung von Kilometrierungsinformationen

3.2 Datenmodell - Formulierung

Ein vollständiges Datenmodell im Hinblick auf die Integration der wesentlichen Anwendungsbereiche zu definieren, würde den hier gesetzten Rahmen deutlich sprengen. Daher soll nur die Grundstruktur des Datenmodells vorgestellt werden und die dafür notwendigen Voraussetzungen und Rahmenbedingungen, dargestellt an einem ausgewählten (Teil-)Beispiel. Dieses Beispiel dient zur Veranschaulichung der Probleme, die bereits bei ausschließlich linienbezogenen Daten entstehen (wo also 2d- bzw. 3d-Daten noch unberücksichtigt sind). Als Ausgangspunkt dient dafür das geometrische Netzwerk der Straßenachsen, das als gemeinsame Basis sowohl für linienbezogene Daten (hier als "Verwaltungsnetz" bezeichnet) als auch für die "Betriebsnetze" dienen muß. Zweitere besitzen die topologischen Informationen. Wichtig erscheint, daß beide Ebenen jeweils für sich getrennt existieren können (also jeweils nur die für die Aufgabenstellung notwendigen Informationen beinhalten), daß aber eine vollständige und eindeutige Verknüpfung auf einer logischen Ebene gewährleistet ist. Instrumente für diese Verknüpfung sind:

- ?? Adressierung im linearen Bezugssystem (aufbauend auf den Stationierungsrouten)
- ?? Bezug von Stationierungsrouten und allen darauf aufsetzenden Ereignissen auf die Basisgeometrie
- ?? Ableitung der Topologien der Betriebsnetze aus der identen Basisgeometrie (mit Generalisierungsregeln über die Stationierungsrouten), sodaß Betriebsnetze für unterschiedliche Zwecke und auf unterschiedlichen Maßstabsebenen abgeleitet werden können
- ?? Methoden zum Transfer von Ereignisdaten auf die topologischen Netze (Aggregation, beispielsweise von Geschwindigkeitsbereichen) bzw. von Modellierungsergebnissen der Betriebsnetze auf Stationierungsrouten

Neben diesen methodischen Werkzeugen ergeben sich jedoch auch an die Datengrundlagen eindeutige Anforderungen. So muß die geometrische Grundlage vollständig sein (also tatsächlich alle befahrbaren Straßen umfassen), damit für alle Anforderungen die Betriebsnetze abgeleitet werden können. Weitere

Anforderungen sind die Aktualität der Daten (möglichst täglich) sowie die Qualität (Verlässlichkeit, geometrische Genauigkeit).

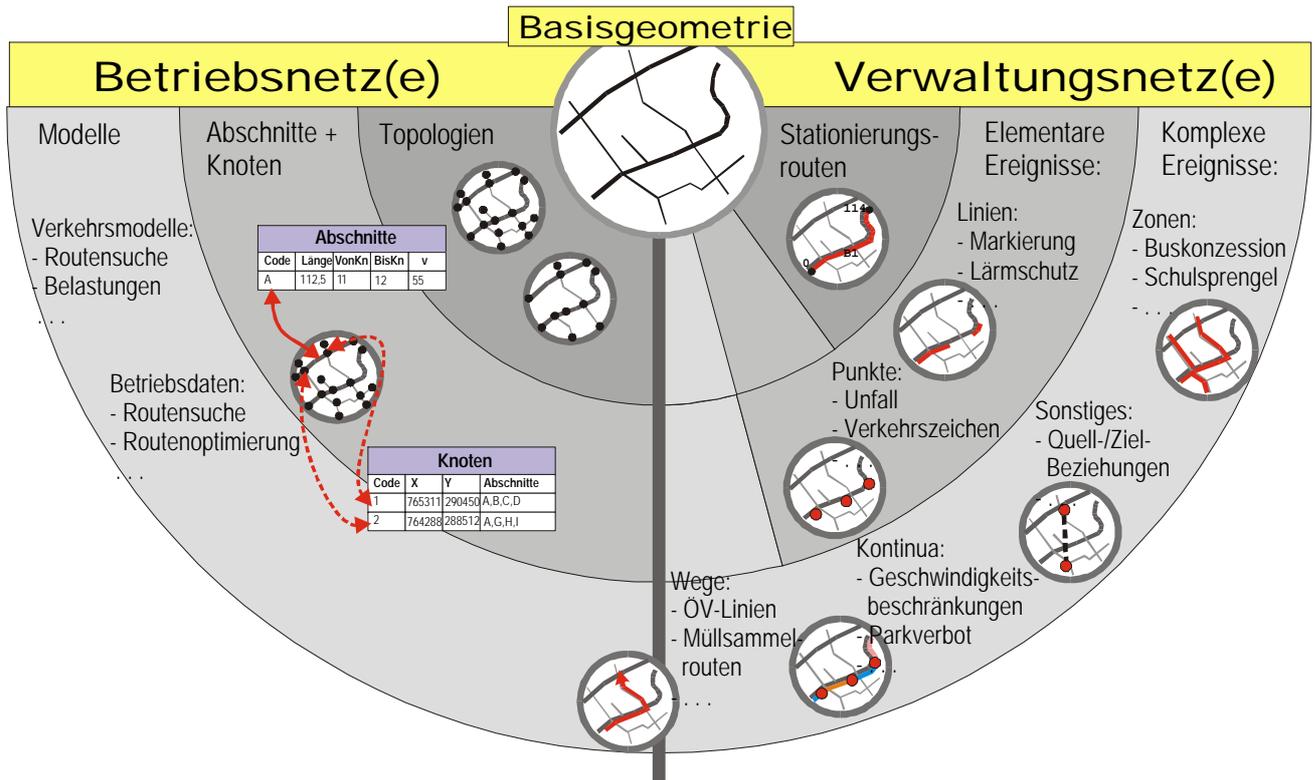


Abbildung 5: Elemente des Datenmodells für Verwaltungsnetze und Betriebsnetze

3.3 Standards

Ein bedeutender Schritt in Richtung der gewünschten Integration der Anwendungsbereiche ist in der Definition von verbindlichen Datenstandards, Austauschformaten und Normen zu sehen. In der Definition von Standards erscheint jedoch zur Zeit ebenfalls eine Divergenz der einzelnen Anwendungsbereiche zu erkennen, sodaß Standards, die beispielsweise für die Fahrzeugnavigation und die Verkehrstelematik entwickelt werden kaum im Bereich des Infrastrukturmanagements eingesetzt werden können (trotz großteils identer Dateninhalte !).

Die Anzahl der Normen im Verkehrsbereich ist unübersichtlich groß, daher sollen hier nur einige der für räumliche Daten bedeutenden genannt werden:

- ?? Im Bereich Geographischer Informationssysteme sind insbesondere die OGIS-Spezifikationen zu nennen (Open GIS-Spezifikationen; vgl. GANTER et al. 1995), die zu einer offenen Konzeption und zu einer weitgehenden Interoperabilität von GIS führen sollen.
- ?? ÖNORM 2260 und 2261 für die Geometriedatenhandhabung und Attributdaten (räumlicher Daten).
- ?? GDF dient als Datenaustauschformat, das spezifisch für den Verkehrsbereich definiert wurde und unter anderem von der Europäischen Union als Grundaustauschformat für Projekte und Informationssysteme im Verkehrsbereich eingesetzt und empfohlen wird (CLAUSEN 1989). Es beinhaltet Navigationsinformationen im Zugriff über die Metadaten. Als speziell für den Verkehrsbereich definiertes und entwickeltes Datenformat erscheint GDF von besonderer Bedeutung. Es wird von der EU für Verkehrsprojekte empfohlen und von der Gruppe um Teleatlas verwendet und weiter entwickelt. Es dient einerseits als Datenstandard, definiert darüber hinausgehend jedoch auch Methoden der Datenerfassung und umfaßt die Definitionen von Grundelementen, Attributen und deren Relationen in drei unterschiedlichen Detaillierungsebenen:
 - Ebene 0: Topologie
Kanten und Knoten
 - Ebene 1: Elemente (features)
Umfaßt die grundlegenden Basiselemente, wie Straßen, Flüsse etc. Verknüpft ist dies mit spezifischen Attributen (wie Einbahnen) und Relationen (Abbiege- oder -verbote).
 - Ebene 2: Komplexe Elemente (complex features)
Einfache Elemente werden auf dieser Ebene zu komplexeren Elementen aggregiert (beispielsweise werden Kreisverkehre nicht als getrennte Straßensegmente sondern als einzelne Kreuzung abgebildet).

?? ERTICO Location Referencing

Von der Verkehrstelematikorganisation der Europäischen Union (ERTICO) werden unterschiedliche Standards definiert. Für den Austausch von straßenbezogenen Daten werden ILOCs (Intersection Location Codes), LLOCs (Link Location Codes) und MLOCs (Manoeuvre Location Codes). Als wesentliches Kriterium zur Bewertung dieser Standards erscheint ihr klarer Bezug auf Fahrzeugnavigation von Bedeutung – eine Verwendung für darüberhinausgehende Aufgaben (z.B. für die Verwaltung aller straßenbezogenen Daten erscheint damit unmöglich).

Diesen Standardisierungsbestrebungen steht jedoch die Entwicklung eigener Standards im Bereich der Öffentlichen Verwaltung (Straßenbau und –erhaltung sowie Verkehrsplanung) gegenüber, die mit den genannten Entwicklungen selbst in Bezug auf das grundlegende Datenmodell nicht kompatibel erscheint. Diese Standards werden üblicherweise auf staatlicher Ebene festgelegt und besitzen damit für die jeweils nachgeordneten Öffentlichen Dienststellen verbindlichen Charakter. Die folgende Liste zeigt einige der für Österreich bzw. die Schweiz definierten Normen:

- ?? RVS 5.021 (1996): Stationierung von Strassen: Grundlagen der Stationierung. – Wien (Forschungsgesellschaft für das Verkehrs- und Straßenwesen. Arbeitsgruppe „Verwaltung und allgemeine Grundsätze“).
- ?? RVS 5.022 (1996): Stationierung von Strassen: Kilometerzeichen. – Wien (Forschungsgesellschaft für das Verkehrs- und Straßenwesen. Arbeitsgruppe „Verwaltung und allgemeine Grundsätze“).
- ?? RVS x.xxx (Vorschlag 1998): Konzept für eine RVS x.xxx: Verkehrsinformationssysteme – Grundlagen. Teil A: Bezugssysteme für Straßen. – o.O. (Vorschlag des Arbeitsausschusses GIS-Verkehr).
- ?? SN 640 909 (1990): Strassendatenbanken: Grundlagen. – Zürich; Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute (Hrsg.).
- ?? SN 640 910 (1989): Räumliches Basis-Bezugssystem für Strassendaten. – Zürich; Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute (Hrsg.).
- ?? SN 640 911 (1991): Betriebsnetze für Strassendaten. – Zürich; Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute (Hrsg.).
- ?? SN 640 920 (1989): Beschilderung und Markierung der Bezugspunkte. – Zürich; Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute (Hrsg.).
- ?? SN 640 940 (1993): Katalog für Strassendaten: Grundsätze. – Zürich; Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute (Hrsg.).
- ?? SN 640 940, Beilage (1993): Katalog für Strassendaten: Eigentümerliste. – Zürich; Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute (Hrsg.).
- ?? SN 640 941 (1993): Katalog für Strassendaten: Raumbezug. – Zürich; Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute (Hrsg.).
- ?? SN 640 942 (1993): Katalog für Strassendaten: Geometrie und Nutzung des Strassenraums. – Zürich; Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute (Hrsg.).
- ?? SN 640 943 (1995): Katalog für Strassendaten: Fahrbahnaufbau. – Zürich; Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute (Hrsg.).
- ?? SN 640 944 (1993): Katalog für Strassendaten: Fahrbahnzustand. – Zürich; Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute (Hrsg.).
- ?? SN 640 945 (1997): Katalog für Strassendaten: Fahrbahnreparatur. – Zürich; Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute (Hrsg.).

3.4 Funktionale Integration

Eine Integration dieser unterschiedlichen Anwendungsbereiche ist allerdings nicht nur im Bereich Daten und Datenbanken notwendig, sondern erscheint auch in einer Zusammenführung unterschiedlicher Funktionen notwendig zu sein.

?? Kartographie

Basierend auf einem bestehenden System von Stationierungsrouten sollen Kilometrierungen (frei parametrisierbar) aufgetragen werden und Routencodes angezeigt werden. Die Darstellungsmöglichkeiten bauen auf der Dynamischen Segmentierung auf und sollten umfassende Möglichkeiten der Liniensymbolisierung sowie der Darstellung von achsenbezogenen Ereignissen bieten.

?? Längerbänder

Für ausgewählte Straßenabschnitte kann die Darstellung beliebiger Attribute in Form von Längerbändern erfolgen. Zur Orientierung dient die Darstellung der Kilometrierung sowie die Relationen (Kreuzungen etc.) zu anderen Straßen.

?? Datenformulare

Alle kilometrierten Daten der Datenbank (Ereignistabellen) können in Form von Datenformularen abgefragt werden. Die Anzeige der Datenformulare ist sowohl mit den Längerbändern als auch mit der kartographischen Darstellung synchronisierbar.

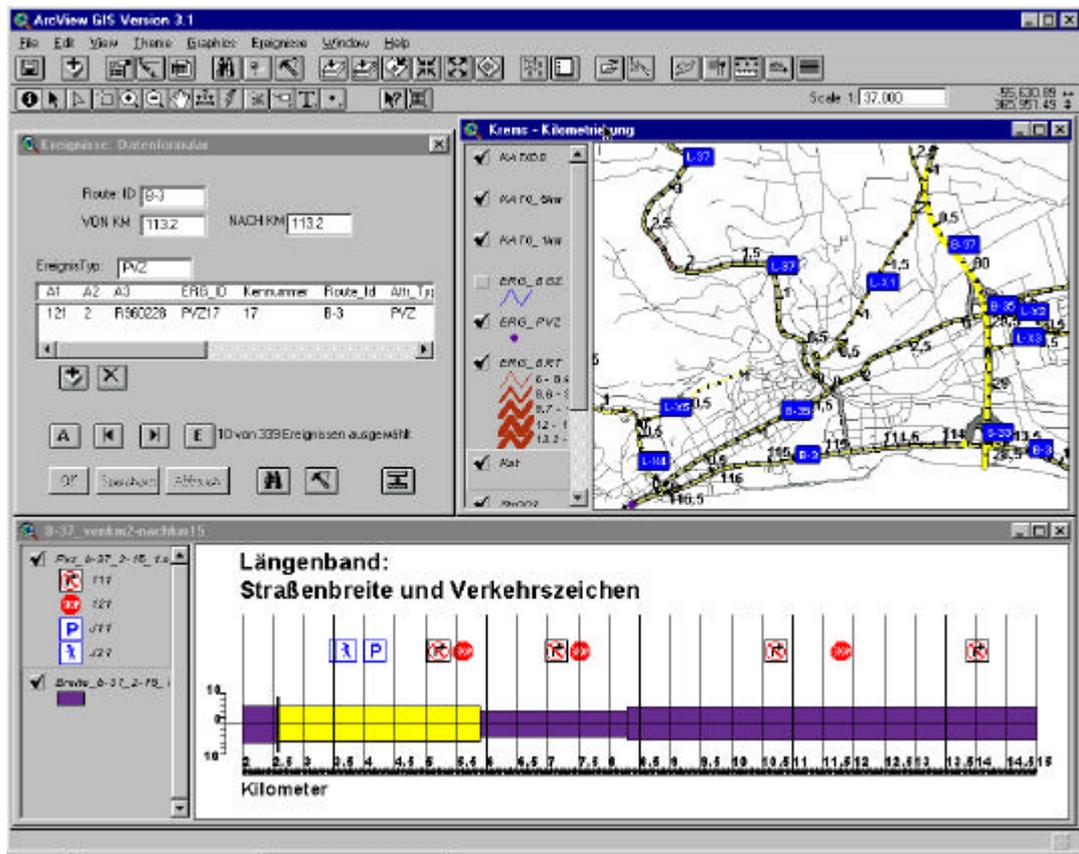


Abbildung 6: Integration von unterschiedlichen Funktionen in GIS

?? Topologiegenerierung und –auswertung

Der Aufbau von topologischen Informationen (Kanten-Knoten-Struktur) erscheint für sämtliche verkehrsbezogene Modelle unumgänglich. Dabei sind zu unterscheiden der Aufbau, die Prüfung und die topologische Korrektur sowie als Sonderfunktionen die Durchführung von selektiven Updates und die on-the-fly-Generierung (KOLLARITS 1997, FEIX 1997).

Für den standardmäßigen Anwender ist der direkte Zugriff auf topologische Informationen selten notwendig, dieser wird ihm üblicherweise durch die anwendungsspezifischen Funktionen vermittelt. Für die Programmierung bzw. Erweiterung des Systems erscheint jedoch ein direkter Zugriff auf die topologischen Informationen unbedingt notwendig. Diese Information wird in einigen System gar nicht bzw. nur indirekt oder umständlich zum Zugriff angeboten.

Weitere Funktionen zur Integration sind in Form der Darstellung von Zusatzdaten über Bilddaten bzw. Videoaufzeichnungen zu sehen (vgl. links), zusätzlichen Auswertungsmodulen (Kostenrechnung, Erhaltungsmanagement), aber auch in der Integration des Öffentlichen Verkehrs (s. rechts unten).

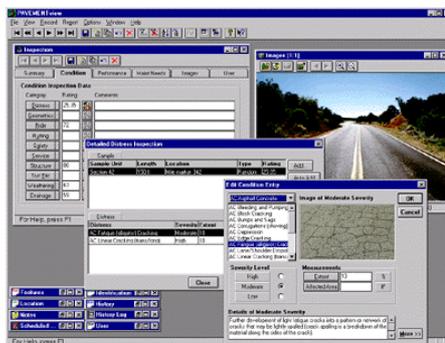


Abbildung 7: Bildintegration



Abbildung 8: Routen im Öffentlichen Verkehr

4 AUSBLICK

Verkehrsdaten kommen in unterschiedlichsten Anwendungen und Anwendungsbereichen, leider aber auch in unterschiedlichsten und meist nicht-kompatiblen Strukturen und Inhalten zur Anwendung. Der große

Aufwand, der mit der Erstellung und Aktualisierung verkehrsrelevanter Daten verbunden ist, würde aber eine verstärkte Integration der vorhandenen Datensätze oder noch zu erstellender Daten als wirtschaftlich sinnvoll erscheinen lassen. Derzeit sind Bestrebungen erkennbar beispielsweise über zunehmende Standardisierungen einen Datenaustausch und damit die Ausbildung von gemeinsamen übergeordneten Datenpools zu ermöglichen. Auch diese Bestrebungen sind jedoch meist nach einzelnen Gruppierungen zu unterscheiden, die jeweils unterschiedliche Standardisierungsentwürfe liefern (Infrastrukturprojektierung und -bau, Infrastrukturmanagement und -erhaltung, Verkehrsplanung und Verkehrsmanagement, Logistik und Fahrzeugnavigation). Eine verstärkte Integration dieser Bereiche erscheint insbesondere über die Datenmodellierung möglich, wofür ein Grobentwurf skizziert wurde. Weitere Schritte würden entsprechende Standards und Normen umfassen sowie eine Einbeziehung der (softwaretechnischen) Funktionalität inkludieren.

Sowohl aus den Anforderungen seitens der Öffentlichen Verwaltung als auch aus den Möglichkeiten und Anforderungen von privaten Nutzern ist ersichtlich, daß die jeweiligen Anforderungen in vielen Fällen sehr ähnlich sind. Damit erscheint zumindest eine abgestimmte Vorgehensweise sinnvoll, durch welche prinzipiell die Möglichkeit der Nutzung synergetischer Effekte gegeben ist. Diese synergetischen Aspekte können u.a. in der Verbesserung der Datenqualität und der Datenaktualisierung liegen, aber auch in einem umfassenden und gleichzeitig verlässlicheren Einsatz von verkehrsrelevanten Daten. Für diese Kooperation öffentlicher und privater Stellen sind unterschiedliche Organisationsformen denkbar, die von verstärkten gemeinsamen Standardisierungs- und Harmonisierungsbestrebungen bis zu Kooperationen im Sinne von Privat-Public-Partnership-Modellen reichen.

LITERATUR

- CLAUSEN, H. (1989): GDF - ein Austauschformat für Geographische Daten. in: Nachrichten aus dem Karten- und Vermessungswesen, 103, 37-44.
- DENKHAUS, I. (1995): Verkehrsinformationssysteme: Durchsetzbarkeit und Akzeptanz in der Bundesrepublik Deutschland.- Wiesbaden:Deutscher Universitätsverlag.
- FEIX, C. (1997): GIS und Verkehrsplanung - geht das zusammen? Kombination und Integration. Beispiele aus der Praxis: Berlin, Rom und Neue Bundesländer.-Salzburg.in: DOLLINGER, F. u. J. STROBL (Hrsg.): Angewandte Geographische Informationsverarbeitung IX (= Salzburger Geographische Materialien 26), 245-250.
- GANTER, J.H., C. GOODWIN u. D. XIONG (1995): The open geodata interoperability specification (OGIS) as a technology for geospatial transportation computing.-Reno, NV.in: Proceedings of the 1995 AASHTO GIS-T symposium, 535-553.
- JAUSLIN & STEBLER Ingenieure, et al. (1989): Die Datenintegrität bei Strassendatenbanken im Hinblick auf den Datenaustausch. Schlussbericht des Forschungsauftrags 15/88, auf Antrag der Vereinigung schweizerischer Strassenfachleute. – Zürich.
- KOLLARITS, S. (1997): Verkehr im GIS: Parallelen, Überschneidungen und Ergänzungen von GIS und Verkehrsplanung.-Wien.in: SCHRENK, M. (Hrsg.): Computergestützte Raumplanung. Beiträge zum Symposium CORP 97., 259-264.
- KOLLARITS, S. (1998): GIS and transportation planning in developing countries. Building and structuring the database. in: Proceedings of GISDECO 1998. – Pretoria.
- KOLLARITS, S., PALFINGER G. u. N. WIDMANN (1998): Niederösterreichischer Verkehrsdatenverbund. Machbarkeitsstudie. Unveröffentlichte Studie in Zusammenarbeit mit der Niederösterreichischen Landesregierung.
- PONN, A. (1996): Salzburger Straßenverkehrsinformationssystem.-Salzburg.in: DOLLINGER, F. u. J. STROBL (Hrsg.): Angewandte Geographische Informationsverarbeitung VIII (= Salzburger Geographische Materialien 24), 80-84.
- RINNER, H. (1995): Pavement-Management-Systeme (PMS) in Europa: ein Aufgabenbereich für die Geoinformatik.-Graz.in: BARTELME, N. (Hrsg.): GIS in Transport und Verkehr. Grazer Geoinformatiktage 95. (= Mitteilungen der geodätischen Institute der Technischen Universität Graz 80), 25-32.
- ROSENTHALER, C. et al. (1994): STRADA-DB: Strassendatenbanken für das MSE. Leitfaden für die Einführung und den Betrieb. Forschungsauftrag 03/91, auf Antrag der Vereinigung schweizerischer Strassenfachleute (VSS). – Zürich.
- THOMANN, J. (1995): Aufbau des Steirischen Verkehrs-Information-Systems (STEVIS) im GIS-Stmk.-Graz.in: BARTELME, N. (Hrsg.): GIS in Transport und Verkehr. Grazer Geoinformatiktage 95. (= Mitteilungen der geodätischen Institute der Technischen Universität Graz 80), 63-70.
- WIESER, M. (1995): VNS (Vehicle Navigation Systems) aus der Sicht des Geodäten.-Graz.in: BARTELME, N. (Hrsg.): GIS in Transport und Verkehr. Grazer Geoinformatiktage 95. (= Mitteilungen der geodätischen Institute der Technischen Universität Graz 80), 17-24.
- ZANDEE, R., KUIJPERS-LINDE, M. u. U. UITERWIJK (1994): Modelling traffic and transportation data: using Arc/Info dynamic segmentation in a general conceptual model.-Paris.in: EGIS 94-Proceedings, 1240-1251.