



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication DETEC
Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC

Bundesamt für Strassen
Office fédéral des routes
Ufficio federale delle Strade

Datenaustausch zwischen Strasseninformationssystemen und Verkehrsmodellen

**Echange des données entre les systèmes d'information de
la route et les systèmes pour la modélisation du trafic**

**Exchange of data between road databases and transport
modeling software**

Emch+Berger AG Bern
Guido Rindsfuser
Wilfried Matthews

Rosenthaler+Partner AG
Claude Marschal
Rainer Bobst

**Forschungsprojekt VSS 2011/906 auf Antrag des Schweizerischen
Verbands der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)**

Oktober 2015

1531

Der Inhalt dieses Berichtes verpflichtet nur den (die) vom Bundesamt für Strassen unterstützten Autor(en). Dies gilt nicht für das Formular 3 "Projektabschluss", welches die Meinung der Begleitkommission darstellt und deshalb nur diese verpflichtet.

Bezug: Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)

Le contenu de ce rapport n'engage que les auteurs ayant obtenu l'appui de l'Office fédéral des routes. Cela ne s'applique pas au formulaire 3 « Clôture du projet », qui représente l'avis de la commission de suivi et qui n'engage que cette dernière.

Diffusion : Association suisse des professionnels de la route et des transports (VSS)

La responsabilità per il contenuto di questo rapporto spetta unicamente agli autori sostenuti dall'Ufficio federale delle strade. Tale indicazione non si applica al modulo 3 "conclusione del progetto", che esprime l'opinione della commissione d'accompagnamento e di cui risponde solo quest'ultima.

Ordinazione: Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti (VSS)

The content of this report engages only the author(s) supported by the Federal Roads Office. This does not apply to Form 3 'Project Conclusion' which presents the view of the monitoring committee.

Distribution: Swiss Association of Road and Transportation Experts (VSS)



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication DETEC
Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC

Bundesamt für Strassen
Office fédéral des routes
Ufficio federale delle Strade

Datenaustausch zwischen Strasseninformationssystemen und Verkehrsmodellen

**Echange des données entre les systèmes d'information de
la route et les systèmes pour la modélisation du trafic**

**Exchange of data between road databases and transport
modeling software**

Emch+Berger AG Bern
Guido Rindsfuser
Wilfried Matthews

Rosenthaler+Partner AG
Claude Marschal
Rainer Bobst

**Forschungsprojekt VSS 2011/906 auf Antrag des Schweizerischen
Verbands der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)**

Impressum

Forschungsstelle und Projektteam

Projektleitung

Guido Rindsfuser

Mitglieder

Rainer Bobst

Claude Marschal

Wilfried Matthews

Federführende Fachkommission

Fachkommission 9: Strassenverkehrstelematik

Begleitkommission

Präsident

Pierre-Yves Gilliéron

Mitglieder

Yan Cerf

Hans Rudolf Gnägi

Helmut Honermann

René Huber

Tobias Ramser

Antragsteller

Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)

Bezugsquelle

Das Dokument kann kostenlos von <http://www.mobilityplatform.ch> heruntergeladen werden.

Inhaltsverzeichnis

Impressum	4
Zusammenfassung	7
Résumé	11
Summary	15
1 Einleitung	19
2 Stand der Forschung	21
2.1 Literatur und Projekte	21
2.2 Forschungsprojekte in Bearbeitung	28
2.3 Zusammenfassung Literatur	28
3 Analyse.....	29
3.1 Befragte Experten	29
3.2 Fragenkatalog	29
3.3 Zusammenfassung des Spektrums der Antworten	31
4 Prüfung der praktischen Handhabung	37
4.1 Analyse der Anforderungen und Rahmenbedingungen / Vergleich	37
4.1.1 Liste der Fachprozesse	37
4.1.2 Anforderungen an die Daten	39
4.1.3 Anforderungen an Funktionen	41
4.1.4 Anforderungen an Organisation	43
4.2 Konzept gemeinsame Verwendung und Nachführung	45
4.2.1 Modelle von Strasseninformationssystemen	45
4.2.2 Verkehrsmodell	51
4.2.3 Netzverknüpfungen	55
4.2.4 Organisationskonzept Nachführung	59
4.3 Beurteilung Analyse und Konzept sowie Klärung Defizite und akzeptable Einschränkungen Veränderungen Prozesse	60
4.3.1 "mini" proof of concept	60
4.3.2 Gegenüberstellung Anforderungen/Konzepte mit Realität	64
4.4 Resultate aus der Prüfung der praktischen Handhabung	65
4.5 TLM – Netz der Swisstopo	66
4.5.1 Topic TLM_STRASSEN	66
4.5.2 Tabelle TLM_STRASSENROUTE	67
4.5.3 Tabelle TLM_STRASSENROUTE_STRASSE	68
4.5.4 TLM-Netz in Verkehrsmodell	68
5 Lösungsszenarien.....	71
5.1 Anforderungen	71
5.1.1 ASTRA	71
5.1.2 ARE	71
5.1.3 SWISSTOPO	72
5.1.4 Kantone	72
5.1.5 Fazit aus Anforderungen	72
5.2 Lösungsansätze	72
5.2.1 Gemeinsames Netzmodell aus dem SIS	72
5.2.2 Gemeinsames Netzmodell aus dem Verkehrsmodell	73
5.2.3 Verknüpfung eines Netzes mit fixen IDs und inkrementellen Updates	73
5.3 Weiterer Handlungs- und Forschungsbedarf	74

Anhänge.....	75
Glossar.....	83
Literaturverzeichnis.....	85
Projektabschluss	87
Verzeichnis der Berichte der Forschung im Strassenwesen	91

Zusammenfassung

Ausgangslage

In der Schweiz sind auf nationaler Ebene, bei den Kantonen und bei Gemeinden Strasseninformationssysteme (SIS) im Einsatz. Sie verwalten Daten von Strassen und Objekten, die einen Zusammenhang mit dem Strassenverlauf haben, wie z.B. Strassenbeläge, Kunstbauten oder Unfälle. Diese Systeme benutzen als Basis das Achsnetz¹ zumeist als räumliches Basisbezugssystem.

Auf den gleichen hierarchischen Ebenen gibt es Verkehrsmodelle, die ebenfalls ein digitales Achsnetz benötigen. Grundlegende Anforderungen an das Netz sind die Routingfähigkeit, vorhandene Abbiegebeziehungen an Knotenpunkten und die Geschwindigkeitssignalisation auf den Strecken. Ein Verkehrsmodell benötigt Netze für die Strasse, die Schiene, den strassengebundenen ÖV, den Velo- und Fussgängerverkehr.

In den letzten Jahren haben die unterschiedlichen Institutionen grosse Anstrengungen unternommen, um die Netzstrukturen zu harmonisieren, um damit einen Austausch von Daten zu ermöglichen, Planungsabläufe zu vereinfachen und Finanzmittel einzusparen. Die Erfolge hielten sich jedoch in Grenzen.

Die Aufbereitung und Pflege der Achsnetze erfolgt in beiden Anwendungen (SIS und Verkehrsmodelle) separat. Damit wird Arbeit teilweise doppelt gemacht und teils redundante Daten erzeugt bzw. gehalten. Durch die Vielzahl an SIS und Verkehrsmodellen bei Bund, Kantonen und Städten steigt der Mehraufwand zusätzlich. Die Aufbereitung und Nachführung des Achsnetzes wäre nur einmal zu erbringen, wenn ein gemeinsam nutzbares Netz erzeugt würde oder das Netz zwischen beiden Anwendungen (SIS und Verkehrsmodelle) austauschbar wäre.

Ein wesentlicher Vorteil eines gemeinsamen oder austauschbaren Netzes wäre der Austausch von Netzattributen. So sind z.B. Kennzahlen des Verkehrs wie DTV oder Belastungen in den Spitzenstunden für ein SIS wichtige Attribute, die für Dimensionierungen oder z.B. für Emissionsberechnungen benötigt werden. Diese Attribute werden z.B. in Verkehrsmodellen für unterschiedliche Zeithorizonte erzeugt und es würde sich somit eine Datenübergabe vom Verkehrsmodell zum SIS anbieten. Aber auch der Austausch von Attributen in die gegenläufige Richtung ist ein Vorteil, ebenso wie die einmalige Erstellung des Netzes und die Vermeidung redundanter Datensätze.

Ziele

Es sollte mit Hilfe des Forschungsprojekts gezeigt werden, welche nutzbaren Synergien sich aus der Kopplung der Achsnetze von SIS und Verkehrsmodellen ergeben. Das Vorgehen war in drei Phasen gegliedert:

1. Anhand einer Literaturanalyse und einer Expertenbefragung sollte das Synergiepotenzial ermittelt werden.
2. Es sollte die praktische Handhabung geprüft werden und konzeptuell eine Schnittstelle definiert werden.
3. Die Klärung der Machbarkeit sollte auf der Basis einer Pilotanwendung und Definition der Datenmodelle gezeigt werden.

Zwischen den Phasen lagen Meilensteine, anhand derer die Begleitkommission über die Fortsetzung des Projekts entschieden hat. Weil sich in einem anderen Projekt gezeigt hat, dass die Verknüpfung der Achsnetze von MISTRA und dem nationalen Verkehrsmodell (VM-UVEK) äusserst komplex wäre, wurde von der Begleitgruppe beschlossen, auf die Pilotanwendung zu verzichten und stattdessen tiefer auf die Anforderungen der einzelnen Akteure einzugehen. Dazu fand ein ergänzender Experten-Workshop statt.

¹ Definition: (digitales) Netz aus Strassen mit linearer oder topologischer Referenz

Der weitere Handlungsbedarf und die notwendigen Schritte (Akteure, Vorgehen, Methodik) für die Erfüllung der jeweiligen Ansprüche vor dem Hintergrund verbesserter Strukturen, Abläufe, Synergien (Kosten) usw. werden aufgezeigt.

Synergiepotential

Aus der Literaturanalyse heraus speziell erwähnenswert und interessant ist insbesondere das VEGIS Projekt in Österreich, weil dort ein Werkzeug für die Konnektivität zwischen Verkehrsmodellen und Geographischen Informationssystemen erstellt und an mehreren gross angelegten Testfällen erprobt wurde.

Aus der Literaturanalyse und der Expertenbefragung ergab sich, dass sowohl positive wie auch hindernde Aspekte für bzw. gegen ein gemeinsames Netz oder dessen (oder Teile dessen) Austausch bestehen. Argumente, die für die Verknüpfung sprechen sind beispielsweise das Sparpotential bei der Erstellung oder Pflege des Netzes oder die homogene Datenqualität. Gegen die Verknüpfung der Netze sprechen insbesondere organisatorische Gründe wie die Datenerfassung/-kontrolle oder der Zeitablauf.

Konzeptuelle Definition der Schnittstelle

Die zentralen Fachprozesse eines SIS und eines Verkehrsmodells wurden dargestellt und die Anforderungen an die Daten abgeleitet. Zusätzlich wurden Anforderungen an Funktionen und die Organisation postuliert.

Die für die Verknüpfung relevanten Bereiche des Datenmodells für ein SIS und ein Verkehrsmodell wurden modelliert und unterschiedlich komplexe Arten der Verknüpfung dargestellt.

- Im einfachsten Fall werden ein SIS und ein Verkehrsmodell mit dem gleichen Quelldatensatz des Strassennetzes betrieben. Dies lässt keine Nachführung oder Ergänzung in den Einzelanwendungen zu, oder nur mit erheblichem Aufwand.
- Im nächsten Fall übernimmt das Verkehrsmodell das Netz aus dem SIS. Der Transfer des Netzes funktioniert nur in dieser Richtung. Änderungen im Verkehrsmodell und gegenläufiger Datentransfer sind in diesem Fall nicht möglich oder nur mit erheblichem Aufwand.
- Im letzten Fall können Sachdaten und Topologie zwischen SIS und Verkehrsmodell ausgetauscht werden. Dazu wird eine Verknüpfungstabelle zwischen den Systemen verwendet. Der Aufwand zum Erstellen des Mappings wird als hoch eingeschätzt, selbst wenn ein grosser Teil automatisch erfolgen kann.

Anforderungen an den Datenaustausch

Der Datenaustausch zwischen SIS und Verkehrsmodellen wird erschwert, weil die Anforderungen der Nutzer unterschiedlich sind:

- die räumlichen und zeitlichen Anforderungen sind verschieden
- Abbiegeverbote werden in SIS nicht benötigt, sind im Verkehrsmodell dagegen für die Routenwahl bei der Verkehrsumlegung zentral
- die Netztopologien sind verschieden.

Sowohl in MISTRA (SIS) als auch im VM-UVEK (Verkehrsmodell) sind detaillierte digitale Strassennetze eingebunden, die auf Navigationsdaten beruhen. Solche Navigationsnetze werden bislang quartalsweise aktualisiert angeboten. Jedoch ist nicht sichergestellt, dass ein Datenelement seine ID (Referenznummer) in den nächsten Auslieferungen behält. Dadurch wird der Austausch erschwert, wenn SIS und Verkehrsmodell verschiedene Updatezyklen haben.

Mit dem TLM-Netz und MultiNet-R stehen zukünftig Alternativen zur Verfügung, die fixe IDs versprechen. Im Rahmen des Forschungsprojektes konnten dazu noch keine detaillierten Untersuchungen durchgeführt werden.

Unterschiede in den Zielen und im Betrieb zwischen SIS und Verkehrsmodell könnten den regelmässigen Datenaustausch erschweren. Beim SIS ist es essentiell, möglichst aktuelle Informationen im System zu halten. Daher soll permanent aktualisiert werden. Beim Verkehrsmodell hingegen werden je nach Zweck in grösseren Intervallen (2 bis 5 Jahren und bei grösseren Angebotsveränderungen) sogenannte Basisnetze erstellt. Der Grund rührt daher, dass die Beurteilung von Baumassnahmen in der Regel auf einen Prognosezustand basieren. Für den Planungsrhythmus z. B. der Infrastrukturprogramme wird eine gewisse zeitliche Konstanz bei den Verkehrszahlen benötigt.

Schlussfolgerung

Mit den bestehenden nationalen Systemen MISTRA und VM-UVEK wäre eine Verknüpfung mit sehr hohem Aufwand verbunden, so dass das Potential der Synergieeffekte aufgezehrt würde.

Ein gangbarer Lösungsansatz kann die Nutzung von Netzen mit fixen IDs und zusätzlich inkrementellen Updates sein. Solche Netze kommen als Navigationsdaten und als TLM-Netz auf den Markt. Mit diesen Netzen können die verschiedenen Aktualisierungszyklen von SIS und Verkehrsmodellen möglicherweise berücksichtigt werden. Dazu wären weitere detaillierte Untersuchungen notwendig.

Die Umsetzung eines Strassennetzes, das einen Datenaustausch vereinfacht, sollte im Rahmen eines Systemwechsels oder zusammen mit der Erstellung eines neuen Basisnetzes des Verkehrsmodells erfolgen. Dann sollte der Einsatz eines Netzes mit fixen IPs und inkrementellen Updates geprüft werden.

Résumé

Situation initiale

En Suisse, différents systèmes d'informations routières (SIR) sont utilisés à l'échelon national, cantonal et communal. Ces systèmes servent à gérer des données pertinentes le long des axes routiers, comme par exemple les couches, les ouvrages d'art ou les accidents. Ils utilisent pour la plupart un réseau d'axes² comme système de repérage de base dans l'espace.

Chaque modèle de trafic appartenant au même niveau hiérarchique a besoin du même réseau d'axes. Les exigences fondamentales au réseau sont la navigabilité, la connaissance des possibilités de bifurcation aux carrefours et la signalisation de la vitesse sur les tronçons. Un modèle de trafic a besoin d'un réseau pour la route, le rail, les transports publics (TP) sur la route ainsi que pour les vélos et les piétons.

Ces dernières années de grands efforts ont été fournis par les différentes institutions pour harmoniser les structures de réseaux afin de rendre possible l'échange des données, simplifier les procédures de planification et économiser les ressources financières. Ces efforts n'ont produit que des succès mitigés.

La préparation et la mise à jour des réseaux d'axes sont effectuées dans les deux applications (SIR et modèle de trafic) de manière séparée. Ainsi le travail est effectué en partie à double et certaines données redondantes sont produites. Cet effet est amplifié du fait des nombreux SIR et modèles de trafic existants auprès de la Confédération, des cantons et des communes. La préparation et la mise à jour des réseaux d'axes pourraient s'effectuer une seule fois, si un réseau utilisable en commun était créé ou si les données des réseaux des deux applications (SIR et modèle de trafic) étaient échangeables.

Un avantage primordial d'un réseau commun ou échangeable serait l'échange des attributs du réseau. Aussi les données clés du trafic comme par exemple le TJM ou la charge de trafic aux heures de pointe sont des attributs importants du SIR utilisés pour le dimensionnement ou pour le calcul des émissions. Ces attributs sont créés par exemple dans les modèles de trafic pour différents horizons temporels et il serait judicieux de les transférer depuis un modèle de trafic vers un SIR. L'échange de données dans le sens opposé est également un avantage, ainsi que la création d'un seul réseau et l'évitement de données redondantes.

Objectifs

Le projet de recherche a pour objectif de démontrer quelles synergies utiles peuvent être attendues grâce au couplage du réseau d'axes d'un SIR avec des modèles de trafic. La démarche est structurée en trois phases:

1. Le potentiel de synergie doit être déterminé à l'aide d'une analyse de la littérature et d'une consultation d'experts.
2. L'utilisation pratique doit être vérifiée et un concept d'interface doit être défini.
3. La faisabilité doit être vérifiée à l'aide d'une application pilote et par la définition des modèles de données.

A la fin de chaque phase, la commission d'accompagnement a décidé sur la poursuite du projet. En effet, un autre projet a démontré que le couplage d'un réseau d'axes (MISTRA) et d'un modèle de trafic national (VM-UVEK) était très complexe. Pour cette raison la commission d'accompagnement a décidé en cours de projet de renoncer à l'application pilote et d'approfondir les exigences au niveau de chaque acteur à la place. Pour cela un workshop supplémentaire avec un groupe d'experts a été mis en place.

² Définition: réseau de la route avec référence (numérique) linéaire ou topologique

Il a été mis en évidence les besoins additionnels et les étapes nécessaires (acteurs, démarche, méthodologie) pour satisfaire aux différentes exigences, dans l'optique d'améliorer les structures, les déroulements et les synergies, en particulier au niveau des coûts.

Potentiel de synergies

L'analyse de la littérature a permis de mettre en évidence un projet particulier. Il s'agit du projet VEGIS en Autriche. Dans le cadre de ce projet, un outil qui permet d'établir la connectivité entre les modèles de trafic et les systèmes d'information géographique a été développé, distribué et testé à grande échelle.

De l'analyse de la littérature et de la consultation des experts il résulte qu'il existe des aspects positifs mais aussi de possibles obstacles pour un réseau commun (ou partiellement commun) ou pour son échange. Des arguments en faveur d'un couplage sont par exemple l'économie potentielle pour la création et la maintenance des réseaux ou l'homogénéité de la qualité des données. Des arguments en défaveur d'un couplage des réseaux sont par exemple des raisons organisationnelles comme la collecte et le contrôle des données ou le temps requis.

Définition conceptuelle de l'interface

Les principaux processus métiers d'un SIR et d'un modèle de trafic ont été identifiés et les exigences concernant les données en ont été déduites. De plus, les exigences fonctionnelles et organisationnelles ont été formulées.

Les sous-ensembles des modèles de données du SIR et du modèle de trafic nécessaires pour le couplage ont été modélisés et représentés pour différents niveaux de complexité de couplage.

- Dans le cas le plus simple, le SIR et le modèle de trafic peuvent être exploités avec la même source de données du réseau d'axes de la route. Cela n'autorise aucune mise à jour ou compléments dans chacune des applications, ou alors uniquement en fournissant d'importants efforts.
- Dans le cas suivant, le modèle de trafic utilise le réseau d'axes du SIR. Le transfert des données du réseau s'effectue uniquement dans ce sens. Le transfert de changements effectués dans le modèle de trafic en sens opposé vers le SIR n'est pas possible, ou alors uniquement en fournissant d'importants efforts.
- Dans le dernier cas, les attributs métiers et la topologie peuvent être échangés entre le SIR et le modèle de trafic dans les deux sens. Pour cela une table de correspondance entre les deux systèmes est utilisée. L'effort estimé nécessaire pour créer et mettre à jour la correspondance est très élevé, même si une grande partie peut être automatisée.

Exigences pour l'échange de données

L'échange de données entre le SIR et le modèle de trafic est rendu difficile, car les exigences des utilisateurs sont très différentes en fonction de leurs objectifs:

- Les exigences spatiales et temporelles sont différentes.
- Les interdictions de bifurquer ne sont pas utiles dans un SIR. Au contraire dans un modèle de trafic cette information est primordiale pour le choix de l'itinéraire et la déviation du trafic.
- Les topologies des réseaux sont différentes.

Autant MISTRA (SIR) que VM-UVEK (modèle de trafic) disposent de réseaux numériques détaillés, basés sur les données de la navigation. Ces réseaux de navigation ont été jusqu'à présent actualisés trimestriellement. Toutefois il n'est pas garanti qu'un élément de donnée conserve son ID (identifiant) d'une version à l'autre. Ceci peut compliquer l'échange, lorsque les cycles d'actualisations entre un SIR et un modèle de trafic sont différents.

Grâce au réseau MTP (modèle topographique du paysage) et au MultiNet-R, des alternatives qui utiliseront des ID fixes seront disponibles dans le futur. Dans le cadre du projet de recherche, il n'a pas encore été possible d'effectuer une étude détaillée à ce sujet.

Des différences dans les objectifs et dans l'exploitation entre un SIR et un modèle de trafic peuvent rendre difficile un échange de données régulier. Dans le SIR il est essentiel de maintenir dans le système des informations actuelles. Pour cela la mise à jour des données s'effectue en permanence. Au contraire un modèle de trafic est actualisé selon les besoins à des intervalles plus grands (2 à 5 ans et lors de grands changements de planification). La raison est que l'évaluation des mesures constructives se base en règle générale sur un état prévisionnel. Une certaine consistance temporelle des données du trafic est nécessaire pour le rythme de planification, par exemple pour un programme des infrastructures.

Conclusion

Avec les systèmes nationaux existants actuellement MISTRA et VM-UVEK, une mise en relation des réseaux nécessiterait un effort très important et diminuerait de ce fait les effets de synergie potentielles espérés.

Une solution raisonnable pourrait être l'utilisation de réseaux avec des ID fixes et d'effectuer des mises à jour incrémentales. De tels réseaux arrivent sur le marché sous la forme de données de navigation et de MTP. Avec ces réseaux, les différents cycles d'actualisation de SIR et de modèles de trafic peuvent potentiellement être pris en considération. Des études supplémentaires détaillées concernant la faisabilité de cette approche seront nécessaires.

La mise en œuvre d'un réseau de routes, dont l'échange de données serait simplifié, peut être réalisée dans le cadre d'un changement de système ou avec la création d'un nouveau réseau de base d'un modèle de trafic. Puis la mise en exploitation d'un réseau utilisant des ID fixes et des mises à jour incrémentales devra être vérifiée.

Summary

Existing Situation

In Switzerland, there are currently different road information systems (SIS) in use at the national, cantonal and municipal levels. Such systems manage and maintain relevant data from road corridors such as traffic flows, paving/surfacing materials, roadside objects, bridges/built walls, and traffic accidents. These systems mainly use an axis network³ for basis spatial referencing.

Traffic models exist at the same levels of hierarchy as the road information systems and require the same digital axis networks. The fundamental input requirements for the traffic models include parameters such as the route capacity, existing intersection traffic/turning flows, and the posted speed limits. A traffic model usually includes additional transport network information such as the railway network, road-going Public Transport (PT), bicycle, and pedestrian networks.

Large efforts have been made in recent years by the various relevant institutions to harmonize the structure of the different SIS and traffic model networks. This would enable cross-system data exchanges, a simplification of the planning processes, and the saving of financial resources. Such attempts at harmonization so far however have been met with limited success.

The preparation and maintenance of the axis networks is different for both types of application (SIS and traffic models). The required processing work on both systems means that a certain amount of redundant data is produced and therefore an amount of processing effort is doubled. This effect is exacerbated due to the number of different SIS and traffic models maintained by the central government and the different cantons and cities within Switzerland. The preparation, maintenance and use of an axis network would only need to be completed once if either, an additional combined network were created, or if the network between the two applications (SIS and traffic models) were exchangeable.

A key advantage of a combined, or an exchangeable network would be the exchangeability of network attributes. Such attributes include key traffic values such as Average Daily Traffic (ADT) and peak hour flows (a.m. /p.m. peak), or elements important to the SIS calculations such as geometric and/or spatial requirements, and emission figures. These attributes would be produced in the traffic model for various time periods and could consequently be transferred from the traffic model to the SIS. The attributes could also be transferred in the opposite direction (SIS to traffic model). The creation of a single network and the avoidance of redundant datasets would be the main advantage of such a cross system approach.

Goal

This research project should show which useful synergies exist from the coupling of the SIS, and the traffic model axis networks. This process was divided into three phases:

1. The synergy potential was ascertained by way of an analysis of relevant literature and by consultation with field experts.
2. Data handling methods were checked and a design interface developed.
3. The feasibility of such an approach would be made clear through a pilot-study and by defining the scope of the data model

Between each of the above phases lay decision points. At each the research commission would review the current progress and decide as to the continuation of the research project into the next project phase. Due to the fact that an existing Swiss project had showed that the coupling of an axis network (MISTRA) to a national traffic model (VM-UVEK) was

³ Definition: (digital) network of roads with linear or topological reference

extremely complicated, the research commission had decided to cancel the pilot study (Stage 3) and to focus instead on the requirements of each of the system user groups. For this purpose, a supplementary expert's workshop took place.

This workshop helped develop the further necessary steps required in terms of the approach, methods, and procedures required to fulfil the needs of the different user groups, and resulted in improved structures, processes, and synergies.

Synergy Potential

From the literature analysis of particular interest is the VeGIS project in Austria. For this project a tool was created, distributed, and widely tested that allowed coupling between traffic models and Geographic Information Systems (GIS).

The expert consultation and literature analysis yielded both advantages to, and possible difficulties with a combined (or partially combined) network approach with exchangeable data. Arguments for data coupling cite examples such as the potential to save on the network preparation and maintenance costs, as well as homogeneous data quality. Those against such data coupling cite organizational difficulties such as increase complexity with data collection and quality control/time period requirements for these processes.

Conceptual Interface Design

The central processes pertaining to a SIS or traffic model system were shown and the requirements for the data set produced. Additionally, the requirements for the function of the interface were proposed.

The coupling-relevant areas of the data models (SIS and traffic models) were modelled and the types of coupling (with differing degrees of complexity) shown below.

- In the simplest case, the SIS and the traffic model would be operated with the same axis network dataset. This would not allow for alterations or additions to be made in each of the applications without considerable effort.
- In the second case, the traffic model uses the axis network from the SIS. The network transfer functions only in this direction. Changes in the traffic model and data transfer from the traffic model back to the SIS are either not possible, or only possible with considerable effort.
- The last case is where the attributes and topology between the SIS and the traffic model could be freely exchanged. To facilitate the data transfer a link table to translate the axis geometry between systems would be used. It is estimated that this approach would require a great deal of effort to compile the changes. This remains the case even when a proportion of the compilation process could be automated.

Data exchange requirements

The data exchange between the SIS and the traffic model is further complicated by the fact that various users have varying requirements:

- The spatial/time-period requirements vary
- The turn restrictions are not included in the SIS, but are however required for the route selection and traffic assignment in the traffic model.
- The network topologies differ.

In MISTRA (SIS) and also in VM-UVEK (traffic model) there are detailed digital road networks based upon navigation data.

Such navigation networks are updated and made newly available every quarter. In addition, it is not guaranteed that each data element would retain its unique ID (Reference number) after each updated version of the network. This may complicate the data coupling because SIS and the traffic model do not have the same update frequencies and therefore could potentially be using different versions of the navigation data.

With the TLM-Netz and the MultiNet-R alternative future data sources will be available that promise to use fixed IDs. As of yet however, no detailed studies have been performed within the scope of this research project with respect to these new data sources.

The differences in the aims and operations between the SIS and the traffic model systems could exacerbate problems with any regular data exchange. With SIS it is essential to have the most up to date information possible in the system, and therefore should be continually updated. A traffic model on the other hand is only updated to suit a particular planning goal, reflect a major network change, or at irregular intervals (2-5 years). Such changes form the so called "base networks" of the traffic model. The reason being is that the evaluation of project variants is normally based on forecasted conditions. A certain consistency in the timing of the traffic data is required for a planning "cycle" .e.g. the time dependent planning of an infrastructure program.

Conclusion

With the existing national systems (MISTRA and VM-UVEK) the effort and expenditure required for data coupling would larger than the benefits gained from any synergy effects.

A practicable solution could be the use of networks with fixed IDs (reference numbers) and also the use of incremental updates. Such networks arrive on the market as navigation data and as TLM-Networks. With these networks, the differing update periods between the SIS and the traffic models could be taken into consideration. An additional detailed investigation as to the feasibility of such an approach would be required.

The implementation of a road network that simplifies data exchange should be possible within the framework of a system change or with the creation of a new base network traffic model. It is recommended that the use of a network with fixed IPs and incremental updates should be investigated further.

1 Einleitung

In den vergangenen Jahren wurden verschiedene Strasseninformationssysteme SIS, z.B. MISTRA oder LOGO, bei Bund und Kantonen in Betrieb genommen. Diese Systeme verwenden als Basis ein Achsnetz.

Für die Berechnung des Verkehrsaufkommens und anderer wichtiger verkehrlicher Kennwerte werden Verkehrsmodelle verwendet. Auch diese verwenden als Basis ein Achsnetz. Bis heute ist es so, dass sowohl die SIS als auch die Verkehrsmodelle das Achsnetz getrennt und spezifisch für ihre Bedürfnisse erstellen bzw. aufbereiten. Hier entstehen somit doppelte Aufwände und teils redundante Datensätze. Bei der grossen Anzahl von Modellberechnungen bei Bund, Kantonen und Städten multipliziert sich dieser Mehraufwand. Wünschenswert wäre es, das Achsnetz aus den SIS den Verkehrsmodellen zur Verfügung zu stellen, damit die Nachführung des Achsnetzes nur an einer Stelle gemacht werden muss und sich darüber hinaus Daten austauschen lassen und so bestenfalls sogar ein Mehrwert generiert werden kann.

Die Anwender der SIS sind an den Ergebnissen der Modellberechnungen, wie DTV, DWV, Spitzenstundenverkehr usw. interessiert. Diese werden z.B. für die Dimensionierung von Verkehrsanlagen, Fahrbahn und Kunstbauten benötigt. Wünschenswert wäre hier die Übernahme dieser Berechnungsergebnisse von den Verkehrsmodellen in die SIS.

Das Forschungsprojekt sollte ausweisen, welche Synergien durch die Kopplung zwischen SIS und Verkehrsmodellen genutzt werden könnten. Das Vorgehen gliederte sich in 3 Projektphasen:

1. Ermittlung des Synergiepotenzials (Literaturanalyse, Expertenbefragung)
2. Prüfung der praktischen Handhabung, konzeptuelle Definition der Schnittstellen
3. Klärung der Machbarkeit auf der Basis einer Pilotanwendung, Definition der Datenmodelle

Zwischen den Phasen wurden Meilensteine eingefügt, anhand derer die Begleitkommission über die Fortsetzung des Projekts entschied. Weil sich in einem anderen Projekt gezeigt hat, dass die Verknüpfung der Achsnetze von MISTRA und dem nationalen Verkehrsmodell (VM-UVEK) äusserst komplex wäre, wurde von der Begleitgruppe beschlossen, auf die Pilotanwendung zu verzichten und stattdessen tiefer auf die Anforderungen der einzelnen Akteure einzugehen. Dazu fand ein ergänzender Experten-Workshop statt.

2 Stand der Forschung

2.1 Literatur und Projekte

La banque de données routières STRADA-DB comme base de modèles de trafic (SVI 48/95)

Ziel des Projektes war es, die Daten aus STRADA-DB für Verkehrsmodelle zu verwenden. Dazu wurden gemeinsame Daten von 5 Verkehrsmodell-Programmen ermittelt und entsprechende Daten in STRADA-DB gesucht. Durch definierte Regeln, die die Konsistenz sicherstellten, wurde ein Test-Netz aus STRADA-DB errechnet.

Am Anwendungsbeispiel Kanton Freiburg wurde gezeigt, dass die Modellierung des Grundangebots für Verkehrsmodelle mit STRADA-DB möglich ist.

Es wird auf die folgenden Punkte hingewiesen:

- Die Daten in STRADA-DB und in STRADA-DB/Verkehr müssen vollständig konsistent sein.
- Für interkantonale oder nationale Netze müssen die Daten über das ganze Gebiet gleichartig vorliegen.
- Für kommunale Netze wäre erforderlich, dass Gemeindestrassen auch in STRADA-DB vorliegen.

Die Erkenntnisse aus diesem Projekt wurden in die nachfolgende Bearbeitung übernommen und wurden durch weitere Analysen und die Expertengespräche (verallgemeinert) bestätigt.

GIS als Hilfsmittel in der Verkehrsplanung (SVI 41/00)

„Die Studie untersucht, wie GIS als Hilfsmittel im Rahmen von Verkehrsplanungen nutzbringend eingesetzt werden kann.“

Hier zeigt sich, dass GIS mit dem Fokus auf Verkehrsplanung betrachtet wird. Deshalb wird kaum auf andere GIS-Themenfelder und deren Verknüpfung mit Daten aus der Verkehrsplanung eingegangen.

Die wenigen Erkenntnisse mit Projektbezug (Anwendungspotenziale) wurden in das vorliegende Projekt übernommen.

Schnittstellen zwischen Strassendatenbanken und Geo-Informationssystemen (VSS 1994/015)

Das Projekt ermittelte Gemeinsamkeiten in Organisation, Funktionen und Daten zwischen Strassendatenbanken und GIS. Weiter wurden Hindernisse und die Prozesse für den Datenaustausch bestimmt. Es wurden verschiedene Architekturen beschrieben und die optimale Lösung aufgezeigt.

Die grundlegenden Erkenntnisse wurden für die Expertengespräche aufbereitet, dort diskutiert und konnten für die weitere Bearbeitung des vorliegenden Projektes verwendet werden.

MDAinSVT. Einsatz modellbasierter Datentransfern timer (INTERLIS) in der Strassenverkehrstelematik am Beispiel der Verkehrsdaten. Forschungsbericht VSS 2007/902

Das Projekt behandelte, wie Verkehrsdaten nach dem modellbasierten Vorgehen transformiert werden können.

Nach dem Verzicht auf die Erstellung der geplanten Pilotanwendung im vorliegenden Projekt wurde die Quelle nicht vertiefend untersucht.

NAVAROU: Potentiel d'utilisation des données routières de la navigation automobile pour l'entretien routier. Forschungsbericht VSS 2002/706

Im Projekt NAVAROU wurde untersucht, in wie weit sich Navigationsdaten im Format Geographic Data File (GDF) als Datenmodell für das Schweizerische Strasseninformationssystem SIS eignen.

Neben den technischen Aspekten wurden auch organisatorische und rechtliche Belange angesprochen. Die technischen Fragestellungen sind vergleichbar zur Verknüpfung SIS und Verkehrsmodell da deren Netze mehr und mehr auf der Basis von Navigationsdaten aufgebaut werden oder mit Navigationsdaten verknüpft sind.

Die Erkenntnisse wurden in die folgenden Betrachtungen einbezogen.

MDATrafo. Forschungsbericht VSS 2009/901

Im Bericht wurde sehr detailliert beschrieben, wie Daten nach dem modellbasierten Vorgehen transformiert werden können.

Nach dem Verzicht auf die Erstellung der Pilotanwendung im vorliegenden Projekt wurde die Quelle nicht vertieft untersucht (vgl. auch MDAinSVT).

ANEZ,J.,DE LA BARRA,T.&PEREZ,B. (1996): Dual Graph Representation of Transport Networks

Das Ziel der Arbeit war es, „die Dual Graph Technik“ zu beschreiben, die von den Autoren entwickelt wurde, um Verkehrsnetze abzubilden. Das Verfahren soll die Codierung von komplexen Verkehrsnetzen deutlich vereinfachen, insbesondere dann, wenn Abbiegeverbote oder mehrere Übergänge zwischen Modi berücksichtigt werden müssen.

Im ersten Teil wurde die traditionelle Modellierungsform der Verkehrsnetze analytisch dargestellt und es wurden die wichtigsten Probleme beschrieben. Zentral ist die Problematik der Abbildung von verbotenen oder unmöglichen Abbiegebeziehungen.

Ein zweiter Teil beschreibt die Dual Graph Technik und zeigt, wie die Modellierung des Netzes einfach bleibt, auch wenn Abbiegeverbote eingeführt werden.

Ein dritter Teil beschreibt, wie Dual Graph Netze durch formale Regeln aufgebaut werden. Es wurde gezeigt, dass der Erstellungsprozess des dualen Graphen leicht automatisiert werden kann.

In einem vierten Teil wurde das Verfahren erweitert, um Transitrouten oder allgemein mehrere Netzbetreiber und Modi abbilden zu können. Dies wurde durch die Einführung von weiteren Dimensionen im Dual Netz (multidimensionale Netze) erreicht.

Ein letzter Teil zieht die wichtigsten Schlussfolgerungen und verweist darauf, dass Dual Graphen sehr nützlich für detaillierte Verkehrsmodelle sein können.

Für das vorliegende Projekt stellen die Erkenntnisse wichtiges „Hintergrundwissen“ dar. Die eigentliche Fragestellung berührt das Projekt nur am Rande.

EPP,T. (2010): Automatische Datenübernahme aus der Graphenintegrationsplattform (GIP) in das Online-Verkehrsmodell, Vortrag AGIT, 2010

Im Vortrag wurde auf die Übernahme von Daten aus der österreichischen Graphenintegrationsplattform (GIP) in das Online Verkehrsmodell der Ostregion (Burgenland, Niederösterreich, Wien) eingegangen. Dieses Verkehrsmodell wurde für die Berechnung der aktuellen Verkehrslage und von Prognosen eingesetzt. Daher waren Parameter von Zählstreifen und Floating Car Data (FCD) stets aktuell zu halten. Daneben wurde das Verkehrsmodell mit den Lichtsignalanlagen der Stadt Wien verknüpft und sollte so ein übergreifendes Verkehrssteuerungs- und Verkehrsmanagementsystem mit dem Ziel, die Feinstaubbelastung der Luft zu reduzieren, ermöglichen.

Das benutzte IDF-Format kannte keine Streckentypen wie das Verkehrsmodell. Mit Regeln wurde aus Streckentyp-Attributen wie Fahrstreifenzahl, Kapazität oder Geschwindigkeit auf den Streckentyp geschlossen. Mit ca. 80 Regeln konnten die Strecken höherer Kategorie hinreichend genau entsprechenden Streckentypen zugewiesen werden.

Wenn ein gültiges Netz eingelesen worden war, erfolgte eine automatische Netzprüfung. Vor das Netz für das produktive System freigegeben wurde, musste eine Freigabe aufgrund eines Bewertungssystems erfolgen. Dazu wurde ein Vergleich mit einem Referenznetz erstellt. Einerseits wurden Kenngrößen wie Streckenanzahl, Anzahl der Abbiegeverbote und Anbindungen verglichen. Andererseits wurde eine Umlegung gerechnet und diese mit der Referenzumlegung verglichen.

Die folgenden Bedingungen mussten erfüllt sein:

1. Es müssen mehr Strecken, Abbiegeverbote und Anbindungen als im Referenznetz vorliegen.
2. Strecken müssen einen Nachfolger haben.
3. Strecken, die befahrbar sind, müssen eine Kapazität haben.
4. Strecken dürfen keine Sackgassen bilden (ohne Möglichkeit zum U-Turn).
5. Streckenlängen müssen im Verhältnis zur Polygonlänge stehen.
6. Die Anzahl an Zählstellen und Detektoren ist identisch.
7. Es gibt keine Strecken ohne Belastung, die in der Referenzumlegung belastet waren.
8. Strecken mit deutlich abweichender Belastung ($> 20\%$) sollten nur bei Neubaustrecken oder Rückbauten vorkommen.

Das Netz der GIP wurde in der Topologie wie in der Attributierung verändert, z.B. Fahrtrichtungsänderung bei Einbahnstrassen. Streckenlöschungen wirkten sich direkt auf das Online Verkehrsmodell aus, weil z.B. Informationen dieser Strecke nicht mehr zugeordnet werden konnten. Indirekt wirkten sich die Änderungen auch auf die Rechenergebnisse der Verkehrslage aus, die in Tagesprofilen gespeichert wurden und in die Prognose einfließen. Solche Ergebnisse wurden durch Veränderungen wie Neubaustrecken oder Rückbauten verfälscht.

Weil sich solche kleinen Fehler aufsummierten, wurden eine regelmässige, manuelle Überprüfung und allenfalls eine Kalibrierung nötig.

Die Erkenntnisse aus diesem Projekt bezüglich der Aufwände, Richtung der Datenübernahme und Fehlermöglichkeiten wurden in den folgenden Überlegungen übernommen.

SCHÜRMANN 2003: Verkehrsmodellierung und GIS. Schnittstellen zwischen ArcInfo, EMME/2, VSS und weiteren Verkehrsmodellen

Im Vortrag wurde auf die Unterschiede zwischen Netzen im GIS und Verkehrsmodell eingegangen. Die Schnittstellen zwischen ArcGIS und fünf Verkehrsmodell-Programmen wurden näher erläutert.

Der Vortrag ging auch auf die Anwendungspotenziale und die Schnittstellen zwischen GIS und Verkehrsmodellen ein und wies darauf hin, dass weitere Schnittstellen hinzugefügt werden können - z.B. zur Umweltmodellierung oder zu Simulationsmodellen.

Die Erkenntnisse zu den Anwendungspotenzialen wurden in die weitere Bearbeitung einbezogen.

KUNZE, W. 2001: Datenaustausch zwischen ATKIS® und OKSTRA®-basierter Straßeninformationsbanken am Beispiel der NWSIB

Das Pilotprojekt zeigte, dass ein auf den eingeführten Standards basierender Datenaustausch zwischen Straßenbauverwaltung und Landesvermessung technisch mit den zur Verfügung stehenden Mitteln realisierbar ist.

Weil es sich um ein Pilotprojekt handelte wurden nur die zentralen Objekte des Strassen-netzes ausgetauscht.

Der Austausch mit einem Verkehrsmodell fand nicht statt, daher können die Aussagen nur exemplarisch betrachtet und verallgemeinert für das vorliegende Projekt verwendet werden.

VEGIS: Werkzeuge für die Konnektivität zwischen Verkehrsmodellen und Geographischen Informationssystemen

VEGIS = Werkzeuge für die Konnektivität zwischen Verkehrsmodellen und Geographischen Informationssystemen

Motive für Forschungsarbeit:

- Mangelnde Ressourcen zur (kontinuierlichen) Pflege von Verkehrsentwicklungsplänen und den zugehörigen Verkehrsmodellen.
- Die kontinuierliche Pflege ähnlicher Daten erfolgt bei den für Geoinformationen zuständigen Abteilungen der Länder (die Einführung von einheitlichem Verkehrsgraph für Österreich GIP.at verstärkt dies).
- Verkehrsentwicklungspläne enthalten Planungsdaten, die weder räumlich noch inhaltlich Bestandteil des Verkehrsgraph werden.
- Daten aus Verkehrsentwicklungsplänen können für sektorale Fachpläne (z.B. Luftreinhaltpläne und Umweltverträglichkeitsprüfungen) besser genutzt werden.
- Es werden Verknüpfungen von weiteren raumbezogenen Grunddaten mit dem Netzgraphen (Verkehrszellen) ermöglicht.
- Es werden Abbildungen von Planungsvarianten und -szenarien im GIS mit verschiedenen Leserechten und Zugangstiefen möglich.
- Der organisatorische und programmtechnische Ablauf für den bidirektionalen Datenaustausch zwischen Geografischen Informationssystemen und Verkehrsmodellen sollte dargestellt werden.

Umfang der Arbeiten

- Systemanalyse: Datenmodelle verschiedener GIS und Verkehrsmodellsysteme
- Datenfluss zwischen GIS und Verkehrsmodell, Datenexport und -import, INTREST, Syncro-, Shape-Schnittstellen

- Systemkonzeption: Definition des Organisationsmodells, der Anwendungsabläufe, Transformierungen und Austauschformate für den Datenaustausch
- Nutzertreffen: Praxisbezug
- Systementwicklung: Prototyp, Testfälle
- Testfall Steiermark: Überprüfung der Datenqualität, Qualitätsmanagement der Schnittstelle, GIP Steiermark (Graphenintegrationsplattform) und VISUM
- Testfall Tirol: Änderungen im Netz, Verkehrsplanungssoftware PSV
- Testfall Wien: Umgang mit mehreren Planungsvarianten / Wahrheiten, Verkehrsplanungssoftware VISUM

„VeGIS“ wurde bis zu einem testfähigen Werkzeug entwickelt, das, wie in den Testfällen nachgewiesen worden war, beide Richtungen des attributiven Datenaustausches ermöglicht.

Objekte und Attribute für den Austausch

Folgende Objekte wurden aus Sicht der Verkehrsmodellierung als notwendig eingestuft („Pflichtobjekte“):

- Knoten
- Bezirke
- Strecken, Streckentypen, Streckenpolygone
- Abbieger
- Anbindungen
- Betreiber
- Haltestellen, Haltestellenbereiche, Haltepunkte
- Zählstellen
- weitere (nicht relevant für das vorliegende Projekt)

Folgende Streckenattribute sind aus Sicht der Verkehrsmodellierung notwendig („Pflichtattribute“):

- Strecken-ID
- Länge
- Zulässige Verkehrssysteme
- Anzahl Fahrstreifen
- Freifahrtsgeschwindigkeit
- Kapazität
- weitere (nicht relevant für das vorliegende Projekt)

Dabei ergeben sich folgende Datenbearbeitungskategorien:

- Kategorie I: Attribute, die im GI-System angelegt und editiert werden
- Kategorie II: Attribute, die im Verkehrsmodellsystem angelegt werden und sowohl im GI-System als auch im Verkehrsmodell editiert werden können
- Kategorie III: Attribute, die im Verkehrsmodell angelegt und editiert werden, im GIS aber nur zur Ansicht dienen
- Kategorie IV: Attribute, die im Verkehrsmodell angelegt und editiert werden und dort verbleiben

Verkehrsmodellrelevante Attribute		Kat.
Pflicht für VM	Verkehrsnetz (Geometrie)	I
	Status	II
	Verkehrssystem	II
	Abbiegebeziehungen	II
	Anzahl Fahrstreifen	II
	Höchstzulässige Geschw. (~v ₀)	II
	Verkehrsbedeutung (FRC)	I
	Haltestellen/-bereich/Steig	II
Optional für VM	Steigung	I
	Kurvigkeit	I
	Mindestbreite/Straßenbreite	I
	Ortsgebiet	I
	Bauliche Struktur (FOW)	I
	Durchschnittsgeschw. (~v _{akt})	II
	Level (logische Höhe)	I
	Kreuzungstyp (Kategorie)	II

Verkehrsmodellspezifische Attribute		Kat.
GIP-relevant	Kapazität	III
	Streckentyp	III
	Verkehrszellen	III
	Zählstellen	III
	Points of Interest (POI)	III
	Verkehrsbelastung (DTV)	III
	Aktuelle Geschwindigkeit (v _{akt})	III
	Auslastungsgrad	III
GIP-irrelevant	Verkehrsqualität (LOS)	III
	Zellanbindungen	IV
	Strukturgrößen	IV
	Verkehrszählraten	IV
	Linienverläufe	IV
	Fahrpläne	IV
	Abbiege(verlust)zeiten	IV

Abbildung 1 Bearbeitungskategorien verkehrsmodellrelevanter bzw. verkehrsmodellspezifischer Attribute [Quelle: VeGIS 2012]

Streckentypen: Die Streckenkategorie richtete sich nach bestimmten Streckenattributen (Verkehrssystem, Fahrstreifenanzahl, Geschwindigkeit, Kapazität, Verkehrsbedeutung). Es wurden einheitliche Streckenkategorien für ganz Österreich geschaffen. Die Streckentypen konnten aus GIP-Attributen ermittelt werden, wenn alle relevanten Daten erfasst wurden. Wesentlich war dabei insbesondere die korrekte Erfassung der folgenden GIP-Attribute: FRC (Functional road class), FOW (Form of way), Anzahl der Fahrstreifen und zulässige Geschwindigkeit.

Austauschformate und Schnittstellen

- INTREST-Format
- Shape-Format Verkehrsmodell → GIP
- Verkehrsmodell Abbiegerelationen: Export der Abbiegebeziehungen
- Verschiedene Wahrheiten Speicherformat: Speichern der Strecken, die im Verkehrsmodell einen unterschiedlichen Streckentyp haben als im GIP. Da Austausch mit verschiedenen Verkehrsmodellen stattfinden kann, werden verschiedene Wahrheiten in Archivdateien abgelegt.
- GIP-Schnittstellen

Testfall Wien

Für das vorliegende Projekt nicht interessant.

Testfall Steiermark

Der Nutzen von VeGIS wurde als langfristiger Nutzen beschrieben:

- Bei Verbesserung der GIP steigt auch die Datenqualität der Verkehrsmodelle.
- Bei hohem Datenniveau in GIP ist Aufwand für Fertigstellung eines Verkehrsmodells gering.
- Der Rückfluss aus dem Verkehrsmodell verbessert wiederum den GIP. Damit profitieren auch andere Verkehrsplaner via GIP von verbesserten Daten.

Testfall Tirol

Anforderungen an einen Verkehrswegegraph für die Verwendung in Verkehrsmodellen:

Datenqualität Verkehrsnetz: Aktualität, Genauigkeit, Richtigkeit, Vollständigkeit, Konsistenz

Netzeigenschaften

Eigenschaften GIP-Attribute

Strasseneigenschaften

Strassengeometrie

Nutzungstreifen

Verkehrssysteme

Abbiegebeziehungen

Kurvigkeit

Strassenbreite

Anzahl der Fahrstreifen

Steigung

Durchschnittsgeschwindigkeit

Höchstzulässige Geschwindigkeit

Ortsgebiet

FRC (Functional Roadclass)

Bauliche Struktur FOW (Form of Way)

Status

Datum

Level

Kreuzungseigenschaften

Knotengeometrie

Kreuzungstyp (Nodetype)

Komplexer Knoten

Eigenschaften des öffentlichen Verkehrs

Haltestelle

Haltestellenbereich

Steig

Verkehrsmodellspezifische Eigenschaften

Verkehrszellen und Anbindungen

Verkehrszelle

Strukturgrösse

Anbindungen

Streckentypen

Streckentyp (variante1)

Streckentyp (variante2)

Zählstellen

Kennwerte aus dem Verkehrsmodell

Points of Interest (POI)

Somit enthielt die GIP neben den SIS-Daten auch die Attribute aus dem Verkehrsmodell.

2.2 Forschungsprojekte in Bearbeitung

Die folgenden Projekte befinden sich zum Zeitpunkt der Projektbearbeitung selbst noch in der Bearbeitung:

- Forschungspaket: „Nutzensteigerung für die Anwender des SIS“ mit den folgenden Einzelprojekten
 - EP „Zeitaspekte und Historisierung“ (ARGE Rosenthaler + Partner AG / IMC GmbH)
 - EP „Transformationskonzepte zwischen Bezugssystemen“ (AWK AG, Zürich)
 - EP "Schnittstellen aus den Auswertungssystemen SIS (SIS/DHWH)" (InfoLite AG, Bern)

Erkenntnisse aus dem Initialprojekt für das Forschungspaket „Nutzensteigerung für die Anwender des SIS“ sowie des Einzelprojekts „EP6: Schnittstellen aus den Auswertungssystemen SIS (SIS/DHWH)“ sind in das vorliegende Projekt einfließen. Das Einzelprojekt ist zeitlich parallel erarbeitet worden.

Es zeigt sich, dass sich bei den Schnittstellen die folgenden Schwierigkeiten ergeben:

- verschiedene Datenmodelle
- unterschiedliche Raum- und Zeitbezüge
- uneinheitliche Semantik der Daten

Es wurde ein Prototyp für die Verknüpfung von MISTRA mit dem VM-UVEK mit Hilfe eines Transformationsnetzes erstellt.

Im Rahmen des Prototyps konnten 73% der Daten (Kanton Bern) des VM-UVEK algorithmisch übernommen werden. Bei der Zuordnung von Verkehrsmodell-Links traten Probleme vor allem dort auf, wo neben geometrischen Differenzen auch zahlreiche Einmündungen von Rampen und Nebenstrassen vorhanden sind. Der Erkennungs-Algorithmus würde sich, mit etwas mehr Aufwand als im Projekt zur Verfügung stand, auf etwa 90 - 95% verbessern lassen.

2.3 Zusammenfassung Literatur

An der Literatursauswahl kann man erkennen, dass Überlegungen zu einem Netzmodell, das für mehrere Einsatzzwecke verwendet werden kann, schon längere Zeit angestellt wurden. Dabei streifen einige der Literaturquellen das untersuchte Gebiet nur in Teilbereichen.

Es zeigt sich in mehreren Untersuchungen, dass die bisherigen Anläufe für die Verknüpfung von SIS und Verkehrsmodell nur teilweise erfolgreich verlaufen sind.

Zu den erfolgreichen Projekten aus der jüngeren Vergangenheit gehört VEGIS. Dieses Projekt in Österreich schuf Werkzeuge für die Konnektivität zwischen Verkehrsmodellen und Geographischen Informationssystemen. An drei gross angelegten Testfällen wurden diese Werkzeuge erprobt und die Anwendbarkeit demonstriert.

Die Literatur befasst sich beinahe ausschliesslich mit technischen und in geringerem Umfang auch organisatorischen Belangen des Netzaustauschs oder der gemeinsamen Netznutzung. Auf das Synergiepotential aus der gemeinsamen Nutzung und Nachführung wird dagegen kaum eingegangen.

3 Analyse

3.1 Befragte Experten

Die folgenden Personen wurden im Rahmen der Expertenbefragung interviewt:

- Yan Cerf, Bundesamt für Strassen ASTRA, GIS
- Dr. Philipp Fröhlich, TransSol GmbH
- Jörg Häberli, Bundesamt für Strassen ASTRA, Strassennetze, Netzplanung
- Thomas Humbel, Departement Bau, Verkehr und Umwelt des Kantons Aargau, Abteilung Tiefbau, GIS/Grundlagendaten
- Patric Jegge, Bundesamt für Strassen ASTRA, Verkehrstechnik
- Dr. Matthias Kowald zusammen mit Dr.-Ing. Helmut Honermann, Bundesamt für Raumentwicklung ARE, Sektion Grundlagen
- Martin Rückels, Landesbetrieb Straßenbau Nordrhein-Westfalen, Straßeninformationssysteme
- Jürg Steiner, Bundesamt für Strassen ASTRA, Verkehrsmanagement, Leit- und Steuersysteme
- Dr.-Ing. Volker Waßmuth, PTV Group AG

3.2 Fragenkatalog

Der folgende Fragenkatalog bildete ein Grundgerüst, auf das bei den einzelnen Experteninterviews zurückgegriffen wurde. Entsprechend der speziellen Kenntnisse der Experten wurden Bereiche speziell vertieft oder andere Fragenbereiche kurz angesprochen.

Tabelle 1 Fragenkatalog für die Experteninterviews

Fragen-kürzel	Thema / Frage
1	Anforderungen
1.1	Anwendungsfälle durch die Verknüpfung von Verkehrsmodell mit Strassennetz aus einem Strasseninformationssystem (SIS)
1.1.1	Gibt es bestehende Anwendungsfälle, welche Vorteile durch eine Verknüpfung von Verkehrsmodell und SIS erfahren?
1.1.2	Gibt es bestehende Applikationen, welche Vorteile durch eine Verknüpfung von Verkehrsmodell und SIS erfahren?
1.1.3	Gibt es Anwendungsfälle, die erst durch eine Verknüpfung von Verkehrsmodell und SIS ermöglicht werden?
1.1.4	Gibt es Applikationen, die erst durch eine Verknüpfung von Verkehrsmodell und SIS ermöglicht werden?
1.2	Daten
1.2.1	Welche Fachdaten aus dem Verkehrsmodell sind für das SIS von Interesse?
1.2.2	Welche Fachdaten aus dem SIS sind für das Verkehrsmodell von Interesse?
1.2.3	Welche Fachdaten aus der Verknüpfung von Verkehrsmodell und SIS sind für das Verkehrsmonitoring (oder für Ihr spezielles Fachgebiet) von Interesse?

1.2.4	Welche Schwierigkeiten sind beim Austausch der Daten zwischen Verkehrsmodell und Strassennetz aus SIS hinsichtlich Geometrie, Topologie, Zeitbezug und Fachdaten vorhanden?
1.2.5	Welches Potential bieten jeweils historische, aktuelle und Prognose-Daten des Verkehrsmodells verknüpft mit dem Strassennetz des SIS?
1.2.6	Damit die Daten des Verkehrsmodells und jenen des SIS ausgetauscht und kombiniert werden können braucht es gemeinsame konzeptionelle Inhalte. Aus welchen Elementen setzt sich diese zusammen?
1.2.7	Welche Bedeutung kommt neuen Datenquellen wie TomTom, OpenStreetMap oder FloatingCarData zu?
1.2.8	In welcher Richtung sollen die Daten ausgetauscht werden? (Verkehrsmodell => SIS, SIS => Verkehrsmodell, Verkehrsmodell <=> SIS)
1.3	Datenaustausch
1.3.1	Verschiedenen Verkehrsmodell und SIS weisen unterschiedliche Datenstrukturen und Datenaustauschformate auf. Welche Form von Schnittstelle eignet sich besser? Auf den kleinsten Nenner gebrachte standardisierte Schnittstellen? Modellbasierten Datenaustausch mit Strukturumbau zwischen Quell- und Zielmodell, so dass ein Datenaustausch in grösserem Umfang oder vollständig ermöglicht wird?
1.3.2	Welches sind die geeigneten Formate für den Datenaustausch (z.B. INTERLIS)?
1.4	Organisation
1.4.1	Wie muss der Datenaustausch organisiert werden: Beteiligte und Ihre Rollen?
1.4.2	Welche Vor- und Nachteile ergeben sich durch eine zentrale oder eine dezentrale Nachführung der Daten?
1.4.3	Falls die Daten zentral nachgeführt werden sollen, ist dies im SIS oder Verkehrsmodell zu bewerkstelligen?
1.4.4	Wer ist von welchen Daten der Datenherr und wie sind die Verantwortlichkeiten zu organisieren?
1.4.5	Gibt es Hindernisse oder Risiken bei der Organisation und den Prozessen zur Verknüpfung sowie Nachführung der Daten?
2	Synergien
2.1	Wie gross ist der Aufwand für die Verknüpfung der Daten zwischen Verkehrsmodell und SIS, die den Austausch ermöglicht (einmalig / Nachführung)?
2.2	Wie beurteilen Sie die Wirtschaftlichkeit der Verknüpfung der Daten zwischen Verkehrsmodell und SIS?
2.3	Ergeben sich Einsparmöglichkeiten durch die Verknüpfung der Daten (z.B. bei der Nachführung)?
2.4	Gibt es Hindernisse bei der Verknüpfung der Daten, z.B. bezüglich der Schlüsselabgleich, Datenqualität oder Granularität der Attribute oder Geometrie?
3	Rechtliche Aspekte
3.1	Gibt es Datenschutzaspekte die beachtet werden müssen oder die ein Hindernis darstellen?
3.2	Gibt es Aspekte bezüglich der Softwarelizenzen die beachtet werden müssen oder die ein Hindernis darstellen?

3.3 Zusammenfassung des Spektrums der Antworten

Gibt es bestehende Anwendungsfälle, welche Vorteile durch eine Verknüpfung von Verkehrsmodell und SIS erfahren?

- Übergabe von Verkehrsbelastungen an GIS-Systeme oder Web-GIS
- Zählstellendaten in Verkehrsmodell übernehmen (nicht automatisiert)
- Belastungsdaten für Lärmberechnung, -kartierung und –sanierung aus Verkehrsmodell auslesen
- Verkehrsmodell mit Informationen zu Knotensteuerungen ergänzen
- Verkehrsmodell mit Informationen zu Halteverbotsstreifen ergänzen
- Die „Integrierten Applikationen“ des ASTRA können für die Anwendungsfälle Verkehrslagedarstellung, Verkehrsprognose und Routing von einer besseren Datelage Vorteile erfahren.
- Projekte der Verkehrssicherheit profitieren von netzweitem DTV und allenfalls auch zeitlich detaillierteren Verkehrsbelastungen.

Gibt es bestehende Applikationen, welche Vorteile durch eine Verknüpfung von Verkehrsmodell und SIS erfahren?

- Integration von Daten zu Staus und Überlastungen von SIS zu Verkehrsmodell
- Verknüpfung Verkehrsmonitoring und Verkehrsbelastungen aus Tagesganglinien (Stundenmatrizen)
- Verbindung zwischen nationalem und kantonalen Verkehrsmodellen
- Informationsplattformen zu Verkehrsbelastungen in Intranet und Internet
- Die MISTRA Applikationen TRASSEE und VUGIS beziehen DTV aus dem nationalen Verkehrsmodell.

Gibt es Anwendungsfälle, die erst durch eine Verknüpfung von Verkehrsmodell und SIS ermöglicht werden?

- Der Detaillierungsgrad des aktuellen nationalen Verkehrsmodells⁴ kann einschränkend für mögliche Applikationen sein. Die Nutzung kantonaler Modelle führt zu Problemen in den Übergangsbereichen.
- Ergänzung von Verkehrsmodellnetzen mit signalisierter Geschwindigkeit und Anzahl Fahrspuren
- Pavement Management Systeme und Network Safety Management benötigen netzabdeckende Verkehrsbelastungen (DTV) als Grundlage.

Gibt es Applikationen, die erst durch eine Verknüpfung von Verkehrsmodell und SIS ermöglicht werden?

Kaum Nennungen

- Lärmberechnungen, die auch den Schwerverkehrsanteil berücksichtigen
- Auswertungen zur Verkehrssicherheit mit z.B. Schwerverkehrsanteil

Welche Fachdaten aus dem Verkehrsmodell sind für das SIS von Interesse?

⁴ Die Verkehrsmodellierung im UVEK plant eine Aktualisierung des NPVM, bei der auch die Zonen- und Netzstrukturen signifikant verfeinert werden.

Zentral sind konsistente Verkehrsbelastungen und Reisezeiten. Die Belastungen können nach Fahrzeugkategorien aufgeschlüsselt werden. So kann der LKW-Anteil als Prozentsatz oder als Belastungswert angegeben werden. So wurden z.B. für ein Forschungsprojekt die Belastungen je Fahrzeugkategorie an städtischen Knoten genutzt, um die Schadstoffbelastung der Lungen von Anwohnern zu berechnen.

Für die Berechnung von Lärm- oder Schadstoffemissionen wird der DTV benötigt. Verkehrsmodelle bilden zumeist den für Analysen des Verkehrs wichtigeren DWV ab und der DTV wird dann als weiterer Zustand daraus abgeleitet.

Darüber hinaus können Verkehrsspinnen (Routen für alle Fahrzeuge in einem bestimmten Querschnitt) interessant sein.

Als weitere Kenngrößen können Verkehrsdichte und Belastungsgrad für das SIS von Wichtigkeit sein.

Welche Fachdaten aus dem SIS sind für das Verkehrsmodell von Interesse?

- Zählstellen
- Breite des Strassenraums
- Ordnungspolitische Informationen (Zulässige Geschwindigkeit, Halteverbot)
- Effektiv gefahrene Geschwindigkeiten
- Abstände zu Bebauung
- Anzahl Fahrspuren
- Beschränkungen / Restriktionen
- Knotentypen
- Steigung
- Radweg an oder neben der Strasse
- Anzahl Fussgängerstreifen
- Innerorts / Ausserorts
- Infrastrukturelemente entlang der Strasse (Tunnel, Geschwindigkeitslenkungsanlagen)

Welche Fachdaten aus der Verknüpfung von Verkehrsmodell und SIS sind für das Verkehrsmonitoring (oder für Ihr spezielles Fachgebiet) von Interesse?

- Generell interessant sind alle möglichen Angaben des Verkehrsmodells zu Belastungen.
- Informationen über Belastungen und LKW-Anteil können für die Dimensionierung des Belagsaufbaus verwendet werden.
- Unfalldaten und Fahrbahndaten (Anzahl Spuren, Breite) aus SIS für räumliche Auswertungen

Welche Schwierigkeiten sind beim Austausch der Daten zwischen Verkehrsmodell und Strassennetz aus SIS hinsichtlich Geometrie, Topologie, Zeitbezug und Fachdaten vorhanden?

- Automatisches Net-Matching für die Zuordnung von Daten an das Netz erzeugt Fehler
- Im Netz des nationalen Verkehrsmodells sind nicht alle Knotengeometrien hoch aufgelöst, so dass zum Teil keine Knotenströme abgeleitet werden können.
- Abbiegebeziehungen sollten vorhanden sein.
- Netze müssen zeitlich „eingefroren“ werden, damit Berechnungen im Nachhinein nachvollziehbar sind.

- Bei Strassen an der Belastungsgrenze können Zählzeiten erfahrungsgemäss stark schwanken. So können sich Unterschiede zu Belastungen aus Verkehrsmodellen ergeben.
- Verwendung von Navigationsnetzen für den Netzaufbau kann zu Schwierigkeiten führen (Auflösung von Knotenpunkten, keine fixen IDs für Datenelemente, verschiedene Lieferungsquartale/-jahre)
- Zeitbezug: SIS ist historisiert, Verkehrsmodell besteht aus Ist-Zustand (Basismodell) und Prognosen
- Schwierigkeit beim Publikum den Unterschied zwischen DTV aus Verkehrsmonitoring und DTV aus Verkehrsmodell verständlich zu machen.
- Topologisches Mapping ist aufwändig, denn im SIS fehlt sie im Gegensatz zum Verkehrsmodell. Im VM UVEK spielt die Richtung der Geometrie keine Rolle. Aus den Knoten ist die Richtung / Reihenfolge nicht zu eruieren. In MISTRA ist sie zentral aufgrund der linearen Referenzierung. Für den Austausch müssen die Fachdaten auf ein gemeinsames Raumbezugssystem transformiert werden.
- Fehlende Zeitbezüge wie Beginn-, Endgültigkeit oder Planungsstand können den Datenaustausch erschweren. Die Granularität der Zeitbezüge ist verschieden.
- Fachobjekte sind nicht einheitlich modelliert.

Welches Potential bieten jeweils historische, aktuelle und PrognoseDaten des Verkehrsmodells verknüpft mit dem Strassennetz des SIS?

- Erhaltungsplanung
- Netzurückbau
- Historische Strassennetze für Forschung
- Verifizierung von Prognosen. Jedoch gibt es kaum Erfahrung alte Prognosen auf aktuelle Netze umzulegen.
- Es besteht Potential in den „Integrierten Applikationen INA TP“ Daten aus SIS zu nutzen, wenn sie in der geforderten Qualität vorhanden sind.
- Prognosen und Planungen aus dem Verkehrsmodell beeinflussen projektierte Massnahmen im SIS. Diese Informationen finden zwar auch heute ihren Weg zu den beteiligten Stellen, jedoch nicht von Verkehrsmodellen nach SIS.
- Potential für statistische Auswertungen und für Verbesserung der Planungsprozesse

Damit die Daten des Verkehrsmodells und jenen des SIS ausgetauscht und kombiniert werden können braucht es gemeinsame konzeptionelle Inhalte. Aus welchen Elementen setzt sich diese zusammen?

- Daten des Netzes wie Streckennummer, Knotennummer, Richtungsbezug, Zeitbezug
- Ideal: IDs der jeweiligen Netzelemente

Welche Bedeutung kommt neuen Datenquellen wie TomTom, OpenStreetMap oder FloatingCarData zu?

- Navigationsdaten als gemeinsame Daten in SIS und Verkehrsmodell
- FCD von Navigationsdatenanbieter für signalisierte Geschwindigkeit und für Reisezeiten
- Daten zu Restriktionen von Navigationsdatenanbietern sind aktuell aber kaum verifiziert.
- OpenStreetMap noch wenig bekannt und von heterogener Qualität. In Agglomerationen jedoch interessant

In welcher Richtung sollen die Daten ausgetauscht werden? (Verkehrsmodell => SIS, SIS => Verkehrsmodell, Verkehrsmodell <=> SIS)

- Ideal: in beide Richtungen; bisher eher von Verkehrsmodell zu SIS
- Je nach Anwendung (z.B. Verkehrsrechenzentrale oder Umbauten von Kreuzungen zu Kreiseln) ist der umgekehrte Weg wichtig: von SIS zu Verkehrsmodell

Verschiedenen Verkehrsmodell und SIS weisen unterschiedliche Datenstrukturen und Datenaustauschformate auf. Welche Form von Schnittstelle eignet sich besser?

-Auf den kleinsten Nenner gebrachte standardisierte Schnittstellen?

-Modellbasierten Datenaustausch mit Strukturumbau zwischen Quell- und Zielmodell, so dass ein Datenaustausch in grösserem Umfang oder vollständig ermöglicht wird?

Alle befragten Experten sprechen sich für eine „kleine“ Schnittstelle aus. Es sollen die wesentlichen Daten übertragen werden.

- Bislang fand keine Standardisierung statt. Die bisherigen Ansätze waren projektgetrieben. Private Anbieter setzen Quasi-Standards.
- Kein vollständiger Austausch und keine automatische Schnittstelle
- Es sollen keine proprietären Schnittstellen geschaffen werden.

Welches sind die geeigneten Formate für den Datenaustausch (z.B. INTERLIS)?

- Shape
- Interlis
- Austausch via Navigationsdaten
- GML
- Datex II

Wie muss der Datenaustausch organisiert werden: Beteiligte und Ihre Rollen?

- Gelegenheitsgetrieben, denn Pflege und Aktualisierung sind schwierig und sollten nicht formalisiert werden.
- Es braucht ein langfristiges Commitment der Beteiligten und ein Budget. Im Lauf der Zeit kann von einem wachsenden Nutzen ausgegangen werden.
- Es muss zwischen den beteiligten Partner beider Seiten (Verkehrsmodell/SIS) eine klare Vereinbarung geben, wer was und zu welcher Zeit machen darf.
- Organisatorisch muss pro Datenquelle ein Datenherr definiert werden. Dieser ist verantwortlich für die Nachführung und die Qualitätssicherung der gelieferten Daten.

Welche Vor- und Nachteile ergeben sich durch eine zentrale oder eine dezentrale Nachführung der Daten?

- Zentral:
positiv: ein Stand, konsistent, Fehlervermeidung
negativ: Organisation schwerfällig, kann Innovationen verhindern
- Dezentral: genauer, höhere Präzision
- Parallele Pflege ist fehleranfällig.
- Kombination: Sammlung der Daten dezentral, Prüfung/Zuständigkeit zentral.
- Aktualisierungen werden im Verkehrsmodell periodisch vorgenommen, der Zeitraum kann 5 Jahre betragen. Die Nachführung eines SIS erfolgt dagegen kontinuierlich.

- Auch bei Navigationsdaten als Grundlage stellt sich die Frage des Aktualisierungsrhythmus.
- Aktualisierung im Verkehrsmodell heisst, dass ausgeführte Netzänderungen, Massnahmen und Szenarien berücksichtigt werden müssen.
- Zentrale Nachführung wird als unmöglich/unrealistisch eingeschätzt.
- Die Nachführung der Daten soll dort erfolgen, wo sie anfallen. Die Datenpflege soll nahe mit den Geschäftsprozessen gekoppelt werden, damit auch zeitnah nachgeführt werden kann.

Falls die Daten zentral nachgeführt werden sollen, ist dies im SIS oder Verkehrsmodell zu bewerkstelligen?

Einige Antworten nennen das SIS für die zentrale Nachführung.

Wichtig ist auch das jedes Objekt genau einem System für die Nachführung zugeordnet sein muss. Die Daten des Netzes werden beispielsweise dem SIS zugeordnet und die Nachfragedaten dem Verkehrsmodell.

Wer ist von welchen Daten der Datenherr und wie sind die Verantwortlichkeiten zu organisieren?

Alle Experten sind sich prinzipiell einig, dass der Datenherr derjenige sein muss, der die Daten erhebt und pflegt.

Einige Zuordnungen als Beispiele:

- SIS: Strassendaten
- Verkehrsmodell: Verkehr, Prognosen, Verhalten
- Kantone/ÖV-Betreiber: Fahrzeiten, Fahrpläne

Es gibt den Fall dass mehrere Auftraggeber zusammen ein Verkehrsmodell besitzen. Oder ein Dritter besitzt das Modell.

Gibt es Hindernisse oder Risiken bei der Organisation und den Prozessen zur Verknüpfung sowie Nachführung der Daten?

- Unterschiedliche Interessen
- Fehlendes Vertrauen
- Verschiedene Anwender mit unterschiedlicher Denkweise
- Nichtverfügbarkeit von Daten
- Zeitliche Auflösung
- Langfristigkeit
- Zuständigkeit
- Eierlegende Wollmilchsau als Ziel
- Hoher Koordinationsaufwand
- Datenpflege erfolgt aus Eigeninteresse. Parameter, die nur für andere interessant sind, werden nicht konsequent nachgeführt.

Wie gross ist der Aufwand für die Verknüpfung der Daten zwischen Verkehrsmodell und SIS, die den Austausch ermöglicht (einmalig / Nachführung)?

- Der Aufwand hängt von der Grösse des Netzes ab.
- Plausibilisierungen sind nötig.
- Austausch müsste etappenweise erfolgen.
- Der Aufwand für das Aggregieren und Plausibilisieren ist sehr gross. Im ersten Durchgang ist der Aufwand höher als bei Wiederholungen.

- Die direkte Verknüpfung von SIS (MISTRA) und Verkehrsmodell ist mit grossem Aufwand verbunden. Auch die Nachführung ist aufwändig und benötigt zum Teil ein manuelles Mapping.
- Auf nationaler Ebene gibt es Versuche mit Navigationsnetzen als Austauschbasis zwischen SIS und Verkehrsmodell.

Es gibt weiterhin Aussagen, die den Aufwand als „mittel“ bzw. „eher klein“ für ein Netz aus übergeordneten Strassen schätzen.

Wie beurteilen Sie die Wirtschaftlichkeit der Verknüpfung der Daten zwischen Verkehrsmodell und SIS?

Die Spannweite der Antworten reicht von „geringer Wirtschaftlichkeit“ bis „langfristig hohe Wirtschaftlichkeit“ und „der Aufwand zahlt sich aus“. Es wird darauf hingewiesen, dass auf die Höhe der Erstinvestition und die Anzahl der Nutzer des gleichen Netzes entscheidend sind.

Für die Wirtschaftlichkeit ist auch die Qualität der Dienste wichtig.

Ergeben sich Einsparmöglichkeiten durch die Verknüpfung der Daten (z.B. bei der Nachführung)?

Die Antworten reichen von „nein“ über „Einsparpotential wird durch Reibungsverluste in der Organisation aufgezehrt“ bis zu „grosses Potential bei regelmässigen Arbeiten“.

Mehrfach werden Einsparmöglichkeiten gesehen, wenn das zugrundliegende Netz von SIS und Verkehrsmodell aus der gleichen Quelle stammt.

- Vorteile können auch in der Homogenen Datenqualität liegen.
- Die Höhe der Einsparmöglichkeiten ist schwierig zu quantifizieren.

Gibt es Hindernisse bei der Verknüpfung der Daten, z.B. bezüglich der Schlüsselabgleich, Datenqualität oder Granularität der Attribute oder Geometrie?

Problematisch sind wechselnde IDs bei Updates von Navigationsdaten.

Bei den Beteiligten kann der Wunsch nach mehr entstehen. Wenn nicht alles umgesetzt wird, entsteht Unzufriedenheit.

Die Weiterentwicklung des Verkehrsmodells kann im Widerspruch zur Kompatibilität zum SIS stehen.

Bei Netzen aus unterschiedlichen Quellen ist mit grösseren Hindernissen zu rechnen.

Wichtig ist die Datenqualität

Gibt es Datenschutzaspekte die beachtet werden müssen oder die ein Hindernis darstellen?

Der Datenschutz wird als unkritisch angesehen.

Benutzer der Systeme müssen sich identifizieren.

Gibt es Aspekte bezüglich der Softwarelizenzen die beachtet werden müssen oder die ein Hindernis darstellen?

Es werden Schnittstellen zwischen SIS, Verkehrsmodell und Navigationsdaten benötigt, die Lizenzpflichtig sein können.

Es könnte ein Softwaremodell ähnlich wie bei MISTRA umgesetzt werden, so dass nicht von Lizenzgebühren ausgegangen werden muss.

4 Prüfung der praktischen Handhabung

Die Überlegungen zu einem hypothetischen Datenaustausch zwischen SIS und Verkehrsmodell werden dargestellt und die Anforderungen beschrieben. Nach der Betrachtung von unterschiedlich komplexen Modellen für die Verknüpfung wird auf die bestehenden Applikationen MISTRA und das UVEK-Verkehrsmodell eingegangen.

4.1 Analyse der Anforderungen und Rahmenbedingungen / Vergleich

4.1.1 Liste der Fachprozesse

Die im Folgenden dargestellten Fachprozesse um ein Verkehrsmodell konzentrieren sich auf den Aspekt des Netzes und primär auf das Angebot an Strassen. Auf Fachprozesse zum Beispiel zur Nachfrageberechnung wird nicht eingegangen. Auf Schienennetze wird nicht eingegangen, ebenso wird der strassenseitige ÖV nicht speziell betrachtet. Allenfalls könnte es interessant sein, aus dem Verkehrsmodell ÖV-Linien an das Strasseninformationssystem zu übergeben, um z.B. Baustellen besser planen zu können.

Tabelle 2 Fachprozesse im Verkehrsmodell

Fachprozessnamen Verkehrsmodell	Beschreibung	Input	Output
Berechnen von Verkehrsbelastungen	Aus den Nachfragedaten werden durch Umlegungsverfahren die Verkehrsbelastungen auf dem Netz ermittelt.	Netz, Nachfragematrizen	Verkehrsbelastungen als DWV, Spitzenstundenwerte
ÖV-Umlegungen	Fahrplanerstellung, Umlaufbildung, Modellierung von Tarifsyste men, Linienerfolgsrechnung	Netz, Nachfragematrizen	Fahrplan, Umlaufplan, Tarifmodell, Indikator zu Linienerfolg
Signaloptimierung	Optimierung für Grünzeiten, Versatzzeit und Umlaufzeit	Netz, Nachfragematrizen	Hinweise zu LSA-Parametern
Analysen und Auswertungen	Berechnung von Verkehrsspinnen, Isochronen, Vergleich von Szenarien	Netz mit gerechneter Verkehrsumlegung	Verkehrsbelastungen auf einer Kante und deren Quellen und Ziele, Isochronen. Somit auch Verkehrsleistung, Reisezeiten, Verkehrsspinnen
Netzbearbeitung	Modifikation und Pflege des Netzes, Integration von Massnahmen, Szenarien	Netz	Angepasstes Netz, Szenarien, Prognosenetze

Im Folgenden werden die Fachprozesse im SIS beschrieben, die durch die Fachdaten aus dem Verkehrsmodell unterstützt oder gar erst möglich werden. Damit klar wird, welchen Beitrag die Daten aus dem Verkehrsmodell leisten, wurden für den jeweiligen Prozess sowohl der dazu notwendige Input wie auch die Resultate als Output beschrieben.

Tabelle 3 Fachprozesse im SIS

Fachprozessnamen SIS	Beschreibung	Input	Output
(Mehrjahres) Planungen zum Baulichen Unterhalt	1. Ermitteln, wann eine Massnahme notwendig wird. Mit Hilfe des aktuellen Zustands und einer Zerfallskurve gemäss den Prognosedaten zum Verkehrsaufkommens aus dem Verkehrsmodell. 2. Planung, was für eine Massnahme ausgeführt werden soll. Mit den Prognosedaten zum Verkehrsaufkommens aus dem Verkehrsmodell kann die Art der Massnahmen optimiert werden. 3. Planen, was für Massnahmen zusammengefasst werden können. Mit den Prognosedaten zum Verkehrsaufkommens aus dem Verkehrsmodell können Zusammenlegungen von Massnahmen optimiert werden.	Zustandsdaten, DTV, Lastwagenanteil, Zerfallskurven, Massnahmenkatalog mit Preisen	Liste der zusammengefassten Massnahmen (Massnahmenart, Ortsbezug, Interventionszeitpunkt, Kosten)
Berechnen von Verkehrsunfallkennzahlen	Z.B. Unfallrate = Anz. Unfälle/(km*DTV).	Verkehrsunfälle, DTV, Aggregierungsgefässe wie z.B. Verkehrsunfallabschnitt	Beim Übertreten eines Schwellwerts einer Verkehrsunfallkennzahl => Hinweis auf ein Unfallschwerpunkt.
Modellierung des Strassenlärms	Bei der Modellierung des Strassenlärms sind Daten zum Verkehrsaufkommens aus Verkehrsmodellen ein wesentlicher Input.	DTV, Lastwagenanteil, Belagstyp, realisierte Schallschutzmassnahmen, Gefälle	Karte des Strassenlärms zur Auswertung der Belastung im Allgemeinen und in spezifischen Problemfällen.
Modellieren von Emissionen des Strassenverkehrs (Abgas, Feinstaub)	Bei der Modellierung von Emissionen sind Daten zum Verkehrsaufkommens aus Verkehrsmodellen ein wesentlicher Input.	DTV, Lastwagenanteil, Belagstyp	Karte der Emissionen zur Auswertung der Belastung im Allgemeinen und in spezifischen Problemfällen.
Baustellenplanung zum Betrieblichen Unterhalt	Ermitteln des günstigsten Zeitpunktes und der Verkehrsführung bei der Baustellenplanung mit Hilfe aktueller Daten zum Verkehrsaufkommens.	Massnahmen, DTV, Lastwagenanteil,	Günstiger Zeitpunkt für die Baustelle, Verkehrsführung sowie Signalisierung
Baustellenplanung zum Baulichen Unterhalt	Ermitteln der benötigten Kapazität und der Verkehrsführung bei der Baustellenplanung mit Hilfe aktueller und Prognosedaten zum Verkehrsaufkommens.	Massnahmen, DTV, Lastwagenanteil,	Anzahl benötigter Fahrspuren für die Baustelle, Verkehrsführung sowie Signalisierung

4.1.2 Anforderungen an die Daten

Im Folgenden werden die Attribute der Fachdaten im SIS beschrieben. Es handelt sich dabei um Daten, deren Quelle entweder im SIS oder im Verkehrsmodell liegt. Die Anforderungen der Daten, die aus dem SIS stammen, haben den Fokus auf die Übertragung ins Verkehrsmodell.

Tabelle 4 Attribute der Fachdaten im SIS und Verkehrsmodell

Attribut	Quellsystem	Beschreibung	Anforderungen
Strasseneigentümer	SIS	Eigentümer der Strasse, wird im SIS gepflegt und ans Verkehrsmodell geliefert	Übertragung des Eigentümers einer Achse auf einen Abschnitt des Fachnetzes "Verkehrsmodell" im SIS
Abschnittslänge	SIS	Länge des Abschnitts	Berechnung der effektiven Länge mittels der linearen Koordinaten des Anfangs- und Endknotens der Abschnitte des Fachnetzes "Verkehrsmodell" im SIS
Strassenkategorie	SIS	Strassenkategorie nach VSS (HLS, HVS, usw.)	Übertragung der Werte des Fachnetzes "Strassenkategorie" auf das Fachnetz "Verkehrsmodell" im SIS
Signalisierte Geschwindigkeit (optional)	SIS	Signalisierte Geschwindigkeit, basierend auf Schildern oder Wechselanzeigen	Übertragung der Werte des Fachnetzes "Signalisierte Geschwindigkeit" auf das Fachnetz "Verkehrsmodell" im SIS. Es muss ausgewiesen werden, für welche Richtung die Geschwindigkeit gilt.
Anzahl Fahrspuren	SIS	Anzahl Fahrspuren auf einer Achse	Übertragung der Werte des Fachnetzes "Anzahl Fahrspuren" auf das Fachnetz "Verkehrsmodell" im SIS. Das Fachnetz "Anzahl Fahrspuren" muss das betrachtete Strassennetz komplett abdecken. Navigationsdaten liefern die Anzahl der Fahrspuren z.T. nur in Kreuzungsbereichen.
Fahrverbote nach Fahrzeugtypen	SIS	Z.B. Allgemeines Fahrverbot, Lastwagenfahrverbot, usw.	Übertragung der Werte des Fachnetzes "Fahrverbot" auf das Fachnetz "Verkehrsmodell" im SIS. Es muss ausgewiesen werden, für welche Richtung das Fahrverbot gilt.
LKW Beschränkungen	SIS	Für LKW relevante Beschränkungen zu Gewicht, Höhe und Breite	Für LKW Beschränkungen, basierend auf Schildern oder Wechselanzeigen, muss ein Fachnetz vorliegen, dessen Abschnitte den Bereich einer Beschränkung repräsentiert. Ist die LKW Beschränkung nur Punktförmig (z.B. Lichte Höhe bei einer Unterführung), so zu hinterfragen, ob sie in einem Fachnetz abzubilden ist. Die Werte dieses Fachnetzes werden im SIS auf das Fachnetz "Verkehrsmodell" übertragen.
Längsgefälle	SIS	(Mittleres) Längsgefälle auf einem Strassenabschnitt	Bei der Übertragung der Werte des Fachnetzes "Längsgefälle" auf die Abschnitte des Fachnetzes "Verkehrsmodell" muss sichergestellt werden, dass es keine Verfälschungen gibt. Das Längsgefälle kann innerhalb eines Abschnitts stark variieren, was im Mittelwert keinen Ausdruck findet. Wird nun ein Abschnitt des Fachnetzes "Längsgefälle" auf beispielsweise zwei Abschnitte des Verkehrsmodells verteilt, ist es vorstellbar, dass der eine Abschnitt des Verkehrsmodells einen zu hohen und der andere einen zu niedrigen Wert erhält. Die Natur des Fachnetzes "Längsgefälle" muss derart sein, dass entweder ein Abschnitt ein einheitliches Längsgefälle repräsentiert (=> grösseren Abweichungen wird ein neuer Abschnitt erstellt) oder dass es sich um Abschnitte mit relativ kurzer, einheitlicher Länge handelt auf der das Längsgefälle gemittelt ist. Sind diese Voraussetzungen erfüllt, können die Werte des Längsgefälles auf die Abschnitte des Verkehrsmodells aggregiert werden.
Überholverbote	SIS	Überholverbote, basierend auf Schildern oder Wechselanzeigen	Für Überholverbote, basierend auf Schildern oder Wechselanzeigen, muss ein Fachnetz vorliegen, dessen Abschnitte den Bereich eines Überholverbots repräsentiert. Es muss ausgewiesen werden für welche Richtung das Überholverbot gilt. Die Werte dieses Fachnetzes werden im SIS auf das Fachnetz "Verkehrsmodell" übertragen.
Innerorts / Ausserorts	SIS	Befindet sich der Strassenabschnitt innerorts oder ausserorts	Übertragung der Werte des Fachnetzes "Innerorts/ Ausserorts" auf das Fachnetz "Verkehrsmodell" im SIS.
DTV	Verkehrsmodell	Durchschnittlicher täglicher Verkehr	Durchschnittlicher täglicher Verkehr, in Abhängigkeit der Richtung und / oder über beide Richtungen
Lastwagenanteil	Verkehrsmodell	Anteil der LKWs an DTV, DWV, MSP, ASP	Anteil des Lastwagenanteils des DTVs, in Abhängigkeit der Richtung und / oder über beide Richtungen. Im NPVM wird der Güterverkehr untergliedert in Lastwagen, Last-/Sattelzügen und Lieferwagen.
dWTV	Verkehrsmodell	Durchschnittlicher Werktagsverkehr	Durchschnittlicher Werktagsverkehr, in Abhängigkeit der Richtung und / oder über beide Richtungen
dMSP	Verkehrsmodell	Durchschnittliche Verkehrsstärke in der Morgenspitzenstunde	Durchschnittliche Verkehrsstärke der Morgenspitzenstunde, in Abhängigkeit der Richtung und / oder über beide Richtungen
dASP	Verkehrsmodell	Durchschnittliche Verkehrsstärke in der Abendspitzenstunde	Durchschnittliche Verkehrsstärke der Abendspitzenstunde, in Abhängigkeit der Richtung und / oder über beide Richtungen

Im Folgenden werden zwei kommerzielle Datensätze, die als potentielle Quelle für das Strassennetz dienen könnten beschrieben und im Hinblick auf eine Nutzung als Datenlieferant beurteilt. Es handelt sich um das Topic "TLM_STRASSEN" des Topografischen Landschaftsmodells der swisstopo und um den Navigationsdatensatz von TomTom.

Tabelle 5 Potentielle Quellen für digitale Strassennetze

Datensatz	Beschreibung	Feststellungen	Fazit	Quelle
TLM, Topic TLM_STRASSEN	Beim Strassennetz des TLM von swisstopo handelt es sich um ein kartografisches Strassennetz mit hoher geometrischer Genauigkeit. Es besitzt eine Topologie aber gegenwärtig keine Abbiegebeziehungen. Technisch ist es damit routingfähig, jedoch sind viele Routen unrealistisch, weil an Knoten alle Abbiegebeziehungen erlaubt sind und keine Abbiegewiderstände vorliegen.	Es ist zwar vorgesehen Abbiegebeziehungen zu erfassen. Wie dies aber im Detail geschehen soll, ist aber noch offen. Im SIS des Bundesamtes für Strassen ASTRA "MISTRA" wurde das TLM für eine einmalige Verbesserung der Geometrie herangezogen. Dabei wurde das Strassennetz des TLM mit dem aus MISTRA gemapt. Zum Teil musste die TLM Geometrie ergänzt werden, damit sie die Achsen bis zum Anfang/Ende repräsentieren. Die Originalgeometrie im "MISTRA" wurde dann durch die präzisere des TLM ersetzt. Dabei musste das RBBS/Metrierung des MISTRA auf das TLM übertragen werden, das selbst keine Metrierung besitzt.	Das Strassennetz des TLM hat sich also als Nützlich erwiesen um die Geometrie im SIS zu verbessern. Aufgrund der fehlenden Routingfähigkeit ist es aber nicht ohne weiteres als Grundlage für ein Verkehrsmodell einzusetzen. Werden in Zukunft Abbiegebeziehungen für das Strassennetz des TLM erfasst, wäre zu prüfen, ob die Routingfähigkeit für ein Verkehrsmodell geeignet ist.	Studium Datenmodell TLM und Diskussion mit Y. Cerf (ASTRA).
TomTom	Das Strassennetz von TomTom besteht aus der Strassengeometrie (Network), Knoten (Junctions) und Abbieger (Manoeuvre). Das Strassennetz wird im Bereich von Kreuzungen detailliert abgebildet. Für Abbiegespuren wurde z.B. häufig eigene Strassengeometrien erfasst. Derart können die Abbiegebeziehungen detaillierter erfasst werden was eine komfortable Navigation ermöglicht.	Die Strassengeometrien und Knoten in Kreuzungen sind sowohl für ein SIS als auch ein Verkehrsmodell zu detailliert. Die TomTom Daten beinhalten ein weiteres Strassennetz höherer Hierarchie, das mit jenem mit hohem Detaillierungsgrad verknüpft ist. Das Netz höherer Hierarchie verfügt über keine Abbiegebeziehung. Sie könnten aber theoretisch durch die Verknüpfung mit dem detaillierten Strassennetz gerechnet werden.	Das Netz bildet die Basis für mehrere kantonale Verkehrsmodelle. Damit könnte die Verknüpfung von SIS und Verkehrsmodell über die gleiche Strassennetzgrundlage erfolgen. Zur Umsetzung und den potentiellen Schwierigkeiten sind aber keine Erfahrungen vorhanden.	Studium Datenmodell TomTom und Diskussion mit L. Schildknecht (R+P).

Zeitbezug

Der Zeitbezug darf sich nicht auf die Geometrie des Netzelements beschränken, sondern jede einzelne Eigenschaft muss einen zeitlichen Bezug haben. So lassen sich einzelne Attribute wie Geschwindigkeiten, Richtungen oder zulässige Verkehrsmittel anpassen.

4.1.3 Anforderungen an Funktionen

Aggregation im Netz räumlich

Wenn man nicht vom eher unrealistischen Fall eines identischen Netzes in SIS und Verkehrsmodell ausgeht, sondern Netze in Betracht zieht, die sich zumindest in einzelnen Abschnitten, Knoten und Strecken unterscheiden, dann werden Funktionen zur räumlichen Aggregation und/oder Disaggregation der Netze benötigt.

Auflösen unterschiedlicher Abbildungstiefe des Netzes:

- Abbildung unterschiedlicher Strassenkategorien (Gemeindestrasse, Fuss-/Wanderwege, Flurwege)
- Anschlüsse und Knoten, insbesondere konfliktfreie, planfreie Knoten (Beispiele zeigen die folgenden Abbildungen)

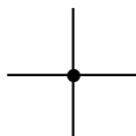
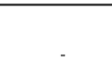
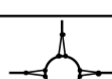
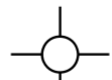
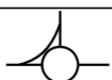
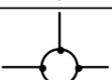
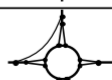
Kreuzungsart	Ausführungsmöglichkeit		Modellierungsstufe			
			grob	mittel	fein	
4-armig	Fahrbahn ohne Mitteltrennung		nicht vor-fahrt-geregt			
						
						
						
						
	Fahrbahn mit Mitteltrennung					
						
						
						
						
Kreisverkehr 4-armig		ohne Bypass				
		einfacher Bypass				
		doppelter Bypass				

Abbildung 2 Modellierungsstufen 4-armiger plangleicher Knotenpunkte [VeGIS 2012]

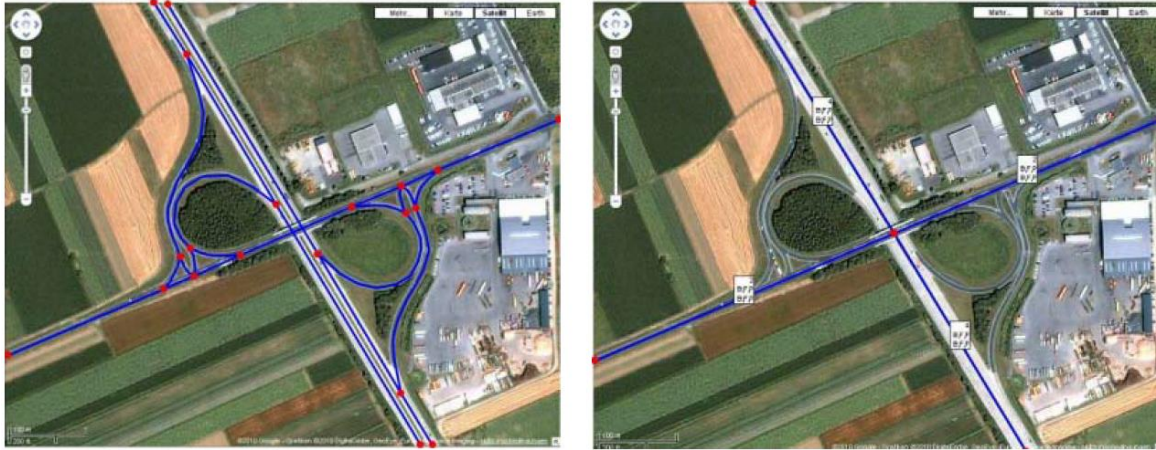


Abbildung 3 Beispiel für die unterschiedliche Knotenmodellierung einer Autobahnanschlussstelle [VeGIS 2012]

Auflösung von Widersprüchen zwischen den Netzen

- Unterschiede einzelner Attribute wie Geschwindigkeiten, Fahrstreifen oder Kapazitäten bei sonst identischem Netz
- Gänzlich neue Strecken
- Abbiegebeziehungen, z.B. Veränderungen durch Linksabbiegeverbot, welches nur in einem Netz vorkommt

Aggregation im Netz zeitlich

Ein Netz in einem SIS oder Verkehrsmodell kann verschiedene Zeithorizonte abbilden, in dem z.B. Knoten umgebaut oder Umfahrungsstrassen gebaut und Ortsdurchfahrtstrassen angepasst werden.

Es werden folgende Anforderungen gestellt:

- Veränderungen eines bestehenden Verkehrsmodell-Netzes im Istzustand, die durch den Abgleich mit dem Netz aus dem SIS entstehen, müssen in der Regel auch in Prognosenetze übernommen werden, wenn diese aus dem Ist-Netz abgeleitet wurden.
- Gelöschte Strecken und Knoten dürfen nicht vorbehaltlos gelöscht werden, weil eventuell an diese Elemente angehängte Informationen ebenfalls verloren wären. Im Verkehrsmodell darf eine Strecke und/oder ein Knoten z.B. nur dann gelöscht werden, wenn keine Anbindungen von Verkehrszellen an diese Knoten bestehen.

Veränderungen im Netz (inkl. Löschen) führen beim Verkehrsmodell dazu, dass bestehende Berechnungen insbesondere Verkehrsumlegungen nicht wiederholt (reproduziert) werden können, bzw. dass beim Wiederholungsversuch die umgelegten Belastungen mindestens in Details abweichen.

Die räumliche und zeitliche Aggregation können sich überlagern und zu komplexen Fällen führen. Wird z.B. ein Kreisels in einen planfreien Knoten mit mehreren Rampen umgebaut, stellt sich neben der zeitlichen Fragestellung auch jene der räumlichen Auflösung: einfacher Knotenpunkt versus in mehrere Strecken aufgelöster Kreisels versus Abbildung der Rampen, Verzögerungs- und Beschleunigungsbereiche oder den Teilknoten.

4.1.4 Anforderungen an Organisation

Die Organisation des Datenaustauschs umfasst mehrere Bereiche wie die Bereitstellung der Daten, die Nachführung und den eigentlichen Austausch. Der Aufwand für die Organisation des Datenaustauschs zwischen SIS und Verkehrsmodell sowie zwischen unterschiedlichen hierarchischen Ebenen wie Bund, Kantone oder Gemeinden ist schwierig abzuschätzen, da zwischen diesen vielen Akteuren entsprechend viele organisatorische Schnittstellen entstehen. Das Kosten/Nutzen-Verhältnis des Datenaustauschs zwischen den Systemen wird dadurch beeinflusst, weil den Synergieeffekten ein möglicherweise höherer Aufwand für die Organisation entgegensteht.

Bereitstellung

Verwendung der vereinbarten Hard- und Software:

Der Datenaustausch hat in definierten Zyklen zu erfolgen. Wenn die Qualitätskontrolle des Datenempfängers erfolgreich durchlaufen ist, gilt der jeweilige Datenaustausch als beendet. Im Fall von Qualitätsmängeln ist ein überarbeiteter Stand zu übergeben.

Qualitätssicherung

Die Daten sind nach dem Eingang beim Empfänger zu prüfen. Dies umfasst die Vollständigkeit gemäss Vereinbarung, die Lesbarkeit der Daten durch die definierten Schnittstellen oder Programme und die inhaltliche Prüfung der Daten.

Umfang der Übergabe / Bestandteile des Austauschs

Weiter zu definieren sind allenfalls Vorgaben bezüglich der Datenbereinigung und Datenkomprimierung.

Nachführung

Das Netz und die Netzverknüpfung zwischen SIS und Verkehrsmodell sind nachzuführen.

Austauschablauf

- Nach der Datenübertragung ist eine Empfangsbestätigung zu versenden.
- Prüfung der Vollständigkeit und Datenrichtigkeit
Der Datensender ist für die Richtigkeit der Daten verantwortlich. Vor dem Datenaustausch muss der Sender den Inhalt und die Vollständigkeit prüfen. Korrekturen müssen rasch erfolgen und falsche Daten sind nach gegenseitiger Rücksprache dokumentiert zu vernichten.
- Die Daten müssen vor unbefugtem Zugriff, Veränderungen, Zerstörung oder Verlust geschützt werden.
- Führen die Sicherheitsverfahren und -massnahmen zur Zurückweisung einer Datenübertragung, so hat der Empfänger den Sender zu informieren.
- Protokollierung der Transaktionen
- Die Daten werden im übertragenen Format archiviert. Die Lesbarkeit der Daten während des Archivierungszeitraums muss sichergestellt werden.

Datenformate

Damit eine reibungslose Übernahme der Daten gewährleistet werden kann, müssen Vorgaben betreffend der Datenformate gemacht werden, damit die Datenkompatibilität sichergestellt ist.

In diesem Zusammenhang ist wichtig, dass Formate verwendet werden, die über einen langen Zeitraum von der eingesetzten Software und Schnittstelle unterstützt werden. Bei

der Wahl des Formats sollten insbesondere externe Formate wie Datenbanken oder Formate, die einen Quasi-Standard bilden, eingesetzt werden.

Bezüglich eigener Datenformate seitens SIS oder Verkehrsmodell muss berücksichtigt werden, dass diese Formate nicht zwingend statisch sind, sondern mit jeder neuen Softwareversion geändert oder erweitert werden können. Bei gängiger Software für Verkehrsmodelle können die Daten, die von einer neuen Programmversion gespeichert wurden, nicht mit älteren Programmversionen geöffnet werden. Proprietäre Datenformate sollten aus diesem Grund für die Datenübergabe nicht verwendet werden.

4.2 Konzept gemeinsame Verwendung und Nachführung

4.2.1 Modelle von Strasseninformationssystemen

Fachnetz "Daten-Verkehrsmodell"

Diese Grafik zeigt den Ausschnitt des Datenmodells eines SIS, welcher für die Haltung der Fachdaten aus dem SIS und dem Verkehrsmodell benötigt wird. Diese Fachdaten erlauben noch kein Routing.

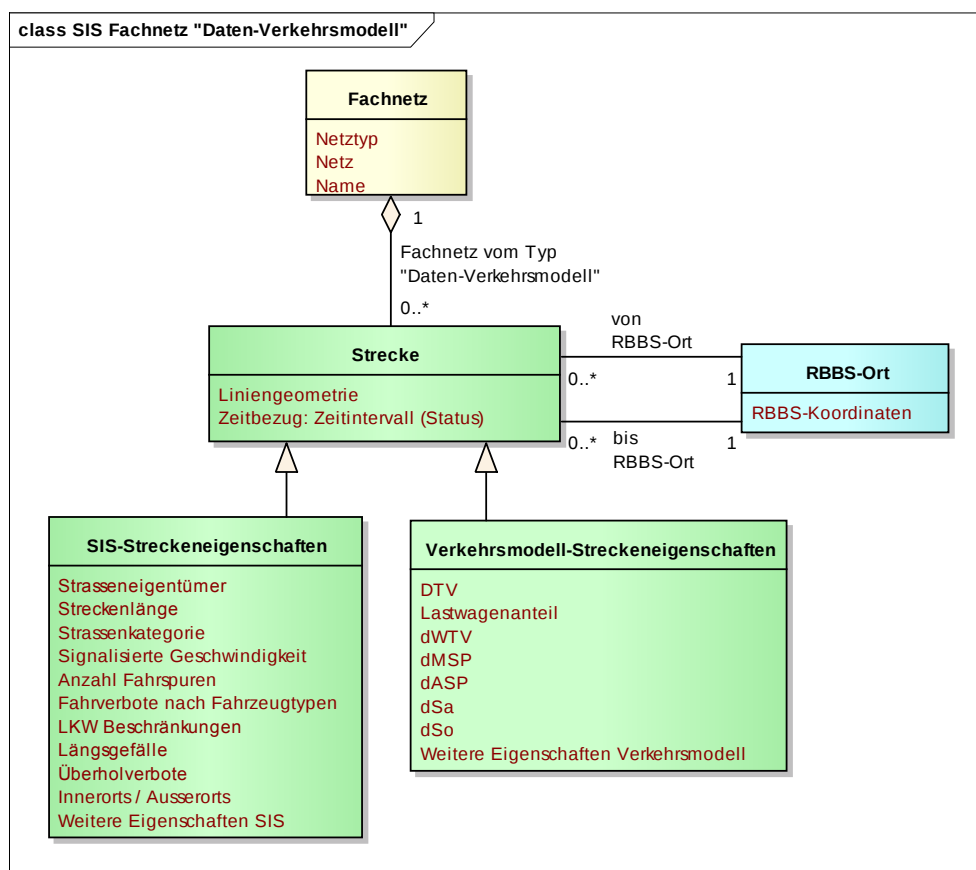


Abbildung 4 SIS Fachnetz "Daten-Verkehrsmodell"

Fachnetz

Diese Klasse umfasst alle Fachnetze, die im SIS gehalten werden.

Attribute

Tabelle 6 Attribute Fachnetz

Name	Typ	Beschreibung
Netztyp	Text	Die Eigenschaft Netztyp ist nur für ein Gesamtnetz explizit definiert. Die einem Gesamtnetz untergeordneten Strecken verfügen über denselben Netztypen.

Name	Typ	Beschreibung
Netz	Text	Abkürzung oder Nummer für das Fachnetz.
Name	Text	Gebräuchlicher Name des Fachnetzes.

Strecke

Eine Strecke des Fachnetzes "Daten-Verkehrsmodell" korrespondiert mit einem Link aus dem Verkehrsmodell. Wenn ein Attributwert im Strassenverlauf ändert, wird eine neue Strecke angelegt. Die Strecken sind also homogen.

Die RBBS-Orte, die den Anfang bzw. das Ende einer Strecke repräsentieren, liegen auf demselben Achssegment.

Attribute

Tabelle 7 Attribute Strecke

Name	Typ	Beschreibung
Liniengeometrie	Liniengeometrie	Wird zur Darstellung im GIS und auf Karten benötigt.
Zeitbezug: Zeitintervall (Status)	Datum	Offenes Intervall: Beginn Gültigkeit Ende Gültigkeit. Ende-Gültigkeit ist optional.

SIS-Streckeneigenschaften

Diese Klasse ist eine Spezialisierung der Strecke des Fachnetzes "DatenVerkehrsmodell". Sie trägt die Eigenschaften der Fachdaten die im SIS gepflegt werden und die an das Verkehrsmodell geliefert werden.

Attribute

Tabelle 8 Attribute SIS Streckeneigenschaften

Name	Typ	Beschreibung
Strasseneigentümer	Aufzählung	Eigentümer der Strasse.
Streckenlänge	Zahl	Länge der Strecke. Wird mittels der Linearen Koordinaten des Anfangs und Endknotens im SIS berechnet.
Strassenkategorie	Aufzählung	Strassenkategorie nach VSS (HLS, HVS, usw.).
Signalisierte Geschwindigkeit	Zahl	Signalisierte Geschwindigkeit, basierend auf Schildern oder Wechselanzeigen.
Anzahl Fahrspuren	Zahl	Anzahl Fahrspuren auf einer Achse.
Fahrverbote nach Fahrzeugtypen	Aufzählung	Z.B. Allgemeines Fahrverbot, Lastwagenfahrverbot, usw.

Name	Typ	Beschreibung
LKW Beschränkungen	Zahl	Für LKW relevante Beschränkungen zu Gewicht, Höhe und Breite.
Längsgefälle	Zahl	Längsgefälle auf einem Strassenabschnitt.
Überholverbote	Aufzählung	Überholverbote, basierend auf Schildern oder Wechselanzeigen.
Innerorts / Ausserorts	Aufzählung	Befindet sich der Strassenabschnitt innerorts oder ausserorts.
Weitere Eigenschaften SIS	Text	Weitere Fachdaten aus dem SIS, die ans Verkehrsmodell geliefert werden.

Verkehrsmodell-Streckeneigenschaften

Diese Klasse ist eine Spezialisierung der Strecke des Fachnetzes "DatenVerkehrsmodell". Mit ihren Eigenschaften trägt sie Fachdaten, welche aus dem Verkehrsmodell stammen.

Attribute

Tabelle 9 Attribute Verkehrsmodell-Streckeneigenschaften

Name	Typ	Beschreibung
DTV	Zahl	Durchschnittlicher täglicher Verkehr.
Lastwagenanteil	Zahl	Anteil der LKWs am DTV.
dWTV	Zahl	Durchschnittlicher Werktagsverkehr.
dMSP	Zahl	Durchschnittliche Verkehrsstärke in der Morgenspitzenstunde.
dASP	Zahl	Durchschnittliche Verkehrsstärke in der Abendspitzenstunde.
dSa	Zahl	Durchschnittliche Verkehrsstärke am Samstag.
dSo	Zahl	Durchschnittliche Verkehrsstärke am Sonntag.
Weitere Eigenschaften Verkehrsmodell	Zahl	Weitere Fachdaten aus dem Verkehrsmodell, die ans SIS geliefert werden.

RBBS-Ort

Der RBBS-Ort lokalisiert einen Ort auf der Achse.

Attribute

Tabelle 10 Attribute RBBS-Ort

Name	Typ	Beschreibung
RBBS-Koordinaten	RBBS-Ort	Die RBBS-Koordinaten bestehen aus einer Referenz zur Achse, einer Referenz zum Bezugspunkt, aus dem Abstand zum Bezugspunkt "u" und dem Querabstand zur Achse "v".

Modell SIS Routing

Wenn das Verkehrsmodell die Netzdaten aus dem SIS bezieht, so ist das SIS das führende System. In diesem Fall müssen im SIS auch Routingdaten gehalten werden.

Diese Grafik zeigt den Ausschnitt des Datenmodells des SIS zur Haltung von Routingdaten. Diese Datenstruktur ist ähnlich zu jener der Fachnetze. Sie sind aber nicht miteinander zu verwechseln.

Zusätzlich wird dargestellt, wie die Routingdaten und das Fachnetz "Daten Verkehrsmodell" in Beziehung stehen.

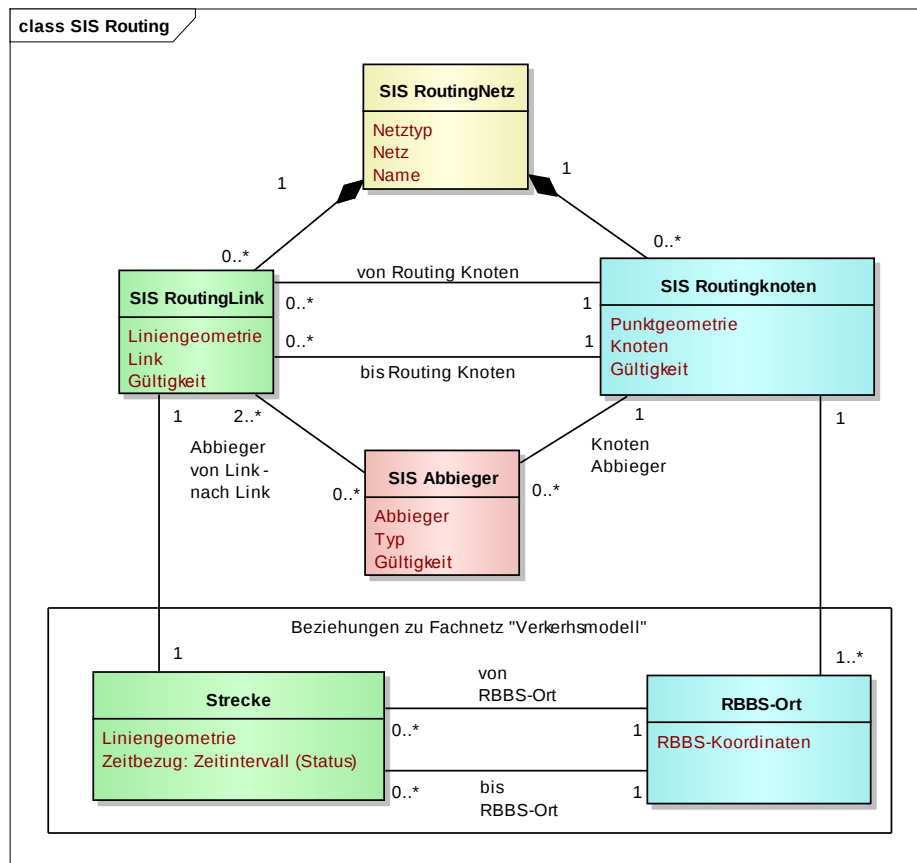


Abbildung 5 SIS Routing

SIS RoutingNetz

Diese Klasse umfasst alle Routingnetze die im SIS gehalten werden.

Attribute**Tabelle 11** Attribute SIS RoutingNetz

Name	Typ	Beschreibung
Netztyp	Text	Die Eigenschaft Netztyp ist nur für ein Gesamtnetz explizit definiert. Die einem Gesamtnetz untergeordneten Links und Knoten sind alle vom selben Netztypen.
Netz	Text	Abkürzung oder Nummer für das Routingnetz.
Name	Text	Gebräuchlicher Name des Routingnetzes.

SIS RoutingLink

Die Links des Routingnetzes im SIS. Ein Link korrespondiert sowohl mit einer Strecke des Fachnetzes "Daten-Verkehrsmodell" als auch mit einem Link aus dem Verkehrsmodell.

Attribute**Tabelle 12** Attribute SIS RoutingLink

Name	Typ	Beschreibung
Liniengeometrie	Liniengeometrie	Geometrie des Links.
Link	Zahl	Abkürzung oder Nummer des Links.
Gültigkeit	Datum	Gültigkeitsdatum des Links (Erhebungsdatum Vorort).

SIS Routingknoten

Der Knoten ist ein funktionales Element für die Beschreibung der Topologie des Routingnetzes, d.h. die Verknüpfung zweier oder mehrerer Links.

Die grundlegende Eigenschaft des Knotens ist seine topologische Funktion. Die genaue Lokalisierung im Strassennetz wird entweder durch seine Punktgeometrie oder durch die Beziehung zum RBBS-Ort hergestellt.

Attribute

Tabelle 13 Attribute SIS RoutingKnoten

Name	Typ	Beschreibung
Punktgeometrie	Punktgeometrie	Die Punktgeometrie dient zur Darstellung des Knotens im GIS und auf Karten.
Knoten	Text	Abkürzung oder Nummer des Knotens.
Gültigkeit	Datum	Gültigkeitsdatum des Knotens (Erhebungsdatum Vorort).

SIS Abbieger

Mit den Abbiegern wird die Konnektivität der Links in einem Knoten modelliert. Erst mit den Abbiegern wird die Topologie des Routingnetzes auch routingfähig.

Ein Abbieger referenziert folgende Elemente:

- Knoten (Ort/Lage der Abbiegebeziehung)
- Von Link (erster Link, vor dem Knoten)
- Nach Link (zweiter Link, nach dem Knoten)
- Allenfalls weitere, nachfolgende Links

Der Typ des Abbiegers definiert, ob die Reise von einem Link zu einem nachfolgenden möglich ist oder nicht.

Attribute

Tabelle 14 Attribute SIS Abbieger

Name	Typ	Beschreibung
Abbieger	Text	Abkürzung oder Nummer des Abbiegers.
Typ	Zahl	Typ des Abbiegers.
Gültigkeit	Datum	Gültigkeitsdatum des Abbiegers (Erhebungsdatum Vorort).

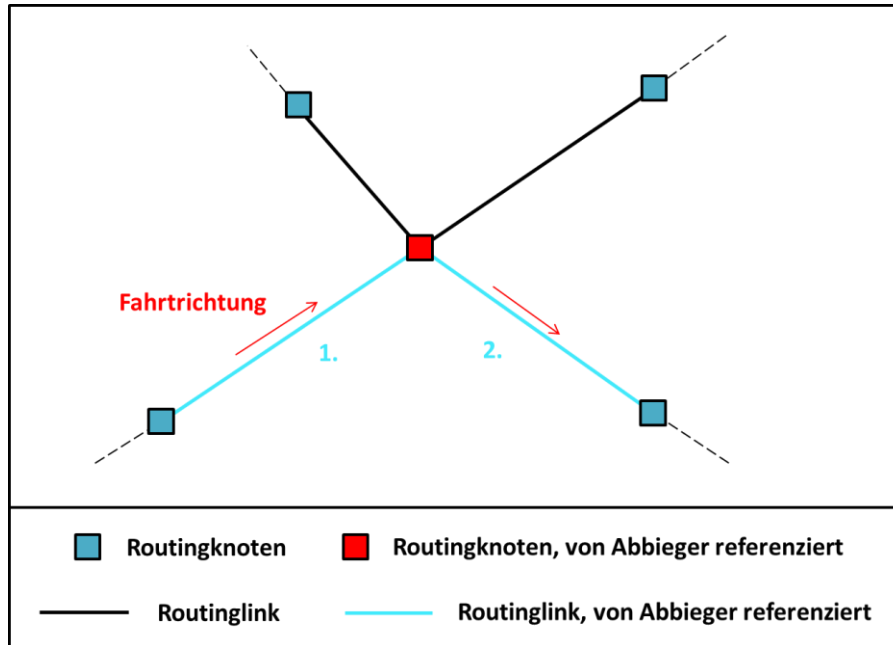


Abbildung 6 Funktionsweise des Routings

In Abbildung 6 ist die Funktionsweise des Routings anhand eines Beispiels erklärt. Der Abbieger referenziert als topologische Lage den rot eingefärbten Routingknoten und bezieht sich auf die hellblau eingefärbten Routinglinks. Die blauen Zahlen zeigen die Reihenfolge der Routinglinks und somit die Fahrtrichtung an, für welche der Abbieger gilt. Je nach Typ des Abbiegers, könnte so z.B. die Möglichkeit des Rechtsabbiegens oder auch das Verbot des Rechtsabbiegens modelliert werden.

4.2.2 Verkehrsmodell

Diese Grafik zeigt den Ausschnitt des Datenmodells eines Verkehrsmodells, welcher für die Haltung aller relevanten Daten zum Austausch mit dem SIS benötigt wird.

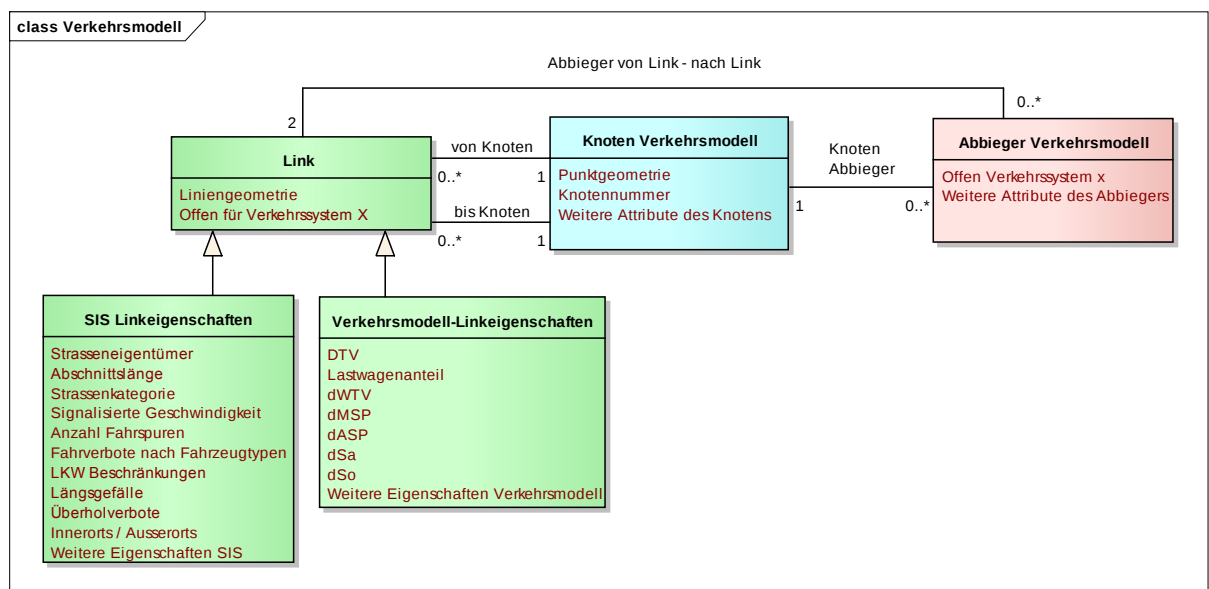


Abbildung 7 Verkehrsmodell

Link

Der Link des Verkehrsmodells beginnt und endet jeweils bei einem Knoten (von/nach Knoten).

Links sind richtungsabhängig, das heisst, dass Attribute für die Hin- und Rückrichtung verschieden sein können. Die verschiedenen Richtungen können dieselbe Linknummer nutzen aber vertauschte Beginn- und Endknoten aufweisen.

Ein Link ist für verschiedene "Verkehrssysteme" (z.B. PKW, LKW, usw.) offen oder geschlossen, um Fahrverbote und Einbahnstrassen zu modellieren. Je nach Definitionsweise kann man zwischen zwei Punkten von einem Link sprechen, der jedoch zwei Richtungen aufweist.

Die Werte wie DTV, Lastwagenanteil usw. werden für Links berechnet.

Attribute

Tabelle 15 Attribute Link

Name	Typ	Beschreibung
Liniengeometrie	Liniengeometrie	Zur Darstellung im GIS und auf Karten.
Offen für Verkehrssystem X	Zahl	Zeigt an, ob der Link für ein Verkehrssystem (z.B. PKW, LKW, usw.) offen oder geschlossen ist.

SIS Linkeigenschaften

Diese Klasse ist eine Spezialisierung des Links und trägt die Eigenschaften, die aus dem SIS stammen.

Attribute

Tabelle 16 Attribute SIS Linkeigenschaften

Name	Typ	Beschreibung
Strasseneigentümer	Aufzählung	Eigentümer der Strasse.
Abschnittslänge	Zahl	Länge des Abschnitts, wird mittels der Linearen Koordinaten des Anfangs- und Endknotens im SIS berechnet.
Strassenkategorie	Aufzählung	Strassenkategorie nach VSS (HLS, HVS, usw.).
Signalisierte Geschwindigkeit	Zahl	Signalisierte Geschwindigkeit, basierend auf Schildern oder Wechselanzeigen.
Anzahl Fahrspuren	Zahl	Anzahl Fahrspuren auf einer Achse. Beinhaltet keine Bremsoder Beschleunigungsspuren bei Rampen. Rampen haben eigene Achsen.
Fahrverbote nach Fahrzeugtypen	Aufzählung	Z.B. Allgemeines Fahrverbot, Lastwagenfahrverbot, usw.
LKW Beschränkungen	Aufzählung	Für LKW relevante Beschränkungen zu Gewicht, Höhe und Breite.
Längsgefälle	Zahl	Längsgefälle auf einem Strassenabschnitt.
Überholverbote	Aufzählung	Überholverbote, basierend auf Schildern oder Wechselanzeigen.
Innerorts / Ausserorts	Aufzählung	Befindet sich der Strassenabschnitt innerorts oder ausserorts.
Weitere Eigenschaften SIS	Text	Weitere Fachdaten aus dem SIS, die ans Verkehrsmodell geliefert werden.

Verkehrsmodell-Linkeigenschaften

Diese Klasse ist eine Spezialisierung des Links und trägt die Eigenschaften, die aus dem Verkehrsmodell stammen.

Attribute

Tabelle 17 Attribute Verkehrsmodell Linkeigenschaften

Name	Typ	Beschreibung
DTV	Zahl	Durchschnittlicher täglicher Verkehr.
Lastwagenanteil	Zahl	Anteil der LKWs am DTV.
dWTV	Zahl	Durchschnittlicher Werktagsverkehr.
dMSP	Zahl	Durchschnittliche Verkehrsstärke in der Morgenspitzenstunde.
dASP	Zahl	Durchschnittliche Verkehrsstärke in der Abendspitzenstunde.
dSa	Zahl	Durchschnittliche Verkehrsstärke am Samstag.
dSo	Zahl	Durchschnittliche Verkehrsstärke am Sonntag.
Weitere Eigenschaften Verkehrsmodell	Zahl	Weitere Fachdaten aus dem Verkehrsmodell, die ans SIS geliefert werden.

Knoten Verkehrsmodell

Knoten repräsentieren Strassenkreuzungen und Anschlüsse für die Beschreibung der Topologie. Sie sind Anfangs- und Endpunkte der Links.

Attribute

Tabelle 18 Attribute Knoten Verkehrsmodell

Name	Typ	Beschreibung
Knotennummer	Text	Nummer oder Name zur Identifikation des Knotens.
Punktgeometrie	Punktgeometrie	Zur Darstellung im GIS und auf Karten.
Weitere Attribute des Knotens	Text	Weitere Attribute des Knotens im Verkehrsmodell.

Abbieger Verkehrsmodell

Mit den Abbiegern wird die Konnektivität der Links in einem Knoten modelliert. Erst mit den Abbiegern wird eine prinzipiell routingfähige Topologie eines Verkehrsmodells sinnvolle Routen ergeben.

Ein Abbieger referenziert folgende Elemente:

- Knoten (topologische Lage der Abbiegebeziehung)
- Von Link (erster Link, vor dem Knoten)
- Nach Link (zweiter Link, nach dem Knoten)

Ein Abbieger definiert, ob für ein "Verkehrssystem" (z.B. PKW, LKW, usw.) der Verkehr von einem Link zu einem anderen in der jeweiligen Richtung möglich ist oder nicht.

Attribute

Tabelle 19 Attribute Abbieger Verkehrsmodell

Name	Typ	Beschreibung
Offen Verkehrssystem x	Text	Zeigt an, ob der Abbieger für ein Verkehrssystem (z.B. PKW, LKW, usw.) offen oder geschlossen ist.
Weitere Attribute des Abbiegers	Zahl	Weitere Attribute des Abbiegers im Verkehrsmodell.

4.2.3 Netzverknüpfungen

Im Folgenden werden verschiedene Netzverknüpfungen erläutert. In Abhängigkeit der jeweiligen Komplexität erlaubt eine Verknüpfungen mehr oder weniger Datenaustausch zwischen SIS und Verkehrsmodell.

Netzverknüpfung Fachdaten

Diese Netzverknüpfung funktioniert unter folgenden Bedingungen:

Das führende System ist ein Quelldatensatz ausserhalb von SIS und Verkehrsmodell (z.B. GDF-Daten eines kommerziellen Herstellers).

- Aus diesem Datensatz werden sowohl das Strassennetz und das Fachnetz im SIS, wie auch die Topologie im Verkehrsmodell abgeleitet.
- Nachführungen oder Ergänzungen bezüglich Strassennetz, Fachnetz oder Topologie gibt es weder im SIS noch im Verkehrsmodell sondern ausschliesslich im Quelldatensatz.

Somit ist gewährleistet, dass die Granularität zwischen den Abschnitten im SIS und den Links im Verkehrsmodell dieselbe ist.

Mögliche Quelldatensätze sind GDF-Daten von kommerziellen Lieferanten. Die Fachdaten des SIS bzw. des Verkehrsmodells können über die Verknüpfungstabelle Abschnitt-Link auf die Abschnitte bzw. Links ins jeweils andere System übertragen werden.

Dieser Ansatz eignet sich nicht, wenn im SIS und Verkehrsmodell unterschiedliche Quellen verwendet werden oder die Netzdaten im jeweiligen System nachgeführt oder ergänzt werden müssen.

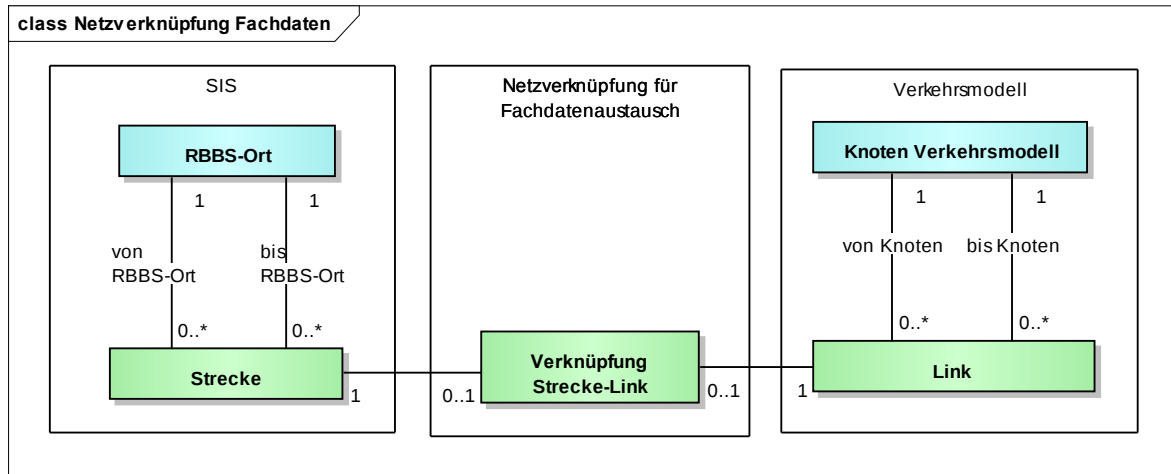


Abbildung 8 Netzverknüpfung Fachdaten

Verknüpfung Strecke-Link

Diese Beziehungstabelle zwischen Strecke aus SIS und Link des Verkehrsmodells trägt die relevanten Sachdaten des SIS und des Verkehrsmodells. Sie ermöglicht den gegenseitigen Sachdatenaustausch.

Netzverknüpfung Fachdaten und Topologie SIS => Verkehrsmodell

Diese Netzverknüpfung funktioniert unter folgenden Voraussetzungen:

- Das führende System ist das SIS.
- Im SIS werden Routingdaten gehalten.

Diese Netzverknüpfung ermöglicht neben dem Sachdatenaustausch auch den Transfer der Topologie vom SIS nach dem Verkehrsmodell, aber nicht umgekehrt. Dies ist sinnvoll, wenn das führende Netz im SIS gehalten wird.

Die Fachdaten des SIS bzw. des Verkehrsmodells können über die Verknüpfungstabelle Strecke-Link auf die Strecke bzw. Links des jeweils anderen Systems übertragen werden.

Eine Erweiterung der Topologie (Strecken / Links und Knoten) im SIS kann auf das Verkehrsmodell übertragen werden. Umgekehrt ist dies jedoch nicht möglich, weil im SIS zusätzlich Knotenorte vorhanden sind, welche jedoch im Verkehrsmodell kein Äquivalent haben. Falls im Verkehrsmodell ein zusätzlicher Knoten benötigt wird, müsste dieser zunächst im SIS erstellt werden. Anschliessend kann er ins Verkehrsmodell übertragen werden. Es ist offensichtlich, dass dies eine bedeutende Einschränkung ist, die bei einer praktischen Anwendung kaum akzeptierbar wäre.

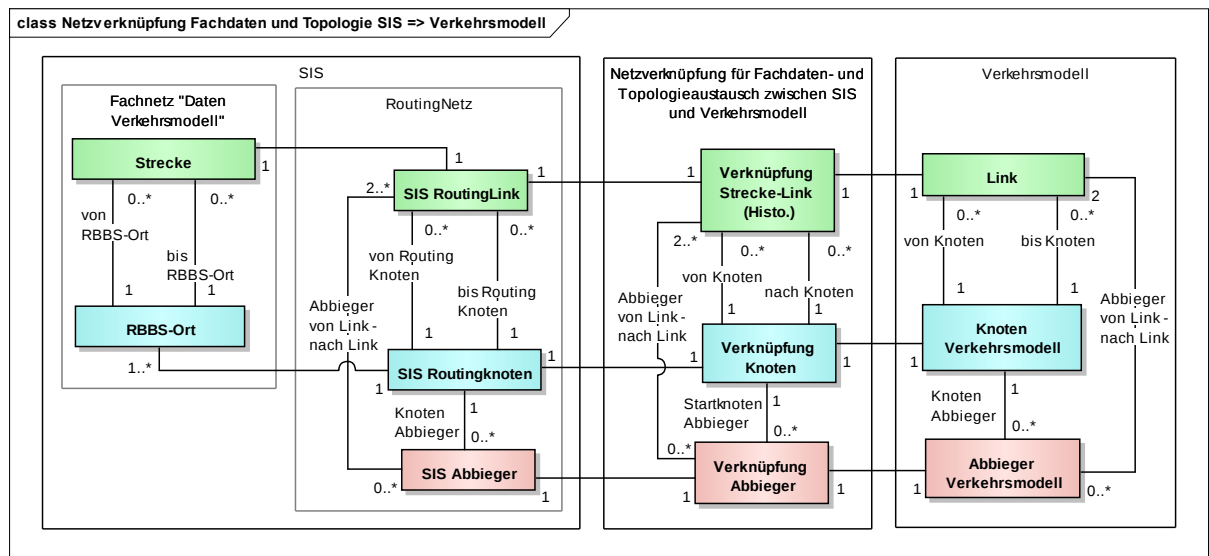


Abbildung 9 Netzverknüpfung Fachdaten und Topologie SIS => Verkehrsmodell

Verknüpfung Strecke-Link (Histo.)

Die Beziehungstabelle zwischen Strecke bzw. SIS Routinglink aus SIS und Link des Verkehrsmodells ermöglicht den gegenseitigen Sachdatenaustausch zwischen den Systemen indem sie die relevanten Sachdaten des SIS und des Verkehrsmodells sowie die Attribute zur Historisierung trägt.

Attribute

Tabelle 20 Attribute Verknüpfung Strecke-Link (Histo.)

Name	Typ	Beschreibung
Gültig von	Datum	Beginn der Gültigkeit der Verknüpfung
Gültig bis	Datum	Ende der Gültigkeit der Verknüpfung

Verknüpfung Knoten

Die Beziehungstabelle zwischen den Routingknoten im SIS und Knoten des Verkehrsmodells ermöglicht zusammen mit der Verknüpfung zwischen SIS RoutingLink und Verkehrsmodell Link, dass die Topologiedaten vom SIS ins Verkehrsmodell übertragen werden können. Der Austausch in umgekehrter Richtung ist nicht möglich, da keine Verknüpfung zum Knotenort im SIS besteht.

Verknüpfung Abbieger

Die Beziehungstabelle zwischen den Abbieger im SIS und Verkehrsmodells ermöglicht, dass zusätzlich zur Topologie auch die Routingfähigkeit vom SIS ins Verkehrsmodell übertragen werden kann.

Netzverknüpfung Fachdaten und Topologie SIS $\Leftrightarrow$ Verkehrsmodell

Diese Netzverknüpfung ermöglicht sowohl den Austausch der Sachdaten, als auch der Topologie zwischen den Systemen. Dies ist sinnvoll, wenn die Topologie in beiden Systemen unabhängig voneinander ergänzt wird und diese Ergänzungen im jeweils anderen System nachgeführt werden sollen.

Die Fachdaten des SIS bzw. des Verkehrsmodells können über die Verknüpfungstabelle Strecke-Link (Transformationsstrecke) ins jeweils andere System übertragen werden.

Die Verknüpfung der RBBS-Orte aus dem SIS mit den Knoten aus dem Verkehrsmodell ermöglicht den Austausch der Topologie in beiden Richtungen.

Die Inhalte der Verknüpfungstabellen müssen durch ein Mapping erstellt werden. Der Aufwand zur Erstellung des Mappings wird als hoch eingeschätzt. Selbst wenn ein grosser Teil des Mappings automatisch durchgeführt werden kann, ist der manuelle Detailreinigung wahrscheinlich sehr aufwändig.

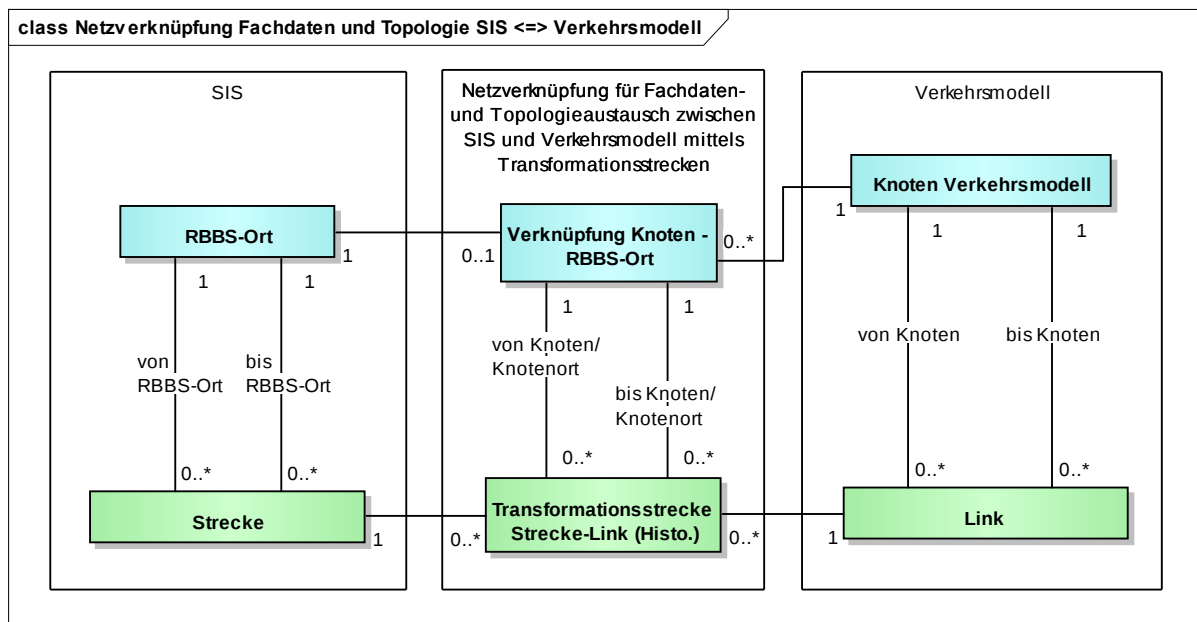


Abbildung 10 Netzverknüpfung Fachdaten und Topologie SIS $\Leftrightarrow$ Verkehrsmodell

Verknüpfung Knoten RBBS-Ort

Die Beziehungstabelle verknüpft RBBS-Orte aus dem SIS mit den Knoten des Verkehrsmodells. Jedem Knoten aus dem Verkehrsmodell werden die entsprechenden RBBS-Orte des SIS zugeordnet. Der RBBS-Ort entspricht dem Anfang oder Ende der korrespondierenden Strecke im SIS.

Dies ermöglicht den Abgleich der Topologie in beide Richtungen (SIS $\Leftrightarrow$ Verkehrsmodell).

Transformationsstrecke Abschnitt-Link (Histo.)

Die Transformationsstrecken zwischen den Strecken aus dem SIS und den Links des Verkehrsmodells tragen die relevanten Sachdaten des SIS und des Verkehrsmodells sowie die Attribute zur Historisierung.

Dies ermöglicht den Abgleich der Topologie in beide Richtungen (SIS <=> Verkehrsmodell).

Attribute

Tabelle 21 Attribute Transformationsstrecke Abschnitt-Link (Histo.)

Name	Typ	Beschreibung
Gültig von	Datum	Beginn der Gültigkeit der Verknüpfung
Gültig bis	Datum	Ende der Gültigkeit der Verknüpfung

4.2.4 Organisationskonzept Nachführung

Die Nachführung stützt sich mehr auf die SIS-Organisation ab, weil im SIS aktuelle Daten stärker nachgefragt werden. Die im Folgenden dargestellte Organisation ist in das MISTRA-Umfeld beim ASTRA eingebunden. Die Organisation auf kantonaler Ebene kann in ähnlicher Konstellation erfolgen. Die Fachprozesse sind entsprechend auf das Umfeld anzupassen.

Rollen

Netz Erfasser

Der Netz Erfasser stellt die vollständige Erfassung des Netz-Verzeichnisses und die konsistente und konfliktfreie Kennzeichnung der Netz-Elemente sicher. Er ist verantwortlich für die Mutationen. Für die korrekte Ortung der Netz-Elemente stützt er sich auf die erfassten Ortungsobjekte und ergänzt diese soweit nötig. In der Regel gilt folgende Zuordnung:

- Erfassung durch Filiale: UPlaNS, Projektübernahmen (z.B. Netzvollendung), Einzelprojekte. Die Daten werden durch die GE verifiziert.
- Erfassung durch GE: KBU, Reparaturen.

Netz Inspektor

Der Netz Inspektor wertet die Ausführungsmeldungen des betrieblichen Unterhalts gemäss standardisierten Kriterien aus. Er überprüft die Anlagen hinsichtlich der Einhaltung existierender und neuer Standards und Richtlinien. Er löst gegebenenfalls zusätzliche gezielte Beobachtungen aus. Diese Erkenntnisse benützt er für Standortbestimmungen und stellt diese technologischen Erneuerungen gegenüber.

Qualitätsprüfer

Der Qualitätsprüfer überprüft die Ausführung und die Qualität der Leistungen.

Erhaltungsmanager

Die Rolle des Erhaltungsmanager umfasst die Planung, Koordination und Überwachung aller Aktivitäten zur Erhaltung der Netz Funktionalität im Filialgebiet. Bei dieser Rolle

handelt es sich um eine zentrale, den gesamten Betrieb und Unterhalt steuernde Aufgabe und die Instanzen des Erhaltungsmanagement sind zugleich die lokale Vertreterin des Auftraggebers.

Verantwortlichkeiten

Für die einzelnen Attribute des Netzes ist zu definieren, welches System verantwortlich für die Pflege oder Generierung der Daten ist. Aus dieser Zuordnung des Attributs zu einem Quellsystem lässt sich auch die Verantwortlichkeit ableiten.

4.3 Beurteilung Analyse und Konzept sowie Klärung Defizite und akzeptable Einschränkungen Veränderungen Prozesse

4.3.1 "mini" proof of concept

UVEK-Verkehrsmodell

Das nationale Personenverkehrsmodell (NPVM) wurde im Jahr 2006 mit dem Basismodell für den Ist-Zustand 2005 (Basiszustand) und den Prognosezustand 2030 (Referenzzustand) erstellt. Das NPVM wurde 2014 auf den Basiszustand 2010 aktualisiert.

Das NPVM kann den durchschnittlichen Werktagsverkehr (DWV), die Abendspitzenstunde (ASP) und die Morgenspitzenstunde (MSP) modellieren. Der schwere Güterverkehr und der Lieferwagenverkehr werden aus dem Güterverkehrsmodell übernommen und im Personenverkehrsmodell auf dem Strassennetz umgelegt.

Entsprechend der räumlichen Abgrenzung und der festgelegten Zonierung des Modells wird eine konsistente Abbildung des Verkehrsangebotes durchgeführt. Das Strassenmodell wurde mit der Verkehrsplanungssoftware VISUM der PTV Group erstellt. Die Aufbereitung der Netze ermöglicht das Erfassen und Analysieren von Verkehrsströmen:

- Ströme zwischen Gemeinden in der Schweiz
- Quell-, Ziel- und Transitströme in, aus bzw. durch die Schweiz

Im Allgemeinen entspricht eine CH-Gemeinde einer Zone mit Gemeindestand aus dem Jahr 2000. In den 10 grössten Städten wurde die Zonierung jedoch verfeinert. Dennoch kann das Modell im Bereich der städtischen Netze nicht kalibriert werden.

Kalibration des Modells

Im Modell wurden mehrfache Anbindungen der Zonen an das Netz modelliert. Das bedeutet, dass in Abhängigkeit vom Zielort eine der verfügbaren Anbindungen benutzt wird. Für die Attributierung der Anbindungen wurde die Luftlinienentfernung zwischen dem bevölkerungsgewichteten Zonenschwerpunkt und dem im Modell abgebildeten Netz berechnet. Die Luftentfernung wurde um einen Faktor von 1.5 korrigiert, um eine realistischen Distanz zu ermitteln. Dieser Faktor wurde aus dem Vergleich der gemessenen Distanz und der Luftliniendistanz im bisherigen nationalen Strassenmodell berechnet.

Im Strassenverkehrsmodell wird der motorisierte Individualverkehr (MIV) abgebildet. Regionale Buslinien sind im Modell des öffentlichen Verkehrs neben dem Schienenpersonenverkehr enthalten.

Verkehrsangebote im Strassenverkehr

Das Schweizer Strassennetz entsprach dem Stand Ende 2000 und wurde aufbauend auf dem GIS-Modell MicroDrive mit Stand 1999 erstellt und im Rahmen der Aktualisierung entsprechend ergänzt. Die Strecken ausserhalb der Schweiz sind auf dem Stand Sommer 1999. Die Koordinaten der Knoten sind in Schweizer Landeskoordinaten in Metern angegeben.

Aus dem ursprünglich europäischen Strassennetzmodell wurden in einem rund 30 km breiten Ring um die Schweiz prinzipiell alle Strecken beibehalten. Nur in Gebieten mit hoher Strassendichte wurde, um Redundanzen abzubauen, das untergeordnete Strassennetz reduziert. In den Gebieten ausserhalb des Ringes wurden die wichtigsten Hochleistungsstrassen beibehalten.

Das Strassennetz besteht aus:

- 24'311 Knoten
- 30'276 Strecken beziehungsweise 60'552 gerichteten Kanten
- 3'884 Anbindungen

Knoten

Die Koordinaten der Knoten sind im Schweizer Landeskoordinatensystem in Metern angegeben.

Strecken

Das CH-Gesamtnetz (ohne Grenzstrecken) hat eine Länge von 136'374 km.

Den Strecken wurden Kapazitäten und Geschwindigkeiten zugespielt. Bei den Schweizer Strecken sind die Stundenkapazitäten nach dem Handbuch zur Bemessung von Strassenverkehrsanlagen in Abhängigkeit vom Streckentyp und der Spuranzahl ermittelt und danach mit dem Faktor 14 für Schweizer Autobahnen und –strassen bzw. 12 für die übrigen Schweizer Streckentypen auf ihre jeweiligen Tageskapazitäten hochgerechnet worden. Für Autobahnen und –strassen wurde ein höherer Faktor verwendet, da auf diesen Strecken der Strassengüterverkehr berücksichtigt wird. Bei zweistreifigen Ausserortsstrassen (inkl. Autostrassen) wurde zusätzlich nach Steigungsklassen (abhängig von der Geschwindigkeit des Bemessungs-Lastwagen) und Kurvigkeit die Kapazität abgemindert. Bei Autobahnen wurde die Tageskapazität ab einer Steigung von 2% nach SN 640018 abgemindert. Dies erfolgte mit 1200 Fz pro Richtung bei 2% Steigung, mit 2400 Fz pro Richtung bei 3% Steigung und bei mehr als 4% Steigung mit 3000 Fz. Bei den Fähren und beim Autoverlad wurden aufgrund des Fahrplans und der Ladekapazität die Streckenkapazität und die Grundgeschwindigkeit berechnet.

Streckenattribute

Tabelle 22 Streckenattribute NPVM

Abkürzung	Name
Strecken:Nr	Streckennummer
VonKnot	von Knotennummer
NachKnot	nach Knotennummer
Typ	Streckentyp

Laenge	reale Länge (m)
Kap-IV	Kapazität MIV (Fz/24 h)
V0-IV	Geschwindigkeit bei freiem Verkehrsfluss
StrName	Strassenname
EROEFFNUGSJAHRCH	Eröffnungsjahr der Strecke Schweiz
EROEFJAHREU	Eröffnungsjahr der Strecke Europa
EUSTRASSE	Europastrassennummer
GEWICHTSLIMIT	Gewichtslimit (t)
HOEHE	Höhe Lichtraumprofil (m)
KURVIGKEIT	Kurvigkeit der Strecke (gon/km)
NAT-BEZ	Nationale Bezeichnung (Betreiber)
STEIG_A	Steigungsprozente auf Autobahnen
V-BEMESSUNGS-LKW	Geschwindigkeit Bemessungs-LKW (km/h)
KOMMENTAR	Kommentar
IN_BEBAU_GEB	Strecke befindet sich zu mind. 70 % im bebauten Gebiet
ABSCHNITT	Abschnittsname
UNTERABSCH	Unterabschnittsname

Jede Strecke ist einem von 64 verschiedenen Streckentypen zugeordnet. Bei der Unterscheidung zwischen Autobahn und Autostrasse in der Schweiz wurde auf die Definition des ASTRA Bezug genommen. Als Autostrassen werden Hochleistungsstrassen mit nur einem Fahrstreifen je Richtung angesehen, die nur für Motorfahrzeuge zugelassen sind und deren Kreuzungen in der Regel planfrei ausgeführt und nur durch bestimmte Anschlussstellen zugänglich sind. Bei den übrigen Schweizer Streckentypen wurde weitgehend auf die Angaben aus dem MicroGis-Netz zurückgegriffen. Bei Ausserortsstrecken, die mindestens zu 70% im bebauten Gebiet liegen, wurde die freie Geschwindigkeit (v0) auf 50 km/h herabgesetzt, aber es wurde dafür kein neuer Streckentyp definiert.

Aktualisierung des NPVM für 2010

Im Rahmen der Aktualisierung des NPVM für das Jahr 2010 wurden fehlende Autobahnanschlüsse ergänzt, Korrekturen an Ein- und Ausfahrten sowie Halbanschlüssen vorgenommen, die Kapazitäten bei Spurausbauten angepasst, sowie weitere Änderungen vorgenommen. Grundsätzliche Änderungen an der Philosophie des Netzes oder dem Netzmodell gab es nicht.

Erneuerung des NPVM

In den Jahren 2016 bis 2019 soll das NPVM grundlegend erneuert werden. In diesem Rahmen ist eine grössere Zonen- und Netzverfeinerung vorgesehen.

ASTRA - MISTRA

Im Folgenden wird aufgezeigt, welche Anforderungen bezüglich Datenabgabe MISTRA gegenwärtig erfüllen kann.

Tabelle 23 Anforderungen an die Datenabgabe MISTRA

Beschreibung	Fachattribute	Datenstruktur	Bemerkung
Daten, die in MISTRA aktuell vorhanden sind	Strasseneigentümer	Jede Achse im MISTRA Basissystem hat obligatorisch einen Eigentümer (Bund / Kanton / Gemeinde).	
Daten, die im MISTRA noch fehlen aber vorgesehen sind	Strassenkategorie nach VSS, Signalisierte Geschwindigkeit, Anzahl Fahrspuren, LKW-Beschränkungen (Gewicht, Höhe, Breite)	Alle diese Fachattribute sollen im MISTRA Basissystem als Fachnetze gehalten werden.	Zu allen Themen liegen aktuelle Daten vor. Diese decken das Strassennetz aber entweder nur partiell (Signalisierte Geschwindigkeit, Anzahl Fahrspuren, LKW-Beschränkungen) oder nur regional (Strassenkategorie nach VSS) ab.
Daten, die im MISTRA (noch) nicht vorgesehen sind	Länge des Fachnetzsegmentes, Fahrverbote nach Fahrzeugtypen, Längsgefälle, Überholverbote, Innerorts /	Alle diese Fachattribute könnten im MISTRA Basissystem als Fachnetze gehalten werden.	Die Länge des Fachnetzsegmentes ist berechenbar, die Berechnung ist aber nicht implementiert. Datenlieferante für Längsgefälle, Überholverbote, und Innerorts / Ausserorts sind
Routingfähige Topologie	Das ASTRA verfügt über routingfähige Daten von TomTom.	Eine geeignete Datenstruktur in MISTRA ist nicht vorhanden.	Schnittstellenmodelle wurden erarbeitet. Eine Umsetzung in MISTRA ist jedoch gegenwärtig nicht geplant.

Nötige Ergänzungen in SIS und/oder Verkehrsmodell**Import/Export Daten von Verkehrszählungen**

Der Austausch von Zählstellendaten ist komplex, da die Inhalte je nach Typ der Zählstellen bzw. Zählung unterschiedlich sind. Auftreten können z.B. DTV-, DWV-, Morgen- und Abendspitzen- Werte je Richtung oder im Querschnitt. Weiterhin spielt der Messzeitraum eine Rolle: Wie lange wurde gemessen? Ist der zeitliche Zusammenhang zwischen Zählung und Anwendung der Daten gegeben? Darüber hinaus wären Informationen zu beeinflussenden Umleitungen oder Veränderungen im Netz hilfreich.

Belastungen aggregieren und plausibilisieren

Es ist naheliegend, dass Belastungen im Knotenbereich nur dann übergeben werden können, wenn der Knoten in SIS und Verkehrsmodell in ähnlicher Detaillierung abgebildet ist.

Liegt im Verkehrsmodell ein genauer modellierter Knoten vor, können nicht alle Belastungen an das SIS übergeben werden. Ist das Netz im SIS detaillierter als im Verkehrsmodell, so können nicht alle Abschnitte des Knotens mit Belastungen attribuiert werden.

Um ein konsistentes Vorgehen gewährleisten zu können, müsste eine Plausibilisierung der Datenübergabe erfolgen, die nicht nur prüft, ob die einzelnen Werte korrekt übergeben wurden, sondern auch inhaltlich prüft, ob die übergebenen Werte ein Bild ergeben, das nicht zu Fehlinterpretationen aufgrund einer Teilinformation verleitet.

Netz im Verkehrsmodell

Ein NPVM auf Basis eines Navigationsnetzes würde das Mapping mit dem MISTRA-Netz deutlich vereinfachen. Im Bestfall käme in beiden Systemen die gleiche Version dieses Navigationsnetzes zum Einsatz, so dass zumindest die Gemeindestrassen (siehe folgendes Kapitel) direkt gemappt werden könnten. Aufgrund der verschiedenen Updatezyklen zwischen den Netzen des Verkehrsmodells und des SIS würde die Verschiedenheit der beiden Netze mit fortschreitender Zeit steigen. Im Vergleich zum NPVM-Netz auf Micro-GIS-Basis wäre das Mapping mit weniger Aufwand verbunden.

4.3.2 Gegenüberstellung Anforderungen/Konzepte mit Realität

Die Netze in MISTRA und dem NPVM unterscheiden sich konzeptionell sehr stark. Eine direkte Verknüpfung der Netze wäre mit grossen Schwierigkeiten und Einbussen in den Möglichkeiten des SIS und/oder Verkehrsmodells verbunden.

Sowohl in MISTRA wie im Verkehrsmodell gibt es eine Verknüpfung zu Navigationsdaten. Eine Verknüpfung wäre also auch über dieses gemeinsame bzw. mit beiden Anwendungen verbundene Netz möglich. Es gab bereits Untersuchungen, wie diese Verbindung hergestellt werden kann. Es zeigte sich jedoch, dass die Verknüpfung über das Navigationsnetz ebenfalls mit Schwierigkeiten verbunden ist. Die Ursachen liegen unter anderem in den IDs der Netzelemente

Die National- und Kantonsstrassen werden in MISTRA vom Bund bzw. den Kantonen erfasst und nachgeführt. Die Gemeindestrassen werden aus einem Navigationsnetz in das MISTRA-Netz ergänzt.

Um die Gemeindestrassen im Navigationsdatensatz eruieren zu können, werden die Navigationsdaten mit den National- und Kantonsachsen verschnitten. Alles was hierbei nicht gemappt werden kann, gilt als Gemeindestrasse und wird nach MISTRA importiert. Strassen in den Navigationsdaten, welche den National- und Kantonsstrassen entsprechen, werden nicht nach MISTRA übernommen. Auch die Zuordnungstabelle des Mappings wird nicht in MISTRA übernommen. Daher sind die Schlüssel der Gemeindestrassen nicht stabil.

Ein Mapping zwischen dem Achsnetz in MISTRA und dem Strassennetz des VM-UVEK wurde durchgeführt. Die Geometrie im VM-UVEK und MISTRA Basissystem ist sehr unterschiedlich. Im MISTRA Basissystem ist sie oft mehr oder weniger exakt versus eher schematisch im Verkehrsmodell. Teilweise waren die Knotenstrukturen im NPVM detaillierter als bei MISTRA. Diese Unterschiede führten dazu, dass die Automatisierung des Mappings keine ausreichende Qualität geliefert hat und der manuelle Aufwand bei den Nacharbeiten sehr gross war. Der Nutzen des bestehenden Mappings für die zukünftige Aktualisierung des Mappings wird als gering eingestuft, weil kein Bezug über die Schlüssel zwischen alten und aktuellen Daten hergestellt werden kann. Das Mapping auf diese Weise zu wiederholen, lohnt sich also nicht.

4.4 Resultate aus der Prüfung der praktischen Handhabung

In den vorangegangenen Kapiteln wurde gezeigt, wie die Verknüpfung und der Datenaustausch zwischen Strasseninformationssystemen und Verkehrsmodellen erfolgen können. Vom beinahe trivialen Fall eines vollkommen identischen Netzes über ähnliche Netze bis zum grundlegend unterschiedlichen Netz wurden verschiedene Wege aufgezeigt. Je deutlicher die Unterschiede zwischen den verwendeten Netzen in deren Auflösung und Topologie sind, mit desto grösserem Aufwand ist bei der Verknüpfung zu rechnen. Zusätzlich steigen die Informationsverluste bei Netzen mit grösseren Unterschieden, weil z.B. durch Aggregation oder lokal verhindertes Mapping Informationen nicht detailliert oder gar nicht übergeben werden können.

Die Untersuchung der Netze von MISTRA und dem UVEK-Verkehrsmodell zeigt, dass diese Netze grosse Unterschiede aufweisen. Damit wird nachvollziehbar, dass der bereits unternommene Versuch zur Verknüpfung der beiden Netze mit Hilfe eines Navigationsnetzes als von beiden Netzen aus verknüpftes „Zwischennetz“ nicht zum Erfolg führte.

Die Schwierigkeiten und Hindernisse bei der Verknüpfung der Netze würden deutlich kleiner, wenn das NPVM auf einem detaillierteren Navigationsnetz beruhte. Eine solche Aktualisierung ist angedacht, so dass die Verknüpfung mit MISTRA danach neu geprüft werden sollte. Wird als Grundlage für das detaillierte Netz auf dem Navigationsnetz aufgebaut, das auch in MISTRA enthalten ist, wird die Verknüpfung deutlich vereinfacht. Jedoch bleibt die Problematik, dass sich IDs zwischen den vierteljährlichen Datenlieferungen ändern können und somit die Zuordnung von Elementen mit Hilfe der ID mit zunehmender zeitlicher Diskrepanz der verwendeten Netze schwieriger wird.

Möglicherweise stellt das Topografische Landschaftsmodell "TLM_STRASSEN" der Swisstopo eine Alternative zu Navigationsdaten dar, bei der die Problematik wechselnder IDs weniger ausgeprägt ist. In diesem Netz fehlen die Abbiegebeziehungen, so dass diese zum Beispiel aus Navigationsnetzen zu ergänzen wären. Jedoch erscheint es lohnenswert die weitere Entwicklung des TLM_Strassen zu beobachten und die Möglichkeiten, die sich bieten können, zu erörtern.

4.5 TLM – Netz der Swisstopo

Swisstopo führt das Topografische Landschaftsmodell (TLM) der Schweiz, das eventuell eine Basis für ein digitales Netz für Strasseninformationssysteme und/oder Verkehrsmodell sein kann.

Beim Topografischen Landschaftsmodell handelt es sich um Geobasisdaten, welche die Form und Bodenbedeckung der Erdoberfläche sowie deren Nomenklatur in drei Dimensionen beschreiben. Im TLM werden die Daten der Schweiz und des angrenzenden Auslands erfasst und nachgeführt.

Zur Erfassung und zur Nachführung des TLM werden die Methoden der bildgestützten 3D-Erfassung, der 2.5D-Erfassung und der Felderfassung eingesetzt.

Im Folgenden wird lediglich die Auswahl an Datenelementen betrachtet, die im direkten Zusammenhang mit einem digitalen Strassennetz stehen.

4.5.1 Topic TLM_STRASSEN

Dieses Topic enthält die Strassen und die Wege. Es wird immer eine Achse in der Mitte der Strasse erfasst, unabhängig von den Anzahl Fahrstreifen. Eine Ausnahme bilden richtungsgetrennte Strassen: dort wird, in Fahrtrichtung gesehen, am linken Rand der Strasse eine Kante erfasst.

Die Achsen werden im Wesentlichen nach Strassenbreite klassifiziert. Grundsätzlich wird unterschieden zwischen der Bauart (Attribut „Objektart“) der Strasse und den geltenden Verkehrsbeschränkungen (Attribut „VERKEHRBSCHRAENKUNG“). Die Strassenachsen werden beim Wechsel eines Attributes segmentiert.

Damit ein vollständiges Strassennetz entsteht, werden Strecken mit Autoverlad und Autofahren ebenfalls erfasst.

Feature Class TLM_STRASSE

In dieser Feature Class werden alle Strassen und Wege geführt (Shape als Polylinie).

Objektart: Ausfahrt, Einfahrt, Autobahn, Raststätte, Verbindung, Zufahrt, Dienstzufahrt, 10m Strasse, 6m Strasse, 4m Strasse, 3m Strasse, Platz Autozug Fähre, 2m Weg, 1m Weg, 1m Wegfragment, 2m Wegfragment, Markierte Spur, 8m Strasse, Autostrasse, Klettersteig

Kunstabauten: Brücke, Brücke mit Galerie, Gedeckte Brücke, Brücke mit Treppe, Staudamm, Steg, Galerie, Staumauer, Wehr, Treppe, Tunnel, Unterführung, Unterführung mit Treppe, Furt

Wanderwege: Wanderweg, Bergwanderweg, Alpinwanderweg

Verkehrsbeschränkung: Allgemeines Fahrverbot, Fussweg, Fussgängerzone, Gebührenpflichtige Strassen, Gesicherte Kletterpartie, Lastwagenfahrverbot, Militärstrasse, Radweg, Radweg und Fussweg, Reitweg, Reitweg und Fussweg, Rennstrecke, Panzerpiste, Strassen mit Verkehrsberuhigungsmassnahmen, Teststrecke, Wintersperre, Zeitlich geregelt, Allgemeine Verkehrsbeschränkung

Richtungsgetrennt: Falsch, Wahr

TLM_Strassen_Name_Uuid: Name (z.B. Brücken, Tunnels)

Belagsart: Hart, Natur

Kreisel: Falsch, Wahr

Befahrbarkeit: Falsch, Wahr

Eröffnungsdatum:

Stufe: Unterirdisch (2. Stufe), Unterirdisch (1. Stufe), Ebenerdig, Erhoben oder schwebend (1. Stufe), Erhoben oder schwebend (2. Stufe)

Feature Class TLM_AUS_EINFAHRT

In dieser Feature Class werden alle Ein- und Ausfahrten von Autobahnen und Autostrassen geführt. Diese werden als Punkte modelliert und stellen Knoten im Strassennetz dar.

Point

Objektart: Verzweigung, Ausfahrt, Einfahrt, Ein- und Ausfahrt

TLM_Strassen_Name_Uuid: Name des Anschluss oder der Verzweigung

Nummer: Nummer des Anschluss oder der Verzweigung

Feature Class TLM_STRASSENINFO

In dieser Feature Class werden Informationen zu Restriktionen, Zuständen, Hindernissen, Bauten und Knotenpunkten im Strassennetz geführt. Diese werden als Punkte modelliert und stellen Knoten im Strassennetz dar.

Point

Objektart: Durchfahrtssperre, Erschliessung, Raststätte, Zählstelle, Zollamt 24h eingeschränkt, Zollamt, MISTRA Bezugspunkt, MISTRA Zusatzknoten, Loop Junction, Zollamt eingeschränkt, Verladestation, Treppe kurz, Standardknoten

TLM_Strassen_Name_Uuid: Name des Objekts

Tankstelle: Falsch, Wahr

Restaurant: Falsch, Wahr

Shop: Falsch, Wahr

Toiletten: Falsch, Wahr

4.5.2 Tabelle TLM_STRASSENROUTE

Diese Tabelle enthält zusätzliche Strassen -und Routeninformationen. Mittels Relationship Class (n:m – Beziehung) können diese Informationen mit den entsprechenden Strassensegmenten in der Feature Class "TLM_STRASSEN" verbunden werden.

Objektart: Kantonsstrasse, Nationalstrasse, HLS Kanton, HLS bund, Europastrasse, Hauptstrasse A, Hauptstrasse B, Hauptstrasse C, Hauptstrasse Swisstopo gelb, Nebenstrasse, Hauptstrasse Swisstopo rot

Name

Routennummer

4.5.3 Tabelle TLM_STRASSENROUTE_STRASSE

Mit der Beziehungstabelle zwischen den Strassenachsen (Feature Class "TLM_Strasse") und den Routen (Tabelle "TLM_Strassenroute") kann eine n:m – Beziehung zwischen diesen beiden Datensätzen hergestellt werden. Einer oder mehreren Strassenabschnitten können somit eine oder mehrere Strassenrouten zugeordnet sein.

Routennummer

4.5.4 TLM-Netz in Verkehrsmodell

Die zu Testzwecken verfügbaren TLM Daten (TLM_Strasse, TLM_Strasseninfo, TLM_Haltestelle) wurden in die Verkehrsplanungssoftware VISUM eingelesen. Das Netz umfasst Teile von Bern (u.a. Altstadt), Muri und Wabern.

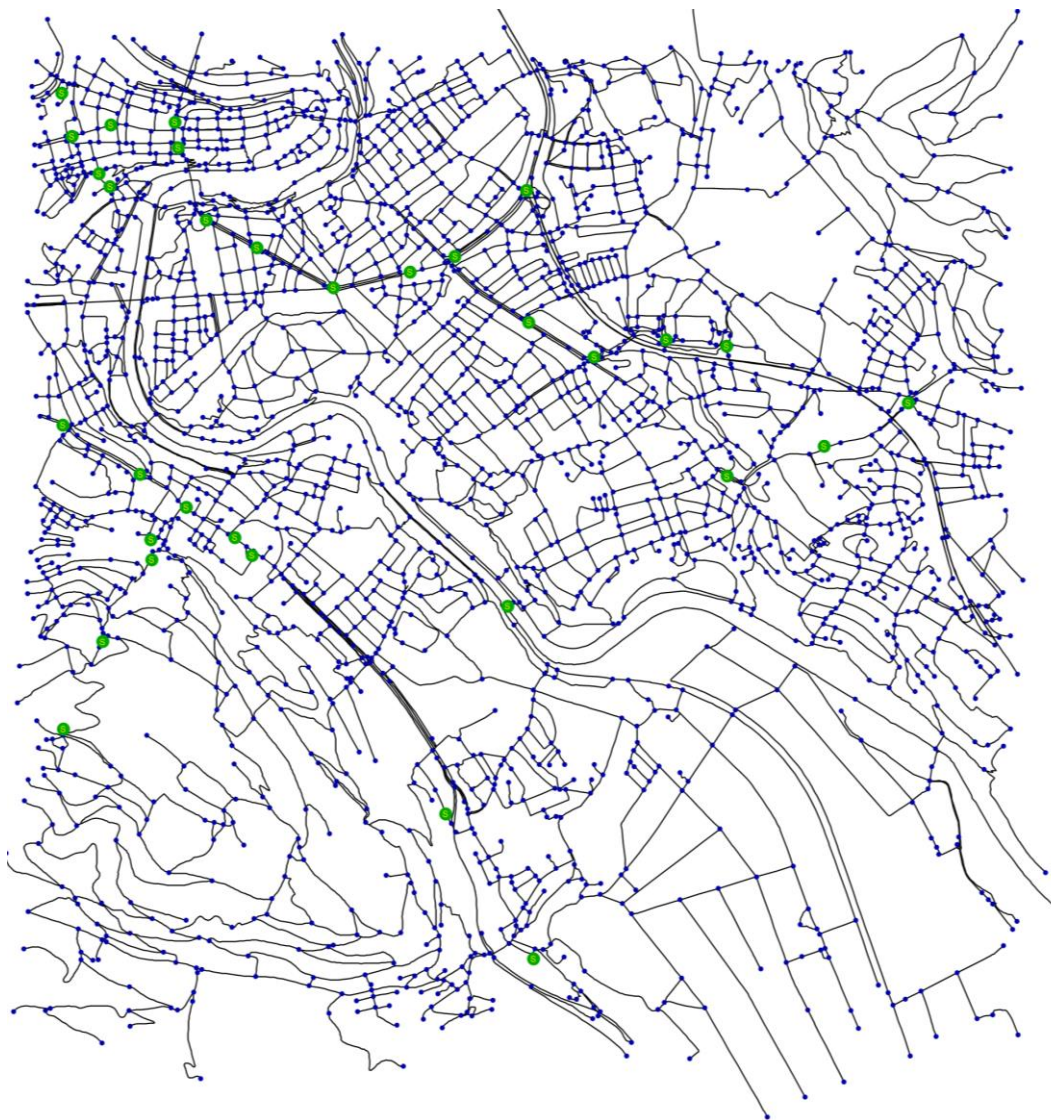


Abbildung 11 TLM-Netz aus Knoten, Kanten und Haltestellen im Verkehrsmodell

Es zeigt sich ein Knoten-Kanten-Modell in dem etliche Knoten mehrfach vorliegen, weil diese beim Einlesen der Strassen generiert werden und aus der TLM-Strasseninfo hinzugelesen werden.

Man erhält ein routingfähiges Netz, wenn einige Anpassungen vorgenommen werden:

- Bereinigen der Mehrfach-Knoten
- Generieren von Abbiegebeziehungen
- Darstellung der unterschiedlichen Strassenbreiten

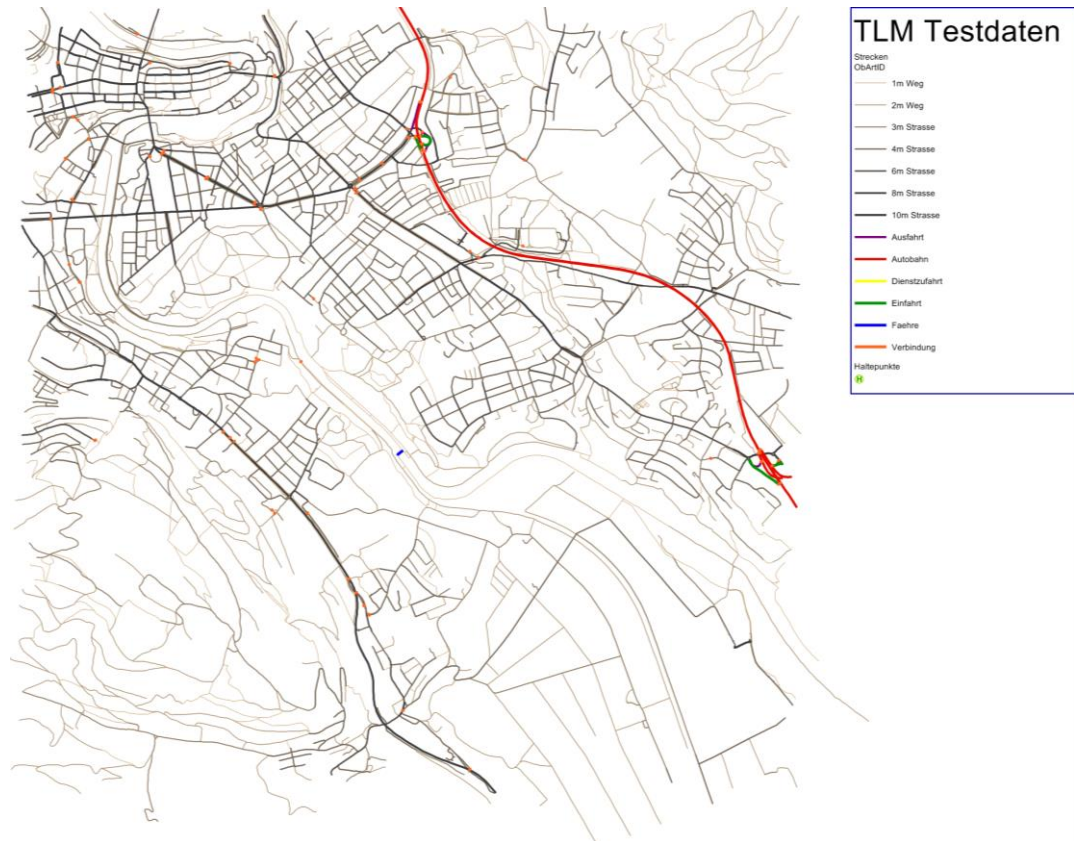


Abbildung 12 TLM-Netz aus Strecken differenziert nach deren Breite

Durch die Modifikationen wird das Netz routingfähig und erfüllt somit eine der Grundanforderungen an ein Verkehrsmodellnetz. Allerdings fehlen sinnvolle Abbiegebeziehungen, die generierten Beziehungen stellen nur sicher, dass ein Routing technisch möglich ist.

Es ergeben sich bei der Routensuche keine realistischen Routen, weil unter anderem die Abbiegebeziehungen nicht sinnvoll abgebildet sind und weil keine Geschwindigkeiten und Kapazitäten auf den Kanten vorliegen. Die Abbiegebeziehungen könnten aus einem Navigationsnetz übernommen werden.

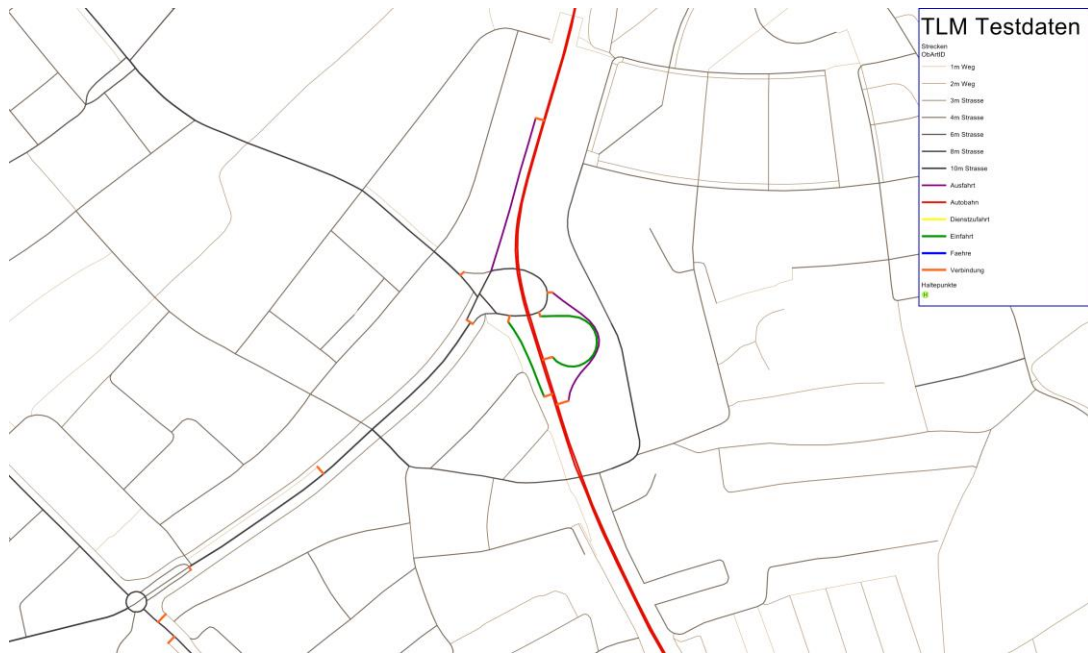


Abbildung 13 Detail des Anschlusses Bern-Ostring an die N06

Fussgängerwege, die nicht als Trottoir unmittelbar neben der Strasse führen, sind als separate Kanten dargestellt, die mit kurzen „Verbindung“-Kanten an die entsprechenden Strassen-Kanten angehängt sind. Auf die gleiche Weise sind Einfahrt und Ausfahrt der Autobahn an den deren Kanten angeschlossen.

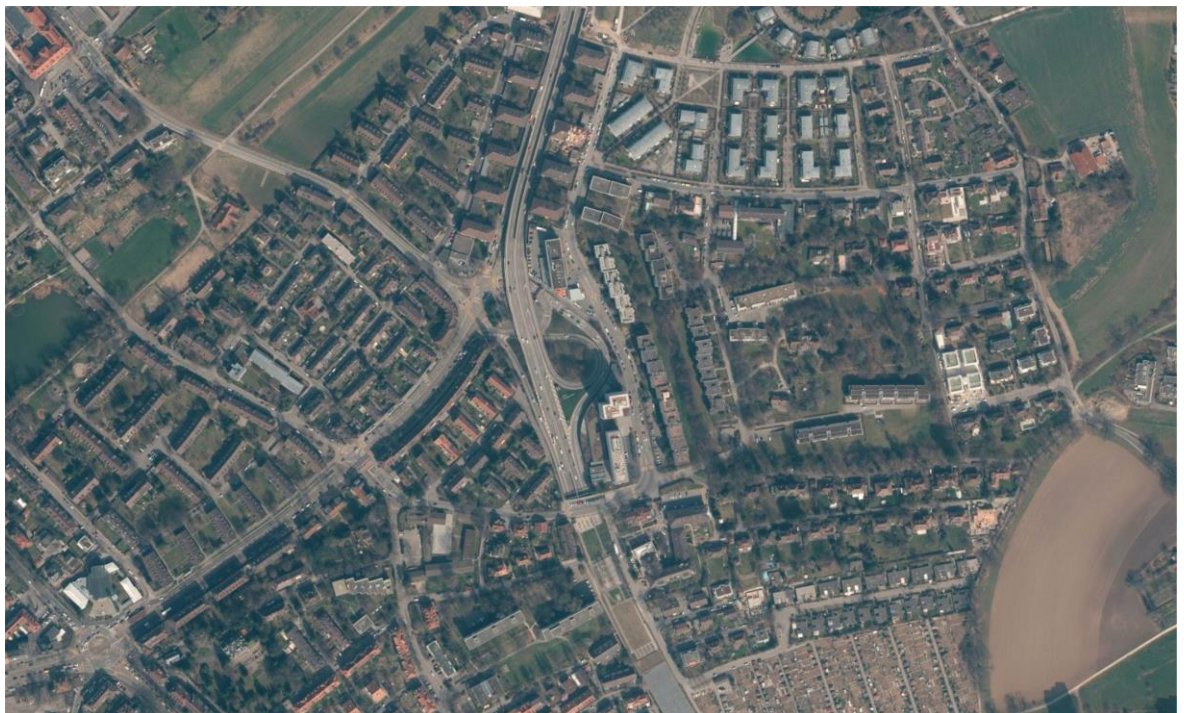


Abbildung 14 Orthofoto des Anschlusses Bern-Ostring an die N06 [Quelle: Bing Maps]

Das obige Orthofoto zeigt den gleichen Netzausschnitt wie das Detail des Anschlusses Bern-Ostring.

5 Lösungsszenarien

Mit dem Abschluss der Phase 2 (siehe Kapitel 4) hat die Begleitkommission des Projekts beschlossen, anstelle einer Pilotanwendung, die für den Fall MISTRA und VM-UVEK bereits untersucht wurde, weiter auf die Anforderungen der wichtigsten Anwender und Datenherren einzugehen und mögliche Lösungsansätze aufzuzeigen.

Daraufhin wurde in einem Experten-Workshop vertieft auf die Anforderungen an digitale Strassennetze eingegangen und über die Nutzung der Netze diskutiert. Am Workshop nahmen Vertreter von ASTRA, ARE, Swisstopo, eines Kantons und einer Stadt teil.

5.1 Anforderungen

In den folgenden Unterkapiteln werden die Themen Granularität des Netzes und Periodizität der Nachführung behandelt, weil diese für die jeweiligen Anwender/Betreiber Muss-Anforderungen sind und daher beim Datenaustausch zwischen SIS und Verkehrsmodell zu berücksichtigen sind.

5.1.1 ASTRA

Das ASTRA betreibt mit MISTRA ein SIS, auf das etliche Fachapplikationen zugreifen.

Der Hauptfokus ist auf den aktuellen Zustand des Strassennetzes gerichtet. Eine Historisierung ist vorhanden, d.h. auf Zustände in der Vergangenheit kann zugegriffen werden und auch Prognosen sind möglich.

Die Periodizität der Nachführung des Strassennetzes ist abhängig von der Hierarchiestufe. Die Nationalstrassen werden möglichst aktuell gehalten; diese Änderungen sind dem ASTRA selbst bekannt. Die Kantonsstrassen werden jährlich aktualisiert und für Gemeindestrassen gibt es in der Regel ebenfalls eine jährliche Aktualisierung.

5.1.2 ARE

Das ARE entwickelt und betreibt im Auftrag des UVEK das nationale Personenverkehrsmodell auf Strasse und Schiene.

Das Strassennetz umfasst die Nationalstrassen und Kantonsstrassen und einen Teil der Gemeindestrassen. Im Vergleich zu kantonalen Verkehrsmodellen ist das Netz deutlich weniger detailliert. Es kann davon ausgegangen werden, dass mit einer Anpassung des nationalen Modells die Detaillierung des Netzes zunehmen wird und dieses dadurch zu den heutigen kantonalen Verkehrsmodellnetzen vergleichbar wird.

Bei einem Verkehrsmodell ist grundsätzlich zwischen einem Basiszustand (Ist-Zustand) und einem Referenzzustand (Referenzzustand der Prognose) zu unterscheiden. Mit dem Basiszustand wird die Güte des Modells geprüft. Die Modellansätze haben als zentrale empirische Grundlage den Mikrozensus Mobilität und Verkehr sowie die parallel durchgeführte Stated-Preference-Befragung zum Verkehrsverhalten, die alle 5 Jahre durchgeführt werden. An diesen Rhythmus lehnt sich auch die Aktualisierung des Basiszustandes an. Anwendungen oder Massnahmen beziehen sich in der Regel immer auf die Prognose, das heisst im Vergleich zum Referenzzustand. Die Netze zwischen dem Basiszustand, dem Referenzzustand und anderen Szenarien müssen eine Kompatibilität aufweisen, so dass die Modellergebnisse untereinander vergleichbar sind.

Eine kontinuierliche Nachführung widerspricht dem Fokus auf Prognosen und Szenarien und würde eine häufige Neuberechnung der Referenzbelastungen und eine Anpassung der Prognosebelastungen bedeuten.

5.1.3 SWISSTOPO

Swisstopo baut und pflegt das TLM-Netz. Das Strassennetz wird je nach Hierarchiestufe in unterschiedlichen Perioden aktualisiert. Bei Nationalstrassen und Kantonsstrassen finden jährliche Nachführungen statt. Bisher wurden die restlichen Strassen im 6-Jahresrhythmus aktualisiert. Künftig soll dieses Intervall auf 2 bis 3 Jahre gesenkt werden. Diese Aktualisierungen der Gemeindestrassen sind regional gegliedert, d.h. jedes Jahr wird eine Region aktualisiert, so dass nach 6 Jahren alle Regionen einmal nachgeführt sein werden.

Eine Erweiterung der Attribute ist machbar, wenn sie für wichtige Anwendungen benötigt werden.

5.1.4 Kantone

Vorbemerkung: Die Kantone/Städte vertreten in der Begleitgruppe zum Projekt die Betreiber von Verkehrsmodellen. Sie setzen auch SIS ein, in dieser Rolle waren sie aber in der BK nicht vertreten.

Die Anforderungen der Kantone sind bezüglich Verkehrsmodellen weitgehend deckungsgleich zu denen des ARE. Es liegt nahe, dass auf kantonaler Ebene ein detaillierteres Netz und eine feinere Zonierung gefordert sind.

Betreffend der Nachführungs-Zyklen der Basisnetze unterscheiden sich ARE und Kantone nicht (nur marginal).

Ähnliches gilt auch für die Nutzung von SIS. MISTRA ist so konzipiert, dass die Kantone dieses SIS ebenfalls nutzen können und damit ihre Kantons- und eventuell sogar Gemeindestrassen verwalten. In diesem Fall gelten nahezu die gleichen technischen Anforderungen wie für das ASTRA.

Wenn andere SIS eingesetzt werden, basieren diese meist auf der Georeferenzierung mittels RBBS oder Unterhaltskilometer. Damit besteht auch hier der grundsätzliche Unterschied in der Datenmodellierung der Strassen im Vergleich zu Knoten und Kanten in den Verkehrsmodellen.

5.1.5 Fazit aus Anforderungen

Die verschiedenen Anwender/Betreiber von SIS und Verkehrsmodellen bzw. Ersteller digitaler Strassennetze haben stark divergierende Bedürfnisse an Aktualisierung, Prognosehorizonte und Detailtiefe der Netze. Dies spricht unter den gegebenen Voraussetzungen in der Schweiz gegen einen automatisierten Austausch von Netzen zwischen SIS und Verkehrsmodellen, weil der erforderliche Aufwand an Ressourcen nicht zweckmässig wäre.

5.2 Lösungsansätze

5.2.1 Gemeinsames Netzmodell aus dem SIS

In SIS mit einem verknüpften Navigationsdatennetz sind Routing-Berechnungen möglich. Damit besteht theoretisch die Möglichkeit Umlegungsberechnungen wie in einem Verkehrsmodell direkt im SIS auszuführen. Mit einer Historisierung der Daten wie z.B. in MISTRA wäre es hypothetisch möglich, die Fragestellungen der unterschiedlichen Netzzustände und –Aktualisierungsintervalle zu lösen.

Es muss jedoch davon ausgegangen werden, dass dieser Lösungsansatz aus den folgenden Gründen nicht praktikabel ist:

- Die meisten Verkehrsmodelle decken auch den ÖV ab. Damit müsste auch das Schienennetz im SIS gepflegt werden.
- Die Entwicklung eines solchen Moduls/Fachapplikation wäre sehr aufwendig, weil das (Strassen-)Netz nur ein einzelner Aspekt eines Verkehrsmodells ist.

- Die Performance der Berechnungen wird geringer sein als in einem reinen Verkehrsmodellnetz.
- Die Performance der Berechnungen wird auch im Vergleich zu langjährig optimierter Verkehrsmodellierungssoftware geringer sein.

5.2.2 Gemeinsames Netzmodell aus dem Verkehrsmodell

In einem hypothetischen Ansatz kann das Netzmodell aus dem Verkehrsmodell für die Georeferenzierung im SIS verwendet werden. Damit würden alle Bezüge auf das Knoten-Kanten-Modell referenzieren.

Dieser Ansatz ist für die Verwaltung von Strassen kaum geeignet:

- Verkehrsmodelle setzen teilweise auf ausgedünnte Netze.
- Der Umbau eines Knotens mit einer Lageveränderung würde dazu führen, dass sich alle Referenzen bis zu den nächsten Knoten ebenfalls ändern würden.
- Die Orientierung direkt auf der Strasse wäre schwieriger, weil man dazu den letzten Knoten und auch den nächsten Knoten kennen sollte und darüber hinaus die Länge auf der Kante, d.h. die Distanz zum letzten Knoten benötigt würde.

5.2.3 Verknüpfung eines Netzes mit fixen IDs und inkrementellen Updates

Die Diskrepanz in den gewünschten Updatezyklen zwischen SIS und Verkehrsmodell ist ein Teil der Anforderungen und kann nicht sinnvoll durch die Einigung auf ein gemeinsames Intervall gelöst werden. Ein kurzer Rhythmus für die Netzanpassungen wäre ein gravierender Nachteil beim Einsatz der Verkehrsmodelle. Umgekehrt sind längere Zyklen für SIS nachteilig, weil die Informationen im System weniger aktuell wären.

Ein Lösungsansatz für den Datenaustausch zwischen SIS und Verkehrsmodell muss diese Diskrepanz berücksichtigen, um praktikabel zu sein. Mit der zunehmenden Komplexität der Verknüpfung steigt der Aufwand entsprechend an.

Einen möglichen Lösungsansatz bilden Netze mit stabilen IDs (Referenzen) und inkrementellen Updates.

Navigationsnetze, die oft als Grundlage für Netze in Verkehrsmodellen dienen oder in SIS eingebunden sind, werden in regelmässigen Abständen aktualisiert und veröffentlicht. Die Intervalle für Updates liegen bislang im Bereich von monatlich bis quartalsweise. Dabei ist nicht sichergestellt, dass ein Element, das nicht mutiert wurde, in der Update-Auslieferung weiterhin die gleiche ID hat, wie in den Vorgängerversionen. Dadurch entstehen Probleme beim Import von Updates in Systeme, die weitere Informationen mit dem Netz verknüpft haben. Auch der Austausch von Informationen zwischen Systemen, die einen anderen Update-Stand haben, wird von diesem Effekt beeinträchtigt.

Netze mit fixen IDs können diese Problematik entschärfen. Mit dem Swisstopo TLM und dem TomTom MultiNet-R⁵ stehen Netze zur Verfügung, die stabile IDs haben. MultiNet-R unterstützt inkrementelle Updates. Im Jahr 2015 werden die Updates monatlich und danach wöchentlich zur Verfügung gestellt.

Dieser Lösungsansatz stellt die beste Möglichkeit zur Verknüpfung der Netze aus SIS und Verkehrsmodell und für den Datenaustausch zwischen deren Netzen dar. Für diesen Ansatz sprechen die folgenden Punkte:

- Die Anforderungen an unterschiedliche Nachführungszyklen werden unterstützt.
- Der Aufwand für die Nachführung ist angemessen.

• ⁵ Quelle: Pressemitteilung vom 12.11.2014, <http://corporate.tomtom.com/releasedetail.cfm?releaseid=882279>

- Die unabhängige Entwicklung der SIS-Netze und Verkehrsmodellnetze wird unterstützt. So können im Verkehrsmodell z.B. vorgesehene Massnahmen im Prognosenetz ergänzt werden.
- Unterschiedliche Granularitäten der Netze werden unterstützt.

Mit der Entscheidung für ein Netz mit fixen IDs gehen Abhängigkeiten gegenüber dem Anbieter und rechtliche Aspekte bei der Verwendung der Daten und deren Weitergabe einher. Allenfalls ist eine Kombination der Anbieter ein empfehlenswerter Weg, um die jeweiligen Vorteile kombinieren zu können.

5.3 Weiterer Handlungs- und Forschungsbedarf

- Die Eignung des TLM-Netzes für den Aufbau eines Verkehrsmodell-Netzes sollte weiter untersucht werden.
 - Gibt es neben den fehlenden Abbiegebeziehungen weitere nicht vorhandene aber wichtige Attribute?
 - Wie kann die Datenhaltung und -pflege organisiert werden, um den Anforderungen von SIS, Verkehrsmodell und Swisstopo gerecht zu werden?
- Der Datenaustausch basierend auf einem Netz mit fixen IDs sollte untersucht werden, insbesondere wie hoch der Anteil der automatisch zuordnungsfähigen Daten ist.
 - Wie ist der Datenaustausch zu organisieren?
 - Wie kann mit Netzergänzungen im SIS oder Verkehrsmodell beim Datenaustausch umgegangen werden?
- Da die Update-Zyklen zwischen SIS und Verkehrsmodell grundlegend verschieden sind, sollte untersucht werden, ob Netze mit inkrementellen Updates Vorteile beim Austausch zwischen Systemen mit deutlich unterschiedlichem Update-Stand haben. Möglicherweise kann das inkrementelle Update zur Bildung von Verknüpfungstabellen herangezogen werden, die die Trefferquote beim automatischen Abgleich deutlich erhöht.
- Für SIS steht mit MISTRA eine Plattform zur Verfügung, die vom Bund über einige Kantone bis auf Stufe Gemeinde nutzbar ist. Allerdings bezieht es sich nur auf Strassen.

Wird dieser Ansatz teilweise auf Verkehrsmodelle übertragen, bedeutet dies, dass ein detailliertes, nationales Netz erstellt wird, das vom ARE genutzt werden kann und das für Kantone und Gemeinden ausreichend detailliert ist. Für die nationalen Berechnungen könnten Strassen ab einer bestimmten Kategorie ausgefiltert werden.

 - Besteht von nationaler Seite und von Seiten der Kantone Interesse an solche einem Lösungsansatz?
 - Gibt es Randbedingungen zwischen den Hierarchiestufen, die bei diesem Ansatz speziell berücksichtigt werden müssen?
- Die Arbeiten mit den anderen benötigten Netzen für den Schienenverkehr, den strassengebundenen ÖV und kombinierte Netze für Velo und Fussgänger sind grundsätzlich mit dem Strassennetz (Fokus auf MIV) abzustimmen.
- Damit ein umfassendes Netz erstellt werden kann, das möglichst vielen Ansprüchen gerecht wird, sind detailliertere Untersuchungen der organisatorischen Strukturen nötig, die Netzinformationen (Strasse, Schiene und Langsamverkehr) erzeugen, verarbeiten oder gebrauchen.
- Ein Schritt zur Vereinfachung des Datenaustauschs zwischen SIS und Verkehrsmodell kann mit der Erneuerung des NPVM erfolgen. Voraussichtlich wird die Topologie der Netze von NPVM und MISTRA dadurch ähnlicher, so dass ein automatisches Netz-Matching eine höhere Erfolgsquote erreichen kann.

Anhänge

I	Netzobjekt in VISUM	77
I.1	Basisnetzobjekte.....	77
I.2	ÖV-Netzobjekte	79
I.3	Allgemeine Netzobjekte.....	82

I Netzobjekt in VISUM

I.1 Basisnetzobjekte

Verkehrssystem (V Sys)

Das Verkehrsangebot setzt sich aus verschiedenen (Teil-) Verkehrssystemen zusammen. Verkehrssysteme dienen beispielsweise dazu Attribute für Netzobjekte abhängig vom Verkehrssystem zu belegen. So können etwa Strecken für ein Verkehrssystem Rad geöffnet, für die Verkehrssysteme Pkw und Lkw hingegen gesperrt werden.

Modus

Im IV umfasst ein Modus genau ein Verkehrssystem. Im ÖV hingegen kann ein Modus mehrere Verkehrssysteme umfassen. So können Sie zum Beispiel einen Modus ÖV definieren, der die ÖV-Verkehrssysteme Tram, Bus und Zug umfasst.

Nachfragesegment (N Seg)

Ein Nachfragesegment stellt die Verbindung zwischen Verkehrsangebot und Verkehrsnachfrage her. Ein Nachfragesegment ist genau einem Modus zugeordnet und jedem Nachfragesegment ist genau eine Nachfragematrix zugeordnet. Ein Modus kann mehrere Nachfragesegmente umfassen. So können Sie beispielsweise für den Modus ÖV ein Nachfragesegment für den Schülerverkehr und eines für den übrigen ÖV-Verkehr anlegen.

Knoten

Knoten sind Punktobjekte, die die räumliche Lage von Straßenkreuzungen, Einmündungen oder Weichen im Straßen- und Schienennetz angeben. Sie sind Anfangs- oder Endpunkte von Strecken. Über Knoten erfolgt die Anbindung der Bezirke an das Netz (Anbindungsknoten).

Abbieger

Abbieger geben an, welche Fahrtbeziehungen an einem Knoten zugelassen sind, das heißt ob an einem Knoten von einer Strecke in eine andere Strecke abgebogen werden darf.

Für IV-Verkehrssysteme können Abbiegezeitzuschläge und Kapazitäten festgelegt werden, die den Einfluss der Kreuzung auf die Leistungsfähigkeit des Netzes beschreiben. Abbiegeverbote werden wie folgt berücksichtigt:

Für ÖV-Verkehrssysteme bei der Konstruktion der Linienroute

Für IV-Verkehrssysteme bei der Routensuche

Abbiegerstandard

Abbiegerstandards sind Muster, aus denen neu entstehende Abbieger mit Standardwerten für ihre Attribute Zeitzuschlag und Kapazität IV belegt werden.

Welcher Abbiegerstandard zur Belegung der Attribute eines Abbiegers verwendet wird, richtet sich nach dem Typ des Knotens, dem Typ des Abbiegers und der Stromhierarchie.

Strecke

Strecken verbinden Knoten und beschreiben so die Struktur des Straßen- und Schienennetzes. Eine Strecke ist eine gerichtete Kante, das heißt Hin- und Rückrichtung der Strecke sind eigenständige Netzobjekte und können somit unterschiedliche Attributwerte haben.

Streckentyp

Streckentypen dienen als Muster beim Einfügen neuer Strecken. Beim Einfügen einer Strecke muss ein Streckentyp angegeben werden. Von diesem übernimmt die Strecke dann die Attribute zulässige Verkehrssysteme (VSys-Set), Kapazität IV, Geschwindigkeiten (v0-IV, vMin-IV, vMax-IV und vStd-ÖV) Anzahl Fahrstreifen und den Rang der Strecke als Standardwerte.

Bezirk

Bezirke (Verkehrszellen) beschreiben die Lage von Nutzungen im Netz (zum Beispiel Wohngebiete, Arbeitsstätten, Einkaufszentren, Schulen). Sie sind Ausgangspunkt und Ziel von Ortsveränderungen, das heißt von Verkehr, und über Anbindungen mit dem Netz verbunden.

Anbindung

Anbindungen schließen Bezirke an das Streckennetz an. Sie entsprechen den Zu- und Abgangswegen zwischen Bezirksschwerpunkt und Anbindungsknoten. Für den ÖV erfolgt die Anbindung über einen Haltestellenbereich mit Haltepunkt(en), der einem Netzknoten zugeordnet ist.

Oberknoten

Mehrere Knoten lassen sich zu einem Oberknoten aggregieren. Jeder Knoten darf dabei nur Teil eines Oberknotens sein. Die Verwendung von Oberknoten bietet sich an, wenn das Visum-Netz stark disaggregiert vorliegt und beispielsweise Richtungsfahrbahnen als getrennte Strecken vorhanden sind und dadurch Kreuzungen aus mehreren Knoten bestehen (diese Situation kann etwa bei der Arbeit mit Navigationsnetzen in Visum entstehen).

Oberabbieger

Oberabbieger entstehen bei der Verwendung von Oberknoten. Jede der Fahrtbeziehungen über den Oberknoten hinweg wird durch einen Oberabbieger repräsentiert. Oberabbieger besitzen die gleichen Attribute wie Abbieger. In der Umlegung tritt der Oberabbieger an die Stelle der Abbieger des Knotens, was den erwünschten Effekt zur Folge hat, dass nur ein Abbiegezuschlag für jeden Oberabbieger in die Umlegung mit eingeht.

Oberbezirk

Oberbezirke gruppieren mehrere Bezirke und ermöglichen aggregierte Auswertungen. Ein Oberbezirk kann zum Beispiel einen Landkreis darstellen, der mehrere Gemeinden als Verkehrszellen umfasst.

Gebiet

Gebiete sind Netzobjekte, mit denen sich zum Beispiel Stadt- und Kreisgrenzen abbilden lassen. Basierend auf einem Polygon, das die Gebietsgrenze definiert, können Kennzahlen des IV und ÖV für jedes Gebiet schnittscharf ausgewiesen werden (zum Beispiel die gefahrenen Servicekilometer innerhalb eines Gebiets).

Beziehung

Beziehungen bestehen zwischen allen Bezirken des Netzes. Die Werte in Kenngrößenmatrizen und Nachfragematrizen beziehen sich auf jeweils eine Beziehung. Im Unterschied zu den anderen Netzobjekten können Sie Beziehungen nicht interaktiv im Netzeditor bearbeiten, aber Sie können Beziehungen filtern und grafisch darstellen. Für jede Beziehung können Sie als Attribute die Kenngrößenmatrix-Werte, Nachfragematrix-Werte und die Luftlinienweite auswählen.

Weg

Bei der Berechnung von Umlegungen werden Wege zwischen den Quell- und Zielbezirken gefunden und deren Belastung ermittelt. Wege sind daher das zentrale Ergebnis der Umlegungsverfahren. Im IV kann der Anwender Wege manuell bearbeiten. So können etwa Umlegungsergebnisse manuell nach Visum importiert werden oder auch die Visum-Umlegungsergebnisse manuell angepasst werden. Es lassen sich sowohl die Belastungen der Wege als auch der Verlauf der Wege bearbeiten.

Verkehrstag

Ein Verkehrstag ist eine frei definierbare Menge von Tagen innerhalb des verwendeten Kalenders. Wird ein Wochenkalender verwendet, so kann ein Verkehrstag die Tage Montag bis Sonntag umfassen (zum Beispiel „montags bis freitags“). Wird ein Jahreskalender verwendet, so können beliebige Einzeltage innerhalb der Gültigkeitsdauer ausgewählt werden. Wird kein Kalender verwendet, so gibt es nur den Verkehrstag „täglich“. Es ist dann nicht möglich neue Verkehrstage anzulegen.

Im ÖV: jedem Fahrplanfahrabschnitt kann ein Verkehrstag zugeordnet werden.

Im IV: für die Dynamische Stochastische Umlegung und DUE kann das Verkehrsangebot zeitlich veränderlich sein. Dazu dienen befristete Attribute. Bei Verwendung eines Kalenders können für diese befristeten Attribute Verkehrstage angegeben werden, an denen sie wirken sollen.

I.2 ÖV-Netzobjekte

Haltestelle

Eine Haltestelle fasst Haltestellenbereiche und damit auch Haltepunkte zusammen. Sie hat zur Lokalisierung und grafischen Darstellung eine Koordinate, ist aber nicht direkt einem Netzknoten oder einer Strecke zugeordnet.

Haltestellenbereich

Ein Haltestellenbereich unterteilt eine Haltestelle in Bereiche. Er kann beispielsweise einen Bahnsteig, eine Straßenkreuzung mit mehreren Haltepunkten, eine Bahnhofshalle darstellen. Ein Haltestellenbereich hat folgende Eigenschaften:

Er ist genau einer Haltestelle zugeordnet.

Er kann mehrere Haltepunkte umfassen.

Er kann einem Netzknoten zugeordnet werden. Damit ist eine ÖV-Anbindung eines Bezirks an das Streckennetz möglich.

Die Bereiche einer Haltestelle werden durch eine Übergangsgezeitmatrix (Gehzeiten zwischen den Haltestellenbereichen) miteinander verbunden. Sie enthält die Übergangsgezeit für zum Beispiel jedes ÖVFuß-Verkehrssystem.

Haltepunkt

Ein Haltepunkt ist der Ort, an dem ÖV-Linien für den Fahrgastwechsel halten. Ein Haltepunkt kann entweder auf einem Knoten oder auf einer Strecke liegen (Streckenhaltepunkt).

Ein Haltepunkt am Knoten kann von allen Linien bedient werden, die den Knoten überfahren.

Ein Haltepunkt auf einer Strecke kann nur von den Linien bedient werden, die über diese Strecke fahren. Mit Streckenhaltepunkten ist optional eine detaillierte richtungsfeine Modellierung auf der Basis von Masten möglich. Alternativ können auch ungerichtete Haltepunkte auf Strecken eingefügt werden.

Linie

Linien fassen alle Linienrouten und Fahrpläne einer Linie zusammen. Eine Linie hat mindestens eine Linienroute und diese mindestens ein Fahrzeitprofil. Um Linienvarianten zu definieren, können einer Linie mehrere Linienroutenzugeordnet werden und jeder von diesen wiederum mehrere Fahrzeitprofile.

Linienroute Die Linienroute beschreibt den räumlichen Verlauf des Linienweges für eine Fahrtrichtung als eine Folge von Routenpunkten. Routenpunkte sind ausgewählte Punkte im Linienweg, nämlich alle Haltepunkte und eventuell auch überfahrene Knoten. Der erste und letzte Routenpunkt einer Linienroute muss je ein Haltepunkt sein, der für das Verkehrssystem der Linie geöffnet ist.

Fahrzeitprofil

Fahrzeitprofile beschreiben die Länge der Fahrzeiten zwischen den Haltepunkten einer Linienroute und ob an den Haltepunkten der Linienroute ein- oder ausgestiegen werden darf. Da es möglich ist pro Linienroute mehrere Fahrzeitprofile anzulegen, können Sie so beispielsweise modellieren, dass die Fahrzeiten einer Straßenbahn zwischen Haltepunkten im Feierabendverkehr länger sind als am Rest des Tages. Die Zuordnung des Fahrzeitprofils erfolgt auf Fahrtebene, so dass Sie jeder Fahrt ein anderes Fahrzeitprofil zuweisen können.

Fahrplanfahrt

Fahrplanfahrten (auch kurz Fahrten genannt) sind die grundlegenden Objekte zur Beschreibung des Fahrplans. Jede Fahrplanfahrt benutzt genau ein Fahrzeitprofil. In den meisten Fällen benutzen alle Fahrten einer Linienroute dasselbe Fahrzeitprofil, falls dieses zum Beispiel nicht tageszeitabhängig variiert.

Fahrplanfahrtabschnitt

Fahrplanfahrtabschnitte (auch Fahrabschnitte genannt) dienen dazu, eine Fahrplanfahrt weiter zu unterteilen. Für die Fahrabschnitte einer Fahrplanfahrt können unterschiedliche Verkehrstage und unterschiedliche Fahrzeugkombinationen festgelegt werden. So können Sie etwa erreichen, dass ein Zug an Tagen hoher Auslastung mit einer Fahrzeugkombination, die mehr Wagen angehängt hat, verkehrt. Außerdem können Sie für jeden Fahrabschnitt unterschiedliche Start- und Endhaltepunkte angeben, und somit beispielsweise erreichen, dass die zusätzlichen Wagen nur auf einem Teil des Linienroutenverlaufs angehängt werden.

Oberlinie

Oberlinien dienen dazu mehrere Linien zu aggregieren und Auswertungen (wie zum Beispiel für ÖV-betriebliche Kennzahlen) auf dieser Aggregationsebene vorzunehmen. Die Aggregation kann auch über Linien mit verschiedenen Verkehrssystemen erfolgen.

Systemroute

Eine Systemroute beschreibt die Fahrzeit und den räumlichen Verlauf zwischen zwei Haltepunkten. Im Gegensatz zur Linienroute ist sie unabhängig von der Zugehörigkeit zu einer Linie oder gar zu einer konkreten Fahrplanfahrt. Systemrouten dienen mit ihren Wege- und Fahrzeuginformationen als Schablone für das effiziente Digitalisieren von Linienrouten und für das Setzen von Fahrzeiten im Fahrzeitprofil. Systemrouten sind optionale Netzobjekte, also nicht zwingend notwendig, wenn Sie ein ÖV-Modell erstellen.

ÖV-Betreiber

Jedem Fahrplanfahrabschnitt können Sie optional einen Betreiber zuordnen. Bei der Arbeit mit dem Betreibermodell können Sie dann ÖV-betriebliche Kennzahlen je Betreiber auswerten. Desweiteren können Sie jedem Betreiber Kostenwerte für Abschreibungen und laufende Kosten zuweisen und dann Betreiberkosten bezogen auf verschiedene Netzobjekte auswerten.

Fahrzeugkombination

Jedem Fahrplanfahrabschnitt können Sie optional eine Fahrzeugkombination zuordnen. Einer Fahrzeugkombination können Sie zeit- und entfernungsabhängige Kostensätze für Fahrplanfahrten und Leerfahrten und Kostensätze für den Aufenthalt im Depot und die Standzeit zuordnen. Diese Kostensätze kommen im Rahmen des Betreibermodells zur Anwendung.

Fahrzeugeinheit

Eine Fahrzeugkombination besteht aus einer oder mehreren Fahrzeugeinheiten. So können Sie beispielsweise eine Fahrzeugkombination Intercity aus mehreren Fahrzeugeinheiten Wagen zusammensetzen. Für jede können Sie die Anzahl Sitzplätze und Gesamtplätze angeben. Desweiteren können Sie zeit- und entfernungsabhängige Kostensätze für Fahrplanfahrten und Leerfahrten und Kostensätze für den Aufenthalt im Depot und die Standzeit zuordnen. Außerdem ist ein fixer Kostensatz pro Fahrzeug definierbar. Dies ermöglicht eine sehr differenzierte Modellierung Ihres Fahrzeugparks.

Umlaufversion

In Visum können mehrere Umlaufbildungsergebnisse nebeneinander gehalten werden. Diese werden in so genannten Umlaufversionen abgelegt. So können Planungsvarianten mit unterschiedlichen Parametereinstellungen leichter miteinander verglichen werden. Zum Beispiel kann eine Umlaufversion, in der das Umsetzen erlaubt ist und eine andere, in der dies nicht erlaubt ist, im Modell gehalten werden.

Umlaufelementtyp

Jeder Umlauf setzt sich aus einzelnen Abschnitten zusammen, die als Umlaufelemente bezeichnet werden. Jedes Umlaufelement ist von einem bestimmten Typ (Umlaufelementtyp). Standardmäßig gibt es in Visum die Umlaufelementtypen Fahrplanfahrt, Leerfahrt, Wendezeit und Stand. Sie können aber auch benutzerdefinierte Umlaufelementtypen anlegen und diese manuell in Ihre Umläufe einplanen (zum Beispiel für Wartung oder Waschen).

Fahrkartenart

Werden Erlöse mit Hilfe eines Tarifmodells modelliert, dann bildet die Fahrkartenart die Grundlage für die Fahrpreisberechnung einer Verbindung. Es können Grundpreise und verkehrssystemabhängige Zuschläge definiert werden.

Tarifzone

Bei der Erlösberechnung mit Tarifmodell und Zonentarif, dienen Tarifzonen zur Fahrpreisberechnung einer Verbindung. Dieses richtet sich beim Zonentarif nach der Anzahl durchfahrener Tarifzonen. Um die Anzahl durchfahrener Tarifzonen zu ermitteln, werden diesen Haltestellen zugeordnet.

ÖV-Koordinierungsgruppe

Dieses Netzobjekt ist nur in der taktfeinen Umlegung relevant. Gibt es beispielsweise zwei Linien, die sich auf einem gemeinsamen Abschnitt der Linienwege zu einem halb so langen Taktintervall ergänzen, so spricht man von Koordinierung. Die Koordinierungsgruppe fasst zwei oder mehr Fahrzeitprofile über einen gemeinsamen Abschnitt der Linienwege zusammen. Wurden zwei oder mehrere Fahrzeitprofile über einen Streckenabschnitt koordiniert, so verhalten sie sich auf diesem Abschnitt wie ein Fahrzeitprofil mit entsprechend erhöhter Taktfrequenz. Die Zufallsgröße, die im Rahmen der taktfeinen Umlegung die Wartezeit darstellt, verringert sich dadurch auf dem koordinierten Abschnitt.

I.3 Allgemeine Netzobjekte

Point of Interest (POI) und POI-Kategorie

Points of Interest sind benutzerdefinierte Netzobjekte mit räumlichem Bezug, zum Beispiel Parkplätze, LSA-Controller oder Baken für RBL im ÖV. POIs dienen zur Darstellung spezieller Nutzungen wie etwa Gaststätten oder Hotels, zur Datenverwaltung sowie für Erreichbarkeitsanalysen.

Zählstelle

Zählstellen sind eigenständige Netzobjekte, die genau einer Strecke richtungsbezogen zugeordnet sind und zur Verwaltung von Streckenzählwerten dienen.

Detektor

Detektoren sind optionale Netzobjekte des Zusatzmoduls Zählstellen. Sie dienen der fahrstreifenfeinen Verwaltung von Zählwerten sowie der Modellierung von Signalsteuerungen.

Mautsystem

Mautsysteme sind optionale Netzobjekte, mit denen Sie Mautzonen in das Netzmodell einfügen können. Beim TRIBUT-Verfahren bilden sie die Grundlage zur Berechnung der Straßenbenutzungsgebühren.

GIS-Objekt

GIS-Objekte (GIS = geografisches Informationssystem) erweitern das Netzmodell um spezielle Layer, die direkt aus dem GIS ArcGIS eingebunden und über Verschneidefunktionen mit den Visum Netzdaten verknüpft werden können. Die Objekte sind nur während der Verbindung mit einer Personal Geo Database (PGD) verfügbar.

Screenline

Screenlines sind ein nützliches Konstrukt für die Kalibrierung eines Umlegungsmodells anhand von Streckenzählwerten. Ihr Verlauf entspricht häufig natürlichen Gegebenheiten, zum Beispiel einem Fluss oder einem Bahnkörper.

Glossar

Begriff	Bedeutung
ARE	Bundesamt für Raumentwicklung
ASP	Abendspitze
ASTRA	Bundesamt für Strassen
BK	Begleitkommission
DTV	Durchschnittlicher täglicher Verkehr
DWV	Durchschnittlicher Werktagsverkehr
GDF	Geographic Data File
GIS	Geographisches Informationssystem
GPS	Global Positioning System
INA	Integrierte Applikationen
INTERLIS	Modellbasierte Datenbeschreibungssprache und Transferformat für Geodaten
LV	Langsamverkehr
MDA	Model Driven Approach
MISTRA	Management Informationssystem Strasse und Strassenverkehr
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MSP	Morgenspitze
NPVM	Nationales Personenverkehrsmodell
ÖV	Öffentlicher Verkehr
RBBS	Räumliches Basisbezugssystem
SIS	Strasseninformationssystem
SVT	Strassenverkehrstelematik
TLM	Topographisches Landschaftsmodell
UML	Unified Modelling Language
VEGIS	Werkzeuge für die Konnektivität zwischen Verkehrsmodellen und Geographischen Informationssystemen
VM	Verkehrsmanagement
VM-UVEK	Verkehrsmodell des ARE bzw. UVEK

Literaturverzeichnis

-
- [1] SVI 2001: GIS als Hilfsmittel in der Verkehrsplanung (SVI 41/00)
-
- [2] SVI 2003: Schnittstellen zwischen Strassendatenbanken und Geo-Informationssystemen (VSS 1994/015)
-
- [3] VSS 2009: MDAinSVT. Einsatz modellbasierter Datentransfernomen (INTERLIS) in der Strassenverkehrstelematik am Beispiel der Verkehrsdaten. Forschungsbericht VSS 2007/902
-
- [4] VSS 2008: NAVAROU: Potentiel d'utilisation des données routières de la navigation automobile pour l'entretien routier. Forschungsbericht VSS 2002/706
-
- [5] SVI 1997 : La banque de données routières STRADA-DB comme base de modèles de trafic (SVI 48/95)
-
- [6] VSS 2012: MDATrafo. Entwurf Forschungsbericht VSS 2009/901
-
- [7] STEIGER, E. (2011): Verfahren zur Verkehrsdatengenerierung aus freien geographischen Informationssystemen: innerstädtische Verkehrsanalyse am Beispiel Salzburg im Kontext eines verbesserten Verkehrsmanagements. Diplomarbeit, Universität Leipzig, Fakultät für Physik und Geowissenschaften, Institut für Geographie.
-
- [8] ANEZ, J., DE LA BARRA, T. & PEREZ, B. (1996): Dual Graph Representation of Transport Networks. Transportation Research, Part B: Methodological, 30 (3), S. 209-216.
-
- [9] EPP, T. (2010): Automatische Datenübernahme aus der Graphenintegrationsplattform (GIP) in das Online-Verkehrsmodell. In: STROBL, J. et al. (Hrsg.): Angewandte Geoinformatik 2010. Wichmann, Berlin/Offenbach, S. 342-348.
-
- [10] SCHÜRMANN 2003: Verkehrsmodellierung und GIS. Schnittstellen zwischen ArcInfo, EM-ME/2, VSS und weiteren Verkehrsmodellen, 10. deutschsprachigen ESRI Anwenderkonferenz, Innsbruck, Österreich
-
- [11] KUNZE, W. 2001: Datenaustausch zwischen ATKIS® und OKSTRA®-basierter Straßeninformationsbanken am Beispiel der NWSIB, Landesvermessungsamt Nordrhein-Westfalen, Bonn
-
- [12] VeGIS 2012: Werkzeuge für die Konnektivität zwischen Verkehrsmodellen und Geographischen Informationssystemen, Endbericht fachlicher Teil ohne administrative Projektangaben, Forschungsgesellschaft Mobilität gem. GmbH, W. Red; D. Wiederwald, Technische Universität Graz, Institut für Straßen- und Verkehrswesen, R. Neuhold; A. Marauli; M. Fellendorf, PRISMA solutions EDV-Dienstleistungen GmbH, W. Pruschinski; S. Kollarits, PLANALP ZT GmbH, K. Spielmann
-
- [13] Bundesamt für Landestopografie swisstopo 2014: Objektkatalog swissTLM^{3D} 1.2, April 2014
-
- [14] VSS 2011: Initialprojekt für das Forschungspaket „Nutzensteigerung für die Anwender des SIS“, Forschungsbericht VSS 2009/709, Februar 2011
-
- [15] VSS 2015: Forschungspaket Nutzensteigerung für die Anwender des SIS: EP6: Schnittstellen aus den Auswertungssystemen SIS (SIS-DWH), Forschungsbericht VSS 2011/716, April 2015
-

Projektabschluss

Formular 3 ARAMIS SBT als PDF (Das Formular einscannen, dann das PDF öffnen und dann mit dem Schnappschuss-Werkzeug (Fotoapparat) die Seiten markieren und dann hier einfügen).



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Strassen ASTRA

FORSCHUNG IM STRASSENWESEN DES UVEK

Version vom 09.10.2013

Formular Nr. 3: Projektabschluss

erstellt / geändert am: 31.8.2015

Grunddaten

Projekt-Nr.: VSS 2011/906
Projekttitel: Datenaustausch zwischen Strasseninformationssystemen und Verkehrsmodellen
Enddatum: 31.8.2015

Texte

Zusammenfassung der Projektergebnisse:

In der Schweiz sind beim Bund, bei Kantonen und bei Gemeinden Strasseninformationssysteme (SIS) im Einsatz. Sie verwalten Daten von Strassen und Objekten, die einen Zusammenhang mit dem Strassenverlauf haben. Diese Systeme benutzen als Basis das Achsnetz, zumeist als räumliches Basisbezugssystem.

Auf den gleichen hierarchischen Ebenen gibt es Verkehrsmodelle, die ebenfalls ein digitales Achsnetz benötigen. Grundlegende Anforderungen an das Netz sind die Routingfähigkeit, vorhandene Abbiegebeziehungen an Knotenpunkten und die Geschwindigkeitssignale auf den Strecken als Attribute der Strecken abzubilden.

Die Aufbereitung und Pflege der Achsnetze erfolgt in beiden Anwendungen separat. Damit wird Arbeit teilweise doppelt gemacht und teils redundante Daten erzeugt bzw. gehalten. Durch die Vielzahl an SIS und Verkehrsmodellen bei Bund, Kantonen und Städten steigt der Mehraufwand zusätzlich. Ein gemeinsam nutzbares Netz würde den Datenaustausch zwischen beiden Anwendungen vereinfachen.

So liessen sich auch Netzattribute vereinfacht austauschen. Kennzahlen des Verkehrs wie DTV sind z.B. für ein SIS wichtige Attribute, die für Dimensionierungen oder Emissionsberechnungen benötigt werden. Diese Attribute werden z.B. in Verkehrsmodellen für unterschiedliche Zeithorizonte erzeugt und könnten vom Verkehrsmodell zum SIS übergeben werden. Aber auch der Austausch von Attributen in die gegenläufige Richtung ist ein Vorteil, ebenso wie die einmalige Erstellung des Netzes und die Vermeidung redundanter Datensätze.

Aus der Literaturanalyse heraus speziell erwähnenswert und interessant bezüglich der Verknüpfung beider Anwendungsbereiche über ein gemeinsames Netz ist das VEGIS Projekt in Österreich, weil dort ein Werkzeug für die Konnektivität zwischen Verkehrsmodellen und Geographischen Informationssystemen erstellt und an mehreren gross angelegten Testfällen erprobt wurde.

Aus der Literaturanalyse und der Expertenbefragung ergab sich, dass sowohl positive wie auch hindernde Aspekte für bzw. gegen ein gemeinsames Netz oder dessen (Teil-) Austausch bestehen. Argumente, die für die Verknüpfung sprechen sind beispielsweise das Sparpotential bei der Erstellung oder Pflege des Netzes oder die homogene Datenqualität. Gegen die Verknüpfung der Netze sprechen insbesondere organisatorische Gründe wie die Datenerfassung/-kontrolle oder der Zeitablauf.

Konzeptuelle Definition der Schnittstelle:

Die zentralen Fachprozesse eines SIS und eines Verkehrsmodells wurden dargestellt und die Anforderungen an die Daten abgeleitet. Zusätzlich wurden Anforderungen an Funktionen und die Organisation postuliert.

Die für die Verknüpfung relevanten Bereiche des Datenmodells für ein SIS und ein Verkehrsmodell wurden modelliert und unterschiedlich komplexe Arten der Verknüpfung dargestellt.

- Im einfachsten Fall werden ein SIS und ein Verkehrsmodell mit dem gleichen Quelldatensatz des Strassennetzes betrieben. Dies lässt keine Nachführung oder Ergänzung in den Einzelanwendungen zu, oder nur mit erheblichem Aufwand.

- Im nächsten Fall übernimmt das Verkehrsmodell das Netz aus dem SIS. Der Transfer des Netzes funktioniert nur in dieser Richtung. Änderungen im Verkehrsmodell und gegenläufiger Datentransfer sind in diesem Fall nicht möglich oder nur mit erheblichem Aufwand.

- Im letzten Fall können Sachdaten und Topologie zwischen SIS und Verkehrsmodell ausgetauscht werden. Dazu wird eine Verknüpfungstabelle zwischen den Systemen verwendet. Der Aufwand zum Erstellen des Mappings wird als hoch eingeschätzt, selbst wenn ein grosser Teil automatisch erfolgen kann. Mit den bestehenden nationalen Systemen MISTRA und VM-UVEK wäre eine Verknüpfung mit sehr hohem Aufwand verbunden, so dass das Potential der Synergieeffekte aufgezehrt würde.

Ein gangbarer Lösungsansatz kann die Nutzung von Netzen mit fixen IDs und zusätzlich inkrementellen Updates sein. Solche Netze kommen als Navigationsdaten und als TLM-Netz auf den Markt. Mit diesen Netzen können die verschiedenen Aktualisierungszyklen von SIS und Verkehrsmodellen möglicherweise berücksichtigt werden. Die Umsetzung eines Strassennetzes, das einen Datenaustausch vereinfacht, sollte im Rahmen eines Systemwechsels oder zusammen mit der Erstellung eines neuen Basisnetzes des Verkehrsmodells erfolgen. Dann sollte der Einsatz eines Netzes mit fixen IPs und inkrementellen Updates geprüft werden.



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Strassen ASTRA

Zielerreichung:

Es sollte mit Hilfe des Forschungsprojekts gezeigt werden, welche nutzbaren Synergien sich aus der Kopplung der Achsnetze von SIS und Verkehrsmodellen ergeben. Das Vorgehen war in drei Phasen gegliedert:

1. Anhand einer Literaturanalyse und einer Expertenbefragung sollte das Synergiepotenzial ermittelt werden.
 2. Es sollte die praktische Handhabung geprüft werden und konzeptuell eine Schnittstelle definiert werden.
 3. Die Klärung der Machbarkeit sollte auf der Basis einer Pilotanwendung und Definition der Datenmodelle gezeigt werden.
- Zwischen den Phasen lagen Meilensteine, anhand derer die Begleitkommission über die Fortsetzung des Projekts entschieden hat. Weil sich in einem anderen Projekt gezeigt hat, dass die Verknüpfung der Achsnetze von MISTRA und dem nationalen Verkehrsmodell (VM-UVEK) äusserst komplex wäre, wurde von der Begleitgruppe beschlossen, auf die Pilotanwendung zu verzichten und stattdessen tiefer auf die Anforderungen der einzelnen Akteure einzugehen. Dazu fand ein zusätzlicher Experten-Workshop statt.
1. Das Synergiepotential kann ohne Bezug zu einer konkreten Kombination aus SIS und Verkehrsmodell nicht qualifiziert werden. Aus der Expertenbefragung kann jedoch auf Synergiepotential geschlossen werden.
 2. Es wurden drei Modelle unterschiedlicher Komplexität für eine Schnittstelle aufgezeigt.
 3. Die Anforderungen der einzelnen Akteure wurden im Rahmen eines Experten-Workshops erfasst und diskutiert. Die unterschiedlichen Anforderungen bezüglich der Aktualisierung erschweren den regelmässigen Datenaustausch, weil SIS möglichst aktuelle Daten benötigen, während Verkehrsmodelle Basisnetze erstellen, die dann über mehrere Jahre verwendet werden und grössere Anpassungen des Netzes erst mit der Erstellung des nächsten Basisnetzes einfließen.

Folgerungen und Empfehlungen:

Der Datenaustausch zwischen SIS und Verkehrsmodellen wird erschwert, weil die Anforderungen der Nutzer unterschiedlich sind:

- die räumlichen und zeitlichen Anforderungen sind verschieden
- Abbiegeverbote werden in SIS nicht benötigt, sind im Verkehrsmodell dagegen für die Routenwahl bei der Verkehrsumlegung zentral
- die Netztopologien sind verschieden.

Sowohl in MISTRA (SIS) als auch im VM-UVEK (Verkehrsmodell) sind detaillierte digitale Strassennetze eingebunden, die auf Navigationsdaten beruhen. Solche Navigationsnetze werden bislang quartalsweise aktualisiert angeboten. Jedoch ist nicht sichergestellt, dass ein Datenelement seine ID (Referenznummer) in den nächsten Auslieferungen behält. Dadurch wird der Austausch erschwert, wenn SIS und Verkehrsmodell verschiedene Updatezyklen haben. Mit dem TLM-Netz und MultiNet-R stehen zukünftig Alternativen zur Verfügung, die fixe IDs versprechen. Im Rahmen des Forschungsprojektes konnten dazu noch keine detaillierten Untersuchungen durchgeführt werden.

Es wird empfohlen, die Verwendungsmöglichkeiten der zukünftigen Netze (TLM-Netz bzw. MultiNet-R) im Rahmen der Konzeption der Erstellung des nächsten Basisnetzes des nationalen Verkehrsmodells zu prüfen um die vermuteten Synergien zu nutzen.

Publikationen:

Gelber Bericht

Der Projektleiter/die Projektleiterin:

Name: Rindsfuser

Vorname: Guido

Amt, Firma, Institut: Emch+Berger AG Bern

Unterschrift des Projektleiters/der Projektleiterin:



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Strassen ASTRA

FORSCHUNG IM STRASSENWESEN DES UVEK

Formular Nr. 3: Projektabschluss

Beurteilung der Begleitkommission:

Beurteilung:

Cette étude a abordé la thématique fondamentale de l'échange de données entre des systèmes d'information et de planification de la route et des transports. Cet ambitieux projet a permis d'étudier l'état de l'art et les enjeux spécifiques des modèles de transport basés sur un réseau d'axes pour les buts principaux de la gestion de l'infrastructure routière (par. Ex. MISTRA) et de la planification des transports (Modèle VM-UVEK). Les arguments en faveur d'un modèle (minimal) commun ont été démontrés et discutés lors d'interviews avec des experts du domaine. Toutefois, ce projet a montré la complexité liée au développement d'un modèle commun, à son implémentation et à sa mise à jour. La conception de modèles de réseau d'axes pour le système d'information de la route (SIR) et pour la modélisation des transports, ne sont pas évidentes à coordonner car les dynamiques spatiales et temporelles sont assez différentes. L'équipe de projet a toutefois décrit le mécanisme de couplage spatial entre un réseau de type SIR et un réseau de transport. En accord avec la commission d'accompagnement, le centre de recherche n'a pas poursuivi l'idée de développer une application pilote au profit d'une réflexion sur l'évolution des modèles de transport (notamment la partie réseau routier du modèle topographique de swisstopo (TLM)) et de l'identification unique des objets.

Umsetzung:

L'étude s'appuie principalement sur l'état de l'art et des interviews. Peu d'éléments sont exploitables directement dans une mise en œuvre, à part quelques recommandations liées à des dynamiques de gestion différentes entre le SIR et la modélisation des transports. Les concepts de repérage et de couplage développés au chapitre 4 sont une base utile qui pourrait être reprise dans une future directive ou projet.

weitergehender Forschungsbedarf:

Plusieurs pistes sont évoquées par le centre de recherche afin de poursuivre et de compléter une telle étude. Afin de bien coordonner ces nouveaux axes de recherche, il serait souhaitable que les acteurs concernés par cette modélisation des réseaux de transport, se mettent d'accord sur un modèle minimal pour l'échange de données de base entre les domaines des transports.

Einfluss auf Normenwerk:

Cette recherche ne propose pas directement un projet de norme. Toutefois, les résultats devraient être mis dans la perspective de l'évolution des normes du système d'information de la route et communiqué à la commission en charge (FK4).

Der Präsident/die Präsidentin der Begleitkommission:

Name: Gilliéron

Vorname: Pierre-Yves

Amt, Firma, Institut: Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne

Unterschrift des Präsidenten/der Präsidentin der Begleitkommission:

Verzeichnis der Berichte der Forschung im Strassenwesen

Das Verzeichnis der Berichte der Forschung im Strassenwesen kann unter [www.astra.admin.ch](http://www.astra.admin.ch/Dienstleistung/Forschung%20im%20Strassenwesen/Downloads/Formulare) /Dienstleistung/Forschung im Strassenwesen/Downloads/Formulare heruntergeladen werden.