

<b>Zeitschrift:</b>	Geomatik Schweiz : Geoinformation und Landmanagement = Géomatique Suisse : géoinformation et gestion du territoire = Geomatica Svizzera : geoinformazione e gestione del territorio
<b>Herausgeber:</b>	geosuisse : Schweizerischer Verband für Geomatik und Landmanagement
<b>Band:</b>	107 (2009)
<b>Heft:</b>	6
<b>Artikel:</b>	Datenmobilität in der Strassenverkehrstelematik : Harmonisierung und Strukturumbau mit dem modellbasierten Vorgehen
<b>Autor:</b>	Gnägi, Hans Rudolf / Münster, Martina
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-236615">https://doi.org/10.5169/seals-236615</a>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 24.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Datenmobilität in der Strassenverkehrstelematik Harmonisierung und Strukturumbau mit dem modellbasierten Vorgehen

Datenmodellierung ist seit etwa 1960 üblich beim Datenbankentwurf [1,2]. Im Geoinformationsbereich (GI-Bereich) fand sie erst etwa ab 1980 Eingang, zunächst, um den Datentransfer in den Griff zu bekommen [3]. Dabei zeigten sich zusätzliche Möglichkeiten wie automatische Qualitätskontrolle, Datenstrukturumbau u.a.m. Heute ist das modellbasierte Vorgehen Grundlage der weltweiten Normung im GI-Bereich (Normenserie ISO19100 von ISO/TC211 [4,5]). In der Strassenverkehrstelematik (SVT) ist man in der Schweiz mit einer grossen Systemvielfalt konfrontiert. Es sind Daten auszutauschen bei verschiedener Datenstruktur im Start- und Zielsystem. Es galt daher zu prüfen, ob das modellbasierte Vorgehen im Anwendungsbereich der SVT möglich und zweckmässig ist. Hier soll kurz über das Ergebnis dieser Untersuchungen berichtet werden.

*La modélisation des données est usuelle depuis 1960 environ lors du projet de la banque des données [1,2]. Dans le domaine de la géoinformation elle a seulement été introduite depuis 1980 environ, d'abord pour pouvoir maîtriser le transfert des données [3]. De nouvelles possibilités sont alors apparues telles que contrôle automatique de la qualité, transformation de la structure des données etc. Aujourd'hui le procédé basé sur la modélisation est le fondement de la normalisation mondiale dans le domaine de l'information géographique (série des normes ISO19100 de ISO/TC211 [4,5]). Dans la télématique du trafic routier (SVT) on est en Suisse confronté à une grande diversité des systèmes. Les données doivent être échangées avec des structures qui diffèrent dans les systèmes de départ et d'arrivée. Il y avait donc lieu d'examiner si dans le domaine d'application de la SVT le procédé basé sur la modélisation était possible et judicieux. Ci-après on présentera brièvement le résultat de ces travaux.*

Dal 1960 la modellazione dei dati è ormai una consuetudine nello sviluppo di una banca dati [1,2]. Nel campo della geoinformazione (settore GI) tale consuetudine si instaurata all'incirca a partire dal 1980, prevalentemente per padroneggiare il trasferimento dei dati [3]. Da qui sono sorte ulteriori possibilità come il controllo automatico della qualità, la ristrutturazione dei dati e quant'altro. Oggi il procedimento basato sui modelli funge da base per la normativa internazionale nel settore GI (serie di norme ISO19100 di ISO/TC211 [4,5]). In Svizzera, nella telematica delle opere stradali (SVT) si è confrontati a una grande varietà di sistemi. Bisogna scambiare dati nel sistema di partenza e arrivo. Si è trattato di verificare se il procedimento basato sui modelli è possibile e adeguato nel campo d'applicazione della SVT. Qui di seguito un breve rapporto sul risultato di queste ricerche.

---

H.R. Gnägi, M. Münster

---

### 1. Die Problematik der Strassenverkehrstelematik in der Schweiz

Die Architektur eines Verkehrsdatenerfassungssystems (VDE) kann an einem

Beispiel wie folgt skizziert werden. Die Fahrzeuge werden über Doppelschläufen detektiert (Feldebene) und im Verkehrszähler protokolliert (Einzelsteuerebene). Mehrere Verkehrszähler werden über eine Streckenstation zusammengefasst und die entsprechenden Daten werden aggregiert (Gruppensteuerebene). Eine Ebene darüber werden alle Verkehrsdaten für

das angeschlossene Gebiet im VDE Kopfechner zusammengetragen, um daraus die notwendigen Operationen abzuleiten (Prozessebene). Die Aufgaben pro Ebene und Element sowie die einzelnen Schnittstellen werden im Forschungsbericht ausführlich besprochen ([6] Kapitel 4.4).

### 2. Modellbasiertes Vorgehen am Beispiel Datentransfer

Das Konzept des modellbasierten Vorgehens ist am besten zu verstehen am Beispiel des Datentransfers. Angenommen, wir haben ein Startsystem S, aus dem (Geo-) Daten transferiert werden sollen in ein Zielsystem Z.

Normalerweise setzen sich die Kenner der beiden Systeme zusammen und definieren ein Transferformat. Ist das z.B. ein XML-Format, dann legen sie fest, welche Tags gewählt werden sollen für die zu transferierenden Werte.

Wesentlich anders ist das modellbasierte Vorgehen. Dabei steht nicht das Transferformat, sondern die Datenstruktur der auszutauschenden Daten im Vordergrund. Es geht zunächst nicht um die Frage der Tags oder Felder der Transferdatei, sondern darum, wie diese Daten strukturiert sind, aus welchen Objekten diese Daten bestehen, welche Eigenschaften (Attribute) diese Objekte haben, welche Beziehungen (Assoziationen) zwischen den Objekten bestehen etc. Diese Datenstruktur beschreibt man durch ein Datenmodell, unabhängig von System und Format, eben konzeptionell. Und erst jetzt wendet man sich dem Transferformat zu. Die Beschreibung des Transferformats kann nämlich aus dem Datenmodell hergeleitet werden entsprechend den Codierungsregeln, die für die verwendete Datenbeschreibungssprache normativ festgelegt sind. Transferiert werden dann nicht nur die Daten in diesem Standardformat sondern auch das Datenmodell. Man kann mit Datenmodell und Daten im entsprechenden Standardformat nicht nur Daten klar beschrieben transferieren und bei Bedarf (präzis dokumentierte!) Datensicherung vornehmen, sondern

EfaData	
Site[1]: Numerisch	Site : MANDATORY 1000000 .. 9999999;
EfzNr[1]: Numerisch	EfzNr : MANDATORY 1 .. 999999;
Datum[1]: Numerisch	Datum : MANDATORY 19100 .. 211299;
ZeitStdtMin[1]: Numerisch	ZeitStdtMin : MANDATORY 0 .. 259;
ZeitStdtHr[1]: Numerisch	ZeitStdtHr : MANDATORY 0 .. 99;
ZeitMinGst[1]: Numerisch	ZeitMinGst : MANDATORY 0 .. 99;
ErgebnisCode[1]: Zeichenkette	ErgebnisCode : MANDATORY TEXT*6;
Spur[1]: Numerisch	Spur : MANDATORY 1 .. 8;
Rtg[1]: Numerisch	Rtg : MANDATORY 0 .. 9; !! (keinVork_0_normal_1_gegen_2_undef_3);
AbsFrontFront[1]: Numerisch	AbsFrontFront : MANDATORY 0.1 .. 99.9 {INTERLIS..};
AbsHeckFront[1]: Numerisch	AbsHeckFront : MANDATORY 0.1 .. 99.9 {INTERLIS..};
Geschw[1]: Numerisch	Geschw : MANDATORY 0 .. 299 [Units.kmh];
FzLaenge[1]: Numerisch	FzLaenge : MANDATORY 100 .. 9999 [Units.cm];
FzTyp[1]: Numerisch	FzTyp : MANDATORY 1 .. 10; !! Eschleife_swiss0;
ChassisHoeh[1]: Auflösung	ChassisHoeh : MANDATORY (V1, L, H, N);
END EfaData;	

Abb. 1: Datenmodell UML und INTERLIS 2 für Einzelfahrzeugzähl器 Marksman 660.

EfSELECTData	
Datum[1]: Zeichenkette	Datum : MANDATORY TEXT*10;
ZeitStdtMinsek[1]: Zeit	ZeitStdtMinsek : MANDATORY FORMAT INTERLIS.XMLTime "0:0:0" .. "23:59:59";
ZeitMinGst[1]: Numerisch	ZeitMinGst : MANDATORY 0 .. 999;
Kategorie[1]: Numerisch	Kategorie : MANDATORY 1 .. 10; !! swiss10
Spur[1]: Numerisch	Spur : MANDATORY 1 .. 8;
Fahrtrichtig[1]: Zeichenkette	Fahrtrichtig : MANDATORY TEXT*5;
Geschwindig[1]: Numerisch	Geschwindig : MANDATORY 0.000 .. 80.000 [Units.m.s];
Laenge[1]: Numerisch	Laenge : MANDATORY 1000 .. 99999 [Units.mm];
Hoehe[1]: Numerisch	Hoehe : MANDATORY 1000 .. 9999 [Units.mm];
Breite[1]: Numerisch	Breite : MANDATORY 1000 .. 2999 [Units.mm];
AnteKoeffiz[1]: Numerisch	AnteKoeffiz : MANDATORY 0 .. 5;
Gefahrgruppe[1]: Numerisch	Gefahrgruppe : =1 .. 5;
SubstanzNr[0..1]: Numerisch	SubstanzNr : =1 .. 30;
END EfSELECTData;	

Abb. 2: Datenmodell UML und INTERLIS 2 für Einzelfahrzeugzähl器 ECTN.

auch automatisch prüfen und – besonders interessant – umstrukturieren durch Definition des Modellumbaus auf konzeptionellem Niveau (Abschnitte 5 und 6). Auch für nachhaltige Harmonisierung sind exakte Datenmodelle unverzichtbares Werkzeug (Abschnitt 4).

### 3. Die 5 Elemente des modellbasierten Vorgehens

In diesen Prozessen zur Datenharmonisierung und zum Transfer von Daten zwischen verschiedenen strukturierten Systemen gleichen Inhalts kommt jedes der folgenden fünf Elemente an mehreren Stellen zum Einsatz.

(A) Der *Realitätsausschnitt* (reality selection, universe of discourse) ist in Umgangssprache so genau wie möglich zu beschreiben. Unter «Umgangssprache» sind auch tabellarische Übersichten, technische Dokumentationen, Objektartentkataloge etc. zu verstehen. Beim modellbasierten Datentransfer ist der Realitätsausschnitt sowohl für das Start- als auch für das Zielsystem zu beschreiben.

(B) Das *konzeptionelle Datenmodell* (oder *konzeptionelle Schema*) der Datenstruktur hinter dem proprietären Transferformat kann sowohl grafisch als auch textuell formuliert werden mit Hilfe einer konzeptionellen Modellierungssprache (Conceptual Schema Language CSL oder Data Description Language DDL). Um den Überblick zu gewinnen, verwenden wir die grafische CSL Unified Modelling Language (UML) [7]. Um die nötige Präzision für die Beschreibung von Klassen, Attributen, Beziehungen, Einheiten, Konsistenzbedingungen etc. zu erhalten, verwenden wir die textuelle CSL INTERLIS 2 [8].

(C) Die *Beschreibung des (modellspezifischen) Standard-Transferformats* folgt automatisch aus dem konzeptionellen Datenmodell gemäss vordefinierten Regeln, d.h. das Standard-Startformat aus dem Startmodell und das Standard-Zielformat aus dem Zielmodell. Wir verwenden das INTERLIS2-XML-Transferformat (Herleitungsregeln siehe INTERLIS2-Referenzhandbuch [8], sie entsprechen der Norm ISO19118 Encoding [9]).

(D) Für den Transfer vom Startsystem S

zum Zielsystem Z liegen die Startdaten vor im proprietären Format von S. Für den Einsatz der Checker- und Transformations-Werkzeuge benötigen wir diese Daten allerdings im Standardformat. Zum Umformatieren von Daten, gegeben im proprietären Format der Start-Schnittstelle, in das entsprechende Standardformat braucht es einen sog. 1:1-Prozessor. Da beide Dateien derselben Datenstruktur entsprechen, ist der 1:1 Prozessor eine überraschend einfache Software. Auch beim Zielsystem braucht es einen solchen 1:1-Prozessor, allerdings in umgekehrter Richtung. Die Zieldaten entstehen im Standardformat, wie wir in (E) sehen werden. Man benötigt sie aber normalerweise im proprietären Format von Z. Also braucht es hier einen 1:1-Prozessor zum Umformatieren der Daten im Standardformat für die Ziel-Schnittstelle in deren proprietäres Format.

(E) Die *semantische Transformation* ermöglicht den *Umbau der Datenstruktur* des Startsystems auf die Datenstruktur des Zielsystems format- und systemunabhängig. Auf konzeptioneller Ebene wird der Strukturumbau festgelegt: Ist der Modellumbau definiert und liegen die Startdaten im Standardformat vor, dessen Beschreibung aus dem Startdatenmodell mit dem Compiler hergeleitet wurde, dann werden diese Daten automatisch transformiert in das Standardformat des Zielsystems.

### 4. Modellbasierte Harmonisierung von Datenstrukturen

Im Zusammenhang mit der Datenmodellierung stellt sich die Frage, welche Datenstruktur ein Zielsystem erwarten kann, das von verschiedenen Startsystemen bedient wird. Zur Beantwortung dieser Frage müssen zunächst die Datenstrukturen der verschiedenen Lieferantsysteme analysiert und verglichen werden. Notwendige Voraussetzung für erfolgreiche Analyse und Vergleich der verschiedenen Startdatenstrukturen ist deren exakte Beschreibung. Also drängt sich hier das modellbasierte Vorgehen auf (Elemente A

UML	INTERLIS 2
<pre> class VMCH {     Site : S .. 99999999;     Datum : MANDATORY INTERVALIS_XMLEDate;     Zeit : MANDATORY INTERVALIS_XMLTime;     FzTyp : MANDATORY VMCH_Mod.wissel10;     Spur : MANDATORY 1 .. 8;     Fahrtrichtung : MANDATORY {keinVerk_0, normal_1, gegen_2, undef_3};     Geschr : MANDATORY 0.0000 .. 250.0000 [Units_kmh];     Fahrleänge : MANDATORY 1000 .. 99999 [Units_mm];     Fahrhöhe : 1000 .. 9999 [Units_mm];     Fahrbreite : 1000 .. 2999 [Units_mm];     AnzGefGutschl : 0 .. 5;     AbstFrontFzro : 1.0 .. 99.9 [INTERLIS_m];     AbstHeckFzro : 1.0 .. 99.9 [INTERLIS_m];     Chassis : {V2, L, M, H}; } END VMCH; </pre>	<pre> CLASS VMCH =     Site : S .. 99999999;     Datum : MANDATORY INTERVALIS_XMLEDate;     Zeit : MANDATORY INTERVALIS_XMLTime;     FzTyp : MANDATORY VMCH_Mod.wissel10;     Spur : MANDATORY 1 .. 8;     Fahrtrichtung : MANDATORY {keinVerk_0, normal_1, gegen_2, undef_3};     Geschr : MANDATORY 0.0000 .. 250.0000 [Units_kmh];     Fahrleänge : MANDATORY 1000 .. 99999 [Units_mm];     Fahrhöhe : 1000 .. 9999 [Units_mm];     Fahrbreite : 1000 .. 2999 [Units_mm];     AnzGefGutschl : 0 .. 5;     AbstFrontFzro : 1.0 .. 99.9 [INTERLIS_m];     AbstHeckFzro : 1.0 .. 99.9 [INTERLIS_m];     Chassis : {V2, L, M, H};  END VMCH; </pre>

Abb. 3: UML und INTERLIS 2 Datenmodell einer möglichen harmonisierten Datenstruktur für Einzelfahrzeugdaten.

und B aus Abschnitt 3). Im Rahmen von Geodateninfrastrukturen können damit elegant zentrale Basismodelle gewonnen werden aus bereits vorhandenen heterogen detaillierten lokalen Datenstrukturen. Für die Definition einer harmonisierten Zielstruktur gibt es zwei Extremmöglichkeiten:

- Die «fette» Variante: Alle Attribute werden übernommen ins Zielsystem und diejenigen Attribute, die nicht in allen Startsystemen vorkommen, sind optional.
- Die «magere» Variante: Es werden nur diejenigen Attribute in die Zielstruktur übernommen, welche in jeder Startstruktur vorkommen.

Die Methode soll erläutert werden an Beispielen aus einem Testgebiet. Dort waren wir konfrontiert mit zwei verschiedenen Verkehrszählern, die Einzelfahrzeugdaten an das System VM-CH liefern. In Abbildung 1 und 2 haben wir die beiden Ausgangsdatenstrukturen in UML und INTERLIS 2:

Für das harmonisierte Datenmodell zeigt Abbildung 3 in UML und INTERLIS 2 eine «magere» Kombination der beiden vorangehenden, bestehend aus allen Attributen, die in beiden Klassen vorkommen und je obligatorisch sind; das heisst mit Kardinalität [1] in den beiden UML-Diagrammen von Abb. 1 und 2 bzw. mit dem Schlüsselwort MANDATORY in den zu gehörigen INTERLIS-Texten. Diese «magere» Kombination wurde ergänzt um einige Attribute, die nur im einen oder anderen Modell vorkommen und daher fakultativ sind, d.h. mit Kardinalität [0..1] im harmonisierten UML-Diagramm. Beispiele:

AbstFrontFront,  
AbstHeckFront,  
Chassishoehe

aus der Variante Marksman 660. Andere Attribute sind weggelassen, zum Beispiel EfzNr und Ergebniscode aus derselben Variante.

Ein weiterer Aspekt der Datenharmonisierung ist, dass dabei versucht werden sollte, durch die Wahl der harmonisierten Datentypen die Bedeutung der Attribute (d.h. deren Semantik) möglichst klar verständlich zum Ausdruck zu bringen. So ist es etwa wenig sinnvoll, das Attribut

Fahrtrichtung

als Zahlenbereich (0..9) oder als Freitext (Text\*) zu definieren, wenn es nur die 4 Werte «kein Verkehr», «normal», «Gegenrichtung», «undefiniert» annehmen kann. Dann ist sicher der Aufzähltyp mit 4 Werten zweckmäßig, wie vorgeschlagen im harmonisierten Modell. Weitergehende und komplexere Harmo-

nisierungsaktivitäten wie Zusammenfassen von Klassen, Umbau von Klassen, Berechnung von Beziehungen, Eliminieren von Beziehungen und Bearbeitung von Wertebereichsüberlappungen sind möglich und interessant, können an dieser Stelle aber nur erwähnt werden.

## 5. Modellbasierter Strukturumbau

Der Prozess zum Transfer von Daten nach dem modellbasierten Vorgehen aus dem Startsystem S ins verschieden strukturierte Zielsystem Z kann mit Vorteil in neun Schritte zerlegt werden (Abb. 4). Man beginnt mit der Beschreibung des Realitätsausschnitts des Startsystems S (Schritt 1, Element A). In unserer Anwendung geht es dabei um möglichst umfassende Dokumentation des proprietären Startformats und der Datenstruktur dahinter.

Darauf kann unmittelbar die konzeptionelle Modellierung folgen mit Hilfe der CSL UML und INTERLIS 2 (Schritt 2, Element B). Hier wird die Struktur der Daten, die durch das proprietäre Startformat transferiert werden, präzis beschrieben. Aus dem dabei entstandenen konzeptionellen Datenmodell (oder Schema) lässt sich die Beschreibung des entsprechenden Standard-Transferformats automatisch herleiten (Schritt 3, Element C). Damit ist klar, wie die im proprietären Format gegebenen Startdaten durch einen 1:1-Prozessor umzuformatieren sind (Schritt 4, Element D), damit sie zusam-

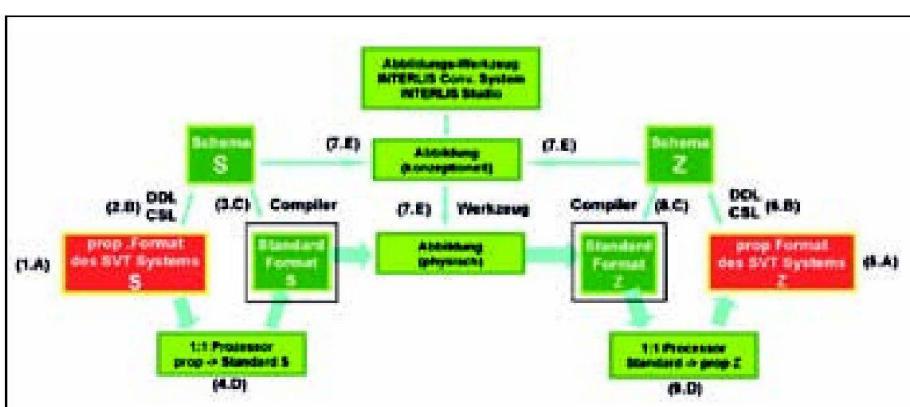


Abb. 4: Semantische Transformation mit Elementen des modellbasierten Vorgehens. In () Nummer für Reihenfolge, Buchstabe für Typ des Elementes gemäss Abschnitt 3 (Grafik: P. Dütschler).

men mit ihrem Datenmodell bereit sind für den Strukturumbau. Um diesen starten zu können, braucht es auch vom Zielsystem eine möglichst detaillierte Beschreibung des Realitätsausschnitts, d.h. hier des proprietären Zielformats (Schritt 5, Element A) und, daraus hergeleitet, das konzeptionelle Datenmodell für die Datenstruktur hinter dem Zielformat (Schritt 6, Element B). Details und Erfahrungen zu diesen ersten 6 Schritten konnten am ITS Kongress 2008 in Genf präsentiert werden [10], insbesondere dass für die gegebenen proprietären Formate verschiedene konzeptionelle Modelle und damit auch verschiedene Standardformate möglich sind. Als zweckmäßig, vor allem auch im Hinblick auf einfache 1:1-Prozessoren, erwies sich dabei eine Modellierung möglichst nahe an den proprietären Formaten.

Nun sind die Voraussetzungen gegeben, um den Strukturumbau vorzunehmen (Schritt 7, Element E). In Abschnitt 6 sollen anhand eines Beispiels einige elementare Aspekte der Semantik erhaltenen Transformation zur Sprache kommen.

Nach der semantischen Transformation liegen die Daten zwar vor in der Zieldatenstruktur, aber noch im dem Zieldatenmodell entsprechenden Standardformat. Jetzt brauchen wir die automatisch hergeleitete Beschreibung dieses Zielstandardformats (Schritt 8, Element C), um aus den entsprechenden Daten mit einem 1:1-Prozessor – jetzt in umgekehrter Richtung – die Daten im proprietären Zielformat zu generieren (Schritt 9, Element D). Dann sind sie bereit für die Integration ins Zielsystem Z.

## 6. Semantische Transformation

Mit semantischer (genauer: Semantik erhaltender) Transformation wird der Umbau von einer Start-Datenstruktur in eine Ziel-Datenstruktur bezeichnet. Die Hauptidee dabei ist, dass der Umbau auf Modellebene definiert wird und der Umbau der Daten entsprechend dem definierten Modellumbau automatisch durch ein

Werkzeug ausgeführt wird. Bedingung ist, dass die Startdaten im Standardformat vorliegen, das dem Start-Datenmodell entspricht.

Das Prinzip der semantischen Transformation soll am Beispiel des Umbaus der ersten Einzelfahrzeugzählern-Struktur auf die vorgeschlagene harmonisierte Struktur von VM-CH erläutert werden. Dabei geht es um den Umbau einer einzelnen Klasse in eine einzige andere Klasse. In Abbildung 5 sieht man, welche Umbaufunktionen dabei benötigt werden:

- Zuordnung eines Startattributes zu einem Zielattribut
- x2XMLDate: Datumsumbau auf XML Version
- x2XMLTime: Zeitattribute zusammenfassen und umbauen auf XML Version
- int2Enum: Integer Zahl umwandeln in Aufzähltyp
- text2Enum: Textattribut umwandeln in Aufzähltyp
- cm2mm: Länge in cm umwandeln in mm

Die Zuordnung von Start- zu Zielattributen bewirkt – wie der grafischen Skizze zu entnehmen ist – auch Umbenennungen der Attribute und Änderungen der Attributreihenfolge. Diese semantische Transformation wurde einerseits starr programmiert, andererseits mit den an der ETHZ entwickelten Tools UMLT und ILIT durchgeführt. Details dazu in den ausführlichen Arbeiten von P. Staub [11] und A. Morf [12].

Wie am Schluss von Abschnitt 4 erwähnt, sind wesentlich komplexere Harmonisierungsaktivitäten möglich als die dort besprochenen. Analoges gilt für Umbaufunktionen der semantischen Transformation, die z.B. nötig sind, um beim Übergang auf eine gegebene oder harmonisierte Struktur komplexerer Art Klassen zusammenzufassen oder aufzuteilen. Auch auf diese interessanten Aspekte der semantischen Transformation kann hier nur hingewiesen werden.

## 7. Schlussfolgerungen

- Die Implementierung eines Demonstratorprogramms zeigte, dass in der gege-

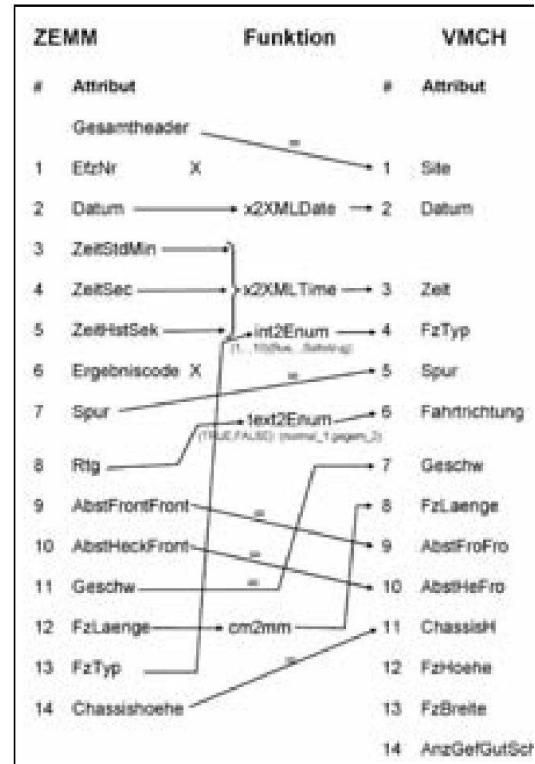


Abb. 5: Umbaufunktionen für semantische Transformation.

benen SVT-Systemstruktur mit dem modellbasierten Vorgehen effizient Datentransfer mit Strukturumbau möglich ist unter Einbezug der bestehenden Systeme und ohne Eingriff in dieselben.

- Die präzise Schnittstellenbeschreibung erweist sich bei verschiedenartigen Systemen, die denselben Empfänger bedienen, als wesentliche Voraussetzung für die Harmonisierung zu einem übergeordneten Grundmodell.
- Die klare Abgrenzung von 1:1 Prozessoren und semantischer Transformation vereinfacht in beiden Bereichen die Ausarbeitung und Mehrfachnutzung von Basisfunktionskomponenten.
- Der Ersatz proprietärer Formate durch modellbasierte Standardformate ohne Informationsverlust ermöglicht den Einsatz system-, d.h. schnittstellen-neutrale Werkzeuge u.a. für Datenprüfung und semantische Transformation.
- Die Arbeit mit Datenmodellen vereinfacht die Übersicht (grafisches UML-Diagramm), ohne auf Präzision verzichten zu müssen (textuelles INTERLIS 2 im Hintergrund) und legt Kapazitäten frei

zur Analyse und Lösung von Problemen, die unter Datenhaufen verschüttet sind.

## Dank

Die Autoren möchten besonders danken den übrigen Mitgliedern der Forschungsstelle Roger Rüegg (AWK Group AG), Stefan Henrich (ETH Zürich) und Claude Eisenhut (Eisenhut Informatik AG) für ihre wesentlichen Beiträge zum Gelingen des Projektes. Ferner der VSS EK 9.03 unter der Leitung von Pierre-Yves Gilliéron (EPFL) für die konstruktiv kritische Begleitung unserer Arbeit, und – nicht zuletzt – VSS und ASTRA für die Finanzierung des Projektes VSS 2007/902.

## Literaturverzeichnis:

- [1] Zehnder, Carl August «Informationssysteme und Datenbanken» 3. Auflage, B.G. Teubner, Stuttgart, 1984.
- [2] Eirund, Helmut und Ullrich Kohl «Datenbanken – leicht gemacht. Ein Arbeitsbuch für Nicht-Informatiker», 2. Auflage, B.G. Teubner, Stuttgart-Leipzig-Wiesbaden, 2003.
- [3] Dorfschmid, Josef «Expertise über eine amtliche Vermessungsschnittstelle», Projektleitung RAV, Eidg. Vermessungsdirektion, 1984-12-12.
- [4] ISO 19101:2002 «Geographic Information — Reference model», ISO/TC211, 2002.
- [5] ISO/CD 19103 «Geographic information — Conceptual schema language», ISO/TC211 document 2617, 2009-01-21.
- [6] Gnägi, Hans Rudolf, Stefan Henrich, Martina Münster, Roger Rüegg, Claude Eisenhut «MDAinSVT – Einsatz modellbasierter Datentransfornormen (INTERLIS) in der Strassenverkehrstelematik», Forschungsbericht VSS 2007/902, Sekretariat VSS, 2009.
- [7] «UML Resource Page». Verfügbar über [www.uml.org](http://www.uml.org).
- [8] KOGIS (Hrsg.), 2006: INTERLIS 2 – Referenzhandbuch, Ausgabe vom 2006-04-13 (deutsch). Bundesamt für Landestopografie. Wabern.
- [9] ISO final CD 19118 for DIS, «Geographic information – Encoding», ISO/TC211 document 2527, 2008-09-12.
- [10] Gnägi, Hans Rudolf, Martina Münster, Roger Rüegg «How can ITS-data be mapped to a model-driven transfer format», Proceedings ITS Geneva 2008, 2008-06-04.
- [11] Staub, Peter «Semantische Interoperabilität – Voraussetzung für Geodaten-Infrastrukturen», Geomatik Schweiz 6/2009.
- [12] Morf, Andreas «Konzeptionelle Beschreibungssprache für Modellabbildungen» Newsletter e-geo.ch, 22-4-2009.

Martina Münster  
dipl. Bauingenieur ETH  
AWK Group AG  
Leutschenbachstrasse 45  
CH-8050 Zürich  
[martina.muenster@awk.ch](mailto:martina.muenster@awk.ch)

Hans Rudolf Gnägi  
dipl. Mathematiker  
ETH Zürich IGP GF  
Wolfgang Pauli Strasse 15  
CH-8093 Zürich  
[gnaegi@geod.baug.ethz.ch](mailto:gnaegi@geod.baug.ethz.ch)

# Wer abonniert, ist immer informiert!

Geomatik Schweiz vermittelt Fachwissen –  
aus der Praxis, für die Praxis.

Jetzt bestellen!



## Bestelltalon

Ja, ich **profitiere** von diesem Angebot und bestelle Geomatik Schweiz für:  
 1-Jahres-Abonnement Fr. 96.– Inland (12 Ausgaben)  
 1-Jahres-Abonnement Fr. 120.– Ausland (12 Ausgaben)

Name

Vorname

Firma/Betrieb

Strasse/Nr.

PLZ/Ort

Telefon

Fax

Unterschrift

E-Mail

Bestelltalon einsenden/faxen an: SIGImedia AG, Pfaffacherweg 189, Postfach 19, CH-5246 Scherz  
Telefon 056 619 52 52, Fax 056 619 52 50, [verlag@geomatik.ch](mailto:verlag@geomatik.ch)