

## **ZSU IV**

# **Anwendung des objektorientierten Modellkatalogs und Verfahren für die Zusammenführung von Straßen- und Umweltinformationen**

*M. Weise; W. Ressel  
Universität Stuttgart  
Institut für Straßen- und Verkehrswesen  
Pfaffenwaldring 7  
70569 Stuttgart*

*J. Holzwarth; T. Thiele  
Landesstelle für Straßentechnik Baden Württemberg  
Heilbronner Str. 300-302  
70469 Stuttgart*

*W. Schillinger; K.-P. Schulz  
Umweltministerium Baden-Württemberg  
Kernerplatz 9  
70182 Stuttgart*

|  |            |
|--|------------|
| <b>1. PROJEKTAUFTRAG UND PROJEKTZIELE ZSU IV .....</b>                           | <b>97</b>  |
| <b>2. DEFINITION RELEVANTER DATENMODELLE VON QUELL- UND ZIELANWENDUNGEN ....</b> | <b>97</b>  |
| 2.1 MODELLIERUNG UND BEWERTUNG DER PLANUNGSDATEN .....                           | 97         |
| 2.2 MODELLIERUNG DES QUERPROFILS IM BESTAND .....                                | 99         |
| <b>3. KONZEPTION ZUR HARMONISIERUNG DER QUERSCHNITTSMODELLE.....</b>             | <b>100</b> |
| 3.1 HARMONISIERUNG DER GEOMETRIE .....   | 100        |
| 3.2 HARMONISIERUNG DER FACHBEDEUTUNGEN .....                                     | 103        |
| <b>4. FAZIT UND AUSBLICK .....</b>   | <b>103</b> |
| <b>5. LITERATUR.....</b>   | <b>104</b> |

# 1. Projektauftrag und Projektziele ZSU IV

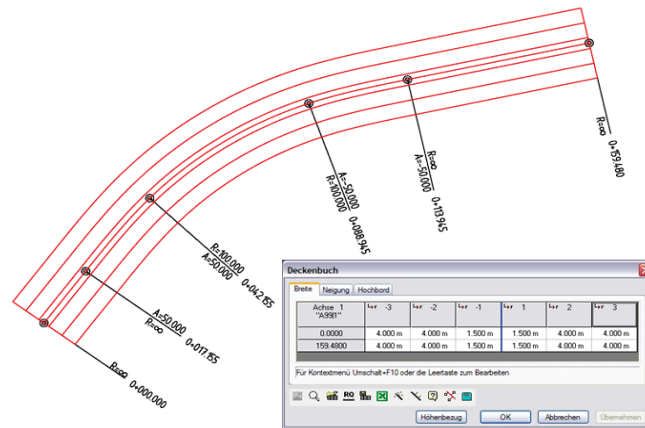
Im Mittelpunkt des Teilprojekts ZSU III /1/ stand die vereinfachte und verlustfreie Übertragung von Achsinformationen aus dem Bereich Planung/Entwurf. Durch die Beseitigung des Medienbruchs bei der Übernahme von Straßenplanungen in die Straßeninformationsbank (TT-SIB<sup>®</sup>) über einen Prototyp zur Konvertierung von OKSTRA<sup>®</sup>-Daten (StraGIS) und Festlegung organisatorischer Verfahren wurde eine durchgängig digitale Übertragung von Achsdaten zwischen Planung und TT-SIB<sup>®</sup>-Datenpflege erreicht. Weiterhin können diese Informationen zukünftig dienstebasiert mittels WebMapService (WMS) und WebFeatureService (WFS) für die GIS- und Fachanwendungen des Umweltinformationssystems Baden-Württemberg bereitgestellt werden.

Ziel des Teilprojekts ZSU IV ist, aufbauend auf den Achsinformationen, auch Informationen zum Querprofil aus dem Bereich Planung/Entwurf über die TT-SIB<sup>®</sup> für die UIS-DB bereitzustellen. Nach der Bestimmung der erforderlichen Objekte – sowohl für die TT-SIB<sup>®</sup> als auch für die Umweltverwaltung – anhand einer Abfrage der Fachressorts im Umweltbereich wurden diese in ihrer Struktur neu erfasst, um eine Harmonisierung der Datenmodelle in den Bereichen Planung/Entwurf und Bestandsdokumentation zu erreichen. Die hohe Inhomogenität der Datenmodelle in den verschiedenen Fachbereichen erfordert eine Untersuchung zur Machbarkeit und die Erarbeitung einer Konzeption für eine schrittweise Harmonisierung der Querprofilmodellierungen. Hierzu gilt es, die Datenquellen unter Berücksichtigung der Datenqualität im Hinblick auf ein Konzept zur langfristigen Datenübertragung zu definieren, sowie die bei einer Automatisierung entstehenden Probleme bezüglich Modellierung, Geometrie und Verfügbarkeit aufzuzeigen.

## 2. Definition relevanter Datenmodelle von Quell- und Zielanwendungen

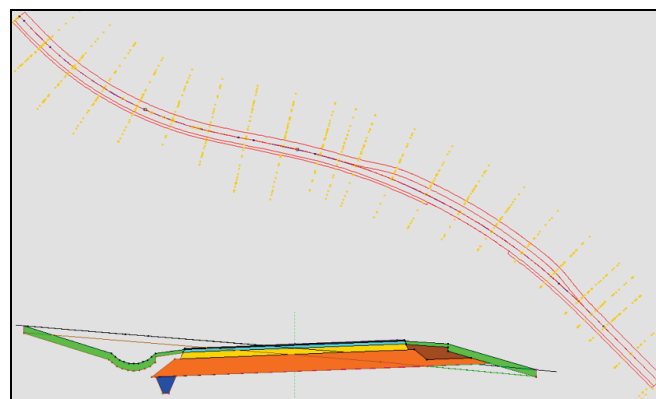
### 2.1 Modellierung und Bewertung der Planungsdaten

In CAD-Systemen für den Straßenentwurf können einzelne Spuren für eine spätere Verwendung in der Querprofilgestaltung in einem Deckenbuch definiert werden. Dazu kann jeder Achse eine Deckenbuchdefinition zugeordnet werden. Im Deckenbuch werden Spuren unter Angabe von Breiten in Abhängigkeit der Stationierung gebildet (s. Abbildung 1). Bei Bedarf kann zwischen Stationen einer Spur ein Versatz hinzugefügt werden. Für die Verziehung kann zwischen einer linearen Verziehung, einer Verziehung nach fahrdynamischen Grundsätzen oder keiner Verziehung gewählt werden. Im Deckenbuch erhält jede Spur eine Spurnummer, die, ausgehend von der Achse, linksseitig negativ absteigend und rechtsseitig positiv aufsteigend ist. Die Achse selbst wird als Spur 0 mit Breite 0 übergeben. Dies ist die einfachste Methode, um die Zuordnung der Gradienten zu modellieren. Jeder Spur kann eine Fachbedeutung aus dem Objektkatalog für das Straßen- und Verkehrswesen (OKSTRA<sup>®</sup>), wie z. B. Fahrstreifen, zugeordnet werden. Das Deckenbuch wird somit einer objektorientierten Modell- und Planbearbeitung im CAD-System gerecht.



**Abbildung 1: Beispiel eines Deckenbuchs einer zweibahnigen Straße in einem CAD-System**

Die Modellierung des Deckenbuchs im OKSTRA® /2/ baut auf die Modellierung der Entwurfsplanung im CAD-System auf und wird durch das Attribut „Spur\_aus\_Ausgangsdaten“ beschrieben. Die Spurnummer und die Spurbezeichnung als Fachbedeutung werden im Attribut „fachliche\_Bedeutung“ der „allgemeinen\_Eigenschaften“ abgelegt. Die Fachbedeutungen müssen momentan vollständig einer modellierungsexternen Fachbedeutungsliste entnommen werden, die in einem ersten Teil die Fachbedeutungen der fachlich modellierten Objektarten und in einem zweiten Teil die Fachbedeutungen der „allgemeinen\_Geometrieobjekte“ enthält. Das Objekt „BR\_Punkt“ beschreibt die Breite an einer Station. Breitenpunkte sind in Querrichtung nur an den Stellen vorhanden, an denen Änderungen des Verlaufes vorliegen. Hat ein „BR\_Punkt“ eine Breite, aber keine Spur aus Ausgangsdaten, so bezieht sich die Breitenangabe auf die Achse (Spur 0).



**Abbildung 2: Übersicht eines gerechneten Querprofils**

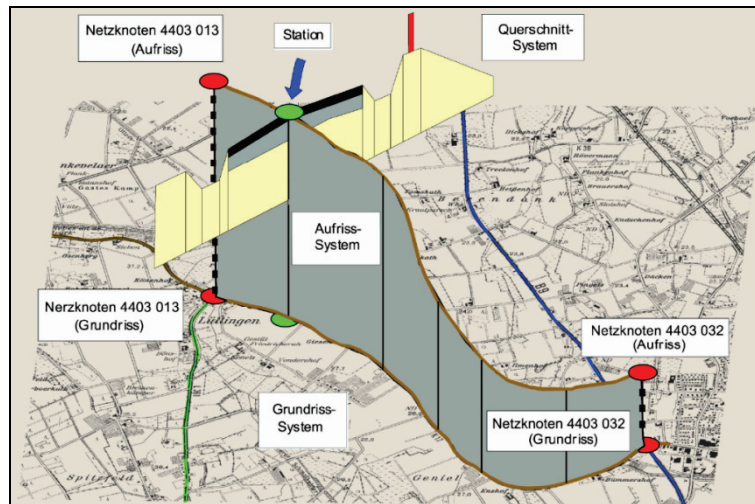
Liegt eine Achse mit dazugehörigem DGM vor, kann anhand der bisher erstellten Daten die Achse mit dem Gelände verschnitten werden. Die dabei entstehenden Querprofile lassen sich in einem frei wählbaren Abstand rechnen (s. Abbildung 2). Jedoch können die Systeme auch zusätzliche Querprofile an Sonderstationen berechnen. Das Querprofil beschreibt dabei alle Horizonte einer Straße an einer Station. Die Definitionen des Querprofils können stationsabhängig aus Bausteinkatalogen ergänzt oder geändert werden. Dabei handelt es sich um eine rein geometrische Modellierung über Profilpunkte, die über Profillinien verbunden sind. Jeder Punkt in der Querprofilbearbeitung ist eindeutig und, wenn identisch, stationsübergreifend und bildet somit dreidimensionale Punkt- und Linienzüge.

Im OKSTRA<sup>®</sup> wird zwischen einem dynamischen und einem statischen Querprofil unterschieden. Das dynamische Querprofil besitzt Konstruktionsvorschriften für die Querprofile und dadurch eine dynamische fachliche Modellierung. Die Entwicklung des dynamischen Querprofils im Rahmen des OKSTRA<sup>®</sup>-Projekts ist jedoch noch nicht endgültig abgeschlossen. Das statische Querprofil stellt dagegen eine rein geometrische Modellierung dar. Das Objekt „Querprofil“ wird im OKSTRA<sup>®</sup> über Profilpunkte und Profillinien definiert, die länderspezifisch unterschiedliche fachliche Bedeutungen besitzen. Ein Profilpunkt wird im OKSTRA<sup>®</sup> als „QP\_Punkt“ bezeichnet. Ein „QP\_Punkt“ erhält lediglich einen Abstand zur Achse und die Höhe. Die Zugehörigkeit zu einer Station wird über die Relationen zu einem Querprofil definiert und ist daher nicht direkt dem „QP\_Punkt“ zugeordnet.

Aus Modellierungssicht sind das Deckenbuch und das Querprofil zwei verschiedene Sichten auf einen Trassenkörper. Das Deckenbuch beschreibt die Oberfläche des Trassenkörpers als dreidimensionale Fläche im Raum, bezogen auf die Achse in der Lage. Die Querprofile stellen Schnitte durch den Trassenkörper dar. Die Präsenz von Deckenbuch und Querprofilen zu einem Trassenkörper ist im OKSTRA<sup>®</sup> optional. Das Deckenbuch bietet gegenüber dem Querprofil den Vorteil, dass es die Breite der Fahrbahn und deren Fahrstreifen nicht nur punktuell an bestimmten Stationen, sondern kontinuierlich und mathematisch exakt beschreibt. Jedes Querprofil zu einer Achse bezieht sich auf den Trassenkörper und die Station, an dem es liegt. Querprofile können in den CAD-Systemen in frei wählbaren Abstandsintervallen berechnet werden. So lassen sich bei der Querprofilerstellung beliebig viele Stationen an beliebigen Stellen definieren und mittels des OKSTRA<sup>®</sup> modellieren. Die geometrischen Informationen liegen dann allerdings lediglich für die in der Planung berechneten Querprofilsstationen vor. Da Definitionswechsel im Querschnitt, z.B. bei einer Fahrstreifenaddition, zwischen den Profilstationen liegen können, kann eine geometrische Modellierung für die TT-SIB<sup>®</sup> alleine aus diesen Daten nicht erfolgen. Auch liegt im Gegensatz zum Deckenbuch die erforderliche Streifen- bzw. Spurorientierung nicht vor. Vom Informationsgehalt her für die in ZSU IV verfolgten Ziele wichtig sind wiederum die Informationen zu Banketten, Mulden und Böschungen, die aus den Querprofilaten abgebildet werden können.

## **2.2 Modellierung des Querprofils im Bestand**

Die Modellierung der Straßeninformationen, die in der TT-SIB<sup>®</sup> gehalten werden, orientiert sich an dem Ordnungssystem ASB /3/. Dessen Teilsystem „Bestandsdaten“ umfasst die Beschreibung des aufzunehmenden Straßennetzes in der baulichen Ausbildung nach Maß und Material. Besonderer Wert wird dabei auf die Geometriedaten in Grund- und Aufriss sowie Informationen zum Querschnitt und dessen stoffliche Bestandteile gelegt. Das Ziel der ASB-Bestandsdaten ist es, Informationen aus verschiedenen Fachbereichen mit dem Bestandsnetz zu verknüpfen. Deshalb sind alle Objekte über Punkt- oder Streckeneigenschaften dem Straßennetz zugeordnet und können, je nach fachlicher Anforderung, auf die Quer- und Hochrichtung bezogen werden (s. Abbildung 3). Grundsätzlich erfolgt die Erfassung der Abmessungen und stofflichen Bestandteile des Querprofils in zwei Sichten und entspricht der doppelten Sichtweise auf den Trassenkörper in der Planung. In horizontaler Ausprägung sind das die Querschnittsstreifen, in vertikaler Richtung die Aufbaudaten des Querprofils. Der Querschnitt und seine Bestandteile, die Querschnittsstreifen, können in der TT-SIB<sup>®</sup> vom baulichen Aufbau unabhängig betrachtet werden.



**Abbildung 3: Geometriemodell des Netzknoten-Stationierungssystems**

In ZSU IV werden lediglich die Querschnittstreifen betrachtet. Die Aufnahme von Querschnittsdaten erfolgt nach der ASB /3/ in Längsrichtung strecken- und in Querrichtung streifenorientiert. Von der Bestandsachse aus, deren teilautomatisierte Übernahme in der Phase III des Projekts ZSU /1/ realisiert wurde, werden alle Streifen entsprechend ihrer Art und Ausdehnung erfasst. In Längsrichtung sind die Stationen anzugeben. In Querrichtung wird der Abstand zur Bestandsachse für den linken und rechten Rand des Streifens aufgenommen oder kann aus der direkten Breitenmessung der Streifen abgeleitet werden. Nach der aktuellen Version 2007 der ASB werden die funktionellen Bestandteile der Fahrbahn - die Fahrstreifen - als Querschnittstreifen unterschieden. Diese Informationen wurden bislang im Objekt „Fahrbahn“ gehalten, werden jedoch auch jetzt schon in der TT-SIB® Baden-Württemberg direkt bei den Querschnittstreifenarten definiert.

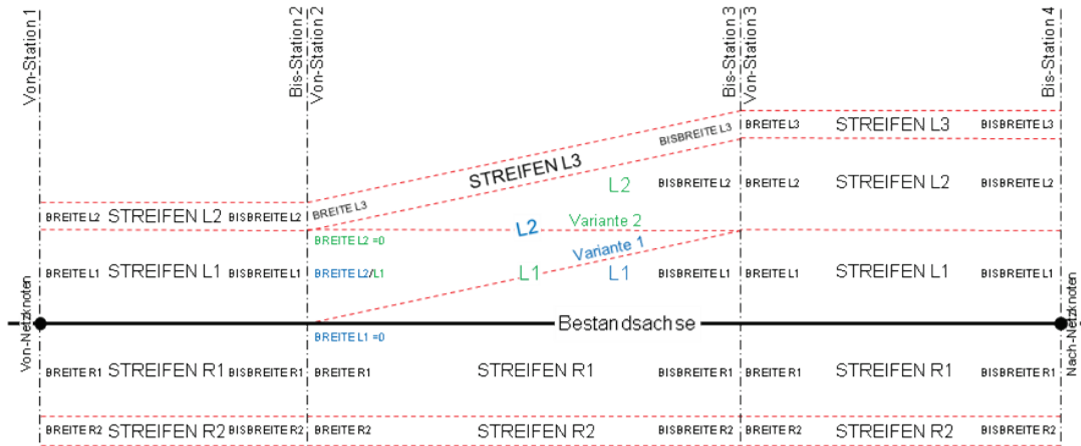
### **3. Konzeption zur Harmonisierung der Querschnittsmodelle**

#### **3.1 Harmonisierung der Geometrie**

Zur Untersuchung der Machbarkeit der Harmonisierung müssen grundsätzlich zwei Sichten bei den Modellierungen des Querschnitts, sowohl auf Seiten des Entwurfs als auch nach der ASB-Modellierung, betrachtet werden. Für die geforderte Zielstruktur der Querschnittsdaten in der TT-SIB® müssen die geometrischen Komponenten und die Fachbedeutungen untersucht werden, mit dem Ziel, aus den gegebenen Geometrieinformationen und Modellierungen aus der Planung das Geometriemodell und die fachlichen Bedeutungen nach ASB abbilden zu können.

Die Überführung eines Querschnitts aus der Planung in die Objektmodellierung der TT-SIB® wird anhand eines einbahnigen Deckenbuchs mit Randstreifen und einer in Stationierungsrichtung linksseitigen Fahrstreifenabstraktion exemplarisch aufgezeigt (s. Abbildung 4). Die hier gezeigte Translation lässt sich auf alle richtlinienkonforme Fälle abbilden.





**Abbildung 5: Translation des exemplarischen Deckenbuchs in die Modellierung der TT-SIB®**

An jeder im CAD-System gerechneten Querprofilsstation wird ein Querprofil (s. Abbildung 6) übergeben. Die zugehörige Station ist direkt beim Objekt „Querprofil“ anhängig. Dort wird zudem auf die Relation „Profillinien“ verwiesen, mit der – entsprechend der Fachbedeutungsliste – die fachliche Bedeutung übergeben wird. Jede Profillinie wird von zwei Querprofilspunkten („QP\_PUNKT“) gebildet. Für eine vollständige geometrische Definition werden zum „QP\_PUNKT“ als Attribute der Abstand zur Achse und die Höhe ü. NN angegeben. Da im Querprofil die Fahrbahn nur als Ganzes übergeben wird und somit die Streifenarten der befestigten Fläche nicht im Detail modelliert sind, können für die TT-SIB® lediglich die Informationen zum Bankett und zur Mulde sowie die Böschungsgeometrie genutzt werden. Für die Breite der Streifenart „Böschung“ in der TT-SIB® gelten besondere Grundsätze. Hierbei wird nicht die horizontale Breite betrachtet, sondern die tatsächlich zu bewirtschaftende „schräge“ Breite. Diese lässt sich aus der Höhen- und Abstandsdifferenz der beiden Querprofilspunkte berechnen.



**Abbildung 6: Visualisierung der OKSTRA®-Querprofilmodellierung**

Die Breitenangaben stehen lediglich an den übergebenen Querprofilsstationen zur Verfügung. Für eine über den Achsverlauf kontinuierliche Geometriedefinition müssen die einzelnen Querprofilsstationen aggregiert werden. Dazu müssen zwischen den einzelnen verfügbaren Stationen die Breitenangaben für die TT-SIB® linear interpoliert werden, vorausgesetzt es sind an allen ASB-relevanten Definitionsänderungen Querprofile gerechnet.



## 3.2 Harmonisierung der Fachbedeutungen

Neben den geometrischen Informationen der Querschnittsstreifen sind für eine automatisierte Datenübertragung die fachlichen Bedeutungen von hoher Wichtigkeit. Lediglich eindeutig fachlich identifizierbare Objekte lassen sich in einen automatisierten Prozess eingliedern. Sind diese Informationen nicht präzise vorhanden, steht lediglich die Geometrie eines Objekts zur Verfügung. Diese kann jedoch ohne Fachbedeutung nicht zugeordnet und in die Modellierung der TT-SIB® nach ASB nicht integriert werden.

Um die Quelldaten bezüglich ihrer Fachbedeutung bewerten zu können, wurden die aktuellen Fachbedeutungen, die mittels des OKSTRA® übergeben werden, mit den Anforderungen der Schlüssel der Zielmodellierung nach ASB verglichen. Das Ergebnis des Mappings zeigt, dass nur wenige Objekte anhand ihrer Fachbedeutung identifiziert und zugeordnet werden können. Dabei handelt es sich vorrangig um Objekte im Randbereich eines Trassenkörpers wie das Bankett und die Böschung. Das Mapping macht aber auch deutlich, dass die zentralen Streifenarten wie Fahrstreifen, Mittelstreifen, Seitenstreifen oder Randstreifen nicht eindeutig austauschbar sind. Für die meisten Objektarten ist der erforderliche Detaillierungsgrad in den Fachbedeutungen für die TT-SIB® für eine Vollautomatisierung nicht ausreichend vorhanden. Hierbei wird ersichtlich, dass durch die mehrfachen inhomogenen Modellierungsinstanzen die gewünschte Harmonisierungstiefe nicht erreicht werden kann. Dies liegt vor allem daran, dass sowohl auf Planungsseite als auch auf der Seite der Bestandsdokumentation keine einheitliche fachliche Modellierung vorhanden ist. Solche Inkonsistenzen führen zu einem hohen Aufwand für die Nachkontrolle auf Seiten der Straßenbauverwaltung (SBV) vor einem endgültigen Einpflegen der Daten in die TT-SIB®.

## 4. Fazit und Ausblick

Die Untersuchungen im Projekt ZSU IV haben gezeigt, dass bei der Betrachtung einer (zumindest teil-)automatisierten, digitalen Übertragung von Querprofilobjekten aus der Planung in die Bestandsdokumentation eine Reihe von Randbedingungen bestimmend sind. Nur eine ganzheitliche Berücksichtigung aller relevanten Aspekte macht letztlich eine Automatisierung möglich. Die Ergebnisse des Projekts belegen jedoch, dass zurzeit nicht alle notwendigen Bedingungen für eine automatisierte Informationsübertragung gegeben sind.

Auf der Seite der Entwurfsplanung wird die für die TT-SIB® notwendige konsistente Definition von Querprofilen aufgrund der unterschiedlichen Zielstellungen in der Planung, der Architektur der Entwurfssysteme und der Planungsgewohnheiten bisher nicht erreicht. Die Untersuchung der Qualität der Modellierungen (Richtlinien, Standards) in den jeweiligen Fachbereichen in Bezug auf die Datenstruktur des Zielsystems TT-SIB® hat ergeben, dass nur die Kombination aus Objektgeometrien und den dazugehörigen Fachbedeutungen zielführend ist. Die hohe Diversität, die sich in den verschiedenen Modellierungsvorschriften zeigt, macht die Vollautomatisierung einer Querprofilsdatenübertragung derzeit nicht möglich. Lediglich Einzelobjekte und Teile einzelner Objekte könnten in die Strukturen des Bestands überführt werden. Die Entwicklung einer teilautomatisierten Übertragung von Querprofilinformationen in die Bestandsdatenführung zum aktuellen Zeitpunkt kann deshalb nur eine Insellösung für einen beschränkten Zeitraum speziell für Straßenplanungen in Ba-

den-Württemberg darstellen. Um auf lange Sicht bundesweit die Möglichkeit einer automatisierten Übertragung, auch über die Querschnittstreifen hinaus, zu schaffen, bedarf es einer einheitlichen fachlichen Modellierung im Straßenwesen. Was als ursprüngliches Ziel des OKSTRA<sup>®</sup> gilt, konnte bislang nicht realisiert werden, da sich die Anforderungen der einzelnen Fachbereiche (Planung, Vermessung, Bau, Bestandsdokumentation, Betriebsdienst) zu unterschiedlich darstellen und bisher getrennt weitergeführt werden. Die Entwicklungen der OKSTRA<sup>®</sup>-Modellierungen werden stets aus Sicht der einzelnen Fachbereiche durchgeführt, eine Kopplung zwischen Entwurfsmodellierung (Richtlinien) und Bestandsmodellierung ist nicht vorhanden. Die stetige, einseitige Weiterentwicklung der Standards führt zu einer immer größer werdenden Diversität der Modellierungsvorschriften und macht eine vollständige Harmonisierung der Objekte zunehmend schwieriger. Lediglich eine bundesweit einheitliche Fachmodellierung über alle Aufgabenbereiche des Straßenwesens hinweg kann auf Dauer zu einer wirtschaftlichen und fachlich sinnvollen Übertragung von Planungsobjekten in die Straßeninformationsbanken der Länder führen.

Eine Möglichkeit, den OKSTRA<sup>®</sup> und die derzeit damit verbundenen Problematiken zu umgehen, bietet das Programm „Straßenobjektvisualisierung (SOV)“ der Firma GEO Net solution GmbH. Das Programm ermöglicht es grafischen CAD-Dateien in das Datenbankformat der TT-SIB<sup>®</sup> zu übersetzen. Dabei werden die Achsen, die die Streifen des Querschnitts bilden, in die Modellierung nach der ASB übertragen. Dieser Weg erfordert jedoch ebenfalls weitere Entwicklungen und Abstimmungen, da die Datenqualität vom Vorgehen bei der Planung abhängt. Da die Straßenplaner die Grundsätze der ASB-Modellierung nicht kennen, würde das Ergebnis derzeit zu Datenlücken und zu einem hohen Nachbereitungsaufwand auf Seiten der SBV führen. Auch kann mit SOV momentan lediglich die Fahrbahn als Ganzes übernommen werden. Nach der ASB 2007, auf deren Struktur im Laufe dieses Jahres migriert werden soll, wird die Fahrbahn jedoch streifenscharf aufgenommen. Dahingehend müsste SOV geprüft und erweitert werden. Ein wesentlicher Vorteil des Programms ist, dass es mit Hilfe von MapBasic<sup>®</sup> auf MapInfo<sup>®</sup> aufsetzt und somit integraler Bestandteil der TT-SIB<sup>®</sup> werden kann. Auch der Weg über das Tool SOV kann derzeit nur eine Insellösung darstellen und das hiermit ggf. zu entwickelnde Verfahren bedarf einer manuellen Ergänzung bzw. Kontrolle durch einen Sachbearbeiter der SBV. SOV der GEO Net solution GmbH wäre jedoch eine Möglichkeit, die Zeit bis zu einer einheitlichen Fachmodellierung im Straßenwesen zu überbrücken.

## 5. Literatur

- /1/ Ressel, W., Weise, M. (2008): Projekt Zusammenführung von Straßen- und Umweltinformationen - Phase III, ZSU III; wissenschaftliche Berichte des Instituts für Straßen- und Verkehrswesen; Stuttgart, 25.04.2008.
- /2/ BAST, interactive instruments GmbH; Objektkatalog für das Straßen- und Verkehrswesen, OKSTRA<sup>®</sup>; <http://www.okstra.de>. Stand: 10.03.2009.
- /3/ Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung; ASB Anweisung Straßeninformationsbank, Teilsystem: Bestandsdaten, Stand: September 2004 bzw. Mai 2007.
- /4/ Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V. (FGSV) (1995): Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil: Linienführung (RAS-L); Köln, Selbstverlag.