

## **ZSU II**

# **Zusammenführung von Straßen- und Umweltinformationen**

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

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

*M. Müller  
Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden Württemberg  
Bannwaldallee 24  
76185 Karlsruhe*

*K.-P. Schulz; R. Mayer-Föll  
Umweltministerium Baden Württemberg  
Kernerplatz 9  
70182 Stuttgart*

<b>1. VORBEMERKUNGEN .....</b>	<b>97</b>
<b>2. KONZEPT FÜR DEN ELEKTRONISCHEN DATENAUSTAUSCH.....</b>	<b>97</b>
2.1 ALLGEMEINES .....	97
2.2 KONZEPT FÜR DIE DATENINTEGRATION.....	98
<b>3. DATENINTEGRATION.....</b>	<b>99</b>
3.1 INTEGRATION VON STRAßENINFORMATIONEN .....	99
3.1.1 <i>Dateibasierte Integration.....</i>	<i>99</i>
3.1.2 <i>Integration mittels WFS-Dienst.....</i>	<i>100</i>
3.2 INTEGRATION VON UMWELTINFORMATIONEN .....	101
3.2.1 <i>Dateibasierte Integration (GIS-Data Verzeichnis) .....</i>	<i>101</i>
3.2.2 <i>Netzwerkbasierter Integration (WMS-Dienst) .....</i>	<i>101</i>
<b>4. BEREITSTELLUNG VON INFORMATIONEN AUS DER STRAßENPLANUNG.....</b>	<b>102</b>
4.1 ALLGEMEINES .....	102
4.2 AUFBEREITUNG VON CAD-PLANUNGEN FÜR GIS-SYSTEME.....	102
4.2.1 <i>Allgemeines .....</i>	<i>102</i>
4.2.2 <i>Aufbereitung von Entwurfselementen.....</i>	<i>103</i>
<b>5. AUSBLICK .....</b>	<b>104</b>
<b>6. LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>104</b>

# **1. Vorbemerkungen**

Mit Abschluss des zweiten Teilprojektes „Zusammenführung von Straßen- und Umweltinformationen (ZSU II)“ konnten weitere wichtige Meilensteine für das mit dem ersten Teilprojekt /1/ festgelegte Ziel, einer Verknüpfung von Objekten aus dem Umweltinformationssystem (UIS) und Objekten aus der Straßenbauverwaltung (SBV), einhergehend mit einer Reduzierung von vorhandenen Medienbrüchen, erreicht werden.

Im ersten Projektteil wurden hierfür wichtige Erkenntnisse über die Nutzungsanforderungen und die vorhandenen Datenstrukturen in der Straßenbauverwaltung (SBV) und im Umweltbereich begutachtet. Es wurden Kataloge erstellt, die die für eine gegenseitige Integration sinnvollen Objekte beschreiben.

Aufbauend auf diesen Erkenntnissen und Ergebnissen stand im zweiten Teil des Forschungsprojektes ZSU die Festlegung geeigneter technischer Verfahren für die möglichst effiziente und verlustfreie Übertragung der Straßen- und Umweltinformationen zwischen den unterschiedlichen IuK-Infrastrukturen im Fokus. Ein weiteres Ziel war die Schaffung der technischen Voraussetzung für einen Datenzugriff auf aktuelle Geoinformationen der Landesanstalt für Umwelt, Messung und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW).

## **2. Konzept für den elektronischen Datenaustausch**

### **2.1 Allgemeines**

Um einen geeigneten Weg für den Informationsaustausch zwischen den Datenbanken der SBV und der UIS-Datenbank (UIS-DB) zu finden wurden mehrere Schwerpunkte festgelegt.

Die Möglichkeiten einer DV-technischen Weiterverarbeitung sind stark vom Format, in dem die Daten abgelegt bzw. später benötigt werden, abhängig. Hierzu wurde anhand von Use-Cases die Nutzergruppe der für den Austausch ermittelten Objekte festgestellt. Im nächsten Schritt wurden die von dieser Gruppe angefragten Objekte in ihrer Struktur und dem für die Bearbeitung notwendigen Format beschrieben. Auf der Grundlage der Nutzeranfragen aus dem ersten Teil des Projektes ZSU waren nun das Quellformat der Objekte sowie das für die Weiterverarbeitung notwendige Format bekannt. Mit diesen Randbedingungen ergaben sich entsprechende Einschränkungen für die Auswahl geeigneter Vorgehensweisen für den Datenaustausch.

Eine weitere Einschränkung ergibt sich durch die eingesetzten EDV-Programme. Abhängig von der Leistungsfähigkeit bzw. Bedienbarkeit der einzelnen Systeme können teilweise nicht alle Anforderung der Nutzergruppen erfüllt werden. Daher galt es den möglichen Funktionsumfang der eingesetzten Systeme zu erfassen und eine Abschätzung des Aufwands bzw. der Kosten für eine Erweiterung dieser Verfahren in die Betrachtungen mit einzubeziehen. Daneben wurden auch weitere Aspekte, wie schon existierende Lösungen anderer Bundes-

länder (z. B. der Hessische Recherche Manager) oder auch konkrete Wünsche von Nutzern mit in die Überlegungen einbezogen.

## 2.2 Konzept für die Datenintegration

In der Regel handelt es sich bei den zu integrierenden Objekten um Geoinformationen, die als Kartenlayer dargestellt bzw. weiterverarbeitet werden sollen. Mit dem Ziel der SBV ein nachhaltiges System für die Integration von Straßen- und Umweltinformationen zu erstellen, ergab sich früh der in Abbildung 1 schematisch dargestellte Ansatz. Dieser stellt über einen vom Open Geospatial Consortium (OGC) spezifizierten Web Mapping Service (WMS) bzw. Web Feature Service (WFS) seine Geoinformationen für die Clienten über eine Netzwerkverbindung bereit /3/. Für die reine Darstellung, so wie sie von den meisten Anwendern benötigt wird, reicht dabei in einem ersten Schritt die einfacher handhabbare und schnellere Übermittlung mittels WMS aus. Hierbei werden die vom Quellsystem als Raster- oder Vektordaten zur Verfügung gestellten Karten aufbereitet und WMS-konform als Rasterkarte an den Clienten des Endanwenders übertragen. Dieses im Allgemeinen ausreichende Verfahren stößt natürlich an seine Grenzen, sobald Vektordaten mit Metainformationen für eine Datenübernahme oder -auswertung benötigt werden. Hierfür soll die Möglichkeit zur Verfügung stehen, die Geodaten einheitlich über einen WFS als Vektordaten zu beziehen.

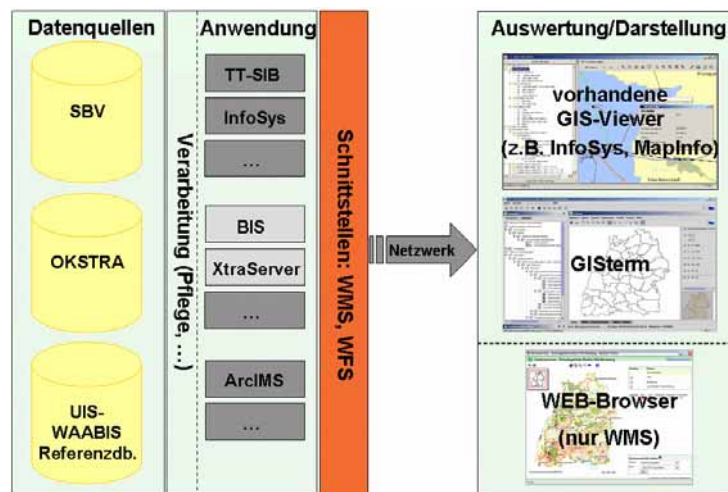
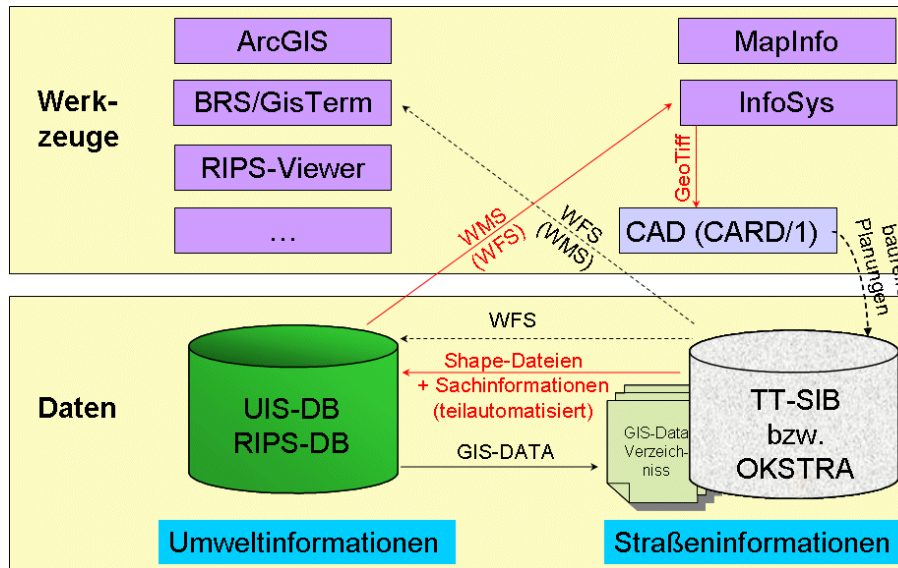


Abbildung 1: Nutzung offener WMS/WFS Schnittstellen für alle Anwendungen

Mit den vorgegebenen Rahmenbedingungen konnten konkrete Ansätze für die Integration der Straßen- und Umweltinformationen gefunden werden. Unterschiedliche Varianten bzw. Detaillösungen für diese Integration wurden in der Lenkungsgruppe ZSU bewertet. Unter Abwägung der Nutzungsanforderungen, der verfügbaren Techniken und Verfahren und der Wirtschaftlichkeit dieser Varianten konnte ein Konsens für das in Abbildung 2 dargestellt Verfahren gefunden werden.

Die in Abbildung 2 rot dargestellten Verbindungen wurden im Rahmen des Projektes größtenteils realisiert. Bei den gestrichelt dargestellten Verbindungen handelt es sich um geplante Maßnahmen, die eine weitergehende Integration ermöglichen und deren Fertigstellung demnächst erfolgen soll. Die durchgezogene schwarze Linie stellt die schon vor Projektbeginn vorhandene Möglichkeit auf Umweltinformationen zuzugreifen dar.



**Abbildung 2: Umsetzung Datenintegration von Straßen- und Umweltinformationen (Stand 05.2006)**

Konkret wurde auf der Seite der SBV die Möglichkeit zur Nutzung der vom LUBW angebotenen WMS-Kartendienste geschaffen. Die hierfür notwendigen Arbeiten werden in Kapitel 3.2.2 beschrieben. Der hauptsächlich von Planern geäußerte Wunsch, dass die Umweltinformationen nicht nur in GIS-Systemen zur Verfügung gestellt werden sollen, konnte mit der Möglichkeit einzelne Kartenlayer oder Kombinationen aus diesen als georeferenziertes Bild zu exportieren nachgekommen werden. Somit können Umweltinformationen, z. B. in dem von der Straßenbauverwaltung Baden-Württemberg genutzten CAD-Planungsinstrument CARD/1 für den Trassenentwurf als Hintergrundinformation genutzt werden. Hierbei wurde bewusst die Reduzierung der Informationen auf ein georeferenziertes Bild in Kauf genommen. Dies ermöglicht zum einen die Nutzung von Umweltinformationen, die in beliebigen Formaten (vektoriell oder als Rasterkarte) vorliegen, zum anderen auch eine einfache und direkte Weiterverarbeitung in Programmsystemen, die keine GIS-Schnittstellen anbieten. Sollten komplexere Verschneidungen von Umwelt- mit Straßeninformationen nötig sein, können diese mittels des bereits vorhandenen GIS-Data-Verzeichnisses durchgeführt werden (siehe hierzu auch Kapitel 3.2.1).

### 3. Datenintegration

#### 3.1 Integration von Straßeninformationen

##### 3.1.1 Dateibasierte Integration

Mittels eines dateibasierten Verfahrens können die im WAABIS-OK für die Objektklasse 7 „Straßenbau, Verkehr, Infrastruktur“ definierten Objektarten (mit Ausnahme der im Moment noch nicht verfügbaren Objektarten 7.1.2 „Straßenplanungen“ und 7.1.4 „Verkehrsmengen“) mit ihrer georeferenzierten Lage und den im WAABIS-OK festgelegten Metainformationen in die Systeme der LUBW übernommen werden.

Aktuell werden in einem jährlichen Turnus Dateien im ESRI-Shape Format<sup>1</sup> nach bestimmten Kriterien aus dem Straßeninformationssystem (SIB) generiert. Diese werden an die LUBW übermittelt und mit den dort bereits entwickelten Verfahren in die UIS-DB integriert. Ab dem jährlichen WAABIS-Auslieferungstermin (i. d. R. 01. Dezember) können diese über das UIS-Berichtssystem aufgerufen und als Layer über beliebige andere Objekte gelegt werden. /4/

Die von der SBV übermittelten Sachdaten werden von der LUBW nicht nur für die Anzeige zusätzlicher Informationen zu einem Objekt genutzt. Vielmehr erfolgen verschiedene Auswertungen, die von den erweiterten Sachinformationen der Objekte Gebrauch machen. Dies erscheint am offensichtlichsten in der unterschiedlichen Darstellung der einzelnen Straßenobjekte abhängig von der Straßenklasse oder auch in komplexeren Auswertungen die z. B. den Flächenverbrauch einer Straße ermitteln und grafisch anzeigen.

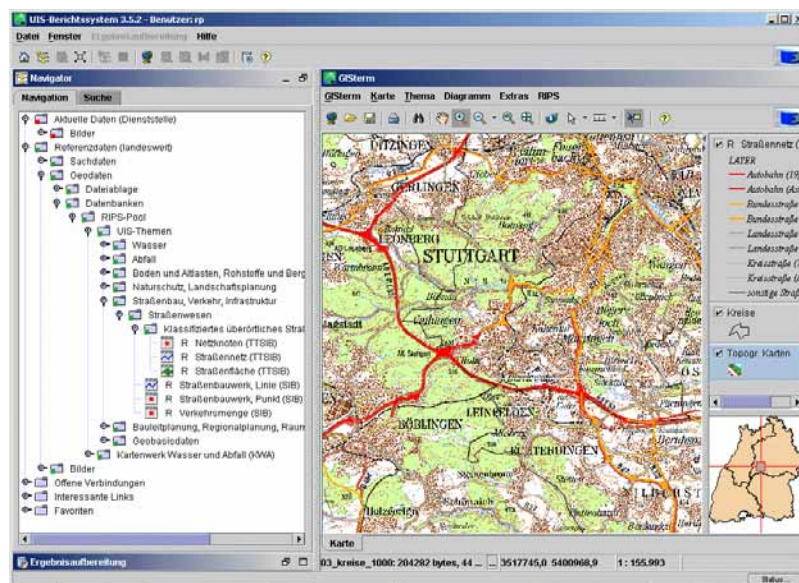


Abbildung 3: Objektklasse 7 „Straßenbau, Verkehr, Infrastruktur“ im UIS-Berichtssystem

### 3.1.2 Integration mittels WFS-Dienst

Das in Kapitel 3.1.1 beschriebene Verfahren besitzt einen wesentlichen Nachteil. Jeder Datenaustausch erfordert sowohl auf der Seite der SBV wie auch bei der LUBW eine manuelle Vorbereitung. Die Vorarbeit für die Erzeugung der Straßeninformationen für die UIS-DB erfolgt zwar immer nach dem gleichen Schema, lässt sich aber nur schwer vollständig automatisieren. Die Erzeugung einer Datei für den Geodaten austausch aus der Straßeninformationsbank (TT-SIB) kann noch relativ leicht durch ein entsprechendes Skript unterstützt werden, jedoch muss dieser Vorgang noch immer von einem Sachbearbeiter der SBV angestoßen und am Ende die erzeugte Shape-Datei manuell an die LUBW übermittelt werden.

Im Zuge der Umstellung auf die aktuelle Version der Straßeninformationsbank (TT-SIB 5.0) besteht die Möglichkeit die von der LUBW benötigten Geodaten auch mittels eines WFS-Dienstes bereitzustellen. Dies bringt wesentliche Vorteile: Die LUBW könnte unabhängig von personeller Unterstützung der SBV und in einem selbstbestimmten Zyklus auf die jeweils

<sup>1</sup> Ein von ESRI ursprünglich für ArcView entwickeltes Format für Geodaten. Quasi-Standard im GIS-Bereich.

aktuellen Straßeninformationen zugreifen. Sobald der WFS-Dienst einmal aufgesetzt sein wird, wird sich auch der Aufwand für die Bereitstellung der Geodaten aus der SIB auf die Programmpflege desselben reduzieren. Allerdings bedeutet eine Umstellung weg vom bereits erfolgreich praktizierten Datenaustausch mittels Shape-Datei einen zusätzlichen Anpassungsaufwand auf der Seite der LUBW und des WFS der TT-SIB (Lizenz- und Pflegekosten). Deshalb wird für die demnächst erfolgende Umsetzung des WFS-Dienstes in der SBV nicht nur versucht die nach dem WAABIS-OK vorgesehenen Objekte zur Verfügung zu stellen, sondern diese sollen auch in einer für die LUBW einfach zu integrierenden Struktur übermittelt werden.

## **3.2 Integration von Umweltinformationen**

### **3.2.1 Dateibasierte Integration (GIS-Data Verzeichnis)**

Mit dem von der LUBW zur Verfügung gestellten GIS-Data Verzeichnis existiert in der SBV bereits die Möglichkeit auf jährlich aktualisierte Umweltinformationen zuzugreifen. Diese liegen i. d. R. im ESRI Shape-Format oder im TIFF - Format (Orthophotos) vor und entsprechen vom Umfang her dem Räumlichen Informations- und Planungssystem (RIPS). Der Zugriff innerhalb der und in den Dienststellen der SBV erfolgt über dedizierte Server, auf dem die Dateien in einer festen Ordnerstruktur abgelegt sind. Die Nutzung der angebotenen Umweltinformationen erfolgt hauptsächlich durch Fachanwender, die im Umgang mit GIS-Systemen geschult sind. Hier ermöglichen die in hoher Qualität vorliegenden Vektordaten auch komplexe Auswertungen durch Experten mit entsprechenden GIS-Kenntnissen.

### **3.2.2 Netzwerkbasierende Integration (WMS-Dienst)**

Um einer großen Zahl von Anwendern in der SBV die Straßeninformationen der TT-SIB zur Verfügung zu stellen, soll zukünftig mit dem GIS-Viewer InfoSys ein möglichst einfach zu bedienendes Werkzeug in der SBV etabliert werden. Mit der Integration von Umweltinformationen in das Programm InfoSys ergibt sich hier die Chance mit verhältnismäßig geringem Aufwand eine breite Nutzergruppe in der SBV anzusprechen. Für eine netzwerkbasierende Integration stellt die LUBW schon jetzt einen Teil der in der UIS-DB enthaltenen Geodaten über WMS-Schnittstellen zur Verfügung. Durch Anpassung der in InfoSys vorhandenen Funktionalitäten an die Anforderung, auch Umweltinformationen über die WMS-Dienste der LUBW in Kombination mit Straßeninformationen anzeigen zu können, konnte eine clientseitige Integration erreicht werden. Den Nutzern in der SBV stehen somit direkt aktuelle Umweltinformationen als Kartengrundlage zu den aktuellen Straßeninformationen aus der TT-SIB zur Verfügung. Eine wesentliche Anforderung (die grafische Überlagerung des Straßennetzes mit Geodaten aus dem WAABIS-OK) der untersuchten Zielgruppe in der SBV konnte so erreicht werden.

Als zusätzliches Feature konnte eine Funktion in InfoSys integriert werden, die den oder die aktuellen Kartenlayer als georeferenziertes Rasterbild exportiert. Dieses kann dann z. B. bei Straßenplanungen als Kartenhintergrund in einer CAD-Anwendung für die Trassenfindung genutzt werden.

## **4. Bereitstellung von Informationen aus der Straßenplanung**

### **4.1 Allgemeines**

Mit der Festlegung der Objektart 7.1.2 „Straßenplanungen“ im WAABIS-OK ergibt sich eine Anforderung an die Systeme der SBV, die einen nicht unerheblichen zusätzlichen Aufwand für Datenpflege und Datenerfassung bedeuten. Für den Austausch der Umwelt- und Straßeninformationen wurde beschlossen alle baureifen Planungen in die SIB mit aufzunehmen und für den Datenaustausch mit der UIS-DB bereitzustellen. Das Einpflegen einer geplanten Trasse in die SIB erfordert einige Vorarbeiten. In einem ersten Schritt soll daher die Grundlage für eine effektive Datenübernahme aus der Planung geschaffen werden.

Für jede Planung müssen zuerst ein Ereignisraum<sup>2</sup> und die Informationen zu mindestens sieben Pflichtobjekten (Baulast, Dienststelle, Fahrstreifen, Nullpunkte, Ortsdurchfahrten, Verwaltungsbezirk, Widmung) ermittelt werden. Je nach Komplexität der Netzänderung müssen zusätzlich neue Netzknoten und Informationen zu den Stationen auf den einzelnen Achsabschnitten ermittelt und vorhandene Trassen angepasst bzw. neue Achsen erstellt werden. Die Lage der Achsen wird derzeit entweder nach ihrer Fertigstellung vor Ort vermessen oder anhand von Papierplänen digitalisiert und in die SIB übernommen. Alle Schritte, die für die Änderungen am Straßennetz notwendig sind, (z. B. Abschnitt umbenennen/einfügen/löschen, Netzknoten umbenennen/einfügen/löschen, ...) werden protokolliert und müssen einzeln ausgeführt werden, damit die Änderungen auch im Nachhinein rückverfolgbar und konsistent sind.

Um das Einpflegen einer geplanten Achse zu beschleunigen und somit geplante Trassen zeitnah in der SIB zur Verfügung stellen zu können, gilt es ein Werkzeug zu entwickeln, das die in vorhandenen CAD-Planungen enthaltenen Informationen digital für die SIB nutzbar macht.

### **4.2 Aufbereitung von CAD-Planungen für GIS-Systeme**

#### **4.2.1 Allgemeines**

Generell definiert sich eine GIS-Architektur anhand der Möglichkeit zur Erfassung, Verwaltung, Analyse und Ausgabe raumbezogener Daten. Abgesehen von der Analyse ähneln sich CAD- und GIS-Systeme. Eine Übernahme von Objekten aus einer CAD-Anwendung (z. B. CARD/1) in eine GIS-Anwendung (z. B. MapInfo) sollte also prinzipiell möglich sein. Eine wesentliche Anforderung an die CAD-Anwendung definiert sich durch die Notwendigkeit nicht nur einfache Linieninformationen erzeugen zu können, sondern auch Objekte (z. B. Straßenachse, Straßenquerschnitt, ...) mit zugehörigen Sachinformationen. Moderne CAD-Systeme unterstützen den Planungsverlauf durch die Möglichkeit objektorientiert zu arbeiten. Mit dem Objektkatalog Straße (OKSTRA) existiert im Straßenwesen auch eine Beschrei-

---

<sup>2</sup> Ereignisräume umfassen und beschreiben alle Netzknoten und Straßenabschnitte die von der Planung betroffen sind.



bungssprache für einen objektbezogenen Datenaustausch von Straßenplanungen, die von vielen CAD-Systemen unterstützt wird.

Eine tiefere Analyse der im OKSTRA enthaltenen Objekte hat gezeigt, dass dieser praktisch alle notwendigen Objekte für eine vollständige Beschreibung einer Planung für die spätere Übernahme in die SIB enthält /2/. Bisher besteht aber keine Möglichkeit Entwurfselemente aus einer OKSTRA konformen Datei so aufzubereiten, dass diese in die TT-SIB oder eine andere GIS-Anwendung übernommen werden können.

## 4.2.2 Aufbereitung von Entwurfselementen

Die Aufbereitung von Entwurfselementen aus der Straßenplanung erfolgt anhand der zu jedem Objekt verfügbaren Sachinformationen und dem Wissen über dessen spezielle Eigenschaften. In einem ersten Schritt gilt es aus einer im OKSTRA-Format angelegten Datei die Lage und Bezeichnung der einzelnen Straßenachsen zu bestimmen. Ist dies erfolgt, soll eine aus der TT-SIB exportierte Bestandsachse mit der geplanten Achse verschnitten werden bzw. die Achsen sollen für eine Übernahme in die SIB gekennzeichnet werden. Anschließend sollen die so erzeugten Achsen in die SIB oder einem beliebigen GIS-System eingelesen werden.

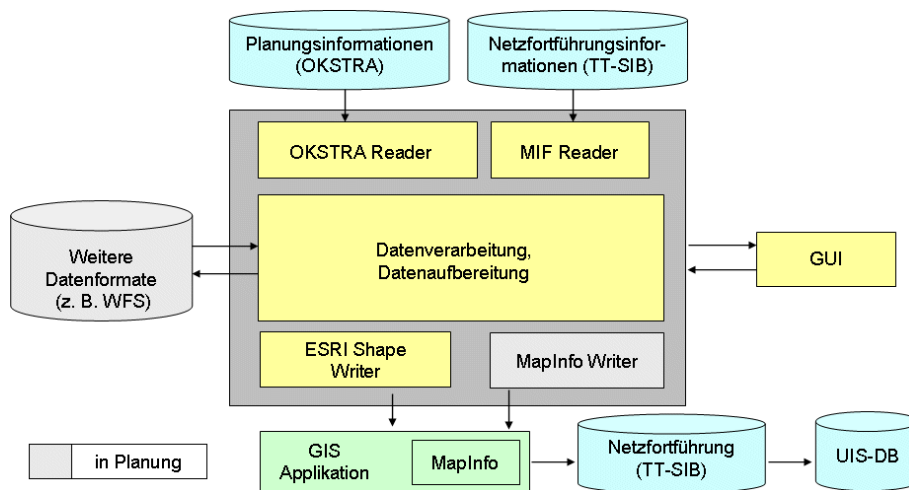


Abbildung 4: Konzeption „StraGIS“

Mit dem in VB-Express entwickelten Werkzeug „StraGIS“ („Straßenentwurf zu GIS“, Abbildung 4) konnten die oben angegebenen Anforderungen auf ihre tatsächliche Umsetzbarkeit hin überprüft werden. Die Achsinformationen in einer OKSTRA-Datei bestehen aus der Angabe einzelner Stützpunkte und der Abfolge von Geraden, Klotoïden und Radien. Es sind somit alle notwendigen Informationen enthalten, die zum Erzeugen der Stützstellen und für die Darstellung der Achse erforderlich sind. Zusätzlich werden noch weitere Objekte (z. B. Straßenquerschnitt, Längsneigungen, etc.) aus der OKSTRA-Datei eingelesen. Diese werden aber vorerst nicht weiter ausgewertet. Der in der TT-SIB festgelegte Ereignisraum (mit den entsprechenden Achsabschnitten und Netzknoten) kann im MapInfo Interchange Format (MIF) eingelesen werden. Das Programm bietet nun verschiedene Operationen mit denen die Achsen aus Planung und Bestand miteinander verschnitten werden können. Ein Export der überarbeiteten Straßenachsen ist dabei jederzeit im ESRI Shape-Format möglich und die

Achsen können somit sofort den gängigen GIS-Systemen (z. B. TT-SIB, UIS-DB) zur Verfügung gestellt werden.

Beispielhaft konnte so eine geplante Autobahnanschlussstelle mit den hierfür notwendigen Anpassungen der Bestandsache aus einer CARD/1 Planung im OKSTRA-Format übernommen werden.

## 5. Ausblick

Mit der Fähigkeit des in der SBV eingesetzten GIS-Viewers InfoSys eine Vielzahl von Anwendern anzusprechen und der nun bestehenden Option aktuelle Geodaten der LUBW direkt in diesen einbinden zu können, ist ein wichtiger Schritt hin zu einer für den Anwender transparenten Integration von Umweltinformationen in ein ihm bekanntes System getan. Mit der geplanten Umsetzung der WFS-Schnittstelle in der LST (vgl. Kapitel 3.1.2) ist auch der Grundstein für eine vollautomatisierte Integration von Straßeninformationen bei der LUBW gelegt.

Wesentliche Herausforderungen stehen noch in der Bereitstellung von Planungsinformationen für die TT-SIB und UIS-DB an. Mit dem in Kapitel 4.2 kurz aufgezeigten Verfahren scheint ein praktikabler Weg für die digitale Übernahme von Planungsinformationen gefunden zu sein. Der zur Verfügung stehende Datenkatalog OKSTRA enthält praktisch alle für eine sinnvolle Übernahme in die Straßeninformationsbank nötigen Objekte. Diese müssen in der Planungsphase auch genutzt bzw. beschrieben werden. Die mit dem Prototypen „StraGIS“ gewonnen Erkenntnisse zeigen einen gangbaren Weg für die Erfassung und Weitergabe wesentlicher Straßenplanungsinformationen auf. Im nächsten Schritt sind die notwendigen Objekte aus der Planung darzustellen und Richtlinien für Neuplanungen zu entwickeln, die eine möglichst einfache Übertragung dieser Informationen sicherstellen. Hiermit und mit einer Erweiterung der Aufbereitung von Entwurfs-elementen aus der Straßenplanung soll später eine weitgehend automatisierte Übertragung in die Systeme der LUBW und SBV möglich sein.

## 6. Literaturverzeichnis

- /1/ W. Ressel et al.: ZSU - Entwicklung eines objektorientierten Modellkatalogs für die Zusammenführung von Straßendaten und Umweltinformationen. In R. Mayer-Föll, A. Keitel, W. Geiger (Hrsg.): Anwendung JAVA-basierter und anderer leistungsfähiger Lösungen in den Bereichen Umwelt, Verkehr und Verwaltung - Phase V 2004, Forschungszentrum Karlsruhe, Wissenschaftliche Berichte, FZKA-7077, S. 79 – 90, 2004.
- /2/ OKSTRA-Objektkatalog  
<http://www.okstra.de>
- /3/ Open Geospatial Consortium - OpenGIS® Web Feature Service (WFS) Implementation Specification; OpenGIS® Web Mapping Service (WMS) Implementation Specification  
<http://www.opengeospatial.org/>
- /4/ Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg: Informationssystem Wasser, Abfall, Altlasten, Boden (WAABIS) im Rahmen des Umweltinformationssystems Baden-Württemberg (UIS); Regelungen zur Datenführung im WAABIS