

Fachdatenintegration in das Amtliche Topographisch-Kartographische Informationssystem (ATKIS) für das Umweltinformationssystem (UIS) Baden-Württemberg

Rainer Beuerle¹, Dietmar Grünreich², Wolf-Fritz Riekert¹ und
André Ziesing²

Abstract

This paper reports the results of the project 'Integration of Environmental Data with the Digital Landscape Model of the Authoritative Topographic-Cartographic Information System (ATKIS)'. The project contributes to the Environmental Information System (UIS) for the state of Baden-Württemberg, Germany. It is commissioned by the Ministry of Environment and Transport (UVM) with support of the Ministry of Economics (WM) and the Ministry of the Interior (IM) of Baden-Württemberg. The project was carried out by the Research Institute for Applied Knowledge Processing (FAW) at the University of Ulm and the Institute of Cartography (IfK) at the University of Hannover.

The paper describes the use of geographical information system (GIS) technology for the integration of water resources management data with ATKIS data. In the first part, the methods developed by the FAW for supporting geometric and semantic data integration are explained. This data will be used to build up an official information system on water bodies. In the second part, automated methods for the cartographic representation of the integrated data are described. These methods, developed by the IfK, are based on a pattern-matching algorithm which compares the digital landscape model with a raster-scanned topographic map 1 : 25 000.

1. Einleitung

Raumbezogene Daten stellen einen wichtigen Bestandteil des Umweltinformationssystems (UIS) Baden-Württemberg dar. Als Basiskomponente spielt dabei das bun-

¹ Forschungsinstitut für anwendungsorientierte Wissensverarbeitung (FAW) an der Universität Ulm, Bereich Umweltinformationssysteme, Helmholtzstr. 16, D-89081 Ulm
email: {riekert, beuerle}@faw.uni-ulm.de, Internet: <http://www.faw.uni-ulm.de>

² Institut für Kartographie (IfK), Universität Hannover, Appelstr. 9A, D-30167 Hannover
email: gruenreich@sepp.ifk.uni-hannover.de, Internet: <http://www.ifk.uni-hannover.de>

desweit verfügbare Digitale Landschaftsmodell 1 : 25 000 (DLM 25) des Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystem (ATKIS) der Vermessungsverwaltungen eine wesentliche Rolle. Im DLM 25 wird die Landschaft durch eine Vielzahl von topographischen Objekten beschrieben. Inhaltlich orientiert es sich an der Topographischen Karte 1 : 25 000 (TK 25). Wichtigste Datenquelle in Baden-Württemberg ist das Orthophoto, daneben werden auch analoge Karten zur Erfassung herangezogen. Das zugrundeliegende Datenmodell ist objektstrukturiert, wobei die einzelnen Objekte in verschiedene Objektarten, Objektbereiche und Objektgruppen eingeteilt werden.

Bei vielen Fragestellungen im Umweltbereich ist eine gemeinsame Nutzung von DLM-Daten und Umweltfachdaten erforderlich. Aufgrund unterschiedlicher Erfassungsgrundlagen, Objektsichten, Datenmodelle sowie durch Generalisierungsoperationen treten jedoch geometrische und semantische Inkonsistenzen zwischen den Datenbeständen auf. Für den wirkungsvollen Einsatz digitaler Techniken im UIS sind daher automatisierte Methoden zur integrierten Verwaltung und Verarbeitung von raumbezogenen Fachdaten und DLM-Daten erforderlich. Die Entwicklung solcher Methoden und deren Einsatz in der Umwelt- und Vermessungsverwaltung sind der Gegenstand des Forschungs- und Entwicklungsvorhabens FDI-ATKIS-UIS.

Ziel der Arbeiten am FAW war es, ein Produktionssystem zu entwickeln, das die Voraussetzungen schafft, um die Integration von raumbezogenen Fachdaten der Wasserwirtschaftsverwaltung Baden-Württemberg in das ATKIS-DLM 25 durchführen zu können. Die entwickelten Verfahren werden beim Aufbau des Gewässerinformationssystem (GewIS) eingesetzt. GewIS - eine Komponente des Informationssystem Wasser, Abfall, Altlasten, Boden (WAABIS) - stellt Informationen über verschiedene wasserwirtschaftliche Fachobjekte (z.B. Kläranlagen, Überschwemmungsgebiete etc.) bereit. Der Inhalt von GewIS entsteht durch Zusammenführung der Datenbank KIWI (Kommunikativ-Integriertes Wasserwirtschaftliches Informationssystem) und des Wasser- und Abfallwirtschaftlichen Atlases, der kurz auch „Blauer Atlas“ genannt wird, mit den DLM-Geobasisdaten.

Neben den digitalen Daten, die unter anderem Analyse- und Simulationszwecken dienen, spielt die analoge thematische Karte weiterhin eine wichtige Rolle für die Erfassung und Präsentation von raumbezogenen Informationen. Aus diesem Grund wird am IfK ein Verfahren zur kartographischen Präsentation DLM-konformer Daten auf dem Hintergrund der TK 25 entwickelt. Mit Hilfe von Mustererkennungstechniken wird ein Transformationsvektorfeld zwischen einer gescannten TK 25 und den entsprechenden DLM-Daten berechnet und zur Abbildung der Daten genutzt. Dieses Transformationsvektorfeld kann auch für die Übernahme von Fachgeometrien eingesetzt werden, die auf der Grundlage topographischer Karten digitalisiert wurden, sowie für die objektbezogene Fortführung topographischer Karten auf der Basis von ATKIS-DLM-Daten.

2. Untersuchungen zur semantischen und geometrischen Integration von Fachdaten

Im Bereich der Wasserwirtschaft diente bisher die analoge Topographische Karte im Maßstab 1 : 25 000 als Raumbezug für die Führung von Fachdaten. Durch die Erfassung und Bereitstellung von digitalen, amtlichen, topographischen Geobasisdaten durch die Vermessungsverwaltungen besteht nun die Möglichkeit, neben der Nutzung dieser Daten für die analoge kartographische Präsentation, auch räumliche Analysen unter Einsatz von Geographischen Informationssystemen (GIS) durchzuführen.

Dies macht es jedoch erforderlich, die TK-basierenden Fachdaten auf das in der Regel präzisere Raumbezugssystem des DLM 25 zu überführen (geometrische Integration). Nur durch die Nutzung eines einheitlichen Raumbezugs sind fachübergreifende exakte, räumliche Analysen und Simulationen möglich. Eine vollständige, integrierte Führung von Fach- und Geobasisdaten erfordert zudem einen Abgleich der Datenbestände hinsichtlich des Datenmodells sowie eine fachliche Erweiterung des ATKIS-Objektartenkatalogs (semantische Integration).

Das im Rahmen des Projekts erstellte Integrationskonzept sieht vor, die wasserwirtschaftlichen Fachobjekte der KIWI-Datenbank und des Blauen Atlases mit den Basisobjekten des DLM 25 zusammenzuführen (siehe Abbildung 1). Beide Fachdatenbestände (KIWI- und Atlas-Daten) beziehen sich auf dieselben wasser- und abfallwirtschaftlichen Objektarten, wobei die KIWI-Datenbank im wesentlichen die Sachdatenkomponente und der Wasser- und Abfallwirtschaftliche Atlas die geometrisch-kartographische Komponente beinhaltet.

Die Integration wasserwirtschaftlicher Fachdaten als Datenbasis für ein Gewässerinformationssystem wird bei der Gewässerdirektion Neckar, Bereich Ellwangen durchgeführt. Als Integrationsplattform wurde das Desktop-GIS ArcView 3.0 gewählt, da dieses System bereits bei vielen Wasserwirtschaftsbehörden in Baden-Württemberg im Einsatz ist. Zur Aufbereitung und Übernahme der Datenbestände nach ArcView sowie zur teilautomatischen Integration wurden spezielle Werkzeuge entwickelt. Diese als ArcView-Erweiterung (in Form von AVENUE-Scripts) realisierten Werkzeuge unterstützen den Anwender bei der Datenintegration.

Dabei erfolgt zunächst die Wahl der zu bearbeitenden Objekte nach thematischen und räumlichen Kriterien (Wahl einer Objektart und eines TK 25-Kartenblatts). Navigationstools zur schrittweisen Selektion und Visualisierung einzelner Objekte gewährleisten eine benutzerfreundliche und effiziente Arbeitsweise. Als Editierfunktionen zur geometrischen Integration wurde unter anderem eine Verschiebungs- und Anlagerungsoperation (Snap-Operation) mit automatischer Koordinatenaktualisierung in der Attributtabelle entwickelt. Das der Anlagerung zugrundeliegende Referenzthema wird vom Anwender festgelegt. Die semantische Verknüpfung von Fach- und Geobasisdaten erfolgt durch die automatische Übernahme der

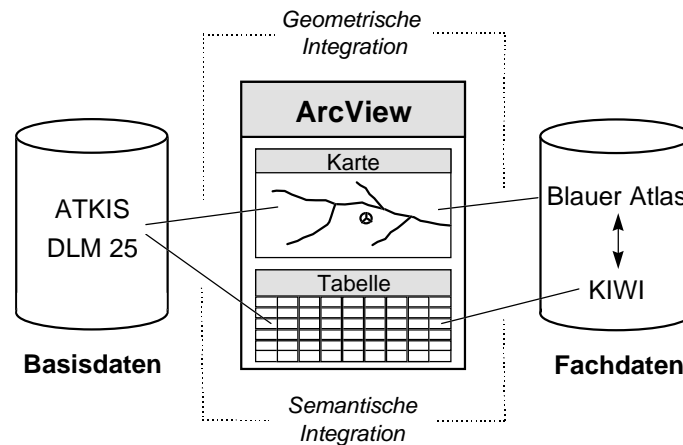


Abbildung 1
Schematischer Überblick über das Integrationskonzept

Objektnummer des der Integration zugrundeliegenden DLM-Objekts an das Fachobjekt. Diese Verknüpfung ist auch im Hinblick auf die wechselseitige Fortführung der Datenbestände von großer Bedeutung.

Da erst ein geringer Teil des Wasser- und Abfallwirtschaftlichen Atlases in digitaler Form vorliegt, konnten bei der Entwicklung der ArcView-Werkzeuge bisher nur die Fachobjekte der KIWI-Datenbank berücksichtigt werden. Abbildung 2 zeigt ein Anwendungsbeispiel der Integrationswerkzeuge, bei dem die punktförmigen KIWI-Objekte „Sammelkläranlage“ und „Einleiter“ geometrisch an das flächenförmige DLM-Objekt „Kläranlage, Klärwerk“ bzw. das linienförmige DLM-Objekt „Strom, Fluß, Bach“ angepaßt wurden. Die semantische Verknüpfung erfolgte durch Übernahme der DLM-Objektnummer an das jeweilige Fachobjekt. Dadurch kann bei fachspezifischen Abfragen von Sachinformationen (z.B. zu Sammelkläranlagen) gleichzeitig auf DLM- und KIWI-Sachdaten zugegriffen werden.

Neben den Standardfunktionalitäten von ArcView sind im rechten oberen Bereich der Abbildung die einzelnen Integrationswerkzeuge zu erkennen. Mit dem Menüpunkt „KIWI-Reader“ können KIWI-Daten (Ascii-Format) in ArcView (Shape-Format) eingebunden werden. Die „Buttons“ unterhalb der Menüpunkte ermöglichen die thematische und räumliche Objektwahl und die Navigation. Mit Hilfe der „Tools“ in der dritten Zeile wird die eigentliche Objektbearbeitung (geometrische und semantische Integration) durchgeführt.

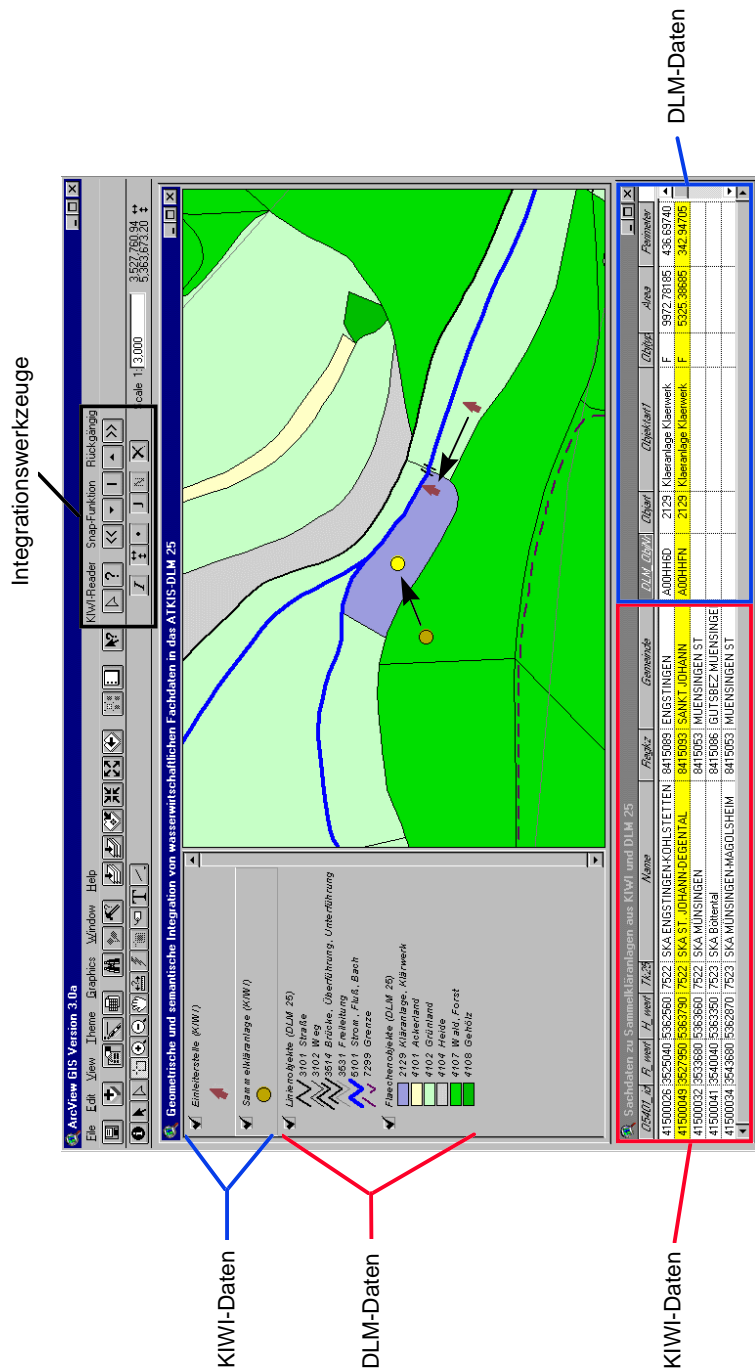


Abbildung 2
Integration von wasserwirtschaftlichen Fachdaten der KIWI-Datenbank mit DLM-Geobasisdaten

3. Untersuchungen zur kartographischen Präsentation

Ein wesentlicher Aspekt der Verarbeitung von Fachdaten ist deren Präsentation in fachthematischen Karten, da die wirksame Vermittlung raumbezogener Sachverhalte oft nur mit Hilfe kartographischer Darstellungen zu erreichen ist. Prinzipiell stehen das ATKIS-DLM 25 und die TK 25 als Kartengrundlage für Präsentationen im Maßstab 1 : 25.000 zur Verfügung. Das ATKIS-DLM 25 wird jedoch in der wasserwirtschaftlichen Praxis derzeit nicht angewandt, da dieser Datenbestand mittelfristig noch nicht vollständig vorhanden (z.B. Einzelgebäude) und somit eine Präsentation dieses Datenbestandes im Sinne einer Kartengrundlage in bisheriger Qualität nicht möglich ist. Deshalb wurde im Rahmen dieses Projektes die Präsentation der in das ATKIS-DLM 25 integrierten Fachdaten auf der Kartengrundlage der Topographischen Karte 1:25.000 (TK 25) untersucht. Bei diesem Ansatz ist das Problem zu lösen, daß die Geometrien identischer Objekte in den Datenbeständen ATKIS-DLM 25 und TK 25 Lageabweichungen aufweisen. Die Ursache dieser Abweichungen liegt in den unterschiedlichen Generalisierungsgraden der Datenbestände. Da die zu präsentierenden Fachdaten geometrisch in das ATKIS-DLM 25 integriert sind, wirken sich diese Abweichungen bei der Präsentation auf der Kartengrundlage TK 25 aus.

Am IfK wurde daher ein Konzept entwickelt und prototypisch implementiert, das auf Grundlage der Datenbestände ATKIS-DLM 25 und TK 25 sowie der DLM-integrierten Fachdaten aus dem Umweltbereich eine automatisierte Herstellung von fachthematischen Karten ermöglicht. Kern des entwickelten Verfahrens ist die Ableitung der Differenzinformation zwischen den Geometrien der Datenbestände DLM 25 und TK 25 und deren Nutzung zur Lagekorrektur bei der Präsentation der integrierten Fachdaten. Dazu wird eine vektorielle Verschneidung der Basisdatenbestände vorgenommen und die identischen Objekte in Beziehung zueinander gesetzt. Als Ergebnis entsteht ein Differenzvektorenfeld (DV-Feld) zwischen der Geometrie identischer Objekte der TK 25 und des DLM 25. Für die lagerichtige Präsentation der Fachobjekte ist die Ableitung eines Transformationsvektorenfeldes (TV-Feld) aus dem DV-Feld vorzunehmen.

Für die Ableitung der Differenzinformation werden zunächst die für die Verschneidung mit den Vektordaten des DLM 25 notwendigen Geometrien aus dem Rasterdatenbestand der TK 25 extrahiert. Bei diesen Geometrien handelt es sich um die der Verkehrs- und Gewässerobjekte, da diese die Landschaft strukturieren und flächendeckend im ATKIS-DLM 25/1 vorliegen. Die Extrahierung läßt sich weitgehend über Verfahren der Rasterbildverarbeitung realisieren. Dazu werden die Funktionen Negation, Erosion, Dilatation, Abmagern, Subtraktion u.a. verwendet (siehe Abbildung 3). Dieser Verfahrensschritt wird durch die Vektorisierung der selektierten Rasterdaten abgeschlossen.



Abbildung 3

Ausgangsbild - Negation - Abmagern - Maske - Subtraktion - Vektorbild

Nach der Überlagerung des aus der TK 25-Rasterkarte abgeleiteten Datenbestandes mit den aus dem DLM 25 selektierten Daten erfolgt, ausgehend von der Geometrie der DLM-Objekte, die Identifizierung identischer Geometrien. Zunächst werden die Knoten der Geometrienetze auf Übereinstimmung bezüglich Lage, Kantenanzahl und Kantenrichtung untersucht. Bei ausreichend hoher Übereinstimmung von zwei Knoten in beiden Datenbestände erfolgt deren Zuordnung sowie die Erzeugung des Differenzvektors (DV). Im Anschluß an diese automatische Knotenidentifizierung und DV-Ableitung ist das DV-Feld für Netzknoten interaktiv zu vervollständigen. Im Ergebnis liegt ein entsprechend den Ausgangsdaten gekennzeichnetes DV-Feld vor (siehe Abbildung 4), welches in einer Bildbibliothek (IDB) des Geoinformationssystems SICAD abgelegt ist.

Für die Transformation und Präsentation von Fachdaten auf der Grundlage der TK 25 reicht das abgeleitete DV-Feld in der Regel nicht aus. Damit sichergestellt ist, daß jedes Fachobjekt seine Transformationsinformation besitzt, ist aus dem DV-Feld ein TV-Feld abzuleiten. Für jedes Fachobjekt muß untersucht werden, ob direkt ein TV aus dem DV-Feld übernommen werden kann, oder ob ein völlig neuer TV abgeleitet werden muß. Die Transformation selbst wird unter Auswertung der an einem Fachobjekt vorhandenen TV vorgenommen.

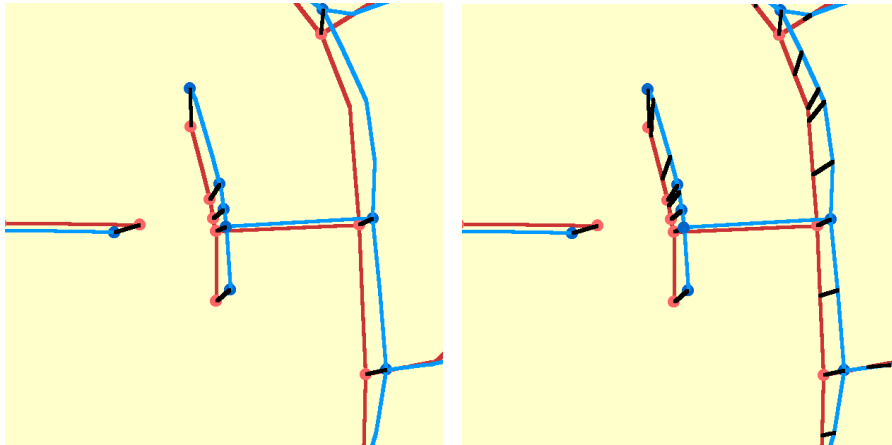


Abbildung 4

Differenzenvektorenfeld zwischen den Verkehrsnetzen der TK 25 und des DLM 25

Eine strenge Teilung des Verfahrens erfolgt in Hinblick auf die Anwendung. Es ist vorgesehen, die Erzeugung des DV-Feldes bei der Landesvermessung anzusiedeln, da die Datenbestände zur Ableitung des Vektorfeldes ebenfalls hier beheimatet sind. Die entwickelte Software wurde deshalb bereits im Frühjahr 1997 dort installiert und getestet. Außer der Landesvermessung selbst sind jedoch eine ganze Reihe von Nutzern des DV-Feldes denkbar, die dann das fertige Produkt „DV-Feld“ für ihre Transformationen nutzen. Der Verfahrensteil Transformation ist dementsprechend bei den Nutzern anzusiedeln. Daraus leitet sich der Anspruch der systemunabhängigen Programmierung für diesen Teil ab.

4. Ergebnisse und Ausblick

Mit der Integration von Fachdaten in ATKIS werden kostspielige redundante Eigenerfassungen vermieden. Die Nutzer können mit einheitlichen, qualitativ hochwertigen digitalen und analogen raumbezogenen Fachdatenbeständen bzw. Kartenwerken versorgt werden. Die Einheitlichkeit von Datenmodell und Raumbezug ermöglicht auf wirtschaftliche Weise ressortübergreifende Auswertungen. Diese erweiterten Nutzungsmöglichkeiten steigern das Marktpotential der ATKIS-Daten.

Die in FDI-ATKIS-UIS entwickelten Verfahren werden beim Aufbau des Gewässerinformationssystems GewIS eingesetzt. Diese Aufgabe wird bei der Gewässerdirektion Neckar, Bereich Ellwangen mit Hilfe der in FDI-ATKIS-UIS entwickelten Software-Werkzeuge durchgeführt. Darüber hinaus erfolgt im Landesvermessungsamt Baden-Württemberg der Piloteinsatz des Verfahrens zur objektbezogenen Fort-

führung topographischer Karten aus dem DLM 25 mit Hilfe des Transformationsvektorfelds.³

Literaturverzeichnis

- Arslan, A., Bannert, B., Beuerle, R., Ebbinghaus, J., Grünreich, D. (1996): Fachdatenintegration in ATKIS für das Umweltinformationssystem Baden-Württemberg (Projekt FDI-ATKIS-UIS), Abschlussbericht, Ulm.
- Bannert, B., Beuerle, R., Ebbinghaus, J., Grünreich, D. (1996): Integration und kartographische Visualisierung von Umweltdaten auf der Basis von ATKIS im Umweltinformationssystem Baden-Württemberg, in: Informatik für den Umweltschutz, 10. Symposium, Tagungsband, Marburg.
- Beuerle, R., Grünreich, D., Kornaker, K., Müller, W., Riekert, W.-F., Ziesing, A. (1997): Fachdatenintegration in ATKIS für das Umweltinformationssystem Baden-Württemberg - Phase II (Projekt FDI-ATKIS-UIS II), Abschlussbericht der zweiten Projektphase, Ulm.
- Kornaker, K. (1997): Weiterentwicklung von Verfahren zur Biotopkartierung nach § 24a für eine automatische Integration in die Amtlichen Geobasisdaten ATKIS und ALK. Diplomarbeit, Ulm.
- Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg (1997): Rahmenkonzeption WAABIS - Informationssystem Wasser, Abfall, Altlasten, Boden als Teil des Umweltinformationssystems Baden-Württemberg.
- Schulz, K.-P., Ebbinghaus, J., Bannert, B., v. Heymann, R., Müller, M. (1995): Planungen des Umweltministeriums zur digitalen Führung von Karten in den Bereichen Wasser, Abfall, Altlasten und Boden unter Verwendung von Daten des ATKIS-DLM 25 - ein Werkstattbericht, In: DVW Landesverein Baden-Württemberg e. V. Mitteilungen - ATKIS, GTZ; 2/95, S. 97-118.

³ Die Entwicklungen im Vorhaben FDI-ATKIS-UIS wurden im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Verkehr mit Unterstützung durch das Wirtschaftsministerium und das Innenministerium Baden-Württemberg in enger Zusammenarbeit mit der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, der Gewässerdirektion Neckar, Bereich Ellwangen und dem Landesvermessungsamt Baden-Württemberg durchgeführt.