

Integration von Daten unterschiedlicher Herkunft

GUIDO V. GÖSSELN¹, MATTHIAS BUTENUTH² & MICHAEL TIEDGE³

Zusammenfassung: In geowissenschaftlichen Anwendungen stellt die Topographie der Erdoberfläche und die darauf aufbauenden topographischen Daten die elementare Informationsgrundlage dar. Bei der gemeinsamen Nutzung räumlicher Daten in GIS-Applikationen treten im Allgemeinen Widersprüche zwischen den heterogenen Datensätzen auf, die in den unterschiedlichen Datenmodellen, Erfassungsmethoden und Fortführungszyklen begründet sind. Neue Methoden zur semantischen und geometrischen Integration von Daten unterschiedlicher Herkunft sollen helfen, den Aufwand bei der manuellen Anpassung der Datensätze zu minimieren. Am Beispiel der Integration von geowissenschaftlichen Daten mit ATKIS werden im Rahmen des GEOTECHNOLOGIEN-Programms Anwendungen entwickelt, mit deren Hilfe die automatisierte Integration, die Ableitung von neuen Objekten aus aktuellen Luftbildern sowie die gemeinsame Verwaltung der Daten in einer föderierten räumlichen Datenbank ermöglicht werden. In diesem Beitrag wird eine Übersicht über die entwickelten Strategien und Methoden zur Lösung der Datenintegration gegeben.

1 Einleitung und Motivation

Die Darstellung der Erde in Geoinformationssystemen (GIS) kann in den unterschiedlichsten Repräsentationsformen erfolgen. Die Form der Darstellung und die Aufbereitung der Daten ist dabei von den verwendeten Sensoren, mit denen die Daten erfasst werden, und dem jeweiligen Anwendungsgebiet bzw. der Fragestellung abhängig. Die Integration von heterogenen Daten unterschiedlicher Herkunft sowie unterschiedlichen Typs ermöglicht die Analyse komplexer Fragestellung im geowissenschaftlichen Umfeld, die mit einzelnen Datensätzen allein nicht zu lösen sind. Die Verwendung unterschiedlicher Datensätze in einem GIS führt jedoch in vielen Fällen zu Inkonsistenzen und Diskrepanzen, die eine aufwendige Neuerfassung notwendig machen. Neue Methoden zur semantischen und geometrischen Datenintegration können hier einen wichtigen Beitrag leisten, um mit den vorhandenen Datensätzen neue Fragestellungen bearbeiten und lösen zu können.

Im Rahmen des GEOTECHNOLOGIEN-Programms werden an der Universität Hannover neue Verfahren entwickelt, um geowissenschaftliche Datensätze unterschiedlichster Herkunft zu integrieren und neue Daten abzuleiten (SESTER ET AL. 2003). Die effiziente Speicherung und Abfrage der heterogenen Datensätze wird durch eine föderierte räumliche Datenbank ermöglicht, die im Rahmen dieses Projektes entwickelt wird. Die Verwendung unterschiedlicher Datensätze, aber auch unterschiedlicher Datentypen, die sich durch Aufnahmeverfahren, Aussageschwerpunkte und Fortführungszyklen unterscheiden, führen hierbei zu semantischen und geometrischen Problemen, die bislang nur auf manuellem Wege und in den meisten Fällen nicht ausreichend zu lösen waren. Dies führt in den meisten Fällen zu einer Neu- bzw. Doppelerfassung der Daten. Die Integration heterogener Daten wird daher zunehmend wichtiger und ermöglicht grundsätzlich folgende Vorteile:

¹ Guido von Gössehn, Institut für Kartographie und Geoinformatik, Universität Hannover, Appelstr. 9a, 30167 Hannover, e-mail: guido.vongoesseln@ikg.uni-hannover.de

² Matthias Butenuth, Institut für Photogrammetrie und GeoInformation, Universität Hannover, Nienburger Str. 1, 30167 Hannover, e-mail: butenuth@ipi.uni-hannover.de

³ Michael Tiedge, Institut für Informationssysteme – Fachgebiet Datenbanksysteme, Universität Hannover, Welfengarten 1, 30167 Hannover, e-mail: tiedge@dbs.uni-hannover.de

- Gegenseitige Nutzung der Datenbestände für unterschiedliche Fragestellungen: Übernahme von Informationen, die in einem Datenbestand nicht enthalten sind, in einen anderen
- Thematische Ergänzungen: Beispielsweise können durch die Verschneidung mehrerer Datensätze neue thematische Informationen abgeleitet werden
- Überprüfung der Qualität: die Korrektur von Unstimmigkeiten und die Steigerung der Genauigkeit wird durch die Integration ermöglicht

Die Integration von heterogenen Daten wird exemplarisch am Beispiel von geowissenschaftlichen Datensätzen mit ATKIS (Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem) durchgeführt. Datengrundlage sind hierbei die Bodenkundliche Karte (BK) und die Geologische Karte (GK), die vom Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung (NLFb) vorgehalten werden, und zusätzlich aktuellen Luftbildern. Zum einen steht dabei die Verknüpfung von räumlichen Datentypen, wie die Vektor-Vektor und die Raster-Vektor Integration im Vordergrund, und zum anderen die Verwaltung bzw. Bereitstellung der gewonnenen Verbindungen für Abfragen und Updates in einer föderierten räumlichen Datenbank.

2 Strategie zur semantischen und geometrischen Integration

Die gemeinsame Strategie der unterschiedlichen Fragestellungen erfordert eine semantische Integration vor der geometrischen Integration, da nur so die Bedeutung der zu integrierenden Objekte bekannt ist und Aussagen über die Geometrie und deren Genauigkeit möglich sind. Die semantische und geometrische Integration wird in drei Teilbereichen durchgeführt: Dabei behandelt der eine Teil die Integration von unterschiedlichen Vektordaten, indem korrespondierende Objekte einander zugeordnet und anschließend geometrisch angepasst werden. Der zweite Teilbereich befasst sich mit der Integration von Raster- und Vektordaten, indem Objekte aus aktuellen Luftbildern unter Berücksichtigung des ATKIS Basis-DLM extrahiert werden. Der dritte Teilbereich ermöglicht einen einheitlichen Zugriff auf die semantisch und geometrisch integrierten Datenbestände sowie die Speicherung von neu gewonnenen Objekten.

3 Integration von Vektor- und Vektordaten

3.1 Einleitung

Für die Integration der Vektordaten werden im Projekt drei verschiedene Datensätze untersucht. Der topographische Datensatz ATKIS, und aus dem Bereich der Geowissenschaften, die geologische Karte (GK25) und die bodenkundliche Karte (BK25) im Maßstab 1:25.000. Durch die Umstellung von analogen Kartenwerken auf digitale Datensätze, ergeben sich völlig neue Möglichkeiten für die Handhabung und die Auswertung dieser Datensätze und ermöglicht die Kombination dieser Datensätze in einem Geoinformationssystem (GIS). Die einfache Überlagerung dieser Datensätze in einer GIS-Applikation macht jedoch die Unterschiede und Diskrepanzen zwischen den verschiedenen Datensätzen deutlich. Diese wurden für unterschiedliche Anwendungszwecke konzipiert und basieren jeweils auf unterschiedlichen Aufnahmeverfahren. Bei den geowissenschaftlichen Kartenwerken liegt der Fokus auf dem thematischen Inhalt, der seine Gültigkeit im allgemeinen für Jahrzehnte behält und die topographischen Elemente dienen hier als

zusätzliche Information. ATKIS hingegen verfolgt den Anspruch gerade die Topographie hochaktuell mit der bestmöglichen Genauigkeit vorzuhalten (GÖSSELN & SESTER 2004). Obwohl sich die Datensätze auf eine gemeinsame Menge von topographischen Objekten beziehen, führen die unterschiedlichen Aufnahmeverfahren, Anwendungsgebiete und unterschiedlichen Fortführungszyklen zu Diskrepanzen, die eine kombinierte Auswertung erschweren und teilweise sogar unmöglich machen. Für die Lösung dieses Problem müssen die Unstimmigkeiten aufgesucht, die Datensätze harmonisiert und parallel fortgeführt werden, was jedoch auf manuellem Wege nicht nur unpraktikabel, sondern in den meisten Fällen unmöglich ist. Die Integration von Vektordaten durch semantische und geometrische Methoden soll hier einen praktikablen Lösungsweg darstellen (SESTER ET AL. 2003).

Die Integration heterogener geowissenschaftlicher Datensätze ist ein hochaktuelles Forschungsthema, das viele verschiedene Aspekte aus verschiedenen Forschungsgebieten zusammenbringt. Es gibt Strategien, die sich mit modularen Konzepten zur Integration beschäftigen (YUAN & TAO 1999). Die Entwicklung eines konzeptuellen Gerüsts für die Integration von geographischen Datensätzen wird in (UITERMARK 2001) beschrieben. Aktuelle Arbeiten zum Thema multi-skalige Datenbanken beschäftigen sich mit dem Thema Integration zur Verknüpfung der einzelnen Datenbestände (MANTEL 2002).

Im Rahmen der Vektordaten-Integration werden gängige Methoden untersucht und neue Verfahren entwickelt, um korrespondierende Objekte automatisch zu identifizieren, die Objektgeometrien anzupassen und Unterschiede zwischen den Datensätzen aufzudecken. Der Schwerpunkt der Forschung liegt hierbei auf den geometrischen Methoden, der Zusammenführung von Objekten, Anpassung der Objektgeometrien mittels einer iterativen Transformation, Verschneidung der Geometrien und Evaluierung der resultierenden Segmente (GOESSELN & SESTER 2004). In diesem Projekt wird ATKIS unter Berücksichtigung der höheren geometrischen Genauigkeit und Aktualität als Referenzdatensatz verwendet, und daher werden die geowissenschaftlichen Objekte direkt an ATKIS angepasst. Im weiteren Verlauf des Projektes wird der Ansatz jedoch erweitert, um bei der Integration verschiedener Datensätze die jeweilige Genauigkeit und Aktualität berücksichtigen zu können. Vor der geometrischen Integration werden die thematischen Inhalte der Datensätze verglichen, um sicher zu stellen, dass nur Objekte miteinander verglichen werden, die der gleichen topographischen Objektklasse (Wasser, Vegetation etc.) angehören.

Für die Integration müssen die Datensätze alle in einem einheitlichen Schema und Datenformat vorliegen, dies erfolgt mit Hilfe einer föderierten räumlichen Datenbank, deren Erstellung ein weiteres Teilprojekt im GEOTECHNOLOGIEN-Programm darstellt und die in Absatz 5. genauer beschrieben wird. Die Integration der Datensätze basiert auf der Erkennung korrespondierender Objekte einer thematischen Objektklasse, die in beiden Datensätzen vorhanden sind. Die Objektklasse Wasserflächen wurde hierfür ausgewählt, da sie in allen drei Datensätzen vertreten ist. Weitere Objektklassen werden im weiter Verlauf des Projektes in den Integrationsprozess mit eingebunden.

3.2 Harmonisierung von Daten und geometrisches Matching

Die Wasserflächen sind in den verschiedenen Datensätzen unterschiedlich repräsentiert. In ATKIS können diese als Linien und Flächen, in den geowissenschaftlichen Datensätzen nur als Flächen dargestellt werden. Mit Hilfe geeigneter Algorithmen können die linienhaften Wasserobjekte in Flächen umgewandelt und so mit den Objekten aus den

geowissenschaftlichen Datensätzen verglichen werden. Da die Objekte in den unterschiedlichen Datensätzen auf den gleichen „Real Welt“ Objekten basieren, zeigen korrespondierende Objekte deutliche Übereinstimmung in Form und Lage. Diese Objektbeziehungen können durch geometrische Vergleichs- und intelligente Suchverfahren aufgedeckt werden. Die Repräsentation korrespondierender Objekte kann sich aufgrund von Erfassungs- und Generalisierungseffekten voneinander unterscheiden, und somit erscheinen neben den einfachen naheliegenden 1:1 auch beliebige n:m-Relationen. Durch Betrachtung der flächenhaften Überlagerung werden in den verschiedenen Datensätzen vorläufige Suchgruppen aggregiert. Diese Suchgruppen werden dann mit Hilfe geometrischer Verfahren mit den Suchgruppen der anderen Datensätze verglichen, die entsprechend ihrer Lage als Kandidaten in Betracht kommen. Objekte bzw. die Suchgruppen aus den geowissenschaftlichen Datensätzen, die entsprechend ihrer Lage und Geometrien als korrespondierende Partner zu ATKIS Objekten selektiert wurden, werden mit Hilfe einer iterativen Transformation, basierend auf der Arbeit von (BESL & MCKAY 1992) an den ATKIS Datensatz angepasst, um eventuelle Unterschiede in Lage, Orientierung und Skalierung zu kompensieren. Nach dieser Anpassung werden die Objekte geometrisch miteinander verschnitten. Die so gewonnen Segmente werden anschließend bewertet, und in verschiedene Klassen eingeteilt und ermöglichen die Aufdeckung von Diskrepanzen zwischen den Datensätzen. Je nach Evaluierungsergebnis werden diese Segmente aus dem Datensatz entfernt, neu attribuiert oder zu anderen Objekten hinzugefügt (GOESSELN & SESTER 2004). Es wird erwartet, dass dieses Verfahren einen hohen Automatisierungsgrad liefern wird, so dass ein Großteil der evaluierten Segmente automatisch behandelt und in den entsprechenden Datensätzen verarbeitet werden kann. Bestimmte Objekte müssen jedoch von geowissenschaftlichen Operateuren bewertet werden, hier wird das Verfahren jedoch Bewertungs- und Verarbeitungsvorschläge liefern können.

4 Integration von Vektor- und Rasterdaten

4.1 Einleitung

Die Analyse, Aktualisierung und Visualisierung von Geodaten ist häufig nur mit einer gemeinsamen Nutzung unterschiedlicher raumbezogener und zum Teil heterogener Datensätze, d.h. durch Datenintegration, zu realisieren (vgl. Abschnitt 1). In diesem Zusammenhang wird die Integration von Vektordaten und digitalen Luftbildern untersucht, exemplarisch die Extraktion von Schlaggrenzen und Winderosionshindernissen unter Berücksichtigung des ATKIS Basis-DLM, um die Bodenkundliche Karte (BK) durch Informationen aus aktuellen Luftbildern automatisch anzureichern. Diese Informationen sind für verschieden Fragestellungen von hoher Bedeutung: Zum einen für die Ermittlung des Gefährdungsgrades einer Fläche bezüglich des Bodenabtrags durch Wind für geowissenschaftliche Problemstellungen (THIERMANN ET AL. 2002), und zum anderen für den Agrarsektor, zum Beispiel precision farming oder die Kontrolle von Subventionen (ANDERSON ET AL. 1999).

In der Vergangenheit wurden in der Bildanalyse viele Untersuchungen und Forschungsschwerpunkte auf den Bereich der künstlichen Objekte, wie zum Beispiel die Extraktion von Straßen und Gebäuden, fokussiert (MAYER 1998). Vergleichbare Untersuchungen finden sich auch für die Extraktion von einzelnen Bäumen aus Luftbildern, vgl. für eine Übersicht von Ansätzen (HILL & LECKIE 1999). Im Gegensatz dazu gibt es nur wenige Arbeiten, die sich mit der Extraktion von Schlaggrenzen befassen: (LÖCHERBACH

1998) präsentiert einen Ansatz zur Aktualisierung und Verfeinerung topologisch korrekter Schlaggrenzen, aber nicht zur Erfassung von neuen. In (TORRE & RADEVA 2000) wird eine Möglichkeit beschrieben, wie aus Luftbildern Schlaggrenzen mit der Hilfe von Flächenwachstumstechniken und Snakes gefunden werden, jedoch ist eine manuelle Initialisierung notwendig. Der hier vorgestellte Ansatz unterscheidet sich daher, da die Strategie einen automatischen Ablauf vorsieht.

4.2 Strategie zur Extraktion von Schlaggrenzen und Winderosionshindernissen

Entscheidend für die Bildanalyse ist die Nutzung von Vorwissen (z.B. GIS-Daten), um die automatische Extraktion der Objekte aus Luftbildern zu unterstützen (BALSAVIAS 2004). Zu Beginn werden daher alle relevanten Objekte und deren beeinflussende Umgebung gemeinsam mit Vorinformationen in einem semantischen Modell dargestellt, um die zahlreichen Verbindungen zwischen den verschiedenen Objekten aufzuzeigen, Details siehe (BUTENUTH 2004). So bildet zum Beispiel das Verkehrsnetz eine Einschränkung der Szene und stellt zugleich bereits einen Teil der zu suchenden Schlaggrenzen dar. Ebenso sind Winderosionshindernisse häufig auf Schlaggrenzen oder parallel und direkt neben Straßen angesiedelt.

Die Strategie zur Extraktion von Schlaggrenzen und Winderosionshindernissen teilt den Ansatz zunächst in zwei Teile, in denen die Objekte separat aus den Bildern abgeleitet werden sollen. Zu einem späteren Zeitpunkt werden die dann gewonnenen Ergebnisse zusammengeführt und gemeinsam bewertet, um anschließend eine erweiterte Extraktion aufgrund der modellierten Eigenschaften durchführen zu können.

Die Prozesse zur Extraktion von *Schlaggrenzen* werden in jeder selektierten Region, die aus den ATKIS-Daten abgeleitet werden, separat ausgeführt: Eine Segmentierung unterteilt die Regionen in Feldbereiche, die eine grobe Strukturierung vorgeben. Dadurch wird die Tatsache ausgenutzt, dass einzelne Felder sich durch eine einheitliche und homogene Vegetation auszeichnen. Bei benachbarten Feldern mit derselben Vegetation werden Schlaggrenzen jedoch übergangen, weshalb eine Linienextraktion mit anschließender Bewertung und Gruppierung diese fehlenden Grenzen detektiert. Geometrische Ungenauigkeiten werden mit der Initialisierung eines Snake-Ansatzes behoben, Details finden sich in (BUTENUTH 2004).

Die Extraktion von *Winderosionshindernissen* wird zunächst auf die unmittelbare Umgebung der Verkehrswege fokussiert, um initiale geometrische Vorinformation zu nutzen. Des Weiteren wird die ganze Region untersucht, wobei die modellierten Eigenschaften der Winderosionshindernisse stärker genutzt werden, da es hier entsprechend keine geometrischen Vorinformationen gibt. Die Generierung eines Digitalen Oberflächenmodells (DOM) spielt eine entscheidende Rolle, da die gewonnenen Höheninformationen eine gute Hilfe bei der Extraktion der Objekte darstellen. Ebenso wird aus den CIR-Luftbildern der NDVI-Kanal berechnet, aufgrund dessen die ausgeprägte Vegetation der Winderosionshindernisse gut zu extrahieren ist.

Im Anschluss an die separate Extraktion der Objekte folgt eine gemeinsame Bewertung, um die modellierten thematischen und geometrischen Gemeinsamkeiten zu nutzen. Eventuell auftretende Widersprüche werden in einem verfeinerten Extraktionsprozess abschließend behandelt und entsprechend korrigiert.

5 Föderierte räumliche Datenbank

5.1 Einleitung

Im dritten Teilprojekt wird ein integrierter Zugriff auf die heterogenen Datensätze gemäß dem Paradigma für föderierte Datenbanken ermöglicht. Die Architektur föderierter Datenbanken wird dahingehend erweitert, mit den räumlichen Daten dieses Projektes umgehen zu können, soll aber auf ähnliche Datenbestände übertragbar bleiben. Hierfür werden allgemeine Methoden für föderierte Datenbanken spezialisiert, um korrespondierende Objekte identifizieren zu können (CONRAD 1997).

Das Paradigma föderierter Datenbanken wurde gewählt, da es sowohl einen einheitlichen Zugriff auf die integrierten Datenbestände über ein globales Schema als auch den direkten Zugriff über die lokalen Schemata der heterogenen Datensätze ermöglicht. Der Föderationsdienst an sich benötigt eine Integrationsdatenbank, um die Importe der Komponentendatenbanken (ATKIS, BK und GK), die Verknüpfungen zwischen den korrespondierenden Objekten und neu gewonnenen Objekten zu verwalten. Die Integrationsdatenbank ist gemäß eines globalen Datenschemas strukturiert, welches durch Integration der Schemata der verschiedenen Datensätze abgeleitet wurde (Export-Schemata), erweitert um das Konzept der Verknüpfungen zwischen den Objekten (Link-Schema). Um die Integrationsdatenbank mit Daten anzureichern, sind Methoden der Datenintegration nötig, so dass korrespondierende Objekte in Beziehung gesetzt werden können. Für Standarddaten sind Integrationsmethoden hinreichend in der Datenbankliteratur zusammengestellt und klassifiziert (CONRAD 1997). Räumliche Daten hingegen benötigen eine weitere Behandlung, um in Beziehungen gesetzt werden zu können. Hierfür soll die Integrationsdatenbank eine Auswahl von Integrationsregeln und -methoden aus dem geowissenschaftlichen Bereich bereitstellen. Das erste Ziel ist die Unterstützung des Matchings von räumlichen Objekten vergleichbaren Typs und die Integration der Ergebnisse der beiden anderen Teilprojekte durch die Integrationsdatenbank. Im Folgenden wird das Schema-Design für die verschiedenen geowissenschaftlichen Datensätze (Komponentendatenbanken), für die Ergebnisse des Matchings und für die Metadaten, die den Matchingprozess unterstützen, vorgestellt.

Im ersten Schritt werden die thematischen und geometrischen Daten der heterogenen Datensätze, die in verschiedenen Formaten und Schemata vorliegen, in ein objekt-relationales Datenbanksystem importiert und gemäß den Regeln der Datenbanktheorie normalisiert, um Redundanzen zu entfernen und Inkonsistenzen sowohl zu erkennen als auch zu lösen. Im nächsten Schritt werden Export-Schemata angelegt, um einen einheitlichen Zugriff auf die thematischen und geometrischen Daten zu ermöglichen. In Bezug auf Modellierung, Import und Verarbeitung von geowissenschaftlichen Datensätzen in objekt-relationalen Datenbanken wurden insbesondere mit ATKIS-Daten Erfahrungen gesammelt (KLEINER ET AL. 2000). Eine vereinfachte Version des entworfenen ATKIS-Datenbankschema dient hier als Vorlage für die Export-Schemata der verschiedenen Datenbestände (TIEDGE ET AL. 2004).

5.2 Link-Schema

Die im ersten Teilprojekt gewonnenen Verknüpfungen zwischen geowissenschaftlichen Objekten lassen sich nicht immer durch einfache 1:1-Beziehungen darstellen, sondern sind im Allgemeinen komplexer, da Realwelt-Objekte in verschiedenen Datensätzen unterschiedlich repräsentiert werden, zum Beispiel oftmals unterschiedlich in Segmente zerteilt sind. Das

entworfene Link-Schema ist in der Lage, diese allgemeinen Korrespondenzen zwischen geowissenschaftlichen Objekten in der Integrationsdatenbank darzustellen (MANTEL & LIPECK 2004). Um die allgemeinen n:m-Beziehungen abzubilden, wird die Verknüpfung zwischen zwei Objektmengen als Verknüpfung zwischen aggregierten Objekten interpretiert. Zusätzlich werden in diesem Link-Model die topologischen Beziehungen zwischen den Objektteilen vermerkt („überlappt“, „beinhaltet“ etc.), da sie die spätere Fortführung von Updates zwischen korrespondierenden Objekten unterstützen können. Weiterhin ermöglicht die föderierte räumliche Datenbank die Integration der angepassten geowissenschaftlichen Objekte des ersten Teilprojektes und der neu gewonnenen des zweiten Teilprojektes.

5.3 Metadaten für die Kontrolle des Matching-Prozesses

Um Korrespondenzen zwischen geometrischen Objekten in heterogenen Datensätzen finden zu können, ist es sinnvoll, beim objektbezogenen Matching nur Objekte ähnlichen Typs zu vergleichen. Wie im ersten Teilprojekt beschrieben, erscheint das Matching zwischen Gewässerobjekten viel versprechend, wobei die Attribute, die Gewässerobjekte charakterisieren, in den verschiedenen Datensätzen unterschiedlich dargestellt werden. Für den Matching-Prozess werden die semantischen Attribute harmonisiert, indem die korrespondierenden Objektarten der verschiedenen Datensätze in entsprechende Objektklassen klassifiziert werden (TIEDGE ET AL. 2004). Aufbauend auf dieser Attributharmonisierung findet das geometrische Objektmatching statt, ohne dass die ursprüngliche Repräsentation der thematischen Attribute bekannt sein muss. Ein weiterer Aspekt der Integrationsdatenbank sind Methoden sowie Parameter und Regeln, um den Prozess der Klassifikation, des Matchings und der Konfliktauflösung zu unterstützen (Metadaten-Schema). Später soll weiterhin die Fortführung von Änderungsoperationen entlang Objektkorrespondenzen bei der Harmonisierung von geometrischen Objekten durch Regeln ermöglicht werden.

6 Ergebnisse und Ausblick

Die hier vorgestellten Methoden zur Integration von Daten unterschiedlicher Herkunft werden in enger Zusammenarbeit mit externen Partnern aus dem Bereich der Geowissenschaften entwickelt. Die dabei erzielten Ergebnisse können somit als Prototypen verwendet und eingesetzt werden. Ein weiteres Ziel ist die Übertragbarkeit der Entwicklungen auf andere Fragestellungen, die sich mit der Integration von Vektor- und Rasterdaten und der Bereitstellung der Ergebnisse befassen. Die aktuellen Ergebnisse bei der Integration der geowissenschaftlichen Datensätze mit ATKIS machen deutlich, dass ein hoher Automatisierungsgrad und somit eine Reduzierung des manuellen Aufwands erreichbar ist (GÖSSELN & SESTER 2004). Zum jetzigen Zeitpunkt haben die erzielten Ergebnisse gezeigt, dass die vorgestellte Strategie und die entwickelten Methoden im Bereich der Integration von Raster- und Vektordaten sinnvoll sind, detaillierte Ergebnisse zu der Extraktion von Schlaggrenzen und Winderosionshindernissen zu erhalten (siehe BUTENUTH 2004). Die aufgestellte Architektur einer föderierten räumlichen Datenbank zeigt die einheitlichen Zugriffsmöglichkeiten auf die integrierten sowie neu gewonnenen Daten (Details siehe TIEDGE ET AL. 2004).

Referenz

Die hier vorgestellten Arbeiten sind Teil des GEOTECHNOLOGIEN-Programms, gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) unter der Publikationsnummer GEOTECH-77.

Literatur

- ANDERSON, J. E., FISCHER, R. L. & DELOACH, S. R., 1999: Remote Sensing and Precision Agriculture: Ready for Harvest or Still Maturing? *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, Vol. 65, No. 10, pp. 1118-1123.
- BALTSAVIAS, E. P., 2004: Object Extraction and Revision by Image Analysis Using Existing Geodata and Knowledge: Current Status and Steps towards Operational Systems. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, Vol. 58, No. 3-4, pp. 129-151.
- BESL, P. & MCKAY, N., 1992: A Method for Registration of 3-D Shapes, *Trans. PAMI*, Vol. 14(2), pp. 239-256.
- BUTENUTH, M., 2004: Modelling the Extraction of Field Boundaries and Wind Erosion Obstacles from Aerial Imagery, In: *Proceedings of XXth ISPRS Congress, Istanbul, Turkey, July 12-23, 2004 (im Druck)*.
- CONRAD, S.: 1997: *Föderierte Datenbanksysteme*, Springer-Verlag, Berlin.
- GOESSELN, G. & SESTER, M., 2004: Integration of geoscientific data sets and the german digital map using a matching approach. In: *Proceedings of XXth ISPRS Congress, Istanbul, Turkey, July 12-23, 2004 (im Druck)*.
- HILL, D. A. & LECKIE, D. G. (Eds.), 1999: *International forum: Automated interpretation of high spatial resolution digital imagery for forestry*, February 10-12, 1998, Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, Pacific Forestry Centre, Victoria, British Columbia, 395 p.
- KLEINER, C., LIPECK, U. & FALKE, S.: 2000: Objekt-Relationale Datenbanken zur Verwaltung von ATKIS-Daten, 2000, pp. 169-177. In: Bill, R.; Schmidt, F.: *ATKIS - Stand und Fortführung*, 2000, Verlag Konrad Wittwer, Stuttgart, 2000, pp. 169-177.
- LÖCHERBACH, T., 1998: *Fusing Raster- and Vector-Data with Applications to Land-Use Mapping*, Inaugural-Dissertation der Hohen Landwirtschaftlichen Fakultät der Universität Bonn, Bonn, 107 p.
- MANTEL, D., 2002: *Konzeption eines Föderierungsdienstes für geographische Datenbanken*. Diploma thesis, unpublished, University of Hannover.
- MANTEL, D. & LIPECK, U.: 2004: *Datenbankgestütztes Matching von Kartenobjekten*. Erscheint in: *Mitteilungen des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie*, Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, Frankfurt am Main.
- MAYER, H., 1998: *Automatische Objektextraktion aus digitalen Luftbildern*, Habilitation Reihe C, Deutsche Geodätische Kommission, München, No. 494.
- SESTER, M., BUTENUTH, M., GÖSSELN, G. V., HEIPKE, C., KLOPP, S., LIPECK, U. & MANTEL, D., 2003: *New Methods for Semantic and Geometric Integration of Geoscientific Data Sets with ATKIS - Applied to Geo-Objects from Geology and Soil Science*, in: *Geotechnologien Science Report "Information Systems in Earth Management"*, Koordinierungsbüro Geotechnologien, Potsdam, No. 2, 51- 62.
- THIERMANN, A., SBRESNY, J. & SCHÄFER, W., 2002: *GIS in WEELS - Wind Erosion on Light Soils*. *GeoInformatics*, No. 5, pp. 30-33.

- TIEDGE M., LIPECK, U. & MANTEL, D., 2004: Design of a Database System for Linking Geoscientific Data, Geotechnologien Science Report "Information Systems in Earth Management", No. 4, Koordinierungsbüro Geotechnologien, Potsdam, 2004, pp. 83-87.
- TORRE, M. & RADEVA, P., 2000: Agricultural Field Extraction from Aerial Images Using a Region Competition Algorithm, International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, Amsterdam, Vol. XXXIII, No. B2, pp. 889-896.
- UITERMARK, H., 2001: Ontology-based geographic data set integration. Doctor thesis, Deventer, Netherlands.
- YUAN, S. & TAO, C. 1999: Development of conflation components. In: Li, B. et al., eds., Geoinformatics and Socioinformatics, The proceedings of Geoinformatics'99 conference, Ann Arbor, pp. 1-13.