

DIGITALE LUFTBILDER ZUR AKTUALISIERUNG VON GIS DATEN
ON THE CONTENT OF DIGITAL AERIAL IMAGERY FOR GIS DATA BASE REVISION

Axel Englisch^{1,2}, Christian Heipke², Wolfgang Reinhardt¹, Matthias Ebner³

¹Siemens Nixdorf Informationssysteme AG, Munich, Germany

²Chair for Photogrammetry and Remote Sensing, Technical University Munich, Germany

³Geodetic Institute, Department of Geoinformation Systems, Technical University Munich, Germany

ISPRS Congress, Vienna 1996
Commission IV, WG IV/3

KEY WORDS: Data base revision, GIS, Digital Photogrammetry, Digital Aerial Imagery, Orthophoto

ABSTRACT :

Currency in terms of accuracy, completeness and consistency is a very important criterion for geo information systems (GIS). Therefore regular data base revision is necessary.

In this paper GIS data base revision is discussed, the different information content of topographic maps and GIS is presented. The content of aerial imagery for updating data bases is shown, and an example of interactive data base revision of the Authoritative Topographic-Cartographic Information System (ATKIS) using digital orthophotos is given.

KURZFASSUNG :

Aktualität in bezug auf Genauigkeit, Vollständigkeit und Konsistenz ist wichtig für den Wert eines Geoinformationssystems. Daher ist eine regelmäßige Aktualisierung des Datenbestandes notwendig.

Im folgenden wird der Begriff der Aktualisierung näher erörtert, und der unterschiedliche Inhalt von Karten und GIS-Datenbanken diskutiert. Nach der Vorstellung der Methoden zur Aktualisierung von GIS-Daten im allgemeinen wird näher auf den Informationsgehalt von Luftbildern zu diesem Zweck eingegangen. Als Beispiel dient die interaktive Aktualisierung von ATKIS-Daten mit digitalen Orthophotos.

1. EINLEITUNG

Ein Geoinformationssystem (GIS) ist ein „rechnergestütztes System, das aus Hardware, Software, Daten und den Anwendungen besteht. Mit ihm können raumbezogene Daten digital erfaßt und redigiert, gespeichert und reorganisiert, modelliert und analysiert, sowie alphanumerisch und graphisch präsentiert werden“ (Bill, Fritsch, 1991, Seite 5).

Für den Wert vieler GIS-Anwendungen ist die Aktualität der Daten ein wichtiges Kriterium. Aktualität ist die Richtigkeit aller Daten zu einem Zeitpunkt T bezüglich bestimmter Qualitätsaspekte. Die grundlegenden Qualitätsparameter sind Genauigkeit, Vollständigkeit und Konsistenz.

Genauigkeit ist ein Maß für die Wahrscheinlichkeit, einem Parameter einen richtigen Wert („wahren Wert“) zuweisen zu können. Die Genauigkeit geometrischer Werte kann durch statistische Aussagen beschrieben werden. Für das genaue Bezeichnen

von Attributen und die Angemessenheit des Modelltyps sind solche Aussagen schwer zu treffen.

Vollständigkeit ist ein Maß für die Differenz zwischen der abstrakten Betrachtung der Natur und dem vorhandenen Datenbestand zu einem Zeitpunkt T. Aussagen dazu sind vom Datenmodell abhängig. Vollständigkeit wird zum Beispiel vom Objektkatalog, von den Mindestgrößen bei der Datenerfassung und dem Grad der Generalisierung beeinflusst (Löcherbach, 1995).

Genauigkeit und Vollständigkeit stehen außerdem in engem Zusammenhang mit dem Maßstab des Datenmodells, auch wenn der bei Geoinformationssystemen in der Regel nicht explizit festgelegt ist. Unter anderem beeinflusst der Maßstab die Auflösung des Datenmodells (Caspary, 1992).

Konsistenz beschreibt die Widerspruchsfreiheit der Daten bezüglich des Datenmodells. Für das Amtliche Topographisch-kartographische Informationssystem (ATKIS) der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV, 1989) liegt z.B. ein konsistenter Datensatz vor, wenn ein betrachtetes Gebiet flä-

chendeckend und ohne Überlappungen abgedeckt ist.

Um diese Qualitätsansprüche zu jedem Zeitpunkt T erfüllen zu können, müssen die Daten ständig aktualisiert werden.

Im folgenden wird der Begriff der Aktualisierung näher erörtert, der unterschiedliche Inhalt von Karten und GIS-Daten wird diskutiert. Nach der Vorstellung der Methoden zur Aktualisierung von GIS-Daten im allgemeinen wird näher auf den Informationsgehalt von Luftbildern zu diesem Zweck eingegangen. Als Beispiel dient die interaktive Aktualisierung von ATKIS-Daten mit digitalen Orthophotos.

2. AKTUALISIERUNG TOPOGRAPHISCHER GIS-DATEN

Die Aktualisierung von GIS-Daten ist der regelmäßige Prozeß der Anpassung des Datenbestandes an die ständigen Veränderungen der erfaßten Objekte (Bill, Fritsch, 1991).

Solche Veränderungen sind von verschiedener Ausprägung:

Objekte verschwinden, Objekte kommen neu hinzu, und bestehende Objekte ändern ihre Attribute und/oder ihre Beziehungen zu anderen Objekten. Daneben müssen erkannte Fehler im alten Datenbestand korrigiert werden.

Die Erfahrung der Landesvermessungsämter (LVA) der Bundesrepublik Deutschland bei der Fortführung ihrer analogen topographischen Kartenwerke zeigt, daß die meisten Veränderungen bei Gebäuden, im Bereich des Straßenverkehrs und der Vegetation auftreten (von Lom, persönliche Mitteilung, 1995). Überdies besteht noch eine starke regionale Abhängigkeit. In dicht besiedeltem Gebiet treten häufiger Veränderungen in der Landschaft auf als in ländlichen Gegenden.

Zum Herausarbeiten der Veränderungen und zum Erfassen der neuen GIS-Daten stehen verschiedene Informationsquellen zur Verfügung:

- Digitalisierung vorhandener analoger Kartenwerke
- terrestrische Vermessung
- Photogrammetrie
- Fernerkundung
- topographischer Meldedienst

Die Digitalisierung analoger Kartenwerke wird zur Ersterfassung von GIS-Daten häufig eingesetzt. Sie ist jedoch prinzipiell weniger genau als die direkte Datenerfassung. Daneben können gerade bei der Datenaktualisierung Zeitprobleme auftreten, da erst nach Fertigstellung einer fortgeführten analogen Karte mit der Aktualisierung der GIS-Daten begonnen werden kann.

Die terrestrische Vermessung stellt gerade für großmaßstäbliche GIS eine wichtige Möglichkeit zur Erfassung und Aktualisierung dar, ist aber für größere Gebiete mit hohen Kosten verbunden.

Photogrammetrie ist die weltweit dominierende Methode zur Erfassung und Aktualisierung analoger topographischer Kartenwerke.

Fernerkundungsdaten sind, insbesondere für Entwicklungsländer (z.B. Konecny 1996), für die hier diskutierten Aufgaben eine wichtige Alternative zu Luftbildern. Die derzeit operationell verfügbaren Auflösungen reichen allerdings zur Aktualisierung von Daten entwickelter Länder im Maßstabsbereich 1: 25 000 nicht aus. Die Bedeutung der Fernerkundung wird mit der Verfügbarkeit hochauflösender Bilddaten (Fritz, 1996) aber weiter zunehmen.

Zur Aktualisierung ihrer topographischen Daten haben einige LVAs zusätzlich einen sogenannten Meldedienst eingerichtet: Bei verschiedensten Behörden werden Informationen über Bauvorhaben und deren Realisierung vorgehalten, die einen wesentlichen Beitrag zur Aktualität der GIS-Daten leisten können. Dabei ist aber immer die Qualität der Informationen zu prüfen.

In diesem Aufsatz wird im folgenden nur die Photogrammetrie als Methode zur Datenaktualisierung weiter betrachtet.

Im Zuge der Aktualisierung des Datenbestandes müssen Veränderungen aufgedeckt, ausreichende Informationen über Umfang und Ausprägung der Veränderung beschafft und die aktualisierten Objekte in den alten Datenbestand integriert werden.

Zum Aufdecken der Veränderungen muß der alte mit dem neuen Datenbestand verglichen werden. Arbeitet man als Informationsquelle mit Orthophotos, können zum einen das alte und das neue Orthophoto nebeneinander betrachtet werden, oder man versucht, die Veränderungen anhand der Überlagerung des neuen Orthophotos mit dem alten Vektordatenbestandes aufzudecken. Auch eine Kombination beider Möglichkeiten ist denkbar. Gezielte Hinweise auf Veränderungen können überdies dem topographischen Meldedienst entnommen werden.

Sind Veränderungen erkannt worden, müssen Art und Umfang festgestellt werden. Alle Informationen, die zum Erfassen des aktuellen Zustandes erforderlich sind, müssen bereitgestellt werden. Hierzu dienen im obigen Beispiel das neue Orthophoto und zusätzliche Informationen. Diese stammen zum Beispiel ebenfalls vom Meldedienst.

Liegen alle Daten vor, kann die neue oder veränderte Geometrie des Objektes erfaßt werden. Anhand der beschafften Unterlagen müssen die vom Datenmodell geforderten Attribute richtig belegt werden und erforderliche Relationen aufgestellt werden. Nach einer Überprüfung der Qualität der neuen Daten (Genauigkeit, Vollständigkeit und Konsistenz), unter Umständen auch durch einen Feldvergleich, können diese in den alten Bestand eingearbeitet werden.

Die Aktualisierung kann periodisch oder kontinuierlich durchgeführt werden (Illert, 1994; Krause, 1995; Scholl, 1995).

Periodische Aktualisierung der Daten bedeutet die vollständige Überarbeitung des Datenbestandes in konstanten Intervallen, wie das bisher für analoge Karten praktiziert wurde. Dieses Vorgehen führt aber zu einem Verlust von Aktualität.

Für wichtige Objekte oder Gebiete mit häufig auftretenden Veränderungen wird eine ständige, d.h. kontinuierliche Laufendhaltung der Daten angestrebt. Dies bedeutet einen großen Aufwand, ist aber für spezielle Anwendungen, wie zum Beispiel Fahrzeugnavigation unerlässlich.

2.1 INHALTLICHER UNTERSCHIED VON KARTEN UND GIS-DATEN

Geoinformationssysteme enthalten in der Regel mehr Information als äquivalente analoge Kartenwerke. Dies soll anhand eines Vergleichs des Inhaltes der topographischen Grundkarte 1 : 25 000 (TK 25) mit dem digitalen Landschaftsmodell 25 (DLM 25) von ATKIS exemplarisch aufgezeigt werden. Das DLM 25 ist ein digitaler topographischer Grunddatenbestand, der vom Inhalt in etwa der TK 25 entspricht (Harbeck, 1995). Das DLM 25/1 ist die erste Aufbaustufe des DLM 25, die 1996 bundesweit abgeschlossen sein wird (Kophstahl, 1995). Sie beinhaltet eine geringere Anzahl an Objekten und weniger Attributinformation als das DLM 25. Bei einem genauen Vergleich des Inhaltes der TK 25 mit dem von ATKIS gemäß Objektartenkatalog ergeben sich allerdings gewichtige Unterschiede, die im folgenden exemplarisch aufgezeigt werden.

Beispiel Straße:

Eine Straße ist laut Objektartenkatalog (AdV, 1989) „ein befestigter, in erster Linie dem Kraftfahrzeugverkehr dienender Verkehrsweg einschließlich der auf Über- und in Unterführungen (im Tunnel) verlaufenden Abschnitte.“

Eine Straße ist im Regelfall linienförmig, das heißt als Mittelachse zu erfassen, flächenförmig nur dann, wenn die Parallelität der seitlichen Begrenzungslinien im Rahmen der Modellgenauigkeit (+/- 3 Meter) nicht mehr gegeben ist.

Weiter existieren genaue Erfassungsvorschriften für besondere Geh- und Fahrspuren und sonstige Einrichtungen die in Bezug zum Straßenkörper stehen.

Tabelle 1 stellt die geometrische und attributive Information, die für das Objekt Straße in der TK 25 enthalten ist, der des DLM 25/1 und des DLM 25 gegenüber. Die letzte Spalte wurde aufgrund eines visuellen Vergleiches des Inhaltes der TK 25 und des ATKIS-DLM erstellt.

Wie aus Tabelle 1 hervorgeht, beinhaltet bereits das DLM 25/1 mehr Attribute, als an Information aus einer topographischen Karte entsprechenden Maßstabs zu entnehmen ist. Aus diesem Grund ist bei der Aktualisierung der Daten darauf zu achten, daß der vollständigen Beschaffung dieser Information Rechnung getragen werden kann.

Um auch noch den Qualitätsansprüchen mit Blick auf Aktualität gerecht werden zu können, müssen realisierbare Konzepte zur Aktualisierung von GIS-Datenbeständen aufgestellt und erprobt werden. In den folgenden Kapiteln wird dargestellt, welcher Informationsgehalt zu diesem Zweck aus Luftbildern extrahierbar ist.

TK 25	DLM 25/1	DLM 25	Sichtbarkeit im Luftbild
Mittelachse	Mittelachse	Mittelachse	+
Verkehrsbedeutung		Verkehrsbedeutung	+/-
Widmung	Widmung	Widmung	-
Kurzbezeichnung	Kurzbezeichnung	Kurzbezeichnung	-
	Name	Name	-
	Breite der Fahrbahn	Breite der Fahrbahn	+
Breite des Objektes (< 4 m, > 4 m, > 6 m)	Breite des Objektes (+/- 1 m)	Breite des Objektes (+/- 1 m)	+
		geographischer Name	-
		Zweitname	-
		besondere Fahrspuren	+
	Funktion	Funktion	+/-
	Anzahl der Fahrstreifen	Anzahl der Fahrstreifen	+
		Fahrbahntrennung	+
internationale Bedeutung	internationale Bedeutung	internationale Bedeutung	-
		Nutzung	+/-
		Oberflächenmaterial	+/-
Zustand	Zustand	Zustand	+
Referenzen	Referenzen	Referenzen	+

Tabelle 1: Vergleich der Inhalte der TK 25, des DLM 25/1 und des DLM 25, sowie Interpretierbarkeit im Luftbild, Beispiel Straße

2.2 AKTUALISIERUNG VON GIS-DATEN MIT HILFE VON LUFTBILDERN

Luftbilder haben einen sehr hohen Informationsgehalt. Zudem werden sie für bestimmte Maßstäbe und in schwarz/weiß, im Auftrag der LVAs flächendeckend und regelmäßig aufgenommen. Überdies ist bei den LVAs noch ein großer Erfahrungsschatz aus der Fortführung der analogen topographischen Karten mittels Luftbildern vorhanden.

Betrachtet man die rechte Spalte der Tabelle 1, erkennt man, daß die Geometrie und eine Reihe von Attributen aus Luftbildern extrahiert werden können. Dies zeigt ein großes Potential der Photo-

grammetrie für die GIS-Datenaktualisierung auf, wobei die Grenzen in der Erkennbarkeit einiger Attribute und in der Zuordnung zur richtigen Objektklasse laut Objektartenkatalog liegen.

Die Erkennbarkeit einzelner Objekte ist im wesentlichen durch folgende Parameter eingeschränkt:

- Bildinhalt (bebautes oder bewaldetes Gebiet, offene Flächen)
- Art des Bildmaterials (Farbe, Schwarz/Weiß)
- Bildmaßstab
- Pixelgröße am Boden (Auflösung)
- Mono- oder Stereobetrachtung

Dabei beeinflussen der Bildmaßstab und die Pixelgröße zusätzlich die erreichbare geometrische Genauigkeit.

Weitere Aussagen zur Aktualisierung von ATKIS-Daten mittels Luftbildern finden sich bei (Illert, 1993; Hanke, Proß, 1995).

3. INTERAKTIVE AKTUALISIERUNG VON ATKIS-DATEN MIT DIGITALEN ORTHOPHOTOS

Digitale Orthophotos bieten viele Vorteile für die Aktualisierung von GIS-Daten, zum Beispiel erreichen sie, je nach Genauigkeit des zugrunde liegenden digitalen Geländemodells, oft eine bessere Genauigkeit als analoge Strichkarten, wie zum Beispiel topographische Karten. (Loodts, 1993).

Diese Eigenschaften haben uns zu einer Studie im Rahmen einer Diplomarbeit (Ebner, 1996) bewogen, die sich mit der interaktiven Aktualisierung von ATKIS-Daten aus digitalen Orthophotos befaßt.

Ziel der Studie sind Aussagen, inwieweit der Informationsgehalt von digitalen Orthophotos zur Datenerfassung und Aktualisierung gemäß des ATKIS-Objektartenkataloges ausreicht. Untersucht wurde ein Gebiet im Raum Osnabrück. Die Ergebnisse werden im folgenden präsentiert.

Das Untersuchungsgebiet enthält 26 verschiedene ATKIS-Objekte, die nach Erfassungsvorschrift eine Genauigkeit von +/- 3 Meter in allen wichtigen Punkten und Linien besitzen. Diese Daten sind 1989/90 durch Digitalisierung der Deutschen Grundkarte (DGK 5, Maßstab 1 : 5000) entstanden. Weiter stand ein digitales Orthophoto aus dem Jahr 1989 mit einer Bodenaufklärung von 0.5 Metern für dieses Gebiet zur Verfügung, sowie ein Luftbild von 1994 im Maßstab 1 : 12 500. Das Luftbild wurde mit 30µ gescannt Auf der Basis eines digitalen Geländemodells mit 0.5 Metern Genauigkeit und 12.5 m Raster wurde anschließend ein digitales Orthophoto erstellt. Abbildung 1 zeigt das Orthophoto von 1994, überlagert mit den ATKIS-DLM 25/1-Rohdaten von 1989/90 für dieses Gebiet.

Mit diesen Daten wurde nun beispielhaft eine Aktualisierung des Datenbestandes von 1989 durchgeführt. Die Darstellung, Verwaltung und Digitali-

sierung der Daten erfolgte mit SICAD/open und SICAD-Globe der Siemens Nixdorf Informationssysteme AG. Die Digitalisierung der Daten erfolgte ausschließlich am Bildschirm.

Zum Aufdecken der Veränderungen wurde jede Objektklasse einzeln dem Orthophoto von 1994 überlagert, und die ATKIS-Daten wurden visuell mit den Bilddaten verglichen. Anschließend wurde für die entsprechenden Objekte die neue Geometrie erfaßt und die geforderten Attribute belegt.

Die Erfassung erfolgte gemäß des Objektartenkataloges für das DLM 25/1 (AdV, 1989). Anhand von 3 Beispielen werden im folgenden die Möglichkeiten und Grenzen der GIS-Datenaktualisierung aus digitalen Orthophotos beschrieben.



Abbildung 1: Orthophoto und ATKIS-Rohdaten

Im ersten Beispiel geht es um baulich geprägte Flächen. Laut ATKIS sind im DLM 25/1 Wohnbauflächen, Industrie- und Gewerbeflächen, Flächen gemischter Nutzung und Flächen besonderer funktionaler Prägung zu unterscheiden. In der in Abbildung 2 dargestellten Situation ist es kein Problem die Veränderung festzustellen und als Wohnbaufläche zu klassifizieren. Die Fläche muß im Rahmen der Erfassungsgenauigkeit abgetrennt und der entsprechenden Objektart zugewiesen werden. Weitere Attribute sind für das DLM 25/1 nicht erforderlich.

Weit größer ist das Problem, die Fläche in Abbildung 3 eindeutig einer Objektart zuzuweisen. Es ist schwer zu erkennen, daß es sich bei dieser Fläche nicht um eine reine Wohnbaufläche handelt. Da links unten eine Kirche (rund) und in der Mitte ein Kindergarten vorhanden sind, handelt es sich um eine Fläche besonderer funktionaler Prägung. Die Abgrenzung der Fläche ist im Rahmen der 3-Meter-Genauigkeit jedoch möglich.

Ähnlich verhält es sich mit dem zweiten Beispiel, dem Objektbereich Vegetation. Die Geometrie, d.h. die Abgrenzung der Fläche ist meist ohne Probleme festzulegen und zu erfassen. Auch die Un-

terscheidung von Wald und Forst gegenüber anderen Vegetationsflächen stellt kein Problem dar. Problematisch ist allerdings zum Beispiel die Unterscheidung von Grünland und Ackerland (siehe Abbildung 4).

Als drittes Beispiel werden Straßen besprochen. Für diese Objektart sind wesentlich mehr Attribute zu belegen (Tabelle 1). Die Geometrie, d.h. die Mittelachse und die Straßen- bzw. Fahrbahnbreite, Referenzen (Unter- bzw. Oberführung), sowie die Anzahl der Fahrstreifen und besondere Fahrspuren (zum Beispiel für Rad- oder Gehweg), sind in der Regel gut erkennbar, außer die Straße ist über weite Teile durch Häuser oder Bäume verdeckt (siehe auch Straßen in Abbildung 3).

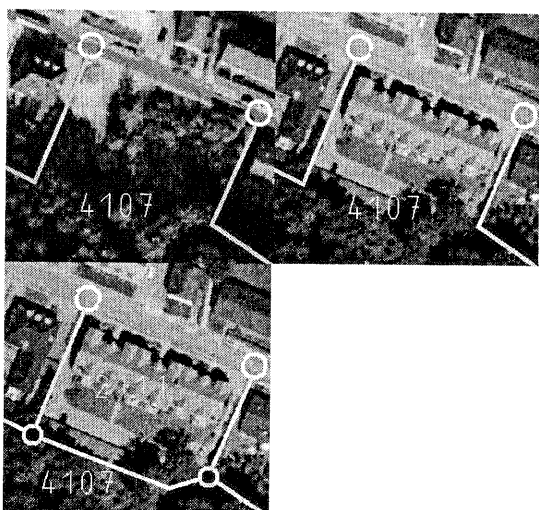


Abbildung 2: a) altes Orthophoto und alte Vektordaten (links oben), b) neues Orthophoto und alte Vektordaten (rechts oben), c) aktualisierte Situation (links unten)

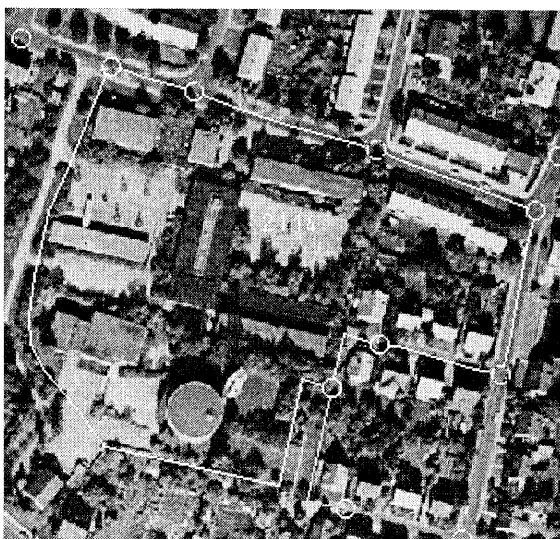


Abbildung 3: Fläche besonderer funktionaler Prägung im neuem Orthophoto

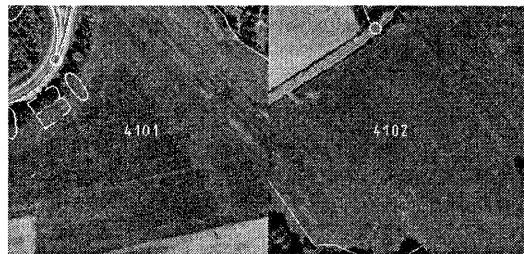


Abbildung 4: links Ackerland, rechts Grünland
Problematisch ist die Beurteilung der Funktion, des Zustandes, des Oberflächenmaterials und der Verkehrsbedeutung. Unmöglich ist die Gewinnung der Information aus dem Orthophoto über Namen jeder Art, internationale Bedeutung und Widmung, da sie weder sichtbar noch aus sichtbarer Information ableitbar sind.

4. ERGEBNIS UND AUSBLICK

Wie die Ergebnisse in Kapitel 3 zeigen, kann ein Großteil der geforderten Information zur Aktualisierung von GIS-Daten aus Orthophotos gewonnen werden. Bei einer Verwendung von Farbbildern und einer Möglichkeit zur Stereobetrachtung (Winter, 1992), zum Beispiel durch ein einfaches Tischstereoskop, kann die Interpretierbarkeit noch gesteigert werden. Eine höhere Auflösung des Bildes verbessert ebenfalls die Extrahierbarkeit von Information, und überdies auch die erreichbare geometrische Genauigkeit.

Selbstverständlich bleiben einige Werte und Parameter unbestimmbar. Die in Kapitel 2 beschriebenen, alternativen Datenquellen sind deshalb für GIS weit wichtiger als für analoge Karten und müssen in ein sinnvolles Konzept zur Aktualisierung von GIS-Daten integriert werden.

Langfristig werden neben der interaktiven Digitalisierung am Bildschirm, auch die Verfahren der automatischen und semi-automatischen Bildanalyse Möglichkeiten zur GIS-Datenerfassung und -aktualisierung bieten (siehe zum Beispiel für ATKIS-Daten: Heipke, et.al., 1994; Plietker, 1994; Mayer, 1995; Wiedemann, 1995).

5. DANK

An dieser Stelle soll der Siemens Nixdorf Informationssysteme AG für die finanzielle und technische Unterstützung dieses Projektes, sowie dem Niedersächsischen Landesverwaltungsamt - Landesvermessung für die Bereitstellung der Daten gedankt werden. Herrn Prof. Dr. M. Schilcher, Geodätisches Institut, Fachgebiet Geoinformationssysteme an der Technische Universität München, sei für die Initiierung und Betreuung der Diplomarbeit (Ebner, 1996) gedankt, deren Ergebnisse den Schwerpunkt in Kapitel 3 darstellen.

6. LITERATUR

AdV (1989): Gesamtdokumentation des Vorhabens ATKIS, Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland, Landesvermessungsamt Nordrhein-Westfalen (Ed.), Bonn, Germany.

Bill, R., Fritsch, D. (1991): Grundlagen der Geo-Informationssysteme, Band 1, Hardware, Software und Daten. Herbert Wichmann Verlag, Heidelberg, Germany.

Caspary, W. (1992): Qualitätsmerkmale von Geo-Daten. ZfV - Zeitschrift für Vermessungswesen. Deutscher Verein für Vermessungswesen (Ed.), Verlag Konrad Wittwer, Stuttgart, Germany, pp. 360-367.

Ebner, M. (1996): Digitale Orthophotos zur interaktiven Fortführung von ATKIS-DLM 25-Daten. Diploma Thesis, Geodetic Institute, Department of Geoinformation Systems, Technical University Munich, Germany (unpublished).

Fritz, L. W. (1996): The Era of Commercial Earth Observation Satellites. In American Society for Photogrammetry and Remote Sensing (Ed.): Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Volume 62, Number 1, January 1996, pp. 39-45.

Hanke, P., Proß, E. (1995): Zur Fortführung des ATKIS 200 unter Verwendung digitaler Bilddaten. Nachrichten aus dem Karten- und Vermessungswesen, Reihe I, Heft Nr. 113, pp. 79-88.

Harbeck, R. (1995): Überblick über Konzeption, Aufbau und Datenangebot des Geoinformationssystems ATKIS. In: Kophstahl, E., Selge, H. (Ed.): Das Geoinformationssystem ATKIS und seine Nutzung in Wirtschaft und Verwaltung, Hannover 1995, Germany, pp. 19-37.

Heipke, C., Englisch, A., Speer, T., Stier, S., Kutka, R. (1994): Semi-automatic Extraction of Roads from Aerial Images. International Archives for Photogrammetry and Remote Sensing (30) 3/2, pp. 353-360.

Illert, A (1993): Automationsgestützte Fortführung des ATKIS. Unveröffentlichte Studie des Institutes für Photogrammetrie der Universität Bonn, im Auftrag des Landesvermessungsamtes Nordrhein-Westfalen, Bonn, Germany.

Illert, A. (1994): Konzepte zur Fortführung des ATKIS. Nachrichten aus dem Karten- und Vermessungswesen, Reihe I, Heft Nr. 111, pp. 61-74.

Konecny, G. (1996): Hochauflösende Fernerkundungssensoren für kartographische Anwendungen in Entwicklungsländern. ZPF - Zeitschrift für Photogrammetrie und Fernerkundung, 64. Jahrgang, Heft 2/96, H. Wichmann Verlag, Heidelberg, Germany, pp. 39-51.

Kophstahl, E. (1995): ATKIS - Realisierung und Anwendungen. In: Siemens Nixdorf Informationssysteme AG (Ed.): The Changing Face of Geoinformation Systems, 4th International User Forum 1995, Duisburg, Germany, pp. 217-222.

Krause, U. (1995): Konzeption des Landesvermessungsamtes Nordrhein-Westfalen zur Fortführung des DLM 25/1 und zur Realisierung des DLM 25/2. Nachrichten aus dem Karten- und Vermessungswesen, Reihe I, Heft Nr. 113, pp. 139-146.

Löcherbach, T. (1995): System Performance for Semiautomatic Building Reconstruction. Second Course on Digital Photogrammetry, Landesvermessungsamt Nordrhein-Westfalen and Chair for Photogrammetry of the University of Bonn, Germany.

Loodts, J. (1993): Digital orthophotos and GIS: the perfect couple. In: Photogrammetric Week '93, Fritsch, D., Hobbie, D. (Ed.), Wichmann Verlag, Heidelberg, Germany, pp. 273-284.

Mayer, H. (1995): Automatisierte Methoden der digitalen Photogrammetrie zur GIS-Datenerfassung. In: Siemens Nixdorf Informationssysteme AG (Ed.): The Changing Face of Geoinformation Systems, 4th International User Forum 1995, Duisburg, Germany, pp. 237-244.

Plietker, B. (1994): Semiautomatic revision of street objects in ATKIS database DLM 25/1. International Archives for Photogrammetry and Remote Sensing (30) 4, pp. 311-317.

Scholl, P. (1995): ATKIS-DLM 25: Erweiterung und Aktualisierung der vorhandenen Datenbestände. In: Kophstahl, E., Selge, H. (Ed.): Das Geoinformationssystem ATKIS und seine Nutzung in Wirtschaft und Verwaltung. Hannover 1995, Germany, pp. 221-230.

Wiedemann, C. (1995): Automatische Verifikation von Straßen in digitalen Luftbildern auf Basis von Profilen. Diploma Thesis, Chair for Photogrammetry and Remote Sensing, Technical University Munich, Germany (unpublished).

Winter, R. (1992): Photogrammetrisch orientierte Erfassung der ATKIS-DLM 25/1-Fortführungsinformation mit Zeiss Planicomp P3/PHOCUS. Nachrichten aus dem Karten- und Vermessungswesen, Reihe I, Heft Nr. 110, 111-124.