

Fortführung von Geobasisdaten durch die segmentbasierte Auswertung von IKONOS-Daten – erste Ergebnisse

Marco NEUBERT und Gotthard MEINEL

Zusammenfassung

Dieser Beitrag beschreibt die Methodik sowie erste Ergebnisse der Fortführung von Geobasisdaten anhand von IKONOS-Satellitenbilddaten unter Verwendung des segmentbasierten Bildanalyse-Systems (eCognition). Dabei wurde zunächst anhand einer Testfläche versucht, die Biotop- und Nutzungstypenkartierung unter Anwendung der Bildanalyse-Software eCognition zu aktualisieren. Die Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass die IKONOS-Daten häufig ausreichend sind, um eine Vielzahl der im Objektkatalog enthaltenen Klassen visuell zu erkennen, zu segmentieren und zu klassifizieren. Diese Möglichkeiten werden sich durch künftig erhältliche Bilddaten sowie der sich weiterentwickelnden Auswertungssoftware noch verbessern.

1 Einleitung und Motivation

Aktuelle Geobasisdaten besitzen eine hohe Relevanz für vielfältige Aufgaben der räumlichen Planung. Die in Deutschland gebräuchlichsten digitalen Daten – ATKIS (Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem) sowie die Biotop- und Nutzungstypenkartierung – sind zumeist nicht aktuell (Biotopkartierung Sachsen 1992/93; ATKIS je nach Fortführungsstand, oft aber 5 Jahre alt). Die Fortführung dieser Daten ist dringend erforderlich, steht jedoch für die ausführenden Behörden bei Finanzknappheit in Frage. Zudem enthält die Biotop- und Nutzungstypenkartierung geometrische und inhaltliche Fehler (nicht, ungenau oder falsch klassifizierte Elemente; vgl. SLFUG 2001). Insbesondere zeigt sich der subjektive Einfluss unterschiedlicher Bearbeiter. Ziel muss es daher sein, die Subjektivität zu minimieren. Eine weitestgehend automatisierte Fortschreibung ist anzustreben, um eine kosteneffiziente Operationalisierung sowie eine Vereinfachung der bisherigen Erhebungsmethodik zu erreichen.

Die derzeit existierenden Methoden zur fernerkundungsbasierten Erfassung der hier untersuchten Geobasisdaten sind fast ausnahmslos visuelle Interpretationsverfahren. Sie verursachen hohe Kosten und können fehlerbehaftet sein. Erste automatisierte Verfahren existieren bereits (vgl. GÄHLER et al. 2002; LESER 2002). In dabei verwendeten sehr hochauflösenden Scannerdaten (z.B. HRSC-A, DPA) sind lediglich für Arbeiten im Maßstabsbereich von 1 : 500 bis 1 : 5.000 zweckmäßig. Ebenso ist die Verwendung geringer aufgelöster Daten (z.B. IRS, Maßstabsbereich > 1 : 25.000) für die Aufgabenstellung nicht zielführend (vgl. SCHLÜTER 2000). Der IKONOS-Sensor und nachfolgende, ähnliche Satelliten bieten dagegen eine operable Verfügbarkeit sowie eine hinreichende Auflösung.

Die Untersuchungen erfolgten anhand eines 2 x 2,2 km großen Testgebietes in der Vorderen Sächsischen Schweiz, welches Teil des Nationalparks „Sächsische Schweiz“ ist.

2 Satellitenbilddaten der neusten Generation

Sehr hochaufgelöste Satellitendaten stehen seit 1999 mit dem IKONOS2-Sensor zur Verfügung (Auflösung: 1 m panchromatisch; 4 m multispektral). Seit kurzem ist mit QuickBird2 ein zusätzlicher Sensor im Orbit (61 cm bzw. 2,44 m), weitere werden folgen (z.B. OrbView 3, EROS B-Serie, CARTOSAT-2). Diese Entwicklungen führen zu einer Konkurrenzsituation, die für den Nutzer eine höhere Qualität sowie bessere Preise erwarten lassen. Die derzeit verfügbaren IKONOS-Daten sind nutzbar bis zu einem Maßstab von 1 : 5.000 und drängen somit in Anwendungsbereiche, die bisher dem Luftbild vorbehalten waren. Zwar haben die Satellitendaten eine geringere Auflösung gegenüber den (häufig noch analogen) Luftbildern, besitzen aber auch deutliche Vorteile, wie eine bessere spektrale Auflösung (vier Farbkanäle), eine größere Flächendeckung, eine geringere Bildverzerrung sowie einen geringeren Vorprozessierungsaufwand. Der Fortführung von Geobasisdaten mittels IKONOS-Satellitendaten kommt somit ein hohes Potenzial zu.

3 Methodik

3.1 Voruntersuchungen der GIS-Datensätze

Vor Bearbeitungsbeginn war zunächst eine Bewertung des IKONOS-Bildmaterials bezüglich visueller Erkennbarkeit (Identifizierbarkeit), Segmentierbarkeit (automatisierte Abgrenzbarkeit) sowie Klassifizierbarkeit (hinreichend genaue Merkmalsunterscheidung gegenüber anderen Klassen) der zu extrahierenden Informationen nötig (Tab. 1). Diese Untersuchung ist jedoch derzeit noch unvollständig, da mit dem vorhandenen Bildmaterial das Spektrum der Biotope nicht in Gänze abgedeckt werden konnte. Insgesamt lassen sich nahezu alle Biotop- und Nutzungstypen visuell in den Bilddaten erkennen, die meisten davon auch segmentieren und klassifizieren. Probleme treten bei Klassen mit fließenden Übergängen auf.

Tab. 1: Bewertung der IKONOS-Daten bezüglich visueller Erkenn-, Segmentier- sowie Klassifizierbarkeit am Beispiel der Biotop- und Nutzungstypenkartierung, Untergruppe Fließgewässer (21).

Objekt-schlüssel	Klassen-bezeichnung	Erkennbarkeit, Merkmale, Probleme	Segmen-tierbar-keit	Klassifi-zierbar-keit
21100	Quellbereich	I.d.R. nicht erkennbar	-	-
21200	Bach	Tw. erkennbar, Breite max. 5 bis 10 m, Probleme durch Überkronung (insb. in Waldgebieten)	+	+
21300	Graben	Tw. erkennbar, Geradlinigkeit, Breite max. 5 bis 10 m, Probleme durch Überkronung (insb. in Waldgebieten) sowie durch Unterscheidbarkeit zu Bächen	+	o
21400	Fluss	Gut erkennbar, breiter als 5 bis 10 m	+	+
21500	Kanal	Gut erkennbar, Geradlinigkeit, breiter als 5 bis 10 m, Unterscheidbarkeit zu Flüssen	+	o

Zwischen den ATKIS- und den Biotop- und Nutzungstypendaten besteht eine gewisse Ähnlichkeit der Geometrien, was mit einer ähnlichen Aktualität sowie den teilweise aus der TK 10 übernommenen Informationen der Biotopkartierung erklärt werden kann. (Der Sächsischen Biotoptypenkartierung liegt die Variante TK 10 AV (Ausgabe Volkswirtschaft) zu Grunde. Dieses Kartenwerk ist gegenüber der ATKIS-Grundlage (TK 10 AS (Ausgabe Staat) bzw. N (Normalausgabe)) teilweise geometrisch verzerrt, wodurch es zu Abweichungen der beiden Datensätze kommen kann.) In der Biotopkartierung sind deutlich weniger Wege und Straßen enthalten, die in natura aber häufig grenzbildend sind (insb. in Waldgebieten). Somit sind in dieser Kartierung viele der klassifizierten Flächen nicht nachvollziehbar, da die bereits erwähnten grenzbildenden Objekte fehlen oder nicht konsequent als Grenze berücksichtigt wurden.

3.2 Vorverarbeitung der IKONOS-Daten

Eine Orthorektifizierung ist für die Fortführung geometrisch genauer Geobasisdaten unerlässlich. Im vorliegenden Fall wurden die IKONOS-Daten (Gesamtszene, 11 x 11 km) mittels PCI Geomatica auf Basis eines Laser-Scanner-DGM mit einem RMS-Lagefehler von 2,5 m entzerrt (vgl. TOUTIN 2001). Das Ergebnis weist eine sehr gute Passgenauigkeit mit der TK 10 sowie den ATKIS-Daten auf.

Umfassende Untersuchungen bezüglich der Segmentierung mit eCognition zeigten, dass mit multispektralen IKONOS-Daten, welche durch den panchromatischen Kanal geschärft wurden (Resolution Merge durch Hauptkomponentenverfahren), die besten Ergebnisse erzielt werden.

3.3 Bildauswertung

Als Bildanalysewerkzeug wurde die Software eCognition 2.1 genutzt. Dieser segmentbasierte Klassifikationsansatz für Fernerkundungsdaten bietet die Möglichkeit, gute Fortführungsergebnisse zu erzielen. Vorausgehend erfolgten umfangreiche Tests hinsichtlich der günstigsten Eingangsdatensätze sowie der zweckmäßigsten Zusatzdaten für die Segmentierung.

Als Eingangsdaten wurden der panchromatische sowie die vier geschärften multispektralen Kanäle verwendet. Zusätzlich wurden ein Vegetationsindex (NDVI) und ein Höhenmodell einbezogen. Die ATKIS-Daten sowie die Biotopkartierung wurden zur Unterstützung der Segmentierung eingesetzt. Die Nutzung derartiger Zusatzdaten zur Segmentierung ist nur sinnvoll, wenn diese hinreichend lagegenau sind und sich die Kartiereinheiten auch in den Bilddaten identifizieren lassen. Die Vorgehensweise ist in Abbildung 1 schematisch dargestellt. Die einzelnen Schritte werden im Folgenden näher erläutert.

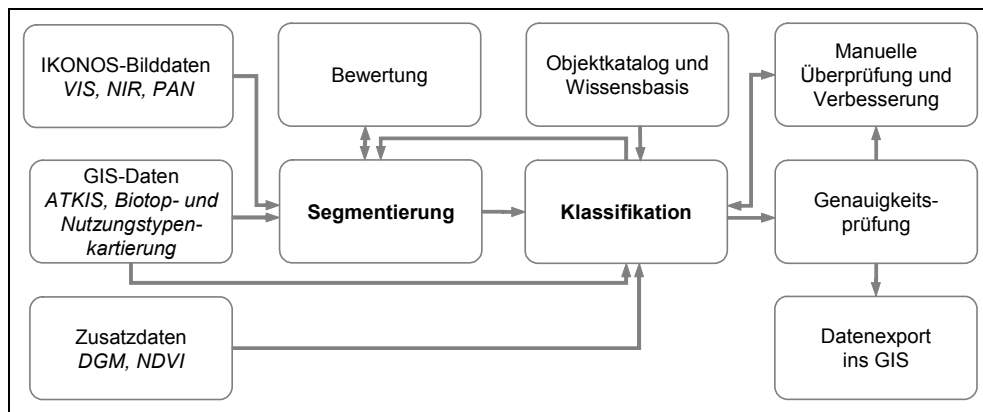


Abb. 1: Ablaufschema zur Fortführung von Geobasisdaten mittels eCognition.

Segmentierungsstrategie

Segmentiert wurde auf fünf Ebenen, beginnend mit kleinen Segmenten, die durch das implementierte Region-Merge-Verfahren zu größeren Segmenten verschmolzen wurden. Zur Segmentierung wurden die Multispektraldaten auf allen Ebenen genutzt. Während bei der Parameterwahl der Schwerpunkt anfangs auf den Grauwertinformationen lag, wurde in den höheren Ebenen dem Formparameter mehr Gewicht zugemessen, um glattere Grenzen zu erhalten.

Teile der Geometrien sind lagerichtig und inhaltlich korrekt in den ATKIS- Daten sowie in der Biotopkartierung enthalten. Daher wurden beide Datensätze zunächst zur Segmentierung genutzt. Zu beachten ist dabei, dass die Grenzen thematischer Daten in eCognition zwingend übernommen werden. Um die lagerichtigen Grenzen der ATKIS-Daten generell zu bewahren, wurden diese in allen Segmentierungsebenen übernommen. So konnten auch Wege und Straßen, die in Waldgebieten häufig schlecht extrahierbar sind, als definierte Grenzen genutzt werden. Die Biotop- und Nutzungstypenkartierung wurde nur in den ersten, feinen Segmentierungsebenen verwendet, da die Grenzziehung teilweise fehlerhaft ist. Derartige ungenaue Grenzen können häufig bereits durch die Segmentierung bereinigt werden. Eine Verbesserung der Segmentierung konnte mittels der Funktion Classification based Segmentation erreicht werden, wobei gleich klassifizierte Segmente zusammengefasst werden.

Bedingt durch die Vielfalt der Einflussfaktoren auf die Segmentierung (z.B. Bildinhalt, Kontrast und Größe der zu extrahierenden Objekte) lassen sich keine allgemeingültigen Parameterwerte nennen. Sie müssen durch Voruntersuchungen für das jeweilige Gebiet ermittelt werden. Damit bleibt die Segmentierung und Klassifikation von Bilddaten mit eCognition eine Aufgabe mit hohen Anforderungen an den Bearbeiter.

Klassifikationsstrategie

Zunächst musste der umfangreiche Objektartenkatalog der Biotop- und Nutzungstypenkartierung als Klassenhierarchie in eCognition umgesetzt werden. Dabei wurden nur die Klassen berücksichtigt, die im Bildmaterial erkennbar sind (s.o.). Hilfreich zur Klassifikation waren Hinweise aus der Kartieranleitung, welche die einzelnen Klassen

genau beschreiben (z.B. Breite von Bächen). Diese Hinweise können z.T. als Merkmal der jeweiligen Klasse zusätzlich zu den spektralen Eigenschaften formuliert werden. Da die manuelle Erstellung von klassenbeschreibenden Zugehörigkeitsfunktionen sehr aufwändig ist, wurden diese automatisch von ausgewählten Testflächen generiert und anschließend zur Verfeinerung der Ergebnisse editiert. Die Zusatzdaten (ATKIS und Biotopkartierung) können ebenso für die Klassifikation eingesetzt werden, sollten aber selbst bei quasistabilen Klassen stets auf Veränderungen hin geprüft werden, da Grenzverschiebungen stattfinden können.

4 Ergebnisse

Das Fortführungsergebnis stellt die aus den aktuellen Bilddaten abgeleiteten Flächenbedeckungs- bzw. -nutzungsinformationen dar. Dieser Datensatz muss manuell nachbearbeitet werden, um die Genauigkeit zu erhöhen. Eine Veränderungsanalyse ist nach einem unkomplizierten Export der Polygone ins Shape-Format einfach mit einem GIS möglich.

Die Fortführung der Biotop- und Nutzungstypenkartierung konnte grundsätzlich auf der Ebene von ‚Untergruppen‘ des Objektartenkataloges erfolgen. Eine weitere Unterteilung in ‚Bestände‘ ist nur in gut unterscheidbaren Fällen möglich. Die Objektarten des ATKIS-Kataloges sind nahezu alle in den Bilddaten erkennbar, womit eine Übertragung der Ergebnisse auf eine Fortführung der ATKIS-Daten möglich sein sollte.

Probleme bei der Klassendifferenzierung ergaben sich bei spektral ähnlichen Flächen, insbesondere in Waldgebieten. In diesen Gebieten ist eine akzeptable Segmentierung nur mittels Zusatzdaten erreichbar. Der implementierte Klassifikationsalgorithmus ist gut geeignet, insbesondere da mit Kontextinformationen und der Objekthierarchie gearbeitet werden kann. Die Qualität der erzielten Ergebnisse kann im Wesentlichen als hinreichend bis gut beurteilt werden.

Bei einer Qualitätsbewertung ist nicht nur die Klassifikationsgüte zu berücksichtigen, sondern auch die Qualität der Bildsegmentierung. Die Evaluierung der Segmentgrenzen erfolgte sowohl qualitativ (visuell) als auch quantitativ. Die rasterbasierte Auswertung von Fernerkundungsdaten hat auch mit dem segmentbasierten Ansatz häufig fraktale Grenzen zur Folge, die eine Nachbereitung erfordern. Daher ist eine Verbesserung des derzeit implementierten Glättungsverfahrens für Polygone unerlässlich. Zwangsläufig unterscheidet sich ein aus Fernerkundungsdaten abgeleiteter Datensatz von einer manuellen Kartierung, da eine Generalisierung, wie sie ein Interpret vornimmt, nicht stattfindet.

5 Schlussfolgerungen und Ausblick

IKONOS-Daten besitzen ein sehr hohes Potenzial für die Aktualisierung von Geobasisdaten. Ein Großteil der Kartiereinheiten der fortzuführenden Datensätze ist auf den Satellitenbildern erkennbar und durch teilautomatisierte Verfahren abgrenzbar sowie klassifizierbar. Flächennutzungsänderungen können so größtenteils erkannt und in den zu aktualisierenden Datensatz integriert werden. Zudem ist eine Berichtigung der Geometrien

möglich. Derzeit ist eine manuelle Nachbearbeitung des Segmentierungs- bzw. Klassifikationsergebnisses unumgänglich, um befriedigende Ergebnisse zu erzielen.

Insgesamt bietet das Verfahren eine deutliche Hilfestellung bei der Fortführung von Geobasisdaten. Es kann jedoch derzeit keinen vollständigen Ersatz konventioneller Interpretationsmethoden darstellen, den Prozess jedoch sinnvoll unterstützen. Schätzungsweise 85 % der Flächen lassen sich automatisiert erfassen, das Ergebnis muss nachfolgend noch manuell überarbeitet werden (Grenzkorrekturen, Generalisierung etc.).

Die Bewertung der Segmentierungsqualität existiert derzeit nur in Ansätzen. Eine visuelle Bewertung muss um quantitative Bewertungsverfahren der Segmentierungsgüte ergänzt werden.

In der Weiterführung des Projektes werden die hier vorgestellten ersten Ergebnisse auf ein größeres Gebiet übertragen. Zudem wird die Untersuchung der Fortführung von ATKIS-Daten weiter verfolgt, die zwar teilweise die gleichen Grenzverläufe nutzen, jedoch andere Objektkataloge verwenden.

6 Literatur

- GÄHLER, M.; JANOWSKY, R. & U. SCHRÖDER (2002): *Automatisierte Biotoptypenklassifizierung auf Basis höchstauflösender Flugzeugscannerdaten*. In: Blaschke, T. (Hrsg.): GIS und Fernerkundung: Neue Sensoren – Innovative Methoden. Wichmann Verlag, Heidelberg: 233-240.
- LESER, C. (2002): *Operationelle Biotoptypenkartierung mit HRSC-Daten – Probleme und Lösungsansätze*. In: Blaschke, T. (Hrsg.): GIS und Fernerkundung: Neue Sensoren – Innovative Methoden. Wichmann Verlag, Heidelberg: 88-97.
- MEINEL, G., NEUBERT, M. & J. REDER (2001): *Pixelorientierte versus segmentorientierte Klassifikation von IKONOS-Satellitendaten – ein Methodenvergleich*. In: PFG (3): 157-170.
- NEUBERT, M. (2001): *Segment-based analysis of high resolution satellite and laser scanning data*. In: Hilty, L. M. & Gilgen, P. W. (Eds.): Sustainability in the Information Society. Proceedings of the 15th International Symposium Informatics for Environmental Protection, Zurich, October 10-12, 2001. Marburg: 379-386.
- NEUBERT, M. & G. MEINEL (2002): *Segmentbasierte Auswertung von IKONOS-Daten – Anwendung der Bildanalyse-Software eCognition auf unterschiedliche Testgebiete*. In: Blaschke, T. (Hrsg.): GIS und Fernerkundung: Neue Sensoren – Innovative Methoden. Wichmann Verlag, Heidelberg: 108-117.
- SLfUG (Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, 2001): *Die Nutzung der Biotoptypen- und Landnutzungskartierung aus Color-Infrarot-(CIR-)Luftbildern*. Materialien zu Naturschutz und Landschaftspflege Nr. 23.
- SCHLÜTER, M. (2000): *Fortführung von Geoinformationssystemen anhand direkt aufgezeichneter digitaler Bilddaten*. Mitteilungen des BA f. Kartographie u. Geodäsie 14, Verlag d. BA f. Kartographie u. Geodäsie, Frankfurt a. M., 99 S.
- TOUTIN, T. (2001): Geometric Processing of IKONOS Images with DEM. Joint ISPRS-Workshop High Resolution Mapping from Space, Hannover.