

Operationalisierung der Fernerkundung - Erfahrungsbericht aus zwei Forschungsvorhaben

Rolf LESSING, Regin LIPPOLD und Frank LÜNSMANN

Zusammenfassung

Die Auswertung von Satellitenbildern und Luftbildern für spezielle Fragestellungen erfolgte in der Vergangenheit weitestgehend projektbezogen. Das bedeutet, dass der 'Kunde' jeweils nur mit dem Endergebnis gearbeitet hat. Der hier beschriebene Ansatz, der in zwei Forschungsprojekten (Forschungsvorhaben OFULSA und ProSmart II) näher untersucht wurde, verfolgt eine frühe Einbeziehung des Nutzers, indem der Auswertungsprozess in mehrere Teilschritte zerlegt wird und der Nutzer auch die Ergebnisse der Teilschritte für seine Fachaufgaben nutzen kann. Die Ergebnisse der Forschungsvorhaben, die Nutzbarkeit von Teilauswertungen und die sich daraus ergebenden Empfehlungen werden in diesem Beitrag vorgestellt.

1 Ausgangssituation

Die Fernerkundung mit Satelliten- und Luftbildern hat sich in den letzten Jahren in der öffentlichen Verwaltung zunehmend etabliert. Dort wird sie für unterschiedlichste Fragestellungen wie z. B. in der Umweltbeobachtung eingesetzt. Während die Verwendbarkeit von Luftbildern praktisch nicht in Frage gestellt wird, werden Satellitenbilder wenig eingesetzt.

Der einerseits steigende Bedarf des Nutzers an aktuellen Informationen über die Erdoberfläche und andererseits die zunehmende Verfügbarkeit von räumlich hochauflösenden Fernerkundungsdaten lassen einen zunehmenden Einsatz von Satellitenbilddaten für die Umweltbeobachtung erwarten. Diese Entwicklung wird speziell durch verbesserte automatische Auswerteverfahren, objektorientierte Ansätze und die Möglichkeit der Verarbeitung großer Datenmengen gefördert.

Im Gegensatz dazu stehen einer unmittelbaren Nutzung der Satellitenbilddaten durch die öffentliche Verwaltung derzeit jedoch aufwendige Verarbeitungsverfahren entgegen. Dies hat einerseits zur Folge, dass vom Zeitpunkt der Entscheidung des Einsatzes bis zur Visualisierung am Bildschirm eine längere Zeit vergeht, bis die gewünschte Information vorliegt. Andererseits ist für die dazu notwendigen Bearbeitungsschritte Expertenwissen notwendig.

2 Lösungsansatz

Der vorab aufgezeigte Konflikt zwischen Nutzer und Verfügbarkeit von fachspezifisch aufbereiteten Fernerkundungsdaten erfordert eine neue Strategie in der Bereitstellung, Anwendung und Verarbeitung von Fernerkundungsdaten.

Die bisherigen Bemühungen auf diesem Gebiet bezogen sich vorwiegend auf wenige spezielle Fragestellungen und auf ausgewählte Untersuchungsgebiete. Eine Übertragbarkeit der entwickelten Methoden ist nur bedingt möglich. Hinzu kommt, dass die Auswertung der Fernerkundungsdaten nur durch Experten möglich ist.

Diese Konstellation erfordert die Entwicklung von operationell einsetzbaren Methoden und Verfahren zur Auswertung der Fernerkundungsdaten. Dabei müssen den Anforderungen der unterschiedlichen Fachanwendungen Rechnung getragen werden. So benötigen die verschiedenen Fachanwendungen (Zielstellungen) auch unterschiedliche Auswerteschritte. Die Operationalisierung von Fernerkundungsdaten ist somit die Automatisierung, Standardisierung und Übertragbarkeit von Prozessen. Wichtige Aspekte sind dabei die modulare Gliederung dieser Prozesse sowie die Untersetzung durch Verfahren und Methoden. Neben der Nachvollziehbarkeit der einzelnen Arbeitsschritte müssen Aussagen zu Qualitäten integrierter Bestandteil einer produktorientierten Arbeitsweise sein.

3 methodische Herangehensweise

Die grundlegende Methodik ist durch die Aufspaltung des Arbeitsprozesses in einzelne Arbeitsschritte (Module) festgelegt. Dadurch wird eine Transparenz und Nachvollziehbarkeit des Auswerteprozesses erreicht. Somit können einzelne Arbeitsschritte (Teilmodule) vom Experten auf den Anwender übertragen werden. Der Anwender wird dadurch in Lage versetzt, frühzeitig an diesem Prozess teil zu haben. Die Abbildung 1 verdeutlicht diesen Arbeitsprozess der Auswertung von Fernerkundungsdaten. Die beschriebene Herangehensweise erlaubt es einerseits fachspezifische Auswerteschritte und andererseits fachübergreifende Lösungen zu realisieren.

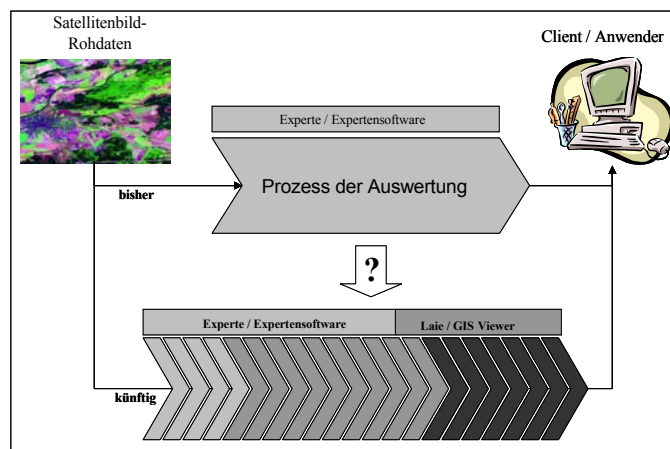


Abb. 1: Aufspaltung des Arbeitsprozesses

Die Zerlegung der Auswerteprozesse ermöglicht die qualitative Bewertung der einzelnen Teil- bzw. Arbeitsschritte. Neben einer zielgerichteten qualitativen Steuerung des Gesamtprozesses und damit des Ergebnisses können unabhängige Qualitätsparameter integriert werden.

Um die Nachvollziehbarkeit und Reproduzierbarkeit zu erreichen, müssen die einzelnen Teilschritte des Auswerteprozesses inhaltlich beschrieben und dokumentiert werden. Durch eine Kapselung der dokumentierten Teilschritte können diese zielgerichtet dem Anwender in Form von einfachen nutzerfreundlichen Werkzeugen zur Verfügung gestellt werden und in bereits vorhandene Softwareumgebungen implementiert werden.

4 Projektbeispiele

4.1 Forschungsvorhaben OFULSA

Zur Lösung der unter Kapitel 2 beschriebenen Ausgangssituation wurde das Forschungsvorhaben OFULSA (**O**perationalisierung von **F**ernerkundungsdaten für die **U**mweltverwaltung im **L**and **S**achsen-**A**nhalt) – finanziert durch das Ministerium für Raumordnung, Landwirtschaft und Umwelt des Landes Sachsen-Anhalt und durch das DLR – mit dem Ziel der Operationalisierung von Fernerkundungsdaten für die öffentliche Verwaltung ins Leben gerufen (Laufzeit: 1999 bis 2002). Operationalisierung bedeutet in diesem Fall, die technischen und organisatorischen Voraussetzungen zu schaffen, Fernerkundungsdaten in den alltäglichen Arbeitsprozess einzubinden.

Dabei wird bewusst eine Unterscheidung zu bisherigen Untersuchungen gewählt. Zum einen wird ein fachübergreifender Ansatz verfolgt, der darin besteht, dass Methoden und Verfahren gefunden werden, die gleichzeitig von mehreren Nutzergruppen und damit für spezifische Fragestellungen genutzt werden können. Zum anderen werden Methoden und Verfahren ermittelt, mit denen der Anwender Fragestellungen weitestgehend selbständig lösen kann. Diese Methoden und Verfahren zur Extrahierung von anwendungsspezifischen Informationen aus Satellitenbilddaten werden in Form eines Kataloges zusammengestellt und den potentiellen künftigen Anwendern als Angebot zur Verfügung gestellt.

Die Durchführung des Projektes soll dazu beitragen, die inhaltlichen Ergebnisse und die technischen Realisierungen aus laufenden und abgeschlossenen Projekten aufzugreifen (vgl. u. a. MOBIO, MISSION, MOMSIS), die Mehrzahl beabsichtigter Vorhaben zu bündeln und in weiten Bereichen einsetzbare Lösungen zu erzielen. Die in diesem Projekt beteiligten Mitarbeiter besitzen auf jeweils unterschiedlichen Gebieten Erfahrungen. So gliedert sich das Gesamtprojekt in mehrere Teilvorhaben auf, die spezielle Fragestellungen bearbeiten.

Nähere Informationen zum Verbundprojekt können unter folgender Web-Adresse abgerufen werden: www.delphi-imm.de/magdeburg/ofulsa.

Die schon in Ansätzen erläuterte grundlegende Methodik (Kap. 3) ist im Forschungsvorhaben OFULSA weiter untersetzt worden. Die Aufspaltung des Auswerteprozesses von Fernerkundungsdaten in einzelne Teilschritte ist hier durch ein Daten- und Funktionsmodell spezifiziert worden (vgl. Abbildung 2).

Die Definition von Verfahren und Methoden ermöglicht eine detaillierte Beschreibung der Auswerteprozesse. Die Nachvollziehbarkeit ist durch die weitere Untersetzung mit Parametern (Merkmalen) der Methoden gewährleistet. Für diesen Zweck ist eine Access-basierende

Datenbankanwendung entwickelt worden, die es den Projektpartnern (Experten) ermöglicht, die Dokumentation der Teilschritte (Methoden und Verfahren) vorzunehmen.

Ziel dieser detaillierten Beschreibung der Arbeitsschritte ist neben der genauen und standardisierten Definition von Produkten (Geoprodukten) die Schaffung der Möglichkeit, Teilschritte zur Auswertung von Fernerkundungsdaten – und damit die Bearbeitung fachspezifischer Fragestellungen – frühzeitig dem Anwender zur Verfügung zu stellen. Diese Aufgabe kann durch die Kapselung der dokumentierten Einzelschritte vorgenommen werden.

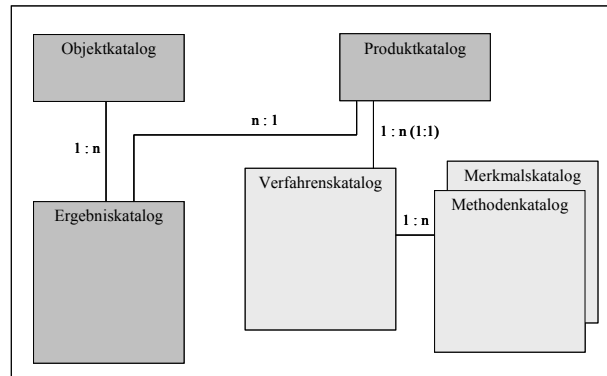


Abb. 2: Daten- und Funktionsmodell

Ausgehend von definierten Objekten (Objektartenkatalog) steht als momentanes Ergebnis des Projektes die Datenbankanwendung OFULSA-Kataloge, die vor allem die Ergebnisse hinsichtlich der visuellen Auswertung der Satellitenbilddaten beinhaltet, zur Verfügung. Ausgehend von definierten Satellitenbilddaten wurden Bildprodukte (Geoprodukte) erstellt und standardisiert, die für die jeweilige Fachanwendung eine optimierte visuelle Interpretation ermöglichen. Auf Basis dieser Produkte wurden die Objekte interpretiert und beschrieben sowie mit mehreren Bildbeispielen in der Datenbank abgelegt.

Im Hinblick auf die grundlegende Zielsetzung, der Unterstützung des Anwenders beim Arbeiten mit Satellitenbilddaten, wurde eine clientbezogene Softwareanwendung geschaffen, die es dem Nutzer ermöglicht, die Ergebnisse zu recherchieren und einzusehen sowie in Bezug zu weiteren vorhandenen Satellitenbilddaten zu setzen. Hier wurde bewusst auf bereits in den Verwaltungen vorhandene Softwarelösungen aufgebaut, um vor allem die zu entwickelnde Anwendung in bestehende Fachinformationssysteme zu integrieren. Das Ergebnis der Softwareentwicklung stellt somit eine ArcView-Extension dar. Des weiteren wurde eine internetbasierende Umsetzung der Ergebnisse entwickelt. Durch diese wird der Anwender/Client in die Lage versetzt, sich GIS-softwareunabhängig über die Möglichkeiten der Fernerkundung bei der Unterstützung der eigenen Aufgaben zu informieren und benötigte Daten zu bestellen.

4.2 Forschungsvorhaben ProSmart

Das von der Firma Infoterra initiierte Projekt ProSmart II (Laufzeit 2000 – 2002) verfolgt die Bewertung des Potentials neuer Radarsensoren im Hinblick auf zukünftige Produkte mit Hilfe innovativer Technik und Methodik. Die Realisierung einzelner thematischer Fragestellungen wird über Projektpartner gelöst, die mit Hilfe zukünftiger Kunden eine Untersuchung für den operationellen Einsatz vornehmen.

Die Zielstellung von DELPHI IMM ist die Ermittlung von methodischen Herangehensweisen, die Hauptgruppen der Landbedeckung zu detektieren. Die sichere Unterscheidbarkeit der Hauptgruppen ist dabei das wesentlichste Ziel. Spezialfragen zu den einzelnen Hauptgruppen (z. B. Veränderungen in der Stadt oder spezielle Umweltfragen) werden in anderen Teilprojekten bearbeitet. Neben den Teilprodukten für andere Fragestellungen liefert DELPHI IMM – in Zusammenarbeit mit den Projektbegleitern – Produkte zur Landbedeckung, die im wesentlichen Fragen der Raumordnung und regionalen Planungsfragen zu beantworten helfen. Schnittmengen zu bestehenden Katastern (z.B. ATKIS, ROK), bzw. die Möglichkeit der Führung dieser mit Fernerkundungsdaten werden ausgewiesen.

Zu Beginn des Projektes wurden alle notwendigen Arbeitsschritte zur Erreichung der Projektziele in einzelne Arbeitspakete aufgeteilt und diese in einem Arbeitsstrukturplan thematisch und funktional gegliedert. Für alle relevanten Aspekte wurden Anforderungen an die Technik, Organisation und Analyse für den einzelnen Projektteilnehmer und die jeweiligen Projektpartner innerhalb des Projektes formuliert. Eine frühzeitige Berücksichtigung von Produktanforderungen konnte durch die Einbindung von sogenannten Referenzkunden (aus dem jeweiligen Fachgebiet) gewährleistet werden.

Durch die Formulierung von Bearbeitungsstrategien und der Aufstellung einer allgemeinen Prozessarchitektur mit Hilfe einer standardisierten Software wurde eine robuste Basis für die folgende Prozessierung der Daten geschaffen. Der Gesamtprozess wurde in thematische Einzelschritte (z.B. Vorprozessierung, thematische Prozessierung) untergliedert. Besondere Berücksichtigung fanden hier iterative Prozessabläufe zur Optimierung von Parametern sowie der Bereich der Qualitätskontrolle. Alle prozessrelevanten Daten und Verfahren werden einheitlich dokumentiert.

Der eigentliche Prozessablauf gliederte sich in die Module Preprocessing, Thematic Processing, Postprocessing, Kartengenerierung und Qualitätskontrolle. Während die ersten vier Module als Prozesskaskade betrachtet werden können, ist der Bereich Qualitätskontrolle mit allen anderen Modulen gleichzeitig verknüpft.

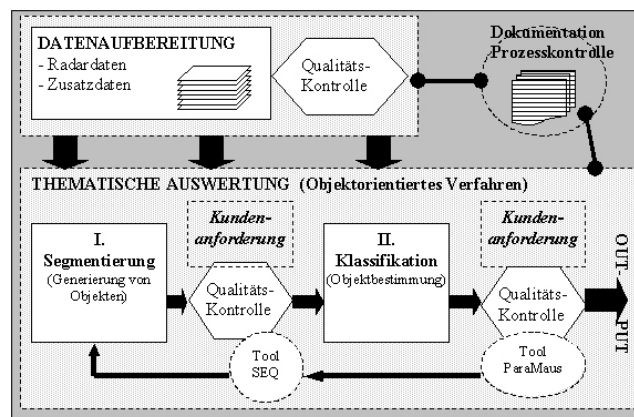


Abb. 3: operationelle Bearbeitungsschritte

Für das Preprocessing (Aufbereitung der Fernerkundungsdaten) konnten umfangreiche Automatisierungsverfahren (Batch-Prozesse) genutzt werden. Eine robuste Datenimport- und Umwandlungskette (z.B. Neuskalierung der Daten) konnte implementiert werden (s.

Abb. 3). Die notwendigen Testläufe mit verschiedenen Parametern (Größe, Form) zur Generierung von Bildobjekten auf unterschiedlichen Szenenausschnitten konnten durch programminterne Protokolle vollständig automatisiert werden. Die Erstellung von Regelwerken sowie die nachfolgenden Klassifikationen wurden schematisiert und optimiert.

Für den zentralen Prozesspunkt Qualitätskontrolle konnten mehrere Werkzeuge bei verschiedenen Prozessschritten eingesetzt und getestet werden: Für die Fragen der Qualität der generierten Objekte (Segmente) konnte ein Tool (SEQ) zur Beurteilung der geometrischen Genauigkeit genutzt werden, welches mit nutzer-unabhängigen Qualitätskriterien arbeitet. Die für eine bestimmte Objektart (z.B. Siedlung) am besten geeigneten Objekteigenschaften konnten mit Hilfe des Tools ParaMaus detektiert und die Trennbarkeit zu anderen Klassen beschrieben werden. Zur Evaluierung der Ergebnisse der Segmentierung und Klassifikation seitens der Kunden wurde das Programm ETIC (HAUBROCK & LESSING 2002) eingesetzt, welches die Bewertung von Zwischenprodukten durch Externe ermöglicht. Zur übergreifenden Kontrolle und Dokumentation aller Prozessschritte und Ergebnisse wurde eine Oberfläche („Process control“) unter MS Access genutzt.

Als Ergebnis konnte für die Generierung der angestrebten Produkte eine umfangreiche Prozessierungskette implementiert werden. Diese umfasst die Standardisierung von Verfahren der Datenaufbereitung und –Auswertung, größtenteils mit Hilfe von Batch-Prozessen und Protokollen. Die Qualitätssicherung konnte, neben der Einbindung von Kunden, durch den Einsatz mehrerer Werkzeuge und unabhängiger Qualitätsparameter durchgeführt werden. Durch die Schematisierung und den modularen Aufbau inklusive Qualitätskontrollen konnte eine weitgehende Übertragbarkeit der Prozesse erreicht werden und somit eine Operationalisierung in wichtigen Prozessschritten realisiert werden.

5 Ausblick

Ein wichtiger Aspekt des beschriebenen Ansatzes zur Operationalisierung von Fernerkundungsdaten stellt die Schaffung von organisatorischen und technischen Rahmenbedingungen dar. Der Anwender muss in die Lage versetzt werden, sich über die Möglichkeiten der Nutzung von Fernerkundungsdaten für seine Aufgaben zu informieren und entsprechend in der Folge mit fachspezifischen Produkten, Verfahren und Methoden versorgt werden. Diese Aufgabe der Informations- und Datenbereitstellung kann nur über einen Dienstleister (Server-Client-Modell) realisiert werden.

6 Literatur

- HAUBROCK, S.; LESSING, R. (2002): ETIC – Ein modulares Klassifikationsverfahren zur Nutzung von verteiltem Wissen. In: (Veröffentlichung im AGIT Tagungsband 2002)
- MISSION: Multi-Image Synergistic Satellite Information for the Observation of Nature. <http://www.icg.tu-graz.ac.at/mission/>
- MoBio: Monitoring of Changes in Biotopes and Land Use Inventories in Schleswig Holstein and Denmark by means of Satellite Image Analysis and GIS). <http://www.dfd.dlr.de/extern/MOBIO/>

MOMMSIS: Combined use of multi-spectral, high-resolution and stereoscopic MOMS-2P-data for the optimization of a landscape information system and for land-use monitoring. http://www.tu-berlin.de/fb7/ile/fg_natur/mitarbeiter/werner/projekt.html