

Stefan Erasmi und Kai Walter

Standardisierung von Bild- und Metaformaten in der Satelliten-Fernerkundung

Metainformationen für Satellitendaten liegen in vielen unterschiedlichen Formaten vor. Der Aufsatz zeigt die Problematik dieser Formatvielfalt am Beispiel der Sensor-Kalibrierung optischer Satellitendaten auf und skizziert einen Lösungsansatz zur Harmonisierung von Metaformaten auf der Basis bestehender Konzepte.

1 Einleitung

Die Fernerkundung der Erde hat sich in den letzten Jahren als ein unverzichtbares Werkzeug für die Erfassung von Zuständen und Veränderungen zu Lande und auf dem Meer in den Umweltwissenschaften etabliert. Hierbei liefern Fernerkundungsdaten flächenhaft verfügbare Rauminformationen als Basis für die Erzeugung von Geodaten für eine Fülle von Fragestellungen. Das Spektrum der Geoinformation reicht von qualitativen Merkmalen der Landoberfläche (Typ) bis hin zu quantitativen Indikatoren für die Abschätzung biophysikalischer und biogeochemischer Bestandsparameter und Zustandsgrößen in der Ökosystemforschung und der ökologischen und sozio-ökonomischen Prozessmodellierung. Da Fernerkundungsdaten zunächst einmal lediglich eine Bildmatrix von Grauwerten liefern, muss jeder Auswertung eine Vorprozessierung dieser Bilddaten zugrunde liegen. Die Vorprozessierung wird generell unterschieden in geometrische und radiometrische Operationen. Die geometrischen Operationen dienen zur Einordnung von Bildern oder Bildverbänden in ein kartographisches Bezugssystem (Geokodierung, äußere Orientierung) sowie zur Korrektur systembedingter bzw. aufnahmebedingter geometrischer Verzerrungen (Sensorgeometrie, innere Orientierung). Radiometrische Bildoperationen verfolgen eine Re-Transformation gespeicherter Grauwerte (digital numbers, DN's) in Strahlungswerte bzw. in relative Strahlungsgrößen (Reflexionsgrad) unter Berücksichtigung der Sensor-Radiometrie, der Atmosphäre sowie des Reliefs.

Die geometrische als auch radiometrische Kalibrierung erfordert im Allgemeinen Informationen über den Aufnahmeprozess, die Sensorspezifikation und die Umgebungsvariablen während der Aufnahme. Diese Informationen (Metadaten) liegen für Satellitendaten in verschiedenen Formaten vor. Mit welchem Format man es zu tun hat kann davon abhängen, von welcher Organisation die Daten erhoben wurden, mit welchem Verarbeitungssystem sie bearbeitet worden sind oder von welchem Provider man seine Daten erhalten hat. Zusätzlich kann man für die Aufnahme eines Sensors in der Regel zwischen verschiedenen Formaten für einen Datensatz wählen. Formate für Landsat-Daten sind z.B. FAST, HDF, NLAPS oder CEOS. Spot-Daten können als CAP(CEOS) oder DIMAP vorliegen. Bei all diesen Formaten liegt generell eine Trennung von Bilddaten und Metadaten vor. Eine Ausnahme bilden GeoTiff-Daten (siehe hierzu

Ritter und Ruth 1997). Die Bilddaten optischer Satellitensensoren liegen in (meist 8 Bit) Integer-Werten vor und die Daten der einzelnen Spektralbänder liegen großteils im BSQ-Format (siehe Kapitel 5.1.2) vor.

Für die erfolgreiche Durchführung der radiometrischen Kalibrierung eines Satellitendatensatzes (z. B. Sensor-Kalibrierung, Atmosphärenkorrektur, topographische Normalisierung) ist der Erhalt bestimmter Metainformationen eines Datensatzes aus dem jeweils vorliegenden Format entscheidend. Das Problem liegt hierbei weniger in dem Fehlen der entsprechenden Metainformationen – für Landsat/ETM können z. B. nicht mitgelieferte bzw. unvollständige Metainformationen im Online-Katalog "GLOVIS" (USGS 2004b) nachgeschlagen werden – sondern in der Verfügbarkeit standardisierter Metadatenformate für automatisierte Verfahrensabläufe in der Satelliten-Fernerkundung. Im Folgenden sollen anhand des Beispiels der Sensor-Kalibrierung (at-sensor calibration) die Probleme bei der operationellen Verwendung vorhandener Datenformate aufgezeigt werden sowie die Notwendigkeit der Entwicklung von Metadatenstandards in der Satellitenfernerkundung herausgestellt werden. Der vorgestellte Lösungsansatz soll als Anregung für laufende Entwicklungen

im Bereich der Normierung von Metadaten (z. B. ISO/TC 211, International Organization for Standardization / Technical Committee) dienen.

Die Arbeitsbeispiele verwenden Datensätze des Sensors Landsat/ETM+ für das Untersuchungsgebiet des Sonderforschungsbereichs SFB-552 „Stability of Rainforest Margins in Indonesia“ (STORMA).

2 Bilddaten und ihre Metainformationen

2.1 Satellitenbildauswertung im SFB552

Der SFB-552 „STORMA“ (Stability of Rainforest Margins in Indonesia) beschäftigt sich als interdisziplinäres binationales Forschungsprojekt mit den sozio-ökonomischen und ökologischen Wechselwirkungen die zur Destabilisierung im Regenwaldrandbereich führen und untersucht Faktoren, Prozesse und Gesetzmäßigkeiten, die eine Stabilität in diesem Bereich gewährleisten können (nähere Informationen finden sich bei Gerold et al. 2004).

Ein Teilbereich dieses Forschungsverbunds widmet sich der Modellierung und Parametrisierung von Landschaftsmerkmalen und deren Veränderung. Hierbei werden Satellitendaten unterschiedlichster Quellen verwendet um den Ist-Zustand wie auch die Veränderung der Landschaft im Regenwaldrandbereich zu dokumentieren (qualitativ) und um Indikatoren des Landschaftszustands (quantitativ, z. B. Biomasse, LAI, NPP, CO₂, etc) abzuschätzen. Der Bestand der Satellitendaten setzt sich zusammen aus Aufnahmen unterschiedlicher Systeme, die sich sowohl durch Ihre geometrische, radiometrische als auch zeitliche Auflösung stark voneinander unterscheiden. Das übergreifende Ziel der Satellitenbildprozessierung ist die Erstellung einer umfassenden Geo-Datenbank zur räumlichen Charakterisierung der Projektregion. Um dieses Ziel zu erreichen wird an geeigneten Methoden und Verfahrensabläufen gearbeitet, die eine mehr-skalige, operationelle Prozessierung der Daten ermöglichen. Die Auswertung der prozessierten Satellitendaten fokussiert sich auf die Evaluierung und Entwicklung von Methoden zur Abschätzung flächenhaft verfügbarer Landschaftsindikatoren als Basis-Input sowohl für sozio-ökonomische Prognose-Modelle als auch für die Zustands- und Prozessmodellierung in der Ökosystemforschung. Abb. 1 gibt einen Überblick über die Datenbasis und das Konzept der integrierten Prozessierung und Analyse der Fernerkundungsdaten im Rahmen des SFB-552.

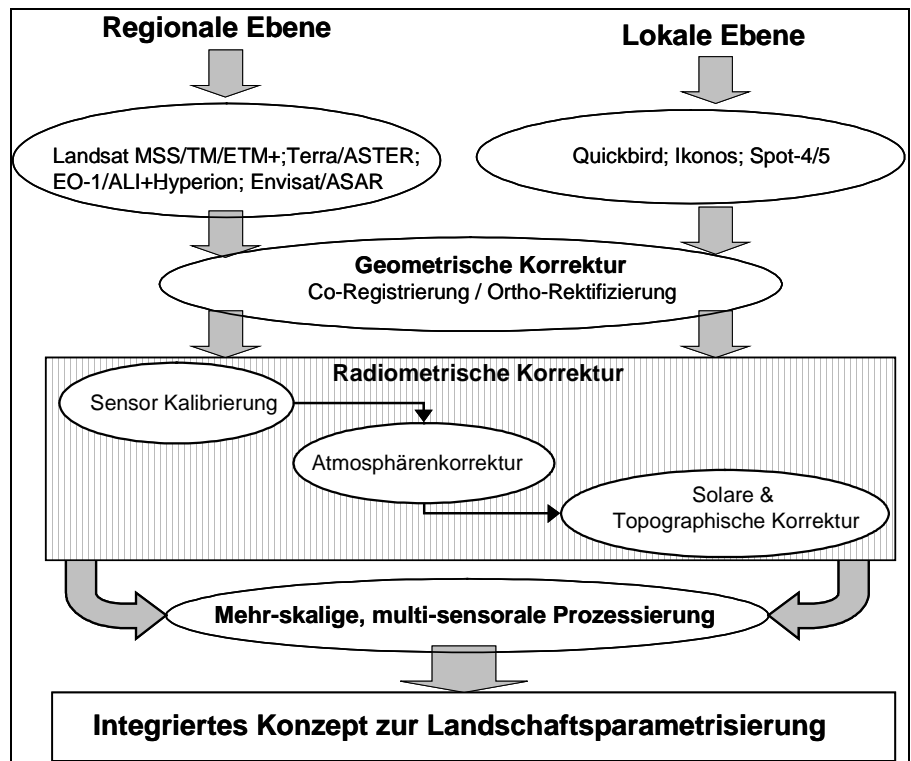


Abbildung 1: Arbeitsablauf für die multi-skalige Prozessierung und Analyse von Satellitendaten im Rahmen des SFB-552 „STORMA“

2.2 Formate von Satellitendaten

Metainformationen sind allgemein gesehen Informationen über Informationen. Im Umgang mit Satellitendaten können Metadaten ein breites Feld von Informationen liefern, die die genauen Umstände beschreiben, unter denen die Datenaufzeichnung vollzogen wurde (Sensorzustand, Zustand der Geräte, Datum, Position, Sonnenstand) und wie die Daten in verschiedenen Instanzen bearbeitet und verändert worden sind, bis sie dem Nutzer vorgelegt wurden.

Die verschiedenen Datenformate unterscheiden sich sowohl im Angebot an Metadaten, als auch in der Zugänglichkeit eben dieser. Die Qualität von Datenformaten kann bezüglich des Vorhandenseins bzw. Angebots an Metadaten in eine Rangfolge eingeordnet werden, wie sie exemplarisch in Abb. 2 dargestellt ist.

Dem GeoTiff-Format liegt das Tiff-Format zugrunde, ein weit verbreitetes Format für Rasterdaten, das man mit den

meisten Bildbearbeitungsprogrammen auslesen kann. Das Tiff-Format ermöglicht es auch, weitere Informationen in eine Bilddatei aufzunehmen. So enthält das GeoTiff Format Informationen zur Geokodierung innerhalb der Bilddatei, also Grundangaben zur Bildausrichtung, zum Kartennetzentwurf, usw. (Ritter und Ruth 1997). So kann dieses Format als eine Art „black box“ behandelt werden und ist vor allem für Nutzer zu empfehlen, denen es nur um die korrekte Anzeige des Satellitenbildes an sich und um keine weitergehende Verarbeitung geht. Jedes spektrale Band liegt in einer einzelnen Datei vor.

Demgegenüber werden Daten der Formate HDF, FAST und NLAPS (NDF) mit zusätzlichen Header-Dateien ausgegeben. Die Header-Dateien liegen zum Teil für jede Untergruppierung von Bändern (Multispektralbereich, Thermalbereich, panchromatischer Bereich) vor. Diese Header-Dateien enthalten, außer bei HDF, Klarschriftverweise auf die Daten-Dateien und enthalten notwendige Angaben über Geokodierung, Datendimensionen und eine Reihe von Metainformationen. Die für eine Sensorkalibrierung benötigten Informationen lassen sich entweder aus den Header-Dateien ablesen (FAST, NLAPS) oder sind aus einer extra beigefügten Datei für Metadaten (*.mtl, *.met) zu erfahren

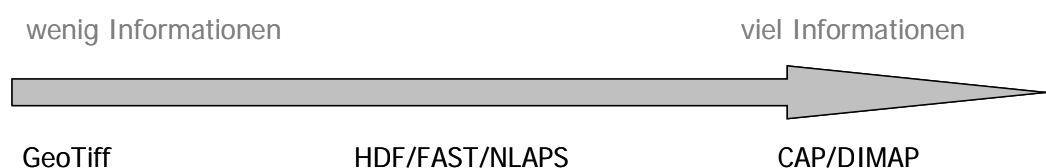


Abbildung 2: Informationsgehalt von Bildformaten und deren Metadaten.

(FAST, HDF).

Detaillierte Informationen zur Namenskonvention der einzelnen Bilddateien und ihrer Metadateien sowie zur Struktur der Metainformationen befinden sich für Landsat-Satellitendaten in USGS (2004a).

Das CAP/CEOS-Format bietet das umfassendste Angebot an Metadaten. Der Datei der Bilddaten ist eine breite Auswahl von Hilfsdaten in verschiedenen Dateien beigelegt. Die benötigten Metainformationen befinden sich im so genannten „leader file“. Die Dateien liegen in der Regel binär codiert und nicht in Klarschrift vor. Eine Ausnahme bildet das Spot-Format SCIE, bei dem die Daten in Klarschrift vorliegen. Auch beim CEOS-Format der ESA können Metainformationen im „leader file“ in Klarschrift vorliegen. Im Gegensatz zu den übrigen Formaten befinden sich die Bilddaten aller Spektralbänder in einer Datei.

Das DIMAP-Format, eine Gemeinschaftsentwicklung der französischen Raumfahrtorganisation CNES (Centre National d' Etudes Spatiales) und SPOT Image, Frankreich (Spot Image 2003), wurde mit dem Start der Spot-V-Satellitengeneration (Mai 2002) eingeführt. Es ist ein öffentliches Format zur Beschreibung von Geodaten (speziell Rasterdaten). Datensätze im DIMAP-Format liegen ebenfalls in zwei Teilen vor, einem Bilddatensatz und einem beschreibenden Teil (Metadateien). Die Bilddaten liegen hierbei im GeoTIFF-Format vor und sind somit universell lesbar. Die Metadateninformationen sind in XML geschrieben.

Ein Bild- und Metadatenstandard für optische Satellitendaten sollte sich an vorhandenen Formaten orientieren und die Vorteile einzelner Formate zu einem optimierten Format ausbauen. Ein Vorschlag für eine solche Standardisierung auf Basis vorhandener Bild- und Metadatenformate wird in Kapitel 4 vorgestellt.

Aufgrund der unterschiedlichen physikalischen Gesetzmäßigkeiten, die den optischen und mikrowellen-basierten Fernerkundungsverfahren zugrunde liegen, ist ein einheitliches Vorgehen bei der radiometrischen Prozessierung nicht möglich und somit die Erstellung eines eigenen Metadaten-Unterformats notwendig. Im Vergleich zu der großen Anzahl optischer Sensorsysteme ist die Diversität der Radarsysteme jedoch bedeutend geringer, weshalb die Standardisierung von Radardatenformaten im Rahmen dieser Arbeit nicht behandelt wird.

2.3 Formate von Satellitendaten

Die Überlegungen zur Erstellung von Metadatenstrukturen für optische Satellitendaten müssen sich zunächst der Frage widmen: Wofür werden Metadaten in der FE benötigt?

Metainformationen von Satellitendaten geben Aufschluss über den Aufnahmevorgang, die Speicherung, die Vorverarbeitung und die geometrischen und radiometrischen Eigenschaften der Bilddaten. Die Auswertung von Fernerkundungsdaten setzt immer eine bestimmte Stufe der Prozessierung solcher „Originaldaten“ voraus, das heißt, es werden Modifikationen bzw. Korrekturen der Bilddaten auf der Grundlage der in den Metadateien enthaltenen Informationen vorgenommen. Generell handelt es sich bei diesen Arbeitsschritten um die Transformation von Ausgangsdaten in korrigierte Bilddaten. Die Transformationen beziehen sich entweder auf die Bildmatrix (→ geometrische Transformation, Geokodierung, Orthorektifizierung) oder auf die Bildin-

formation, also die Grauwerte (→ radiometrische Transformation, Kalibrierung).

Je nach Fragestellung liegt der Schwerpunkt der Bildkorrekturen im Bereich der Geometrie oder der Radiometrie der Daten. Ist z. B. die Visualisierung und Analyse der Satellitenbilder in einem GIS (Geographisches Informationssystem) angestrebt, so sollten die Daten in der bestmöglichen Genauigkeit vorliegen. Hierzu sind Kenntnisse über die Sensorgeometrie (innere und äußere Orientierung) sowie über die absolute Orientierung (GCP's, ground control points) notwendig. Sollen darüber hinaus aus den Bilddaten neben einer reinen Typisierung der Landschaft (Kartierung) auch quantitative Landschaftsindikatoren aus den Strahlungswerten abgeleitet werden (siehe Kap. 2.1), so ist eine radiometrische Kalibrierung unerlässlich. Die für eine solche Kalibrierung notwendigen Informationen befinden sich aber nur zum Teil vollständig in den Metadateien der Satellitendaten wieder, wie im Folgenden anhand eines Fallbeispiels gezeigt wird.

3 Fallbeispiel: Sensor-Kalibrierung

Der einfachste Fall der radiometrischen Kalibrierung ist die Sensor-Kalibrierung, bei der lediglich auf Basis von Sensorparametern eine Re-Transformation der Grauwerte in Strahlendichtewerte unter Vernachlässigung von Atmosphären- und Topographieeffekten durchgeführt wird (top-of-atmosphere-radiance). Die für eine solche Sensor-Kalibrierung notwendigen Variablen sind in Formel 1 dargestellt. Darunter ist in Abb. 3 für drei Metadatenformate die Codierung dieser Variablen in den Metadateien exemplarisch anhand der Variablen L_{min} - und L_{max} aufgezeigt.

$$L_{\lambda} = gain * DN + bias \quad \text{Formel 1}$$

mit:

$$gain = \frac{L_{max} - L_{min}}{Qcal_{max} - Qcal_{min}} \quad \text{und} \quad bias = L_{min}$$

L_{λ} = spektrale Strahlendichte [$W * nm^{-1} * m^{-2} * sr^{-1}$]

DN = Grauwert des Eingabebildes

L_{min} = minimalen Wert der Strahlendichte L_{λ} , die vom Sensor aufgezeichnet wurde

L_{max} = maximaler Wert der Strahlendichte L_{λ} , die vom Sensor aufgezeichnet wurde

$Qcal_{min}$ = minimalen Wert des Skalierungsbereichs im Eingabebild (engl. range)

$Qcal_{max}$ = maximaler Wert des Skalierungsbereichs im Eingabebild

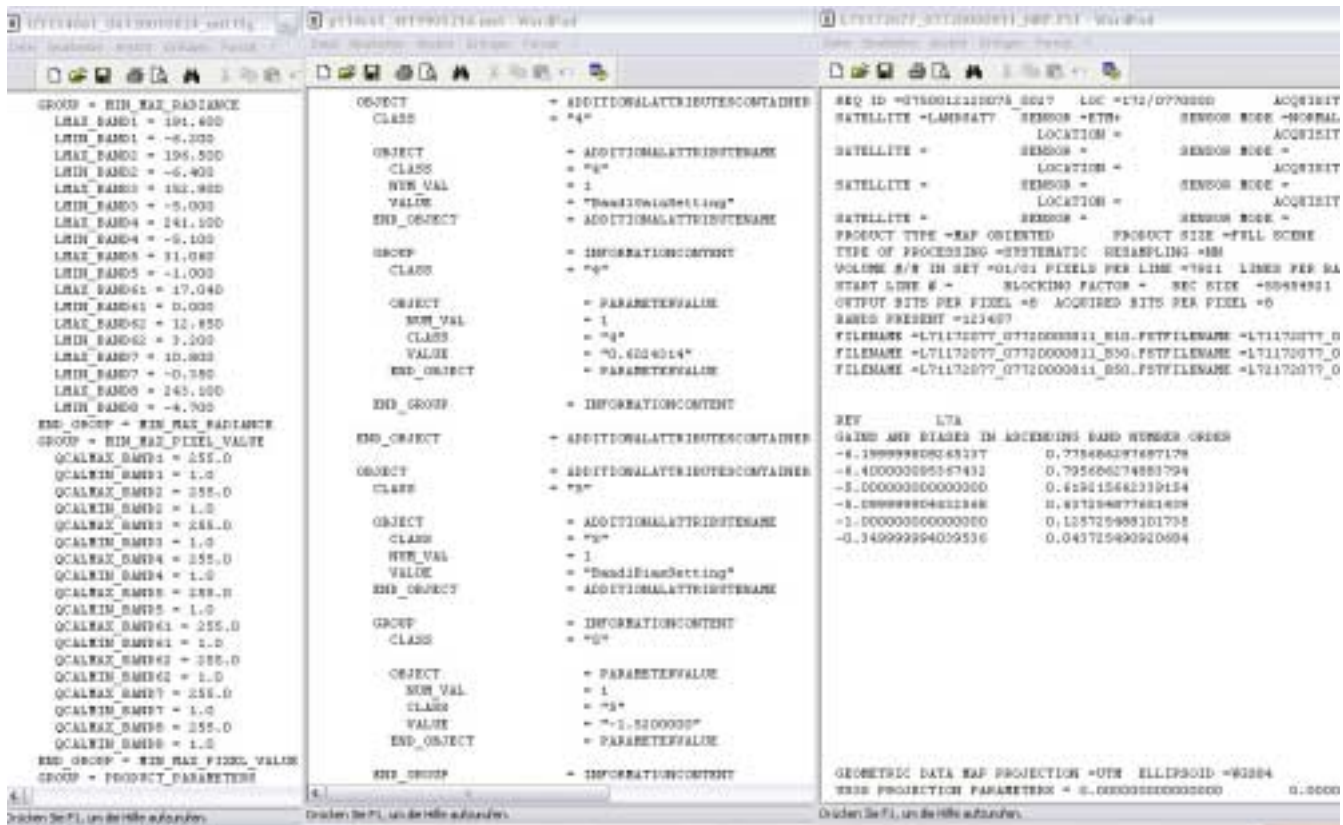


Abbildung 3: Angaben zur Sensor-Radiometrie in verschiedenen Metadatenformaten einer Landsat/ETM+-Aufnahmen (Path114/Row61) (v.l.n.r.: .mtl/HDF, .met/GLCF, .fst/FastFormat)

Es ist ersichtlich, dass bereits bei dieser Minimalinformation Unterschiede in der Codierung auftreten, die von Standardsoftwareprodukten (z. B. ENVI/IDL, PCI/Geomatica) bereits nicht oder fehlerhaft interpretiert werden. Das HDF-Format listet alle für die Sensor-Strahllichte-Kalibrierung notwendigen Parameter klar strukturiert auf. Auch die übrigen dargestellten Formate weisen eine klare Header-Struktur auf, es fällt aber auf, dass hier nicht mehr die Strahlungswerte codiert sind, sondern bereits die aus ihnen ermittelten Variablen (gain / bias). Diese Variablen besitzen in weiteren Metaformaten wiederum unterschiedliche Bezeichnungen (z. B. werden die Begriffe *bias* und *offset* synonym für L_{min} verwendet) oder werden grundsätzlich verwechselt (siehe *gain* und *bias*-Werte in Fast-Format, Abb. 3).

Für den nächsten Schritt der Sensor-Kalibrierung, die Berechnung standardisierter Reflexionswerte, kommen die Parameter Julianisches Datum (julian day, *JD*), Sonne-Erde-Abstand (*d*), spektrale solare Einstrahlung ($ESUN_{\lambda}$) und Sonnenstand (θ) hinzu. Auf die Darstellung der Berechnung wird an dieser Stelle verzichtet (siehe hierzu z. B. Huang et al. 2002, NASA 2004). Für jeden dieser Parameter gibt es in den angesprochenen Datenformaten unterschiedliche oder oftmals auch keine Einträge. In den meisten Fällen müssen die Parameter recherchiert und manuell eingetragen werden. Das dargestellte Beispiel der Landsat- Kalibrierung stellt hierbei noch den einfachsten Fall dar, da die Parameter bekannt und in der Regel in der Software voreingestellt sind. Für viele andere optische Systeme trifft dies aber nicht zu.

Allein durch die Betrachtung dieser wenigen Parameter wird deutlich, wie notwendig eine Harmonisierung der bestehenden Metadatenformate für eine automatisierte radiometrische Prozessierung von Satellitendaten ist.

Das HDF-Format kann in seiner derzeitigen Form (NCSA 2004) als gegenwärtiger Standard für Metainformationen von Satellitendaten angesehen werden. Es bietet eine fundierte Basis für einen Metadatenstandard insbesondere für die Distribution und Langzeitarchivierung von Rasterdaten (Folk and Choi 2004). Dies zeigt sich auch darin, dass andere Distributoren, wie zum Beispiel GLCF (Global Land Cover Facility) für Landsat Daten des „GeoCover“-Landsat-Datensatzes (Tucker et al. 2004) ein Metadatenformat verwenden, welches sehr eng an das HDF-Format angepasst ist.

4 Standardisierung von Metainformationen für Satellitendaten

Die Formatvielfalt von Metainformationen für ein und denselben Bilddatensatz auf der einen Seite und die Vielfalt von Sensorsystemen im Bereich der optischen Fernerkundung auf der anderen Seite sowie der stetig steigende Datenfluss über Web-Mapping Applikationen und (interoperable) Netzwerke erfordert einen Lösungsansatz für die Beschreibung eines übergreifenden Metadatenformats. Ein solches Format muss in einheitlicher (standardisierter), regelkonformer und für die betreffenden Datenformate (hier: optische Satellitendaten) allgemeingültiger Form die wesentlichen Eigenschaften eines Bilddatensatzes in Bezug auf Herkunft, Aufnahme, Geometrie und Radiometrie enthalten. Der zu schaffende Standard sollte bestehende Konzepte und Technologien nutzen und frei verfügbar bzw. editierbar sein.

Das HDF-Format bietet, wie in Kap. 3 ausgeführt, aufgrund seiner großen Verbreitung und der hierarchischen Struktur der Metadatenfassung bereits einen wesentlichen Beitrag zur Vereinheitlichung von Metaformaten in der

Satellitenbild-Fernerkundung und wird bereits für sämtliche Erderkundungssensoren der NASA (z. B. Landsat, ASTER, MODIS, Hyperion) als Standard zur Datenbeschreibung verwendet. Ein Nachteil des HDF-Formats besteht aber in der eingeschränkten Nutzbarkeit dieser Daten, da es sich um kein offenes Format handelt. Modifikationen einzelner Nutzer- und Interessengruppen (communities) sind dadurch nicht möglich, da Änderungen bzw. Erweiterungen nicht mehr konform zum HDF-Format wären. Desweiteren ist eine sehr genaue Justierung der Ausleseschnittstellen zur automatischen computergestützten Verarbeitung von Nöten. Eine sehr elegante und praktikable Lösung für dieses Problem ist die Verwendung der weit verbreiteten semistrukturierten Datensprache XML (Extensible Markup Language). XML kann verwendet werden, um Metadaten zu beschreiben, kann aber auch als Schema (DTD, document type definition) eines Metadatentyps verwendet werden. In diesem Fall agiert XML als eine Metasprache innerhalb derer jedes Schema eine Unter-Sprache definiert. Ein wichtiger Aspekt von XML ist, dass der Quelltext direkt von jedem Internet-Browser interpretiert werden kann. XML bietet den entscheidenden Vorteil, dass der Nutzer einen Datensatz, ohne Wissen von dessen semantischer Bedeutung, problemlos auslesen kann,

da ihm die XML-Syntax bereits bekannt ist. Somit bietet die Verwendung von XML für Metainformationen den Vorteil, dass einheitlich normierte Schemata entworfen werden können, aber auch davon abweichende Unterschemata (communities) entstehen können, die trotz Modifikation immer noch formatkonform wären.

Eine Alternative zum HDF-Format bildet unter der Verwendung von XML das DIMAP-Format welches seit Mitte 2002 für Spot-V-Satellitendaten verwendet wird. Die in einer XML-Datei enthaltenen Informationen werden zusätzlich mit einem XSLT-Style Sheet verknüpft, welches die Einträge sortiert und ein HTML-Layout für die in der XML-Datei vorhandene Information generiert.

Der Vorteil des DIMAP-Formats gegenüber bisherigen Metadateien besteht zusammenfassend darin, dass durch die Verwendung von XML die Implementierung von einheitlichen Importschnittstellen ermöglicht wird, wodurch auch von der Norm abweichende Elemente (siehe „Profile“ in Kap. 5) korrekt ausgelesen werden können.

XML-basierte Metadaten-Formate wie das DIMAP-Format bilden somit einen richtungweisenden Lösungsansatz für die Standardisierung von Metainformationen in der Satellitenfernerkundung. Die Verbreitung von XML-Metaformaten kann ein erster Schritt auf dem Weg zu einer grenzübergreifenden Harmonisierung von Datenformaten im Bereich der Rasterdaten sein. Die Integration der für eine radiometrische Kalibrierung optischer Satellitendaten notwendigen Sensor- und Umgebungsparameter in eine Metadatenstruktur auf der Basis des DIMAP-Formats ist das Ziel einer vor kurzem

gegründeten Forschergruppe am Geographischen Institut und am Zentrum für Informatik der Universität Göttingen.

5 Normen für Metadaten in der Satellitenfernerkundung

Als konsequente Weiterführung des Denkmodells zur Metadatenstandardisierung in der Satellitenfernerkundung, sind die Möglichkeiten der Implementierung solcher Standards in eine Norm zu beleuchten. Neben verschiedenen industriellen und wissenschaftlichen Normen wie z. B. OGC (Open Geospatial Consortium) oder ISPRS (International Society for Photogrammetry and Remote Sensing) kommt hierfür vor allem die ISO (International Organization for Standardization) in Betracht. Der Bereich der Geoinformation wird innerhalb der ISO durch das Komitee ISO/TC 211 abgedeckt.

Das Ziel des ISO/TC 211 Komitees ist die Verbesserung von Wirksamkeit, Zugang, Erreichbarkeit und Austausch von geo- und umweltwissenschaftlicher Geofachdaten. Die europäischen Spezifikationen innerhalb des ISO/TC 211 werden durch das Sub-Komitee CEN/TC 287 „INSPIRE“ (Infrastructure for Spatial Information in Europe) bearbeitet. Auf nationaler Ebene sind in das ISO/TC 211 zur Zeit insgesamt 55 Standardisierungs-Initiativen auf dem Sektor der Geodaten integriert. Gegenwärtig umfasst das ISO/TC 211 rund 40 Standards innerhalb der Normengruppe ISO 191xx. Die ISO 191xx-„Familie“ enthält Normentypen zu allgemeinen Themenbereichen wie z. B. Infrastruktur und Organisation von Geoinformationen (Terminologie, Konformität) bis hin zu spezielleren Bereichen der Standardisierung von (Satelliten-) Bilddaten und –Informationen (Koordinatensysteme, Vektor- / Rastergeometrie, Metadaten) (Abb. 4).

Past

- ISO 19121 "Imagery and gridded data"
- ISO 19124 "Imagery and gridded data components"
- ISO 19129 "Imagery, gridded and coverage data framework"

Present

- ISO 19101-2 "Reference model- Part 2: Imagery"
- ISO 19115-2 "Metadata – Part 2; Metadata for imagery and gridded data"
- ISO 19123 "Schema for coverage geometry and functions"
- ISO 19130 "Sensor and data models for imagery and gridded data"
- ISO 19139 "Metadata Implementation Specification"

Future

- ISO 19118-2 "Rules for encoding of imagery"
- ISO 191xx ""Calibration and validation of remote sensing sensors""

Abbildung 4: Bilddatenstandards der ISO 191xx-Familie (nach Kresse 2004)

Die ISO-Norm 19115 (als Mitglied der ISO 191xx-Familie) und die in Vorbereitung befindliche Spezifikation ISO 19115-2 (WD, Working Draft, siehe ISO 2004) definiert einen im Jahr 2003 verabschiedeten Standard für Metadaten (in Zusammenarbeit mit dem OGC). Das übergreifende Ziel dieses Metastandards ist die Definition eindeutiger Identifikatoren zur Ausdehnung, zur Qualität, zu räumlichen und zeitlichen Schemata, zum Referenzsystem sowie zur Nutzbarmachung von Geodaten.

Die ISO-Norm 19115 definiert 409 Metadatenelemente, die in der Regel aber nicht alle ausgefüllt werden. Ein Minimal-

datensatz an verpflichtenden (mandatory) Metainformationen umfasst gut 20 Elemente. Die Gesamtheit der Metadatenelemente ist gruppiert in Metadatenentitäten, die wiederum unterteilt sind in 14 Hauptmetadatenpakete.

Die Einrichtung von Profilen durch einzelne Benutzergruppen erlaubt es, Teilmengen aus dem umfassenden Modell für die Anwendung in spezifischen Anwendungsgebieten zusammen mit zusätzlichen Metadatenelementen zu nutzen (Mittelboeck und Schreilechner 2004). Die vorgenommenen Modifikationen werden durch eine Norm beschrieben und das

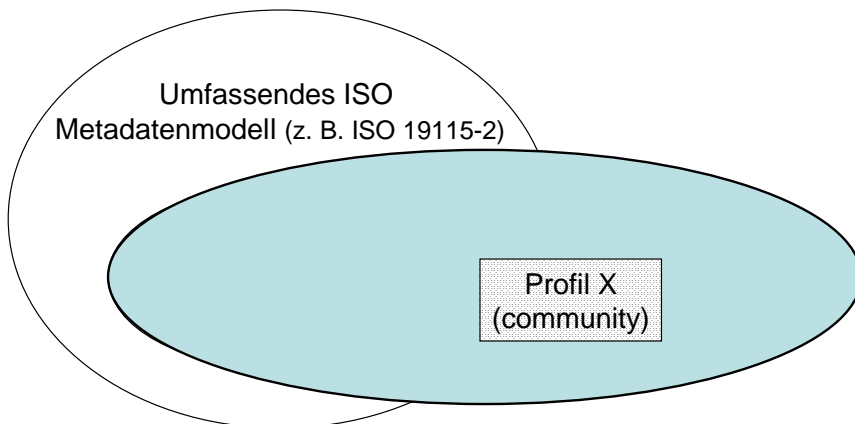


Abbildung 5: Metadatenmodell und Erweiterung für ISO 19115-Profile

Gesamtmodell behält seine Gültigkeit als ISO-Standard, der gesichert wird durch das Kernmodell (core metadata, siehe **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Die Umsetzung eines solchen Profils wird exemplarisch bei Köhler et al. (2003) erläutert.

Anstrengungen der jüngsten Vergangenheit befassen sich mit der Definition eigener Standards für Luft- und Satellitenbilder bezüglich der Georeferenzierung (ISO 19130). Eine ISO-Norm zur Definition von Kalibrierungsinformationen befindet sich derzeit noch in Vorbereitung (ISO 191xy). Beide Arbeiten befassen sich formal mit der Definition von Metadatenelementen und sind daher als Unterklassen der bestehenden Norm ISO 19115 (Metadata) anzusehen (Kresse 2004).

Die Implementierung einiger verschiedener Datenmodelle aus der abstrakten ISO 191xx-Familie erfolgt in XML, wobei z. B. die Übersetzung des ISO 19115-Standards wiederum in einem eigenen Standard (ISO 19139) festgelegt ist. Der Aufbau der in XML ausgeführten ISO 19115 DIS (draft international standard) konformen Metadaten ist bei CZEGKA et al. 2002 ausführlich beschrieben.

6 Fazit und Ausblick

Die Notwendigkeit der Standardisierung von Bild- und Metadatenformaten in der Satellitenfernerkundung wurde anhand der radiometrischen Kalibrierung von Landsat/ETM+-Daten aufgezeigt. Eine solche automatisierte Kalibrierung erfordert die Bereitstellung von Sensorparametern, die klar strukturiert in einer den Bilddatensatz begleitenden Metadaten-datei enthalten sind. Solche Metadatenstrukturen existieren für zahlreiche Dateiformate, es mangelt aber an einer Eindeutigkeit der in den unterschiedlichen Formaten enthaltenen Codierungen (z. B. L_{min} /

$gain; bias / offset$ für Sensor-Kalibrierung). Eine operationelle Prozessierung von Satellitendaten erfordert entweder eine Anpassung von Softwareschnittstellen an die Vielfalt der Datenformate oder, wie in diesem Aufsatz vorgeschlagen, die Bereitstellung von Metainformationen in standardisierter Form. Vorhandene Metadaten müssen hierzu in einen Metadatenstandard überführt werden, der regelkonform, hierarchisch strukturiert und frei verfügbar ist (open source code). Einen Rahmen für einen solchen Standard bietet die Extensible Markup Language (XML). Aktuelle Ansätze wie DIMAP zeigen, wie durch die Nutzung bestehender Konzepte und Technologien (XML, GeoTIFF) übersichtliche, allgemeingültige und anpassbare Metadatenprofile geschaffen werden können. Diese XML-basierten Metadatenprofile sind geeignet, um als Erweiterung in bestehende oder zu entwickelnde übergreifende Metadatenmodelle (z. B. ISO 19115-2 des ISO/TC 211) integriert zu werden. Der hier skizzierte Ansatz zur Metadatenharmonisierung ist ein erster, konzeptioneller Schritt auf dem Wege zu einer Ausarbeitung eines Metadatenprofils für die radiometrische Kalibrierung von Satellitendaten.

7 Literatur

- CZEGKA, W., LOCHTER, F., FREY, S. (2002): Geodaten für Brandenburg - Das ISO 19115 konforme Metadatenmodell des LGRB (Landesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg) und Landesbetrieb für Geobasisinformation Brandenburg (LGB) im Rahmen des Katalogservice der Initiative Geodaten Infrastruktur Brandenburg (GIB). In: Strobl, J., T. Blaschke, G. Griesebner (Hrsg.): Angewandte Geographische Informationsverarbeitung XIV, Beiträge zum AGIT Symposium, Salzburg 2002, Herbert Wichmann Verlag, Hüthig GmbH, Heidelberg, 2002, S. 64-69.
- FOLK, M. & CHOI, V. (2004): Scientific formats for geospatial data preservation A study of suitability and performance. NCSA/NARA Technical Report
- GEROLD, G., GUHARDJA, E., FREMEREY, M. (2004): Land use, nature conservation and the stability of rainforest margins in Southeast Asia. Springer, 533 S.
- HUANG, C., YANG, L., HOMER, C., WYLIE, B., VOGELMANN, J., DEFELICE, T. (2002): At-satellite reflectance: A first normalization of Landsat 7 ETM+ Images. URL: <http://landcover.usgs.gov/pdf/huang2.pdf> (letzter Zugriff: 28.07.2004)
- ISO (2004): WD 19115-2 Geographic information - Metadata - Part 2: Metadata for imagery and gridded data.
- KÖHLER, P., LOCHTER, D. A., HÄNER, R. (2003): Entwicklung eines Brandenburgischen Metadatenprofils der ISO 19115 und dessen Umsetzung am Beispiel des Deutschen Forschungsnetzes Naturkatastrophen und des behördlichen Datenvertriebs. Workshop des Arbeitskreis "Umweltdatenbanken" der Fachgruppe "Informatik im Umweltschutz", 19.-20.05.2003, UBA-Texte 54/2003: 19-44
- KRESSE, W. (2004): ISO- and industry-standards for sensor networks. In: Erasmj, S., Cyffka, B., Kappas, M. (2004): Remote

- Sensing for Environmental Studies. (Proc. 1st GGRS, Göttingen GIS & Remote Sensing Days, 07-08 October 2004, Göttingen, Germany) (in Druck)
- MITTELBOECK, M. und SCHREILECHNER, P. (2004): Metadaten – ISO konformes Profil als Schritt in die Praxis in Österreich. In: Strobl, J., T. Blaschke, G. Griesebner (Hrsg.): Angewandte Geoinformatik 2004. Beiträge zum 16. AGIT Symposium, Salzburg. Herbert Wichmann Verlag, Hüthig GmbH, Heidelberg, 2004.
- NASA (National Aeronautic and Space Agency) (2004): Landsat 7 Science Data Users ASA Handbook, Kapitel 11 URL: http://ltpwww.gsfc.nasa.gov/IAS/handbook/handbook_toc.html (letzter Zugriff : 28.07.2004)
- NCSA (National Center for Supercomputing Applications) (2004): The NCSA HDF Home Page. URL: <http://hdf.ncsa.uiuc.edu/> (letzter Zugriff 13.10.2004)
- RITTER, N., RUTH, M. (1997): The GeoTiff data interchange standard for raster geographic images. International Journal of Remote Sensing, 18 (7): 1637-1647
- Spot Image (2003): DIMAP – technical information. URL: http://www.spotimage.fr/html/_167_224_555_235_.php (letzter Zugriff: 17.10.2004)
- TUCKER, J. C., GRANT, D. M., DYKSTRA, J. D. (2004): NASA's Global Orthorectified Landsat Data set. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 70 (3): 313-322
- USGS (United States Geological Survey) (2004a): LANDSAT 7 ETM+ LEVEL 1 PRODUCT OUTPUT FILES DATA FORMAT CONTROL BOOK (DFCB). Version 6, Sioux Falls, South Dakota, USA
- USGS (United States Geological Survey) (2004b): USGS Global Visualization Viewer. URL: <http://glovis.usgs.gov/> (letzter Zugriff: 17.10.2004)

Kurzfassung

Satellitendaten liefern seit über 30 Jahren in mehr oder weniger regelmäßigen Abständen Informationen über den Zustand und die Dynamik von Erscheinungen auf der Erdoberfläche. Die Daten dieser Satellitensysteme werden von verschiedenen nationalen (z. B. Landsat, Modis) sowie internationalen Systembetreibern (z. B. Envisat) empfangen, aufgezeichnet, vorprozessiert und schließlich über zahllose online Datenkataloge distribuiert. Hierbei entscheidet jeder Betreiber bzw. Distributor unabhängig über das Datenformat, in dem die Bildinformation wie auch die Metainformationen zu den jeweiligen Bilddaten aufbereitet und verfügbar gemacht werden. Dies führt zu einer unübersichtlichen Fülle von Bild- sowie Metadatenformaten. Die kommerziellen Fernerkundungssoftwareprodukte wurden in den letzten Jahren an diesen Umstand angepasst, indem die Import-schnittstellen stetig erweitert wurden.

Der vorliegende Aufsatz gibt einen Überblick über die Vielfalt von Bild- und Metadatenformaten und die damit verbundene Problematik im Rahmen der Satellitenbilddatenauswertung, insbesondere für die radiometrische Kalibrierung von Satellitendaten. Der vorgestellte Lösungsansatz für eine zukünftige Vereinheitlichung von Bild- und Metadaten für Satellitendaten zielt auf die Entwicklung eines Metadatenprofils für die Beschreibung radiometrischer Eigenschaften von Satellitendaten nach Maßgabe der in der ISO 191xx-

Familie des ISO/TC 211 beschriebenen Metadatenmodelle ab.

Stichworte: Fernerkundung, Metadaten, XML, ISO/TC 211, radiometrische Kalibrierung

Summary

Earth observing satellite systems have delivered information about the status and the dynamics of the earth surface for more than 30 years. These data have been received and recorded by national (e. g. Landsat) or international processing and archiving facilities (e. g. ENVISAT) and are distributed by a variety of online data catalogues. Each distributor decides/can decide about the format in which image data as well as its meta information is processed and distributed and how much information is included in the data description. This brings about an increasing and more and more complex diversity of imagery and meta data formats. During the last few years providers of remote sensing software have been trying to handle this problem by developing a vast variety of data interfaces for these formats.

This article aims at giving an overview of the diversity of imagery and meta formats. The problem arising from this heterogeneity of formats and thus information content is demonstrated for the calibration of optical satellite data. The suggested method for a harmonisation of imagery and meta formats aims at the integration of existing concepts of meta formats based on the extensible markup language (XML). A consistent meta data profile for the description of the radiometric characteristics of optical satellite data may later be implemented into international standards (OGC, ISO/TC 211).

Keywords: Remote Sensing, metadata, XML, ISO/TC 211, radiometric calibration

Autoren

Dr. Stefan Erasmi

Wissenschaftlicher Assistent
Geographisches Institut der Georg-August-Univ. Göttingen
Abt. Kartographie, GIS und Fernerkundung
Goldschmidtstr. 5
37077 Göttingen
Fon: +49 (0)551/39-8003, Fax: +49 (0)551/39-8020
Email: serasmi@uni-goettingen.de

Kai Walter

Geographisches Institut der Georg-August-Univ. Göttingen
Abt. Kartographie, GIS und Fernerkundung
Goldschmidtstr. 5
37077 Göttingen
Fon: +49 (0)551-39-12671, Fax: +49 (0)551-39-8020
Email: kwalter1@uni-goettingen.de