

Kompressionsverfahren für die Archivierung von rasterbasierten Geodaten

Data Compression for Archiving Raster based Spatial Data

Fritz Spitzer, Germering

Dieser Beitrag erläutert das waveletbasierte Kompressionsformat JPEG 2000 im Hinblick auf die Herausforderungen für die Archivierung rasterbasierter Geodaten wie Satellitendaten, Luftbilder oder gescannter Karten. Es werden die Ergebnisse unterschiedlicher Kompressionsfaktoren mit anderen Bilddatenformaten wie JPEG und GeoTIFF verglichen und bewertet. Abschließend geht der Beitrag auf die Verteilung von Bilddaten im Netzwerk ein und erläutert die Vorteile eines Bilddatenstreamings über die Protokolle JPIP und ECWP¹.

■ Schlüsselbegriffe: Datenkompression, Datenarchivierung, Geodaten, JPEG 2000

This paper explains the wavelet based JPEG 2000 compression works with regard to the archiving of raster based spatial data, e.g. satellite data, aerial images and raster based scanned maps. There is a detailed comparison of the results of different compression ratios and other image formats. In conclusion the paper discusses data transfer over the network and explains the advantages of data streaming using JPIP and ECWP.

■ Keywords: data compression, data archiving, geographic data, JPEG 2000

Einführung

Für die digitale Geodatenerfassung wurden von Behörden, öffentlichen Einrichtungen und Unternehmen hohe Investitionen getätigt, die langfristig genutzt sein wollen. Es stellt sich also die Herausforderung, sowohl digitale Archivdaten effizient zu speichern, zu verwalten und bereit zu stellen als auch die ständig aktuell anfallenden Geodaten laufend in das Archivsystem zu integrieren. Für Vektordaten mag diese Archivierung weitestgehend geregelt und vielerorts bereits implementiert sein. Beim Management von Rasterdaten hingegen, seien es Luftbilder, Satellitendaten oder rasterbasierte gescannte Karten, sind noch Fragen offen. Eine sachgerechte Archivierung digitaler Geodaten stellt laut der Archivreferentenkonferenz „für die Archivverwaltungen des Bundes und der Länder ein ebenso drängendes wie ungelöstes Problem dar“ (*Arbeitsgruppe der ARK AG ESys und des ARK IT-Ausschusses, 2009*). Im optimalen Fall sollen die Daten

inklusive ihrer Metadaten in eine „offene, standardisierte, generische und vollständig dokumentierte Archivumgebung“ (a.a.O.) überführt werden. Zusätzlich erwarten die Datennutzer einen einfachen Zugriff, der möglichst direkt aus der gewohnten Arbeitsumgebung und auf gleiche Art und Weise wie der Zugriff auf aktuelle Daten erfolgen soll.

Wer ist zuständig für die speicherintensiven Rasterdaten?

Moderne hochauflösende Sensoren ermöglichen eine hohe Bodenauflösung, und so entstehen gerade bei aktuellen Luftbildbefliegungen enorme Datenmengen (Abb. 1). Die Dateigröße einer derzeit üblichen Befliegung in vier Spektralbereichen (Rot, Grün, Blau und Infrarot) mit 10 cm Bodenauflösung liegt bei 400 MB pro km².

Eine Archivierung von digitalen Luftbildern stellt eine große Herausforderung dar, für die vielen datenhaltenden Stellen

noch keine hinreichende Lösung besitzen. Die eigentlichen Datenproduzenten, wie z. B. die Landesvermessungsämter, halten oft jeweils nur aktuelle Befliegungen vor. Erschwert wird der Zugriff auf Archivdaten auch durch die Tatsache, dass für die Archivierung der digitalen Geobasisdaten nicht mehr die datenerzeugende Stelle, sondern das jeweilige Landesarchiv zuständig ist. Die Landesvermessungen versprechen sich von der Abgabe „historisch wertvoller, aber für den laufenden Betrieb nicht mehr notwendiger Inhalte eine Entlastung ihrer Speicherkapazitäten“ (Naumann, 2009). Leider ist in vielen Fällen noch nicht festgelegt, was genau unter „historisch wertvollen Daten“ zu verstehen ist. Für viele Nutzer (Förster, Stadtplaner, Wasserwirtschaftler u. a.), für die Zeitreihenstudien eine wichtige Informationsquelle darstellen, ist ein Zugriff auf historische Luftbilddaten eine wesentliche Arbeitsgrundlage.

Zwei Speicherbereiche für Originaldaten und komprimierte Daten

Zur Archivierung von großen Datenmengen (Petabytebereich) wird meist ein so genanntes „hierarchisches Speichermanagement“ verwendet². Dabei liegen häufig genutzte Daten auf Festplatten und sind so schnell abrufbar. Weniger frequentierte Daten werden auf roboterbetriebenen Bandspeichergeräten abgelegt. Der Speicherplatz auf Bandspeichergeräten kommt deutlich günstiger als der auf Festplatten, allerdings sind die Zugriffe auf die Bandspeicher sehr viel langsamer.

Die Nutzung einer derartigen Systemarchitektur wäre auch für die Archivierung von Geo-Rasterdaten denkbar. Die Originaldateien könnten im Bandspeicherbereich des Archivs abgelegt werden und somit weiterhin für die Verwendung in Bildanalysen und Auswertungen zur Verfügung stehen. Da diese Art des Zugriffs weniger häufig ist, ist die längere Bereitstellungszeit meist hinnehmbar. Für den

1 JPIP = JPEG 2000 Interactive Protocol.

ECWP = Enhanced Compression Wavelet Protocol

2 Wie z. B. beim Datenarchiv des Deutschen Klimarechenzentrums (mehr Informationen unter <http://www.dkrz.de/Klimarechner/datenarchiv>)

überwiegenden Verwendungszweck der rein visuell basierten Auswertung (Hintergrundbild für eine Vektorvisualisierung, Basislayer im GIS, erste Bildqualitätsbeurteilung u. a.) kann der Zugriff auch auf komprimierte Daten erfolgen. Auch wenn die Kompression mit Datenverlusten bzw. mit einer eingeschränkten Bildqualität einhergeht. Durch das um ein Vielfaches reduzierte Datenvolumen können die Daten auf dem Festplattenbereich abgelegt werden, ohne die Hardwarekosten empfindlich in die Höhe zu treiben. Jedoch gilt es, ein Komprimierungsformat und einen passenden Kompressionsfaktor zu finden, der bei kleinstmöglicher Dateigröße die notwendige Bildqualität liefert. Die folgenden Ausführungen sollen zu dieser Frage eine Entscheidungshilfe geben.

Welches Datenformat für Geo-Rasterdaten im Archiv?

Bei Geo-Rasterdaten stellt sich für die längerfristige Archivierung der Daten u. a. die Frage nach dem Dateiformat. Es empfiehlt sich ein Dateiformat, das möglichst standardisiert und lizenzfrei ist sowie eine gewisse Langlebigkeit besitzt, die in der Regel über eine weite Verbreitung erreicht wird. Außerdem muss das Format das Ablegen der Geoinformation (Koordinatenbezug inkl. Projektionsinformation) sowie eine verlustfreie Speicherung der Daten erlauben. Das Mitführen von Metadaten (z. B. Aufnahmedatum, Aufnahmesystem, Koordinatensystem, Qualität, Urheber usw.) ist dabei zwingend notwendig.

Als Dateiformat zur Ausgabe und Archivierung eines rasterbasierten digi-

talen Kartenbildes empfiehlt die Archivreferentenkonferenz das GeoTIFF-Format. Weiterführende Metadaten sollen im Textformat also als CSV bzw. als XML neben der TIFF-Datei gespeichert werden (vgl. Arbeitsgruppe der ARK AG ESys und des ARK IT-Ausschusses, 2009). Ein Format für die Archivierung von digitalen Luftbildern ist jedoch noch nicht gefunden (vgl. Naumann, 2010, S. 5).

Das TIFF-Format ist zwar theoretisch auch für die Speicherung von digitalen Luftbilddaten geeignet, jedoch empfiehlt sich hier vor allem Format JPEG 2000, das folgende Eigenschaften bzw. Vorzüge aufweist (vgl. Rabbani et al., 2002):

- Normiertes Dateiformat, ISO/IEC 15444-Standard (vgl. ISO/IEC JTC1/SC29 WG1 und ISO/IEC 15444-1, beide 2009)
- Entweder verlustfreie oder verlustbehaftete Datenkompression möglich
- Verlustbehaftete Kompression liefert trotz hoher Kompressionsrate eine immer noch gute Bildqualität
- Speicherung von Geokoordinaten und Projektionsinformationen in der Datei
- Raum für beliebige Metadaten im XML-Format
- Bis zu 256 Farbkanäle (z. B. für Befliegungen mit den Kanälen Rot, Grün, Blau und Infrarot oder für Daten von Hyperspektralscannern mit i.d.R. mehr als 12 Kanälen)
- Keine Bildgrößenbeschränkung³
- Datentiefe bis 28 bit pro Pixel möglich; dies ist nötig, um z. B. Daten moderner digitaler Luftbildkameras ohne Grauwertverlust speichern zu können
- Unterstützung von transparenten Bildbereichen durch Verwendung eines Alphakanals

- Durch intelligente Dateistruktur keine zusätzlichen Bildpyramiden/Overviews zur schnellen Visualisierung großer Bilddaten nötig
- Möglichkeit, die Daten in einer Client-Server-Umgebung über so genannte Datenstreamingverfahren, z.B. JPIP oder ECWP zu verteilen
- Zugelassene Option für die Bilddatenkompression im Format PDF/A-2⁴

Was passiert eigentlich mit den Pixelwerten bei der Komprimierung?

Die Kompression bei JPEG-2000-Daten basiert auf einer Wavelet-Transformation. Dabei werden durch eine iterierte Anwendung von Hochpass- und Tiefpassfiltern (HP- und TP-Filtern) die detailreicheren Bildelemente von den gleichförmigen Grundelementen getrennt. Gleichzeitig wird bei jeder Filterung die Anzahl der Zeilen bzw. der Spalten halbiert. Die Abbildung 2 (vgl. Rabbani et al., 2002) zeigt die Abfolge der Verarbeitungsschritte einer Iteration.

Der nächste Iterationsschritt nutzt die geglättete verkleinerte Version der vorherigen Iteration als Eingangsdatensatz.

Das Ergebnis dieses Verfahrens sind die so genannten Wavelet-Koeffizienten, die das Bild direkt in verschiedenen Iterationsstufen, d. h. Auflösungen beschreiben. Die Koeffizienten enthalten dabei auch die hoch- und tiefpassgefilterte Versionen des Originalbildes.

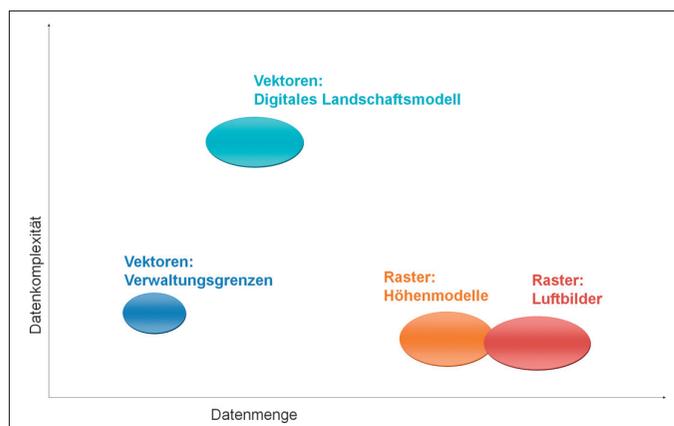
Verlustfreie und verlustbehaftete Kompression verwenden unterschiedliche Wavelet-Funktionen zur Erzeugung der JPEG 2000-Dateien. Bei der *verlustfreien Kompression* wird sichergestellt, dass bei der Datendekomprimierung der Pixelwert des ursprünglichen Originalbildes wiederhergestellt werden kann (vgl. Rabbani et al., 2002), d. h. durch die Kompression werden die Pixelwerte nicht verändert. Der Kompressionsfaktor ist dabei nicht wählbar.

Anders ist dies bei der *verlustbehafteten Kompression*. Die Verluste entstehen

³ Beim Vorgängerformat von JPE2000, dem JPEG-Format besteht z. B. eine Bildgrößenbeschränkung auf 64 000 x 64 000 Pixel.

⁴ PDF/A ist eine ISO-Normreihe zur Verwendung von PDF für die Langzeitarchivierung elektronischer Dokumente.

Abb. 1: Vergleich unterschiedlicher Geodaten hinsichtlich Datenmenge und -komplexität



hier durch die Quantisierung, dem gruppenweisen Zusammenfassen der Wavelet-Koeffizienten. Der frei wählbare Kompressionsfaktor bestimmt den Grad der Quantisierung, wobei eine höhere Kompressionsrate zu größeren Qualitätsverlusten führt. Diese sind anhand des reduzierten Kontrastumfangs sowie durch Unschärfe-Artefakte erkennbar. Dennoch liefern aber selbst Kompressionsraten von 100:1, abhängig vom Bildinhalt und Einsatzzweck, noch brauchbare Ergebnisse.

Die Wavelet-Datenstruktur ermöglicht die so genannte inkrementelle progressive *Dekompression*: Das Bild wird beim Öffnen komplett angezeigt. Der Zugriff erfolgt aber zunächst nur auf die größte Auflösungsstufe. Während des weiteren Ladefortschritts erhöht sich die Anzahl der Details so lange, bis die gewünschte Anzeigeauflösung erreicht ist. Somit muss nur ein kleiner Teil der Datei geladen werden, was den Bildaufbau erheblich beschleunigt und darüber hinaus das Datenstreaming über Netzwerke ermöglicht. Ein vergleichbar schneller Bildaufbau kann bei TIFF-Daten nur unter Berechnung von zusätzlichen Bildpyramiden oder Overviews erreicht werden, die jedoch zusätzlichen Speicherbedarf (etwa 30 % der Eingangsdaten) benötigen.

Die Vorteile des JPEG 2000-Formats sind somit offensichtlich. Es stellt dank der ISO-Normierung (ISO/IEC 15444) ein Standardformat dar, erlaubt eine verlustfreie oder verlustbehaftete Kompression und hat gegenüber dem TIFF-Format Vorteile bei der Übertragung über Netzwerke.

Hohe Komprimierung – Kleinere Dateien – Geringere Speicherkosten

Für die Gegenüberstellung der Dateigrößen in Abbildung 4 wurde ein hochauflösendes digitales Luftbild (Leica ADS80 als Dreikanalbild in Echtfarbandarstellung) mit 5 cm Bodenauflösung und einer Ausdehnung von 2 km x 1 km verwendet. Verglichen wurden das unkomprimierte Standard TIFF-Format, die jeweils verlustfrei komprimierten TIFF-Varianten Packbits⁵ und LZW⁶ sowie das verlustfreie JPEG-2000-Format und das um den Faktor 40 komprimierte JPEG-2000-Format.

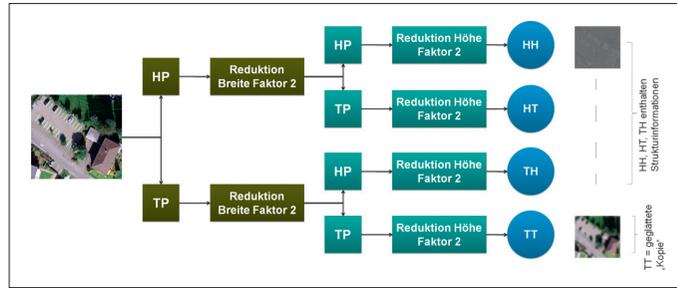


Abb. 2: Schematischer Ablauf einer Iteration der waveletbasierten Kompression

Die Abbildung 4 lässt sehr gut erkennen, wie effektiv selbst die verlustfreie JPEG-2000-Kompression arbeitet. Die JPEG-2000-Ausgabedatei ist nur noch halb so groß wie die LZW-komprimierte TIFF-Datei. Wenn man die für ein flüssiges Arbeiten in vielen Systemen zwingend benötigten Bildpyramiden hinzurechnet, verschiebt sich der Speicherplatzvorteil nochmals deutlich in Richtung JPEG 2000. Hier entfällt wegen der oben beschriebenen Dateistruktur die Notwendigkeit zusätzlicher Bildpyramiden. Gerade bei der Langzeitarchivierung von Luftbilddaten kann durch die Überführung in das JPEG-2000-Format je nach Datei-Inhalt etwa 50 bis 70 % des nötigen Speicherplatzes im Archiv eingespart werden.

Reduktion der Auflösung als Alternative zur Datenkompression?

Zur Einsparung des kostenintensiven Festplattenspeichers müssen gerade Luftbilddaten zwangsläufig komprimiert werden. Oft wird zur Datenreduktion einfach die Pixelgröße erhöht. So führt die Veränderung der Pixelauflösung von 5 cm auf 25 cm zu einer Datenreduktion um den Faktor 25. Leider gehen hier zwangsläufig wichtige Bilddetails verloren. Einen Vergleich unterschiedlicher Datenformate und deren Kompression zeigt die Abbildung 5.

Darin zeigt Bild 1 die Ausgangssituation mit den unveränderten Datenformaten GeoTIFF (606 MB) bzw. JPEG 2000 verlustlos (245 MB); beide Formate unterscheiden sich weder visuell noch rechnerisch. Bild 2 zeigt die Daten als JPEG-2000-Daten mit einer Kompression um den Faktor 40. Bild 3 wurde als JPEG – ebenfalls mit dem Faktor 40 – komprimiert. Bild 2 und 3 benötigen je 15 MB Speicherplatz. Für das als GeoTIFF vorliegende Bild 4 wurde

die Originalauflösung um den Faktor 5 vergrößert. Damit reduziert sich die Dateigröße auf 25 MB und ist so nahezu mit den komprimierten Dateien vergleichbar. Allerdings ist diese Reduktion mit einem starken Verlust der Bildinformation verbunden. Für eine rein visuelle Auswertung ist dem vergrößerten Bild sogar das um den Faktor 100 komprimierte JPEG-Bild (vgl. Bild 2 der Abb. 6) vorzuziehen.

Vergleicht man das JPEG-2000-Bild (Bild 2) mit dem JPEG-Bild (Bild 3) werden die Vorteile der JPEG-2000-Kompression deutlich. Durch die Verwendung der Wavelet-Transformation vermeidet das JPEG-2000-Format die Entstehung von störenden Blockartefakten, die für höher komprimierte JPEG-Daten charakteristisch ist. Die beginnende Bildung von Blockartefakten ist im JPEG-Bild bereits deutlich erkennbar. Das JPEG-2000-Bild zeigt dagegen erste leichte Unschärfeartefakte sowie beginnende Schattenbildung an harten Kontrastgrenzen. Eine Erhöhung der Kompressionsrate verstärken diese Effekte noch merklich (vgl. Abb. 6).

Abbildung 6 zeigt die Ergebnisse einer extrem hohen Kompression der Originaldaten. Bei beiden Ergebnissen ist zwar die Bildqualität im Vergleich zum Original deutlich schlechter, durch die Kompression

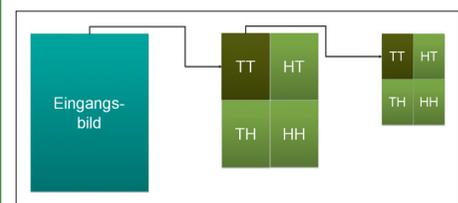
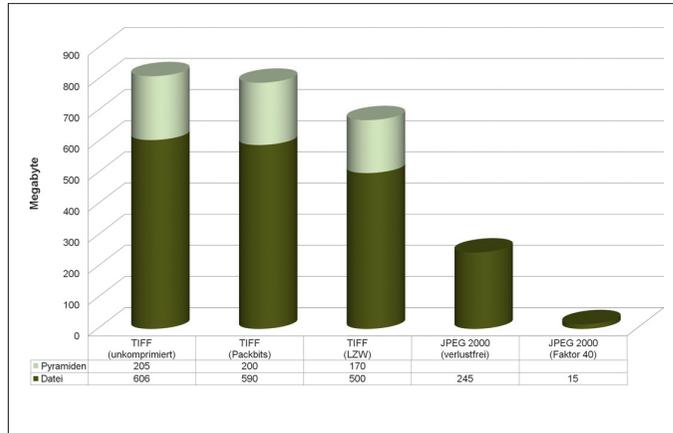


Abb. 3: Iterationsschritte bei der waveletbasierten Kompression (vgl. Rabbani et al., 2002)

5 Run Length Encoding bzw. Lauflängenkodierung

6 Lempel-Ziv-Welch-Algorithmus. Mehrfach vorkommende Zeichensequenzen in der zu kodierenden Kette werden in einem Wörterbuch abgelegt.

Abb. 4: Vergleich der Dateigröße unterschiedlicher Formate

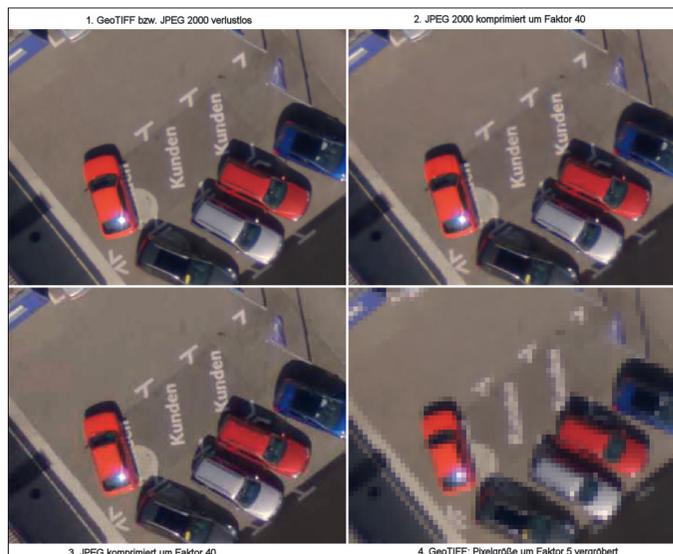


sion um den Faktor 100 die Datenmenge aber recht einfach verwaltbar. Fragen der Datenausdehnung, Wolkenbedeckung, Schattenwurfichtung sowie zur erwartenden Bildqualität können auch bei dieser Bildqualität mit einem Blick geklärt werden.

Archivdaten wollen genutzt werden – Datenaustausch im Netzwerk

Da JPEG-2000-Daten neben der räumlichen Ausdehnung auch alle notwendigen Informationen zur verwendeten Projektion enthalten, können diese in den gängigen GIS- und Bildverarbeitungspaketen (z. B. ERDAS IMAGINE® oder auch viele Open-Source-Lösungen wie z. B. QuantumGIS⁷) lagerichtig eingelesen und dargestellt werden. JPEG 2000 wird weiterhin vollständig in der GDAL-Bibliothek⁸ unterstützt, die in vielen Paketen für den Dateizugriff auf Geo-Formate Verwendung findet.

Abb. 5: Unterschiedliche Kompressionsverfahren im Vergleich



Der rein dateibasierte Zugriff (lokal oder über freigegebene Netzwerkressourcen) bringt einige Nachteile mit sich. Zum einen wird immer eine spezielle Software zum Betrachten benötigt. Zum anderen ist der Zugriff außerhalb des lokalen Netzwerkes, z. B. über das Internet, in der Regel nicht möglich. Die Lösung dieser Einschränkungen liegt im Wechsel auf eine Client-Server-Architektur. Damit erfolgt der Zugriff auf die Daten nicht mehr dateibasiert sondern über Webdienste. In der Geo-Welt haben sich in den letzten Jahren vor allem Dienste basierend auf OGC-Standards durchgesetzt, die den Austausch von Daten über ein Netzwerk definieren. Der Nutzer hat zwar in der Regel nur Lesezugriff kann aber unter Verwendung der Dienste die „entfernten Daten“ auf dem eigenen System visualisieren. Die Originaldaten verbleiben stets bei der datenhaltenden Stelle.

Die Kommunikation zwischen Nutzer und Datenanbieter läuft über WWW-

basierte Anfragen. Im einfachsten Fall wird die Antwort der Anfrage (z. B. ein Ausschnitt eines Datensatzes) direkt im Browserfenster des Nutzers angezeigt, d. h. es muss auf dem lokalen System nicht zwingend spezielle GIS-Software installiert werden. Nahezu alle aktuellen GIS-Anwendungen erlauben auch den direkten Zugriff auf OGC-Dienste. OGC-Dienste stellen neben den reinen Visualisierungsdiensten zusätzlich auch einen Dienst für die Datensuche in einem Datenkatalog zur Verfügung. So kann der Nutzer mit Hilfe von ausgewählten Dateneigenschaften (z. B. räumliche Ausdehnung, Aufnahmedatum, Auflösung) eine gezielte Datenauswahl treffen. Das Pflegen von zusätzlichen *Metadaten* ist dann jedoch zwingend nötig.

Optimierter Datenaustausch über Netzwerke

Zum Bereitstellen der OGC-Dienste wird auf der Serverseite spezielle Software benötigt. Die gängigsten kommerziellen bzw. Open-Source-Lösungen unterstützen zwar nativ das JPEG-2000-Format (meist wird auch hier die Programmbibliothek GDAL für den Dateizugriff auf Geo-Formate verwendet), sind aber nicht auf das Format optimiert. Der Zugriff auf JPEG-2000-Daten ist, im Gegensatz zu den im TIFF-Format abgelegten Daten, immer etwas langsamer und/oder verursacht auf der Serverseite eine höhere CPU-Belastung.

Aus dem Hause ERDAS kommt mit ERDAS APOLLO eine Produktlinie die u. a. für den Umgang mit JPEG-2000-Daten optimiert wurde. Neben der Bereitstellung von den Standard-OGC-Diensten WMS, WMTS, WCS können JPEG-2000-Daten auch gleichzeitig über die Streamingprotokolle JPIP und ECWP übertragen werden. Der Industriestandard ECWP ist eine hinsichtlich Übertragungsgeschwindigkeit und Netzwerklast nochmals optimierte Version des JPIP-ISO-Standards. Beide Übertragungsarten weisen gegenüber den so genannten renderingbasierten OGC-Diensten eine spürbar höhere Performance auf. Zusätzlich wird auf

7 <http://www.qgis.org>

8 <http://www.gdal.org>

Serverseite die CPU-Last reduziert, da keine Neuberechnung von Daten mehr erfolgen muss, sondern nur noch gezielt angefragte Wavelet-Blöcke an den Client übertragen werden. Die Dekompression und ggf. auch die Umprojektion der Daten erfolgt gänzlich auf dem Client, was den Server deutlich entlastet. Die Struktur der waveletbasierten Daten ermöglicht zusätzlich ein sehr effektives Caching der Daten, d.h. einmal übertragene Informationen werden auf dem Client zwischengespeichert und müssen nicht nochmals über das Netzwerk übertragen werden. Geringere Bildaufbauzeiten und eine geringere Netzbelastung sind die Folge. Über Plug-Ins kann neben Webbrowsern (Internet Explorer, Firefox, Chrome) auch in viele gängigen GIS-Applikationen (u. a. für Produkte von ESRI, Autodesk oder MapInfo) die Unterstützung des Datenstreaming nachgerüstet werden. Ein Software Development Kit (SDK) bietet die Möglichkeit, in die eigene Anwendung das Lesen beider waveletbasierten Formate ECW und JPEG 2000 sowie das Anzeigen eines JPIP- oder ECWP-Stream zu integrieren. Das SDK wird kostenfrei zur Verfügung gestellt. In einer kostenpflichtigen Ausbaustufe ermöglicht es ohne großen Programmieraufwand eine leistungsfähige Erstellung beider Waveletformate (d. h. JPEG 2000 und ECW).

Fazit

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass sich für alle Geo-Rasterdaten, ausgenommen Daten mit indizierten Farben, das JPEG-2000-Format für eine Langzeitarchivierung anbieten würde. Es handelt sich um ein durch die ISO spezifiziertes Format, das mittlerweile in allen gängigen Fernerkundungs- und GIS-Programmen gelesen werden kann. Auch die direkte Verteilung über OGC-Dienste ist möglich. Die zugrundeliegende Dateistruktur erlaubt eine schnelle Visualisierung ohne Berechnung von Bildpyramiden sowie das schnelle Datenstreaming über Netzwerkdienste, und das selbst bei sehr großen Datenmengen (Terapixel-Bereich). Im Vergleich zu den derzeit gebräuchlichen Rasterformaten ist die Datei bei identi-



Abb. 6: Vergleich von JPEG2000 und JPEG bei hohem Kompressionsfaktor (Dateigröße 6 MB)

schem Dateninhalt um den Faktor drei bis vier kleiner. Unter Verwendung der optionalen Datenkompression kann die zu archivierenden Datenmenge nochmals spürbar reduziert werden und das bei kaum merklichen visuellen Verlusten. Neben einer Vielzahl von noch ungelösten Problemen im Bezug auf die Archivierung von Geodaten ist die Wahl des passenden Datenformates für die Archivierung eine Kernfrage. Es bleibt zu hoffen, dass das JPEG-2000-Format im Formatfindungsprozess für die Archivierung von digitalen Luftbilddaten berücksichtigt wird, da es mit den beschriebenen Merkmalen deutliche Vorteile gegenüber den bisher gängigen Rasterdatenformaten aufweist.

Weblinks

Arbeitsgruppe der ARK AG ESys und des ARK IT-Ausschusses: Handreichung zur Archivierung elektronisch vorliegender Geodaten; Online im Internet: URL: http://www.bundesarchiv.de/imperia/md/content/bundesarchiv_de/fachinformation/ark/handreichung_geodaten_20090928.pdf (2009)

ISO/IEC JTC1/SC29 WG1, JPEG 2000 Editor Martin Boliek: JPEG 2000 Part I Final Committee Draft Version 1.0; Online im Internet: URL: <http://www.jpeg.org/public/fcd15444-1.pdf> (2009)

ISO/IEC 15444-1: The JPEG 2000 Image coding system-Part 1: core coding system, - ISO/IEC/ITU-T, Online im Internet: URL: http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_ics/catalogue_detail_ics.htm?csnumber=37674 (2009)

Kulovits, H. et al.: From TIFF to JPEG 2000? In: D-Lib Magazine 11/12 2009; Online in Internet: URL: <http://www.dlib.org/dlib/november09/kulovits/11kulovits.html>

Naumann, K.: Von Flurkarten zu Vektorobjekten. Bewertung und Übernahme von Geobasisdaten der Landesvermessung beim Landesarchiv Baden-Württemberg; Online in Internet: URL: http://www.landearchiv-bw.de/sixcms/media.php/120/52528/Workshop_Naumann_Vermessung_Beitrag_und_pp.pdf (2009)

Rabbani, M. und R. Joshi: An overview of the JPEG 2000 still image compression standard. In: Signal Processing: Image Communication Volume 17. Online in Internet: URL: http://www.dii.unisi.it/~menegaz/docs&papers/jpeg2k_rabbani-2002.pdf (2002)

Über den Verfasser: Dipl.-Geogr. Fritz Spitzer ist Technischer Leiter im Hause GEOSYSTEMS GmbH, Germering; E-Mail: f.spitzer@geosystems.de

Anzeige