

Entwicklung eines internetbasierten Recherchertools für Fernerkundungsdaten

Görres Grenzdörffer, Peter Korduan und Heide-Rose Vatterrott ¹

1. Einleitung und Motivation

Ziel des Projekts vom BMB+F geförderten Verbundprojekts preagro ist es, das Konzept des Precision Farming, welches eine an die natürliche Heterogenität angepaßte Landbewirtschaftung mit modernster Technologie beinhaltet, interdisziplinär zu untersuchen und eine Operationalisierung vorzubereiten. Mit Precision Farming sollen Erträge gesteigert, Betriebsmittel eingespart und damit gleichzeitig die Umwelt geschont werden. Grundvoraussetzung des Precision Farming ist eine detaillierte Kenntnis der lokalen Bodenverhältnisse und des aktuellen Pflanzenbestandes. Hier kann die Fernerkundung wertvolle Beiträge leisten. Durch Blick aus der Vogelperspektive bekommt der Landwirt mit der Fernerkundung aktuelle und detaillierte flächendeckende Informationen über seine Schläge und ist in der Lage mit seinem Wissen entsprechend darauf zu reagieren. Darüber hinaus liefern regelmäßige Fernerkundungsaufnahmen über längere Zeiträume wichtige Informationen über persistente Strukturen (Grenzdörffer, 1998).

Im Rahmen von preagro werden vom Institut für Geodäsie und Geoinformatik (IGGI) mit einem digitalen low-cost Fernerkundungssystem pro Jahr ca. 1000 Einzelaufnahmen von landwirtschaftlichen Betrieben in ganz Deutschland erfolgen. Im Rahmen von zwei weiteren Teilprojekten erfolgt die Aufnahme zusätzlicher Bilder mit Hilfe verschiedener Sensoren. Darüber hinaus werden kommerzielle Satellitenbilder einbezogen. Die Archivierung und Verwaltung der Bilder erfolgt im Metadatenzentrum des Projektes am IGGI, vgl. Kapitel 2.

Um die Daten den am Projekt beteiligten Wissenschaftlern bzw. Landwirten bedarfsgerecht bereitzustellen, wird ein Intranet / Internet basiertes Recherchesystem benötigt. Neben einer Recherche nach unterschiedlichen Kriterien hat dieses System die einfache und schnelle Distribution sowohl aktueller als auch bereits archivierter

¹ Institut für Geodäsie und Geoinformatik, Universität Rostock, J.-v.-Liebig Weg 6, 18051 Rostock, email: {goerres.grenzdorffer, peter.korduan, heide-rose.vatterrott}@agrarfak.uni-rostock.de

Bilder zu gewährleisten. Wegen des in der Regel großen Datenumfangs digitaler Fernerkundungsaufnahmen, pro Bild ist mit mindestens 10 MB zu rechnen, ist ein Vertrieb der Daten sowohl über das Internet als auch mittels externer Datenträger, in erster Linie CD-ROM, zu ermöglichen.

Datensammlungen auf externen Datenträgern sollten nicht nur die Bilder sondern auch die zu ihrer Interpretation notwendigen Metadaten umfassen, die dem Nutzer in einer Form darzustellen sind, die der Präsentation während der Recherche weitgehend entspricht. Um die Bilder sachkundig bewerten zu können, benötigen die Nutzer eine Vielzahl von Metainformationen, die textuell und/oder graphisch zu präsentieren sind. Da mit Hilfe derartiger Metadaten in der Regel nur eine unzureichende Vorstellung von den Bildinhalten vermittelt werden kann, ist in vielen Fällen eine zusätzliche graphische Vorabkontrolle durch Quicklooks notwendig. Die hier skizzierten Anforderungen sind nicht neu. Auf ihrer Basis wurden unterschiedliche Recherchesysteme insbesondere für Satellitenbilder realisiert. Eine nähere Analyse derartiger Systeme, vgl. Kapitel 3, ergab jedoch, daß die derzeit verfügbaren Lösungen den speziellen Anforderungen des Projektes preagro nur ungenügend gerecht werden. Aus diesem Grunde wurde ein eigenes Recherchesystem entwickelt, welche im vorliegenden Beitrag im Kapitel 4 näher beschrieben wird. Aspekte der Realisierung dieses Systems werden im Kapitel 5 beleuchtet.

2. Erfassung und Verwaltung von Fernerkundungsaufnahmen im Rahmen des Projektes preagro

Am Projekt sind ca. 20 landwirtschaftliche Betriebe mit Flächen von 50 – 7.000 ha beteiligt. Die Feldgrenzen der Betriebe sind mit differenziellen Globalem Positionierungssystem (DGPS) eingemessen und bilden zusammen mit digitalen Rasterkarten die topographische Grundlage für alle ortsspezifischen pflanzenbaulichen Maßnahmen sowie für eine raumbezogene graphische Recherche.

Im Vorfeld einer digitalen low-cost Befliegung wird am IGGI ein Bildflugplan mit der genauen Flugbahn erstellt. Dieser wird auf ein Laptop überspielt, mit einem DGPS gekoppelt und dient dem Piloten als Navigationsinstrument. Während eines Bildfluges werden die Bildmittelpunkte mit der DGPS-Position koregistriert. D.h. über einen GPS-Impuls, der in einem exakten Sekundentakt ausgesandt wird, wird die Aufnahme ausgelöst und die Position auf dem mitgeführten Laptop aufgezeichnet. Die Aufnahmen werden mit einer Längs- und Querüberlappung von 15-60 % geflogen. Für die Aufnahmen eines Streifens wird die Bildfolgezeit Δt entsprechend dem v/h Verhältnis von Fluggeschwindigkeit (v) und Höhe über Grund (h) kontinuierlich anhand der GPS-Daten berechnet und entsprechend der vorab definierten Längsüberlappung ausgelöst. Nach dem Bildflug werden die aufgezeichneten Koordinaten der Bildmittelpunkte in eine Arc/View Datei überführt und um weitere Metadaten zur Befliegung ergänzt. Die Erfassung der Metadaten wird zum größten Teil

über ein Avenue-Skript realisiert, bei dem menügeführt allgemeine Angaben zum Bildflug eingegeben und ableitbare Informationen wie z.B. die Koordinaten der Bildeckpunkte automatisch generiert werden. Die Informationen über Bildnamen, Dateigröße und Uhrzeit werden während des Fluges aufgezeichnet und nach der Befliegung aus dem Laptop ausgelesen und mit den anderen Metadaten verknüpft. Von den unkomprimierten Farbbildern, die ca. 11.6 MB groß sind, werden Quicklooks generiert. Anschließend werden die so erhobenen Metadaten in die zentrale Metadatenbank des Verbundprojekts integriert².

Als weitere Fernerkundungsdaten werden neben den Bilddaten der Landesvermessungsämter Aufnahmen von anderen Projektpartnern z.B. der Firma AgroSat GmbH sowie Multi- und Hyperspektraldaten von der LUM München für einzelne Betriebe integriert. Natürlich werden im Rahmen des Projekts auch Szenen bewährter Fernerkundungsmissionen wie Landsat TM und Spot ausgewertet. Ein weiterer Augenmerk gilt den zukünftigen hochauflösenden Satellitenmissionen. Die Metadaten aller Fernerkundungsdaten werden in einem vorgegebenen Schema ebenfalls an den Metadatenserver weitergereicht. Einen Überblick über die Datenflüsse im Rahmen des Projektes bietet die Abbildung 1.

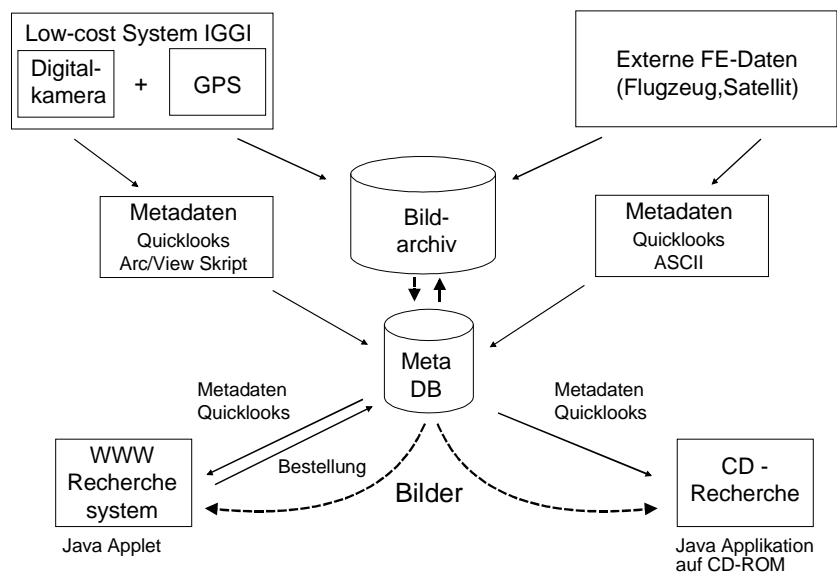


Abbildung 1

Datenflüsse bei der Erfassung und Verwaltung von Fernerkundungsdaten im Rahmen des Projektes preagro.

² <http://www.preagro.de>

Charakteristisch für das Precision Farming ist die große Anzahl an vorwiegend raumbezogenen Meßdaten. Dazu gehören neben den Fernerkundungsdaten z.B. auch Bodendaten, ökologische Daten, Pflanzen-, Technik- und Betriebsdaten.

Die Metadatenbank soll die strukturierte Erfassung und Bereitstellung des Datenbestandes weitgehend unterstützen. Sie wurde auf der Basis eines relationalen Datenmodells entwickelt und ist wie folgt aufgebaut. Die drei wichtigsten Gruppen von Entitäten sind administrative Entitäten (z.B. Personen, Institutionen, Projekte), Entitäten zu Sachdaten (z.B. Dateien, Literatur, Begriffe, Produkte) und Entitäten für den Raumbezug (z.B. Punkt, Fläche, Koordinatensystem). Die Attribute, die zu den jeweiligen Entitäten gespeichert werden, werden auf Basis der Anforderungen der am Projekt beteiligten Fachdisziplinen festgelegt. Zusätzlich werden aus den Sachdatensätzen generalisierte Informationen gewonnen, die dann für den gesamten Datensatz charakteristisch sind, z.B. Boundingboxen für die räumliche Zuordnung oder Mittelwerte von Bestandesdaten.

Dateien, speziell Bilder, werden in Verzeichnissen auf Festplatte bzw. auf externen Datenträgern gespeichert. Die Referenzierung dieser Dateien erfolgt in der Datenbank durch Angabe der Dateinamen und relativen Pfade. Auf die Speicherung der Dateien in der Datenbank wurde verzichtet, weil die Datenmenge die Speicherkapazität des Servers übersteigen würde. So wird z.B. ein jährlicher Zuwachs an Fernerkundungsdaten um mehr als 50 Gigabyte erwartet.

Zusätzlich zu den Referenzierungsinformationen werden in der Datenbank Metainformationen verwaltet, die sich auf Dateien und deren Inhalt beziehen. Dabei sind Metainformationen, die für alle Dateien allgemein angegeben werden können, z.B. Dateigröße, von denen zu unterscheiden, die jeweils nur für bestimmte Arten von Dateien angegeben werden, z.B. die Mittelpunktskoordinate in einem georeferenzierten Luftbild.

Fernerkundungsdaten liegen in Bild-Dateien vor, zu deren Interpretation spezielle Metainformationen notwendig sind. Die Metadaten zur Fernerkundung werden in einer separaten Tabelle gespeichert, die neben Verweisen auf allgemeine Dateinformationen unter anderem Angaben zur Orientierung, zum Sensor, zum Aufnahmezeitpunkt, zu den Aufnahmebedingungen, zur geographischen Einordnung sowie Verweise auf Vorschaubilder enthält. Die einzelnen relevanten Komponenten für die Recherche zu Fernerkundungsdaten werden über eine vordefinierte Abfrage bereitgestellt.

Die Metadatenbank wurde mit Access unter NT auf einem Arbeitsplatzrechner entwickelt und wird nach MySQL unter Linux auf dem Server über die ODBC-Schnittstelle portiert. Der Zugriff auf die Datenbank erfolgt über ODBC, JDBC und PHP-Apache.

3. Fernerkundungsdatenserver im Internet

Die skizzierten Fragestellungen sind nicht neu und sind auch schon von anderer Stelle in ähnlicher Form insbesondere für Satellitenbilder bearbeitet worden z.B. Kalliani und Niederl (1998). Alle staatlichen und kommerziellen Satellitenbildverreiber präsentieren sich mittlerweile in der einen oder anderen Form im Internet und erlauben potentiellen Nutzern, teilweise gebührenpflichtig, sich im Archiv umzuschauen und die geeignetste(n) Satellitenbildszenen als Quicklook anzuschauen, z.B. ISIS³ der DLR, EiNet von Eurimage⁴. Die Bestellung und der Vertrieb wird jedoch oftmals über herkömmliche Vertriebswege realisiert, denn zwischen den Satellitenbetreibern und den Endkunden sind in der Regel nationale Distributoren geschaltet, die den Endnutzer in allen Fragen beraten und bedienen.

International geht der Trend dahin, neue übergeordnete Suchmaschinen mit einem einheitlichen User Interface zu entwickeln, die einen Zugang zu den Archiven vieler nationaler und kommerzieller Satellitenempfangsstationen ermöglichen, z.B. ImageNet der Firma Core Software⁵ oder die Suchmaschine INFEO der EU mit tagesaktuellen Informationen inkl. Quicklooks⁶.

Allen Servern ist ein zweistufiges Auswahlverfahren gemein: Um die Netzbelastung gering zu halten, soll der Nutzer erst eine gezielte Vorauswahl treffen und dann in einem zweiten Schritt die ressourcenintensiveren Quicklooks auf seinen Rechner übertragen. Bei der Vorauswahl muß der Nutzer wenigstens den Ort, Zeitraum und Sensor(en) festlegen. Anschließend bekommt er eine Liste mit den ausgewählten Szenen. Die Liste enthält einige wichtige Metadaten zu die einzelnen Szenen. Der Nutzer wählt durch Anklicken eines Listeneintrags ein oder mehrere Szenen aus und kann sich von diesen anschließend ein Quicklook sowie weitere Metadaten übers Netz anfordern.

Bereits zu Beginn des Projektes preagro wurde deutlich, daß zur effektiven Nutzung von flugzeugbasierten Fernerkundungsaufnahmen eine Reihe anwendungsspezifischer Metainformationen erfaßt und verwaltet werden müssen. Darüber hinaus wird erwartet, daß Fernerkundungsaufnahmen nach ähnlichen Verfahrensweisen vertrieben werden sollen wie andere Daten, die innerhalb des Verbundprojektes ausgetauscht werden. D.h. insbesondere, daß eine betriebs- und schlagspezifische Recherchemöglichkeiten angeboten werden soll. Nicht zuletzt bestand auf Grund langjähriger Erfahrungen bei der Nutzung von Bildarchiven der Wunsch, in extrahierten Datenarchiven ähnlich komfortabel recherchieren zu können wie auf den oben erwähnten Bilddatenservern. Aus diesen Gründen wurde ein Recherchesystem entwickelt, dessen Funktionalität nachfolgend charakterisiert werden soll.

³ <http://www.dfd.dlr.isis.de>

⁴ <http://www.einet.com>

⁵ <http://www.coresw/imagenet>

⁶ <http://www.infeo.ceo.org>

4. Funktionalität des Recherchesystems für Fernerkundungs- aufnahmen für das Projekt preagro

Die Recherche nach Fernerkundungsdaten wird im Rahmen des Projektes preagro sowohl online als auch offline unterstützt. Sie erfolgt auf Basis einer breiten Palette von Metainformationen in mehreren Schritten.

In einem ersten Schritt, vgl. Abbildung 2, wählt der Nutzer unter Verwendung von drei Recherchekriterien nämlich, Ort, Sensor und Zeit, eine Menge potentiell interessanter Bilder aus, wobei für die Angabe der Recherchekriterien unterschiedliche Möglichkeiten zur Auswahl stehen. Um den geographischen Kontext zu spezifizieren, ist zunächst eine Region auszuwählen, in der anschließend ein weiter einschränkender Rechteckbereich angegeben werden kann. Diese Spezifikationen können sowohl graphisch in entsprechenden Karten als auch textuell erfolgen. Sensoren sind entweder allgemein durch Auswahl von Sensorgruppen oder speziell durch Auswahl eines Sensors festlegbar. Für die Beschreibung von Zeiträumen, in dem die Bilder erfaßt wurden, stehen zwei Methoden zur Verfügung. Einerseits sind zusammenhängende Zeiträume festlegbar. Andererseits bietet die Auswahl von Intervallen eine Unterstützung für die gezielte Suche nach Bildern für Trendanalysen.

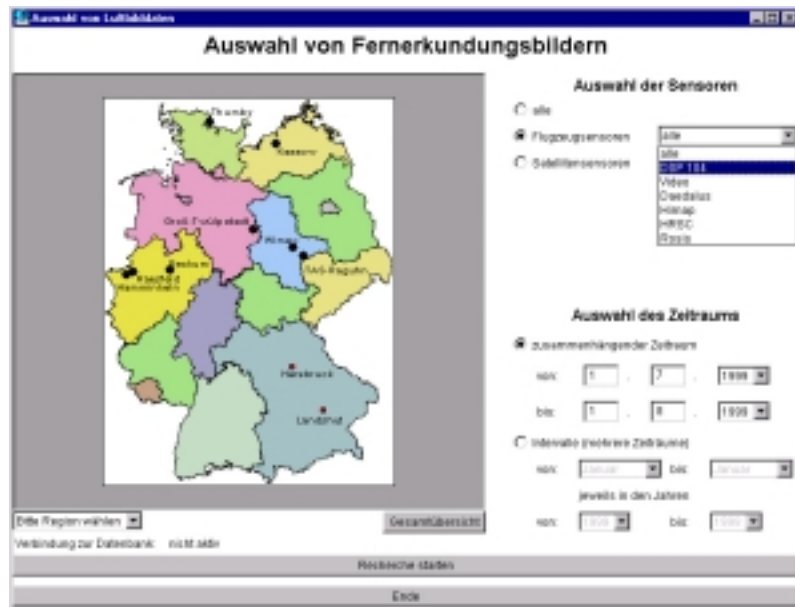


Abbildung 2

Benutzeroberfläche für die grobe Auswahl von Fernerkundungsdaten

Auf Basis der so spezifizierten Recherchekriterien wird die Menge der relevanten Bilder bestimmt, die vom Nutzer weiter interaktiv eingeschränkt werden kann. Die Präsentation relevanter Metainformation zu den ausgewählten Bildern erfolgt zunächst in einer Tabelle. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, den geographischen Bezug der Bilder in einer interaktiven Karte zu veranschaulichen, wobei zur besseren Orientierung zusätzliche Informationen wie Flugroute und Bildränder eingeblendet werden können. Die Auswahl relevanter Bilder kann sowohl durch Auswahl in der Karte als auch durch Auswahl von Tabellenzeilen erfolgen, vgl. Abbildung 3.

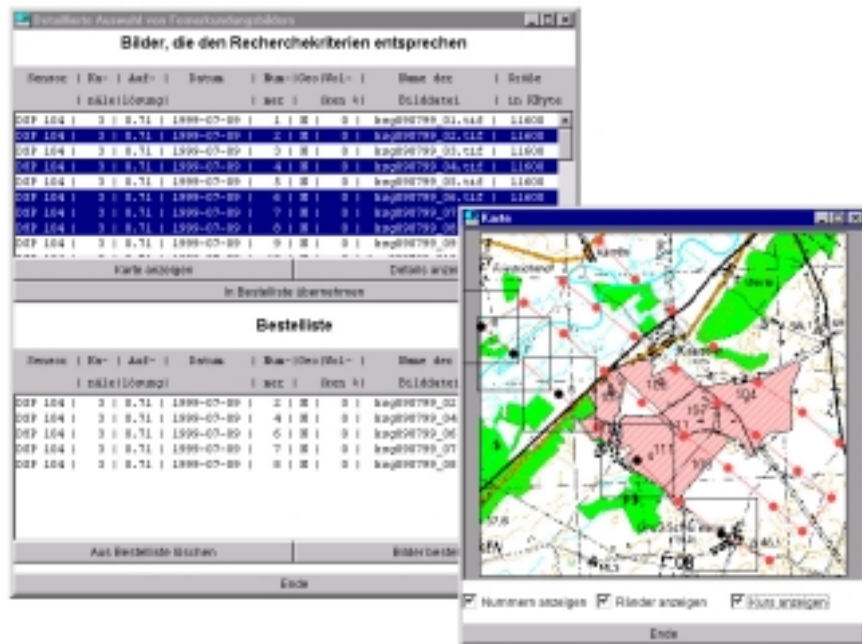


Abbildung 3

Benutzeroberfläche für die detaillierte Auswahl von Fernerkundungsdaten

Da in der Tabelle nur eine kleine Auswahl der vorhandenen Metainformationen zu den Bildern angegeben ist, besteht die Möglichkeit, zusätzliche Metainformationen einschließlich Quicklooks, vgl. Abbildung 4, anzufordern. Hat der Nutzer aus der Menge der potentiell interessanten Bilder die für ihn relevanten ausgewählt, so kann er die Bereitstellung dieser Bilder initiieren. Bei der Nutzung der Internet-Schnittstelle des Systems wird eine Bestellung von Bildern ausgelöst, wobei die Wahl zwischen einer Sofortübertragung per WWW und einer Lieferung auf CD-ROM besteht. Im Falle einer Recherche auf der CD-ROM werden die ausgewählten

Bilder zur Weiterverarbeitung in vom Nutzer ausgewählten Verzeichnissen zur Verfügung gestellt.



Abbildung 4
Präsentation von Detailinformationen zu Fernerkundungsdaten

5. Realisierung

Als Softwareplattform für die Realisierung der hier charakterisierten Benutzungsoberflächen des Recherchesystems wurde Java⁷ ausgewählt, da es die Bereitstellung plattformunabhängiger internetfähiger Software unterstützt und keine zusätzlichen Softwarelizenzen benötigt werden.

Um den Nutzern sowohl im Internet als auch auf CD-ROM weitgehend konsistente Benutzungsoberflächen präsentieren zu können, wurden die Klassen zur Präsentation von Metainformationen und Recherche in Metainformationen in beiden Teilsystemen verwendet. Lediglich für die Bereitstellung der Metainformationen wurden jeweils spezielle Klassen implementiert. Der Zugriff auf die Metadatenbank der Projektes preagro erfolgt mittels JDBC (Hamilton et al., 1997). Um den Internet-Nutzern die Installation zusätzlicher Java-Plugins zu ersparen, erfolgte die Realisierung unter Verwendung von Java 1.1 Standardklassenbibliotheken. Die Beschränkung auf Java 1.1 erwies sich in einigen Punkten als hinderlich. So sind der effektiven Realisierung optisch ansprechender Präsentationen von interaktiv manipulierba-

⁷ <http://www.sun.com>

ren großen Tabellen Grenzen gesetzt. Darüber hinaus beschränkt das Sicherheitskonzept von Java 1.1 die Realisierung von CD-ROM-Lösungen als Applets erheblich (Pursche et al., 1999) , weshalb die Entscheidung zugunsten einer Applet-Lösung für das Internet und einer Applikationslösung für den CD-ROM Bereich fiel.

6. Resümee und Ausblick

Mit dem vorgestellten internetbasierten Recherchetool ist es möglich, in dem rasch anwachsenden Fernerkundungsdatenarchiv des Verbundprojekts preagro effizient und unkompliziert relevante Daten zu finden. Das in Java programmierte Werkzeug hat, im Gegensatz zur bisherigen Vorgehensweise, den großen Vorteil der Plattformunabhängigkeit. Für die praktische Arbeit mit Massendaten ist das Metadatenmanagement auf Datenträgern sehr wichtig. Die Möglichkeit, einzelne Recherchen abzuspeichern und mit der entsprechend angepaßten Recherchesoftware auf CD zu brennen, erlaubt eine komfortable Archivierung mit einem raschen Zugriff auf alle Metadaten. Die hier beschriebene Recherchesoftware wird derzeit erprobt und in Zukunft eventuell auf Java 1.2 umgestellt.

Danksagung

Die Autoren bedanken sich bei der DFG für die Förderung der Forschung im Rahmen des Projekts "Untersuchungen zur Entwicklung und zum Leistungspotential von Multimedia-Geo-Informationssystemen" Bi 467/4-2 und beim BMB+F für die Förderung im Rahmen des Verbundprojekts "preagro", Förderkennzeichen 0339740.

Literatur

- Grenzdörffer, G. (1998): Fernerkundung zur teilschlagspezifischen Bewirtschaftung. ZPF 5-6/98. S. 135 – 145.
- Hamilton, G.; Cattell, R.; Fisher, M. (1997): JDBC Database Access with Java, A Tutorial and Annotated Reference.- Addison-Wesley, Reading:
- Kalliani, R. und Niederl, F. (1998): DATENPOOL – ein internetbasiertes System für die Bereitstellung von Fernerkundungsdaten.- Österreichische Zeitschrift für Vermessung & Geoinformation (VGI) **86**, Heft 3/1998: S. 132 – 136.
- Pursche, K.; Tochtermann, K.; Fuchs, C. (1999): Zertifizierung und Signierung von Java Applets für deren Nutzung in internetbasierten Umweltinformationssystemen.- In: Dade, C.; Schulz, B. (Hrsg.): Management von Umweltinformationen in vernetzten Umgebungen.. S. 46-57. Metropolis Verlag, Marburg