

Claus Mückschel, Jens Nieschulze, Gabriel A. Schachtel, Shiming Li, Branislav Sloboda
und Wolfgang Köhler

Web-basierte Informationssysteme in interdisziplinären Umwelt-Forschungsprojekten – am Beispiel der beiden DFG-Sonderforschungsbereiche 299 (Giessen) und 552 (Göttingen/Kassel)

Umwelt-Forschungsprojekte erfordern ein koordiniertes Daten- und Informationsmanagement. Informationssysteme (IS) auf der Basis moderner Internet- und Datenbanktechnologie spielen dabei eine zentrale Rolle. Wichtige Komponenten solcher IS sind Metainformationen sowie die Verwaltung von räumlichen Daten über das WWW, die in diesem Artikel am Beispiel von zwei Sonderforschungsbereichen vorgestellt werden.

1 Einführung und Zielsetzung

Ökosysteme zeichnen sich durch dynamische Prozesse, Langfristigkeit der Abläufe und hohe Komplexität aus. Erfolgreiche Forschungsansätze auf der ökosystemaren Ebene müssen diesen Charakteristika entsprechen (ULRICH 1991, SCHULZE et al. 1999). Beispielhafte Forschungsprojekte sind die DFG-Sonderforschungsbereiche (SFB) 299 und 552, die durch Interdisziplinarität und lange Projektlaufzeiten gekennzeichnet sind. Die in den SFB's beteiligten Teildisziplinen produzieren dabei umfangreiche Datenbestände, die sowohl in ihrer Struktur als auch in der Art der elektronischen Speicherung sehr heterogen sind. Ein gemeinsames Daten- und Informationsmanagement in heterogenen Arbeitsgruppen ist daher als Grundlage einer Integration und Vernetzung zu sehen (KÖHLER 2003). Eine zentrale Daten- und Informationsverwaltung sollte effektive Mechanismen der Datenhaltung, der Recherche, des Datentransfers, der Datensicherung sowie der Archivierung bereitstellen. Entsprechende Werkzeuge liefern die Methoden der Informationstechnologie (HOSENFELD 1998, MOßGRABER & SCHMID 1998). In Verbindung mit moderner Internet- und Datenbanktechnologie können dabei leistungsfähige Informationssysteme (IS) entwickelt werden (HOPPE & SCHULZE 1997, FREITAG et al. 1998, HOSENFELD 1999), deren primäres Ziel das reibungslose Zusammenführen und Verfügbarmachen heterogener Datenbestände ist.

Einen weiteren, in der Praxis oft vernachlässigten Aspekt stellt bei derartigen Systemen die Außenwirksamkeit, also der Präsentationscharakter von IS und deren Nutzeroberflächen in Netzen dar. Denn insbesondere ergonomische Kriterien und Eigenschaften wie Wiedererkennbarkeit (Corporate Identity), Funktionalität und Effektivität können die Nutzerfreundlichkeit von IS deutlich steigern.

Am Beispiel der beiden Sonderforschungsbereiche 299, Teilprojekt E 1 (Universität Giessen), und 552, Teilprojekt D 5 (Universität Göttingen), soll aufgezeigt werden, welche Anforderungen an das Datenmanagement aus Sonderforschungsbereichen aus den kooperierenden Teilprojekten/Projektgruppen gestellt werden, die Landnutzungssysteme mit räumlichen Fragestellungen zum Untersuchungsgegenstand haben. Für ausgewählte Problemfelder im Datenmanagement werden Lösungsansätze sowie deren praktische Umsetzung dargestellt und diskutiert. Sonderforschungsbereiche sind mit 12 Jahren auf eine vergleichsweise lange Laufzeit ausgelegt. Die Gesamtlaufzeit wird in Projektphasen von je 3 Jahren Länge aufgeteilt, nach denen jeweils eine Evaluierung und Neuorientierung/ neue Schwerpunktbildung erfolgt. Aufgrund der sich rasant entwickelnden Informationstechnologie müssen die dahinter steckenden IT-Systeme permanent angepasst werden, was zu einer hohen Dynamik innerhalb des Datenmanagements führt.

Kernziel des im Jahr 1997 an der Justus-Liebig-Universität Gießen eingerichteten SFB 299 „Landnutzungskonzepte für periphere Regionen“ ist die Entwicklung einer integrierten Methodik zur Erarbeitung und Bewertung von sozioökonomisch und ökologisch nachhaltigen, natur- und wirtschaftsräumlich differenzierten Optionen der regionalen Landnutzungen (vgl. FREDE & BACH 1998). In den Projektbereichen „Modellierung und Bewertung von Landnutzungsoptionen“, „Abiotische und biotische Landschaftskomponenten“, „Potentiale und Gestaltung von landwirtschaftlichen Nutzungssystemen“, „Sozioökonomische Faktoren der Landnutzungsverteilung“ und „Datenmanagement/ Koordinierung“ bearbeiten insgesamt 17 Teilprojekte der Fachrichtungen Agrarwissenschaften, Biologie und Umweltmanagement sozioökonomische, physi-

sche und biotische Zustandsvariablen und Prozessgrößen, die die Nachhaltigkeit der Landnutzung potenziell beeinflussen. In der topischen bis chorischen Dimension erzielte Untersuchungsergebnisse werden über Transferregeln auf die Landschaftsebene übertragen und in interdisziplinärer Arbeit zur prognostischen Modellierung der sozioökonomischen und ökologischen Effekte verschiedener Optionen der regionalen Landnutzung herangezogen.

Aufgrund des erwarteten starken Datentransfers zwischen den anfangs 20 Teilprojekten, wurde von Projektbeginn an ein zentrales Datenmanagement betrieben.

Der SFB 552 „Stabilität von Randzonen tropischer Regenwälder in Indonesien“ wurde im Jahr 2000 eingerichtet. Er befindet sich zur Zeit in der zweiten Projektphase. Das Hauptziel dieses Sonderforschungsbereiches ist es, Prozesse der Destabilisierung am Waldrand zu erfassen und diejenigen Faktoren, Prozesse und Grundsätze zu erkennen, die die Stabilität der Waldrandssysteme ermöglichen. Das Untersuchungsgebiet befindet sich in der Provinz Zentral-Sulawesi und umfasst die Randzone des ca. 229.000 ha großen Lore Lindu Nationalparks. Mehr als die Hälfte der Provinz ist noch mit Wald bedeckt, wobei ca. ein Drittel der Waldfläche durch den Nationalpark geschützt ist. Landwirtschaftliche Nutzung findet auf ca. 35 % der Fläche statt. Der Forschungsansatz untersucht die im Gebiet der Regenwaldzone wirkenden sozioökonomischen, biologischen und ökosystemaren Faktoren sowie deren vielfältige Wechselwirkungen. Mit den gewonnenen neuen Erkenntnissen können die Zusammenhänge zwischen den Strukturen und Prozessen sowie den Stabilitätsbedingungen im Regenwaldrandgebiet konkret beurteilt und für potentielle Veränderungen genutzt werden.

Der SFB umfasst aktuell 14 Teilprojekte und ist entsprechend den jeweiligen Forschungsdisziplinen in vier Projektbereiche eingeteilt. Die Schwerpunkte der Projektbereiche sind dabei soziale und ökonomische Dynamiken, Wasser- und Nährstoff- Umsatz, Biodiversität und die Landnutzungsmodellierung.

Das zentrale Datenmanagement wurde mit zeitlichem Verzug ab Juli 2002 noch in der ersten Antragsphase implementiert. Zu Beginn der zweiten Projektphase in 2003 wurde das entwickelte IS an den Standorten der indonesischen Partneruniversitäten Bogor, Java und Palu (Sulawesi), gespiegelt. Diese lokalen Replikationen wurden implementiert aufgrund der zur Zeit nicht ausreichenden Netzwerkkapazitäten für die Benutzung des in Göttingen installierten IS.

2 Anforderungen an web-basierte Informationssysteme

Entsprechend der an die beiden Sonderforschungsbereiche herangetragenen Aufgabenstellungen sowie der permanenten Weiterentwicklung der Informationstechnologie ergeben sich spezielle Anforderungen an die verwendeten Informationssysteme:

Eine der wichtigsten Anforderungen ist dabei, dass die Untersuchungsobjekte im System adäquat abgebildet werden können (vgl. EISELE 1998). Dies bedeutet, dass sowohl Raum- als auch Zeitbezüge und Stoffflüsse im IS handhabbar sein müssen. Gerade der Zeitbezug ist bei Umweltbetrachtungen von großer Bedeutung, da sich Veränderungen oft-

mals erst über Trendanalysen von Zeitreihen nachweisen lassen.

Als zweite zentrale Anforderung ist die Anpassung des Informationsangebotes und dessen Benutzerschnittstellen an die Bedürfnisse der Benutzer zu nennen. Ein IS und dessen Handhabung sowie Nutzerführung müssen selbsterklärend sein, auch sollten möglichst keine neuen Werkzeuge zu erlernen sein. Die Nutzung des IS soll also weitgehend mit schon vertrauter Software erfolgen können. Unter einer einheitlichen Arbeitsoberfläche und über die Grenzen von Datenservern hinweg muss es systemunabhängig möglich sein, relevante Daten zu lokalisieren und auf sie zugreifen zu können (vgl. DOLUSCHITZ & SPILKE 2002).

Als dritte gemeinsame Anforderung muß das System lern-, ausbau- und entwicklungsfähig sein. Das IS muss Datensichten als Datenteilmengen sowie Datenverknüpfungen zwischen Datenbankinhalten bereitstellen können. Ebenso sollen Zugriffe auf diese Datensichten durch Anwendungen zur Simulation und Modellbildung unterstützt werden (EISELE 1998).

3 Die Komponenten der beiden SFB-Informationssysteme

Schwierigkeiten und Herausforderungen liegen weniger im Bereich des Aufbaues eines IS als im dauerhaften Betrieb einer informationstechnischen Infrastruktur (CZEGKA et al. 2003). Aus diesem Grund sind Informationssysteme meist als offene Systeme konzipiert und setzen sich aus verschiedenen System-Komponenten und Diensten zusammen (vgl. GREVE 1999, DOLUSCHITZ & SPILKE 2002). Der Einsatz von „Open Source“ Produkten unter Einhaltung anerkannter Standards, wie z.B. SQL:92, hilft dabei, die Betriebskosten gering zu halten und erhöht die Investitionssicherheit (MÜLLER et al. 2003).

Die Informationssysteme der SFB 299 und 552 basieren auf WWW/ Internet-Technologie und entsprechen einer verteilten Client/ Server-Architektur. Sie stellen eine Sammlung von komfortablen Abfragekomponenten bereit, insbesondere zu thematischen, zeit-, raum- und textbezogenen Aspekten, wobei die Anfrageergebnisse auf unterschiedliche Weise präsentiert werden können. Dazu zählen vor allem die Darstellung in interaktiven Viewern für Tabellen und für einzelne Datensätze, ebenso wie die Visualisierung raumbezogener Daten, beispielsweise thematische Karten. Bei statischen Anwendungen kann der zeitgleiche Zugriff mehrerer Nutzer auf Daten durch einen Webserver ermöglicht werden. Die Verwendung des HTTP-Protokolles in Verbindung mit HTML erlaubt dabei eine benutzerfreundliche grafische Schnittstelle ein Benutzer greift mit dem Browser seiner Wahl auf das IS zu. Durch den Einsatz browserbasierter Arbeitsoberflächen (wie formularbasierte Abfragemasken) sowie allgemeiner graphischer Oberflächen wird der Nutzer davon entbunden, seine Abfragen in einer spezifischen Retrieval-Sprache formulieren zu müssen. Die durchgehende Zugriffsmöglichkeit über eine Browser-Oberfläche trägt wesentlich zur Erhöhung der Nutzerakzeptanz bei.

Die verwendeten IS besitzen einen modularisierten Aufbau. Daher können neue Komponenten ohne größere Probleme in das bestehende System integriert werden, sodass auf neue oder sich ändernde Anforderungen aus dem SFB oder auf informationstechnologischen Neuerungen flexibel heraus-

reagiert werden kann. Dabei werden, soweit möglich, Open-Source-Lösungen eingesetzt, da diese meist plattformunabhängig sind und über den frei zugänglichen Quellcode eine projektspezifische Anpassung und Weiterentwicklung erlauben.

Letzteres führt allerdings auch dazu, dass die vorliegenden Systemstrukturen als Referenzmodell für vergleichbare Aufgaben in anderen Projekten im Detail nur bedingt nutzbar sind.

Mit der Anbindung der IS an das WWW wird eine einheitliche Schnittstelle geschaffen, die leistungsfähige, wissens- und problemorientierte Zugriffs- und Auswertungsmethoden zur Verfügung stellt (vgl. SCHOLLES 2000). Die zentralen Einstiegsseiten www.sfb299.de bzw. www.storma.de, von denen aus die IS und ihre Komponenten angesteuert werden können, nehmen eine Schlüsselrolle im Datenmanagement ein. Die beiden Internet-Portale dienen einerseits als allgemeine Informationsplattform und andererseits der Bereitstellung und Auswertung forschungsrelevanter ökologischer Daten und Informationen. Die Datenbankstrukturen bzw. die Datenbankanwendungen sind überwiegend über LAMP-Systeme (Linux, Apache, MySQL, PHP/Perl) realisiert. Wesentliche Vorteile dieses Open-Source-Modells sind Qualität, Skalierbarkeit der entwickelten Systeme, hohe Geschwindigkeit und Stabilität (BILL 2003).

LAMP-Systeme sind übersichtlich und lassen sich relativ einfach implementieren und verwalten. Diese Eigenschaften ermöglichen kurze Entwicklungszeiten und somit eine schnelle Bereitstellung von Diensten innerhalb der SFB. Dies war ein entscheidendes Kriterium für die Auswahl, da in beiden SFBen kein Vorlauf für die Implementierung einer informationstechnischen Infrastruktur eingeräumt wurde, sondern im Fall des SFB 552 diese erst zwei Jahre nach SFB Beginn im Rahmen eines zusätzlichen Projektes eingerichtet werden konnte.

Das Datenbank-Management-System (DBMS) MySQL ist relational und fungiert bei dynamischen Anwendungen als generisches Dienstprogramm des IS. Es ist leicht in den Produktionsbetrieb eines Webservers zu integrieren. Der Synchronisation-Mechanismus des DBMS verwaltet dabei zeitgleich Änderungs-, Editier-, Schreibe- oder Leseanfragen und sichert so die Datenkonsistenz und Versionskontrolle. In einem Datenbankschema werden die Namen und Struktur von Datenbankkomponenten und deren Beziehungen sowie die Funktionalität des DBMS festgelegt. Die Schema-Modellierung einer DBMS-Anwendung muss dabei dem antizipierten Produktions-, Forschungs- und Wissenschaftsbetrieb angepasst und sollte selber als dynamischer, iterativer Prozess verstanden werden (SCHULZE et al. 1999, MAIER & WÜST 2000).

In den SFBs orientierte sich eine erste Schemaentwicklung an den durch die DFG gemachten Rahmenvorgaben zum Datenaustausch. Weitere Informationsansprüche der einzelnen Teilprojekten sowie des Gesamtprojektes wurden deren bei der DFG eingereichten Anträge entnommen. Der Schwerpunkt lag hier jeweils in der benutzerfreundlichen Metadatenverwaltung und in der Sachdatenbereitstellung. Die Funktionalität eines relationalen DBMS in Verbindung mit einer leistungsfähigen Skriptsprache ist hierfür ausreichend. Nach Entwicklung und Vorstellung eines ersten Prototypen

erfolgte eine Befragung innerhalb der SFB zur Feinabstimmung des Schemas.

Zusätzliche Ansprüche an das IS entwickeln sich in den SFBen während der Projektlaufzeit. Die Verwalter der IS übernehmen hier eine aktive Rolle durch die technische Beratung und Prototypenentwicklung, anhand derer praktischen erfahrbaren Darstellung Klienten ihre Ansprüche konkretisieren können. Zusätzlich erfolgt mit jeder neuen Projektphase eine neue Schwerpunktausrichtung, so wurde der Anspruch der zentralen Verwaltung von räumlichen Daten in dem IS in beiden SFBen erst in der aktuellen Projektphase gestellt.

Der modulare Aufbau der IS und die Einhaltung von Programmierstandards erlaubt es flexibel auf sich ändernde Ansprüche zu reagieren. So lässt sich durch die Verwendung des generischen DBI Modules von Perl das zu Grunde liegende DBMS relativ einfach austauschen. Ein solcher Wechsel wird durch die Implementierung der Multi-User GIS Umgebung erforderlich. Die in den SFBen verwendete GIS Software unterstützt dabei nur 4 kommerzielle Produkte (Oracle, MS SQL Server, IBM DB2 und IBM Informix). Aufgrund der antizipierten komplexen Auswertung von räumlichen Daten direkt auf DBMS-Ebene wurde hier mit Informix ein leistungsfähiges, objektrelationales DBMS gewählt, welches eine stärkere Objektorientierung aufweist als die drei anderen Produkte (MAIER & WÜST 2000). Objektorientierte DBMS kamen mangels der fehlenden Unterstützung durch die in den SFBen etablierte GIS Software nicht in Betracht, auch wenn ihnen bei DBMS seitiger Verwaltung und Auswertung von räumlichen Daten ein höheres Potential eingeräumt wird.

Das relationale DBMS übernimmt zusätzlich verschiedene elementare Funktionen in den ISen der SFB. Neben der Organisation und Bereitstellung der ökologischen Sachdaten verwaltet das System alle Metainformationen. Auf diese Weise werden die inhaltlich und strukturell äußerst heterogenen Informationsobjekte wie z. B. Geo-, Punkt- und Sachdaten sowie Dokumente, Simulationsmodelle und Literaturzitate auf der Metaebene miteinander gekoppelt. Die im DBMS abgelegten Informationen werden dazu insbesondere über perl- und php- Programmierung in der Form aufbereitet, dass die Informationen über die verschiedenen Objekte unter einem gemeinsamen thematischen, zeitlichen oder räumlichen Bezug per SQL-Abfrage in einer Übersicht für die Ausgabe in einem Browser zusammengestellt werden.

Eine Übersicht über die grundsätzliche Architektur der Informationssysteme der beiden SFB gibt Abbildung 1.

Kernstück des IS ist das DBMS mit der Datenbank. Der Zugriff auf die Daten kann auf drei unterschiedlichen Wegen erfolgen. Die gesamte Metadatenverwaltung läuft über das Intra- oder Internet und erfolgt zur Zeit mit MySQL. Die Anbindung an das DBMS erfolgt über das Common Gateway des Webservers durch PHP bzw. Perl Programme. Der später vorgestellte in C programmierte UMN-Mapserver ist ebenfalls eine CGI Anwendung und wird im Testbetrieb eingesetzt. Die zwei anderen Kartenserver GeoServer und ArcIMS sind in Java geschrieben und laufen als Servlets in einem Servlet-Container. Der Zugriff auf diese beiden Dienste erfolgt also ebenfalls über das Netz mittels des HTTP

Protokolles. Zu Testzwecken erfolgt die Verwaltung räumlicher Daten für den UMN Mapserver in dem objektrelationalen DBMS PostgreSQL.

Ein weiterer Zugang über das Netz aber mittels TCP/IP besteht über Programme, die über ODBC direkt auf Tabellen in der Datenbank zugreifen. Diese Zugriffe können sowohl nur lesend wie bei ArcView oder aber auch schreibend wie bei MS-Access sein. Die jeweiligen Klienten-Programme können so als grafische Schnittstelle zu der Datenbank benutzt werden.

Information sind erneute Analysen aber nahezu unmöglich (SCHULZE et al. 1999).

Voraussetzung für die Integration großer, heterogener Datenbestände und damit auch die Suche, Validierung und Analyse der Daten in einem IS ist daher ein übergreifendes Metainformationssystem, das verschiedene Zugangs- und Darstellungsmethoden für die Umweltinformationen erlaubt (BEHLING et al. 1996, DENZER & GÜTTLER 1997, BRAUN 2000, BRAUN et al. 2002).

Dabei wird versucht, Metadaten als statische Elemente einer Datenbank zu betrachten. Wie die mittlerweile achtjährigen Erfahrungen im SFB 299 zeigen, können Metadaten aber durchaus eine Dynamik entwickeln, welche zu Beginn eines Datenbankprojektes nicht zu erwarten war.

So wurden bereits zu Projektbeginn im Januar 1997 erste Maßgaben zu Transfer und Qualität der Daten an die Arbeitsgruppen des SFB herangetragen. Hierbei wurde die Metadatenproblematik herausgestellt und ein Handout an alle SFB-Teilnehmer verteilt, welches die formalen Voraussetzungen der Metadaten beschreibt (vgl. BRAUN 2000).

Der erste Metadatenrahmen war relativ einfach gehalten und bestand aus je einer Quellenangabe sowie maximal 5 Schlüsselwörtern. Kernforderung dieses Metadatenkonzeptes war, Daten so zu dokumentieren, dass sie jederzeit und ohne Rückfragen von Projektneulingen bzw. anderen Arbeitsgruppen auswertbar sein würden. Zu diesem Zweck war für jede Dateneinheit

(Datenobjekt, Bezugsdaten, Daten) ein Metadatensatz durch das verantwortliche Teilprojekt zu erstellen. Dieser sollte jedem Datenobjekt voranstellen. Mit diesen Metadaten wurden folgende Ziele erreicht:

Transfer: Metadaten sollen die Verstehbarkeit von Daten im laufenden Betrieb gewährleisten. Dies ist unabdingbar für den Datentransfer zwischen den Teilprojekten und das gemeinsame Arbeiten an den gleichen Datensätzen.

Archivierung: Metadaten müssen die Information bereitstellen, die notwendig ist, um zu bestimmten Themen Daten aufzufinden.

Auswertung: In Hinblick auf eine langfristige Verwertbarkeit enthalten die Metadaten Informationen, die es erlauben, auch später sinnvoll mit den Versuchsergebnissen zu arbeiten.

Als Nebenziel sollen die Metadaten bewirken, dass die Nutzer bzw. die Datensender eine Art **Datenhygiene** in der Weise entwickeln, dass sie redundante Daten weglassen und die Daten in eine leicht les- und verstehbare Form bringen.

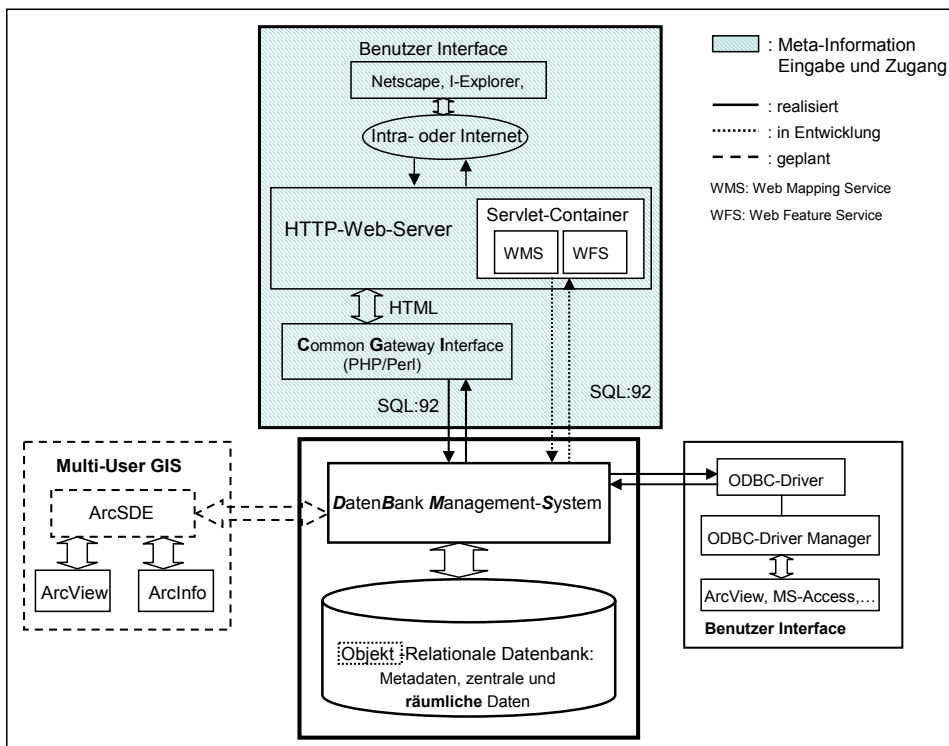


Abbildung 1: Übersicht über die Architektur der Informationssysteme der beiden Sonderforschungsbereiche.

Die dritte Zugriffsmöglichkeit durch das Multi-User GIS entspricht einem 3-tier Ansatz. Klienten greifen mit ArcView oder ArcInfo über den Applicationserver ArcSDE auf das DBMS zu und können so räumliche Daten direkt in ihre lokalen Projekte einbinden. Da ArcSDE keine Open-Source DBMS unterstützt kommt hier Informix als objektrelationales DBMS zum Einsatz.

4 Metadatenbank

Metadaten sind unverzichtbar, wenn Mitarbeiter Daten und Methoden anderer Teilprojekte nutzen wollen, von denen sie meist weder wissen, wo sie abgelegt, noch wie sie aufgebaut und zustande gekommen sind. Metadaten enthalten verschiedene Informationsressourcen, z.B. zu Herkunft und Identität der Daten, zu deren Fach-, Raum- und Zeitbezug sowie zu Auswertungs- und Verknüpfungsfragen. Insbesondere vor dem Hintergrund der langen Laufzeit von Sonderforschungsbereichen müssen z. B. auch nachträgliche Auswertungen bei sich ändernden Fragestellungen möglich sein. Ohne Meta-

Entsprechend wurde das „vier-W-Metadatenkonzept“ aufgestellt, welches folgende Angaben forderte:

WER hat das Datenfile erstellt (Kennung)?

WAS ist der Inhalt des Datenfiles?

WO wurden die Daten erhoben?

WIE erfolgte die Datenerhebung?

Zu Beginn wurden den Arbeitsgruppen Spielräume beim Umsetzen dieses Konzepts für ihre spezifischen Daten gelassen, da verschiedentlich erkennbar wurde, dass die nach der Erkundung erwarteten Datenobjekte nicht die einzigen bleiben würden. Diese Offenheit erlaubte es, Metadaten im Wechselspiel mit den Teilprojekten fortzuentwickeln. Anhand dieser Vorgaben konnten bereits früh Daten standardisiert auf den zentralen SFB-Server abgelegt werden (BRAUN et al. 2002).

Im Laufe der Zeit wurde das Metadatenkonzept mehrfach angepasst, da die Komplexität der Daten anstieg, was in der Anfangsphase in der Form nicht erwartet wurde (vgl. auch STROBEL et al. 2003).

So erfolgte mehrfach eine Konkretisierung und auch Erweiterung der Metadaten. Daraus entstand eine eigenständige Datei zu einem Datenobjekt. Bei der Entwicklung dieser Metadaten-Datei mussten natürlich auch die Weiterentwicklungen des Datenbanksystems beachtet werden. Deshalb wurde die Metadatei so strukturiert, dass sie Erweiterungen aufnehmen konnte, dabei aber einfach und auf allen Plattformen zu verarbeiten blieb.

In der aktuellen dritten Projektphase erfolgen Eingabe und Zugriff auf die Metadaten mit einem gängigen Internet-Browser über Editor- bzw. Abfrage-Formulare und damit systemunabhängig. Danach erfolgt über eine Datenbankanbindung ein direkter Input in die Metadatenbank.

Abbildung 2 zeigt beispielhaft einen Ausschnitt (Bereiche Kennung und Räumlicher Bezug) aus dem Eingabeformular für Metainformationen von Geo-, Punkt- und Sachdaten. Weiterhin werden Angaben zur

Formular für die Eingabe der Metainformationen von Geo-, Punkt- und Sachdaten Metadatenbank SFB 299 - Teilprojekt E1 (Biometrie und Populationsgenetik)

[Zurück zum SFB-Infosystem](#)
[Eingabe Dokumente](#) | [Eingabe Geo- und Punktdaten](#) | [Suche](#)

Die mit einem Sternchen markierten Bereiche sind Pflichtfelder.

KENNUNG

* Nachname: * Vorname:
Erster Verfasser (Bitte nur eine Person eingeben!)

* E-Mail:

Weitere Autoren:

* Teilprojekt: Bitte auswählen Anders: Antragsperiode: 1 2 3 keine

Erstelldatum: 00 00 0000 Transferdatum: 00 00 0000

* Verzeichnis:
Bitte geben Sie den vollständigen Pfad ein.

* Datei: .doc Anders: Metadatei:
aardat.txt

Anmerkung:

Zitatquelle:
Vollständige Quellenangabe mit der Angabe aller Autoren.

Verwendungs/ Zitierbedingungen:
Hier können Sie Verwendungseinschränkungen für den Datensatz oder besondere Zitierbedingungen eintragen. Beispielsweise könnte ein Download erst nach Rücksprache mit dem jeweiligen Autor erlaubt sein, um sicherzustellen, dass die korrekte (aktuelle) Zitierweise eingehalten wird.

RÄUMLICHER BEZUG

Naturraum: Bitte auswählen
 Weilburger Lahntal
 Lahn-Dill-Bergland
 Dilltal Anders:

Bundesland: Bitte auswählen
 Hessen
 Niedersachsen
 Nordrhein-Westfalen
Mehrfachauswahl durch Drücken der STRG-Taste möglich.

Kreis: Bitte auswählen
 Lahn-Dill
 Alle Anders:

Gemeinde:

Gemarkung:

Flurname:

Flurstück:

Eckkoordinaten: RW HW LG BG
RW - Rechtswert, HW - Hochwert, LG - Längengrad, BG - Breitengrad

Lage in Kartenblatt-Nr.:
Geben Sie bitte den Blattnamen und die Nummer der Topographischen Karte an, innerhalb derer ihre Untersuchungsstandorte liegen.

Abbildung 2: Ausschnitt aus dem Formular zur Eingabe der Metainformationen von Geo-, Punkt- und Sachdaten im SFB 299. Dargestellt ist der Bereich der Kennung und des Räumlichen Bezuges. Angaben zur Kennung sind unabhängig von der Art der Daten immer anzugeben.

Verknüpfung, zur Auswertung und zu einem Beispieldatensatz abgefragt. Diese formularbasierte Eingabe über HTML erlaubt eine kontrollierte und insbesondere strukturierte

Metadaten-Eingabe. Damit ist eine automatische, einfache Weiterverarbeitung der Informationsinhalte durchführbar, ähnlich wie in der standardisierten Markup-Sprache XML (BADACH et al. 2003). Da bei HTML bis zu einem gewissen Grade eine Trennung der Beschreibung von Daten und der Datenstrukturen vorliegt, können die vorliegenden Metainformationen auch in XML ausgelesen werden. Durch die konsequente Nutzung offener Standards (XML, HTML) ist eine nachträgliche Anpassung

sowie der Austausch der Metadaten zwischen unterschiedlichen Applikationen sichergestellt (BADACH et al. 2003).

Nach einer formalen Datenkontrolle und eventueller Rücksprache bzw. Korrektur wird der Datensatz durch das Datenmanagement freigegeben und für alle SFB-Mitarbeiter über das WWW verfügbar.

Eine Kombination des Datenbanksystems MySQL und der serverseitig interpretierten Script-Sprache PHP ermöglicht eine Eingabe, Abfrage und Ausgabe der Daten über dynamisch generierte Web-Seiten. Die Seiten werden dabei erst im Moment des Zugriffs, beispielsweise einer strukturierten Abfrage von Metadaten, über eine Suchfunktion unter Zuhilfenahme des Datenbankinhaltes erzeugt und dann direkt in den Browser des Benutzers geladen. Damit sind die dynamischen Web-Seiten immer auf dem neuesten Stand, weil sie auf der aktuellsten verfügbaren Datenbank beruhen.

Der Transfer von Informationen in die Datenbank sowie die Datenrecherche sind in einem passwortgeschützten Intranet-Bereich untergebracht. Bei der Metadaten-Recherche wird eine HTML-Übersichtsseite mit Informationen zu den Datenbankeinträgen ausgegeben, auf die die Suchkriterien zutreffen. Auf diese Datensätze kann via Hyperlink direkt zugegriffen werden.

Die nicht zu vernachlässigende Datensicherung wird durch den Anschluss an ein DLT-Tape-Backupsystem gewährleistet. Dabei wird in beiden SFB's täglich ein inkrementelles und wöchentlich ein Gesamt-Backup durchgeführt.

5 WebGIS

Fast alle in den SFBen produzierten und verwendeten Datensätze haben einen räumlichen Bezug. Räumliche Trends oder Prozesse lassen sich aber nur mit GIS-fähigen Werkzeugen nachweisen und analysieren. Ein erster Schritt zu einer solchen Analyse ist die Visualisierung der verschiedenen Datenlayer. Die Integration von GIS-Funktionalität in das internet-basierte IS hat den Vorteil, dass selbst Benutzer ohne spezielle Software oder Softwarekenntnis eine Visualisierung oder Analyse in einem WebGIS durchführen können, da bei Verwendung von HTML und des Browsers als grafische Oberfläche keine Kenntnis einer spezifischen GIS-Software nötig ist. Die Umsetzung der browser-basierten Anfragen erfolgt Server-seitig und wird durch die Systemverwalter in Absprache mit den SFB-Mitgliedern vorgegeben.

Ein WebGIS wird hier allgemein verstanden als ein System von mindestens zwei Rechnern im Client-Server Prinzip, die miteinander über Internet-Technologien kommunizieren, Geodaten austauschen und GIS-Funktionalität bereitstellen. WebGIS wird dabei oft synonym als Internet-GIS, Online-GIS, verteilte GIS oder Internet-Mapping bezeichnet. Die Einbeziehung von GIS-Technologien in Web-Dienste wird vom GIS-Marktführer ESRI als die beste Langzeitlösung zum

Austausch von Daten und zur Interoperabilität angesehen (ESRI 2003).

Eine Typisierung von WebGIS aufgrund technischer Merkmale wie z. B. von PENG & TSOU (2003), ist problematisch, da implementierte Systeme sehr häufig Elemente von mehreren Typen aufweisen. Eine sinnvolle Einteilung sollte zumindest drei Kriterien umfassen:

die Funktionalität wird hauptsächlich durch den Server oder den Client bereitgestellt, die Interaktion mit den Geodaten ist dynamisch oder statisch und GIS-Analysen sind auch über mehrere Datenlayer hinweg möglich.

Im einfachsten Fall kann ein WebGIS aus einer mittels Grafiken und HTML verlinkten statischen Karte bestehen, in der sämtliche Funktionalität manuell auf der Serverseite programmiert werden muss und ein einfacher Webbrowser als Client verwendet wird. Am anderen Ende der Skala stehen verteilte „Multi-User GIS“, in denen proprietäre Desktop-GIS über Internetprotokolle ohne Einsatz eines Webserver auf einen GIS-Server zugreifen. Ein Beispiel hierfür ist das WaGIS der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (www.wagis.de), welches zum einen als Multi-User GIS fungiert, zum anderen aber auch einen interaktiven Kartenservice unter Verwendung eines Webserver bereitstellt. Das GIS-Helios der TU München (QUEDNAU et al. 2001) verwendet hingegen einen Webserver und stellt trotzdem eine Desktop-GIS-übliche Funktionalität bereit. Eine Einteilung nach Client oder Server WebGIS ist aber aufgrund des hybriden Ansatzes nicht möglich, da Server-seitige Verschneidungen und Pufferungen von Datenlayer möglich sind, die interaktive Visualisierung aber durch Applets im Client implementiert ist.

Bei der Entwicklung von Web-GIS in den beiden Sonderforschungsbereichen werden vor allem OpenGIS-Standards wie der „Web Map Service“ (WMS) oder der „Web Feature Service“ (WFS) eingesetzt (OGC 2004). Zur Zeit werden von den beiden Sonderforschungsbereichen insgesamt drei Ansätze im Entwicklungsbetrieb hinsichtlich der Kriterien Einfachheit der Installation, Verwaltung, Skalierbarkeit, Stabilität, Performance, Flexibilität und Einhaltung von OGC-Standards untersucht, die im Folgenden näher vorgestellt werden.

5.1 Der UMN MapServer

Der UMN MapServer ist ein Kartenserver der Universität von Minnesota (mapserver.gis.umn.edu/), der als „Open Source“-Projekt eine ständige Verbesserung und Weiterentwicklung erfährt. Das in C geschriebene Programm wird Plattform abhängig übersetzt und als CGI-Anwendung in einen http-Webserver eingebunden. Durch die Einbeziehung von umfangreichen Bibliotheken, wie z.B. die Projektions-Bibliothek Proj.4, kann die Leistungsfähigkeit des MapServers individuell angepasst werden. Der UMN Mapserver erfüllt die Standards des OpenGIS-Consortiums OGC (OGC 2004) und kann bzgl. Map- oder Feature-Service jeweils sowohl server- als auch client-seitig verwendet werden. An Vektordaten unterstützt MapServer ArcSDE und das weit verbreitete ESRI-Shape-Format, wobei Shape-Themen auch direkt aus dem objektrelationalen DBMS PostgreSQL geladen werden können. Die Vorhaltung der räumlichen Daten in einem DBMS hat zusätzlich den Vorteil, dass die Verknüpfung mit den respektiven Metadaten in das Datenbankschema

integriert werden kann und somit die Pfl egbarkeit und Portabilität der IS erhöht wird.

Rasterdaten können als JPEG, GIF oder PNG eingebunden werden, zusätzlich werden auch die Georasterformate GeoTIFF und ERDAS-IMG unterstützt. Generell setzt sich eine MapServer-Anwendung neben den Geodaten und dem ausführbaren Programm noch aus strukturierten HTML-Webseitenschablonen und einer Konfigurations-Datei zusammen. Die HTML-Seiten werden zur Initialisierung als auch zur Darstellung von Benutzeranfragen verwendet. Die Konfigurationsdatei ist eine einfache Textdatei, mittels der man mit Mapserver spezifischen Parametern Quelle, Ausmaß, Projektion und Darstellung der Daten festlegt. Die Verbindungsinformation zu PostgreSQL wird ebenfalls in der Konfigurationsdatei aufgelistet. Da sich aber jene Datei in einem dem Webserver lesbaren Bereich befindet, muss unbedingt zur Vermeidung von Sicherheitslücken auf korrekt gesetzte Leserechte geachtet werden.

Bei der Initialisierung einer MapServer-Anwendung erfolgt standardmäßig die Ausgabe der in der Konfigurationsdatei festgelegten Geodaten in Form eines GIF- oder PNG-Bildes. Zusätzliche Parameter werden mittels so genannter versteckter Datenfelder in der Webseite mit ausgegeben. Diese Parameter dienen der Informationsübermittlung zwischen zwei Anfragen und umgehen so die Zustandslosigkeit des HTTP-Protokolles. Je nach Konfiguration können dann im ausgegebenen Bild weitere Anfragen über Mauseingaben erfolgen. Mögliche Benutzereingaben sind Attributanfragen sowie Zoom- oder Pan-Funktionen. Das Resultat jeder erneuten Benutzeranfrage ist ein weiteres Bild, welches wieder an den Browser ausgegeben wird. Diese Bilder werden auch auf dem Webserver in einem für MapServer zugänglichen Verzeichnis gespeichert. Für die Löschung dieser temporären Dateien ist der Systemadministrator verantwortlich. Da bei stark frequentierten Webseiten viel redundanter Speicherplatz in Anspruch genommen wird, sollte das Löschen der temporären Dateien mindestens im Stundentakt erfolgen.

Ein Vorteil des MapServers ist, dass er stabil und sehr ausgereift ist, mit vielen Beispielanwendungen im Produktionsbetrieb (z.B. BILL 2003). Die Verwaltung über die Konfigurationsdatei und die Webschablonen erweist sich aber als wenig komfortabel und fehleranfällig, da nicht auf eine bekannte Sprache zurückgegriffen werden kann. Gerade die Fehlersuche gestaltet sich dann sehr mühselig, mitunter über die Logdateien des Webserver. Die Performance leidet durch die CGI Anbindung, so muss z.B. für jede Panoperation ein Serverprozess nebst lesendem wie schreibendem Plattenzugriff erfolgen. Ebenso müssten bei Datenbankzugriffen immerzu entsprechende Verbindungen aufgebaut werden.

5.2 Der GeoServer

GeoServer (geoserver.sourceforge.net) ist die „Web Feature Service“ (WFS) Referenz-Implementierung nach OGC und kann ab der Version 1.1.0 auch als „Web Map Service“ eingesetzt werden. GeoServer unterstützt Transaktionen, ist in JAVA geschrieben und baut auf GeoTools2 auf. GeoTools2 ist eine Ansammlung von Java-Klassen für die Verarbeitung geographischer Daten und baut auf den langjährigen

Erfahrungen des Projekts GeoTools1 auf, welches an der University of Leeds Mitte der 90er Jahre entstand und eine interaktive Präsentation von Geodaten im WWW über Applets ermöglicht (KINGSTON 1998). Der Zugriff auf GeoServer erfolgt als Servlet in einem Servlet-Container. Dieser kann in einem Webserver wie Apache integriert werden oder wie im SFB verwendeten Tomcat direkt als Webserver fungieren. An Vektor-Geodaten werden zur Zeit ArcSDE, Oracle- und Shape-Formate unterstützt. Shape-Themen können zwar direkt verarbeitet werden, jedoch wird die Haltung und Anbindung solcher Daten seitens der Entwickler mittels PostgreSQL favorisiert. Die Verbindungsdaten werden dabei in einer dem Webserver nicht zugänglichen Datei gehalten. An Rasterdaten werden eine Vielzahl an Formaten wie PNG, JPEG, JPEG2000, BMP und TIFF unterstützt.

Für eine GeoServer-Anwendung müssen zuerst Konfigurationsdateien im XML-Format geschrieben werden. Hier stellt das GeoServer-Projekt umfangreiche Beispieldateien zur Verfügung, die einfach den individuellen Bedürfnissen angepasst werden können. Anschließend wird die Applikation kompiliert und das resultierende Web-Archiv (WAR) in den Servlet-Container gestellt, womit sie dann im Internet verfügbar und die Installation abgeschlossen ist. Ein Servlet hat gegenüber einer CGI-Anwendung den Vorteil, dass nicht bei jeder Anfrage ein neuer Systemprozess gestartet wird. Auch kann ein Servlet mehrere Anfragen mit nur einer Instanz beantworten. Diese Eigenschaften reduzieren die Server-Belastung und erhöhen die Performance gerade bei Datenanfragen, die aus einem DBMS heraus geladen werden. Nachteilig ist, dass das GeoServer-Projekt zur Zeit keine grafische Benutzerschnittstelle anbietet. Eine solche Schnittstelle muss selber bereitgestellt werden, was jedoch durch frei verfügbare JavaScript-Klassen wie InlineWMS (sourceforge.net/projects/inlinewms) oder quickWMS (quickwms.sourceforge.net) erleichtert wird. Die Verwaltung von GeoServer mittels XML Dateien ist komfortabel, flexibel und wenig fehleranfällig. Syntaktische Fehler werden durch den Kompiler beim Übersetzen auf der Konsole ausgegeben und erleichtern so die Behebung.

5.3 Der Server ArcIMS

Als dritter Ansatz ist der Internet Map Server ArcIMS der Firma ESRI im Testbetrieb.

Bei ArcIMS handelt es sich im Gegensatz zu den beiden oben genannten Systemen nicht um ein Open-Source-Produkt. ArcIMS wurde dennoch als Plattform für die Entwicklung web-basierter Dienste in Betracht gezogen, weil es ebenfalls den OGC Web-Mapping-Standard unterstützt und damit die Skalierbarkeit und Offenheit des Systems für zukünftige Anforderungen der Geodatenverarbeitung gewährleistet. Als kommerzielles Produkt hat der ArcIMS den Vorteil, dass er in relativ kurzer Zeit „off-the-shelf“ einsatzbereit ist. ArcIMS lässt sich relativ einfach installieren, ist aber sensibel bezüglich des zugrunde liegenden Betriebssystems und der Kompatibilität zu Versionen von anderen ESRI Produkten. Die Anbindung an den Webserver erfolgt ähnlich wie bei GeoServer über einen Servlet Container. ArcIMS lässt sich sehr komfortabel mit einem graphisch geführten Benutzermenü konfigurieren. Dies trifft wie für fast alle proprietären Produkte allerdings nur für vorgefertigte Konfigurationen zu.

Werden zusätzliche Ansprüche gestellt, erweist sich die Konfiguration als schwierig bis unmöglich. Es existieren bereits zahlreiche leistungsfähige Systeme, die auf ArcIMS-Anwendungen beruhen, so etwa der Geo-Fachdaten-Atlas des Bodeninformationssystems Bayern (www.bis.bayern.de) oder aber das oben genannte WaGIS.

ArcIMS unterstützt die Konfiguration von eigenen webbasierten Benutzerschnittstellen. Diese können technisch relativ einfach als nur lesende HTML-Viewer mit JavaScript erstellt oder technisch anspruchsvoller über sogenannte Java-Viewer bereitgestellt werden, die auch schreibende Zugriffe ermöglichen. Zusätzlich können die spezifischen ESRI-Produkte ArcGIS Desktop, ArcExplorer und ArcPad auf ArcIMS-Dienste zugreifen und mit ihnen arbeiten, sodass je nach Anwendungszweck unterschiedliche Zugriffe auf die Geodaten und GIS-Technologien eingesetzt werden können. Je nach verwendeter Technik und Anforderung an das Gesamtsystem kann die Funktionalität des Web-Clients von der einfachen Kartenanzeige bis hin zu komplexen GIS-Funktionen nahezu beliebig skaliert werden. Die Übertragung der Karten kann dabei WMS konform als statisches Bild oder in Form von komprimierten Vektordaten erfolgen.

Der Java-Viewer sowie die spezifischen ESRI-Produkte stellen komplexere Anwendungen dar und erlauben damit die Nutzung einer Reihe anspruchsvoller GIS-Funktionen.

Es ist dem Administrator eines ArcIMS-Servers überlassen, Shapefiles zur Extraktion freizugeben. Der Anwender kann dann Daten von solchen ArcIMS-Websites mit eigenen lokalen Daten in einer Karte kombinieren. Der Zugriff auf die Datenbestände erfolgt über einen speziellen Applikations-Server, der die Anfragen der Internet-Clients auswertet, die benötigten Geodaten als geographische Information beim ArcIMS anfordert und zusammen mit den bei der Datenbank erfragten Sachdaten in aufbereiteter Form als intelligentes Kartenbild sowie als Liste der Sachinformationen wieder an den Client sendet.

Tabelle 1 zeigt die im Rahmen der SFB-Entwicklungsarbeit eingesetzten Technologien.

6 Schlussfolgerungen und Ausblick

Die Grundstrukturen der web-basierten IS in den beiden Sonderforschungsbereichen sind funktionsfähig und in Betrieb. Dabei werden weitestgehende Unabhängigkeit von clientseitiger Hard- und Software gewährleistet und eine orts- und zeitunabhängige Verfügbarkeit des Systems umgesetzt.

Da der Nutzerfreundlichkeit der Oberflächen und Abfrageapplikationen des Systems eine große Bedeutung zukommen, sollen weitere Werkzeuge entwickelt werden, um die Präsentations- und Interaktionsmöglichkeiten sowie die Navigationsmöglichkeiten, insbesondere von räumlichen Daten, durch den Einsatz multimedialer Techniken zu verbessern.

Sukzessive sollen zukünftig einzelne Dienste und Komponenten, insbesondere die WebGIS-Systeme, nach der Testphase weiter ausgebaut, optimiert und um weitere Funktionalitäten ergänzt werden. Hierunter fällt auch die Implementierung eines Multi-User-GIS auf Grundlage von ESRI's ArcSDE mit Anbindung an ein räumlich erweitertes Datenbankmanagementsystem. Solch ein Multi-User-GIS ist dabei als Erweiterung zu den oben beschriebenen WebGIS zu sehen. Diese Implementierung zielt auf die Integration der in einigen Teilprojekten der SFB vorhandenen GIS-Expertise ab und geht über den Anspruch der vorgestellten WebGIS-Konzepte hinaus.

Grundsätzlich konnten mit dem modularisierten Aufbau der IS offene und flexible IT-Strukturen geschaffen werden, die sich im laufenden Betrieb bewährt haben. Der modularisierte Aufbau erlaubt es, Systemkomponenten bei Bedarf ohne größere Probleme auszuwechseln und weitere Komponenten/Dienste mit relativ geringem Implementierungsaufwand einzubetten. Dies ist wichtig, um auf neue oder sich ändernde Anforderungen aus dem SFB oder auf Fortschritte der Informationstechnologie reagieren zu können.

Tabelle 1: Übersicht über die in den beiden Sonderforschungsbereichen eingesetzten Technologien

	Frei zugängliche/ Open Source Produkte	Proprietäre Produkte
Betriebssystem	SuSe & Redhat Linux	Windows 2000; SunSolaris
Datenbank Management System	MySQL, PostgreSQL mit PostGIS	---
Web-Server	Apache, Tomcat	ASP- und ColdFusion-Connector
Mapserver	UMN MapServer, GeoServer	ArcIMS
CGI-Programmierung/ Systemprogrammierung	C++/ PHP/ Perl/ Java	

Aufgrund der speziellen Anforderungen interdisziplinärer Forschungsprojekte an IS – die drei wichtigsten wurden eingangs genannt - müssen die Systemstrukturen entsprechend den Projektanforderungen individuell erstellt werden. Die sich rasch entwickelnde Informationstechnologie und insbesondere die innere Dynamik eines Projektes verlangen eine permanente Anpassungs- und Entwicklungsarbeit. Daraus folgt u.a., dass bereits in der Praxis bewährte Informationssysteme sich im Detail oftmals wohl nur bedingt auf andere Projekte übertragen lassen bzw. nachnutzbar sind.

Große Vorteile bietet der Open-Source-Ansatz mit seinen überwiegend plattformunabhängigen Systemen und dem frei zugänglichen Quellcode. So können fehlende Funktionen durch eigene Programmierung erweitert oder modifiziert und künftige Anforderungen und Funktionalitäten problemlos integriert werden (OGC 2004).

7 Literatur

- BADACH, A., RIEGER, S. & SCHMAUCH, M. (2003): Web-Technologien. Hanser-Verlag. München, Wien.
- BEHLING, G., SCHMITT, M., WENDEROTH, C., LENZ, R. & KLEIS, J. (1996): Inhalte, Struktur und Realisierung des Metainformationssystems in der FAM-Datenbank. Umweltdaten verstehen und Metainformation. - Praxis der Umwelt-Informatik 6: 171-181.
- BILL, R. (2003): Eine günstige Alternative: Open Source als Basis für Internet-GIS-Lösungen in Kommunen und Landkreisen. GeoBIT 10/2003: 28-30.
- BRAUN, P. (2000): Zur Dynamik von Metadaten. In: Umweltdatenbanken im Web. (Hrsg.: Kramer, R. & Hosenfeld, F.), 52-61. - Umweltbundesamt Wien GmbH, Wien, Österreich.
- BRAUN, P., SZIBALSKI, M. & KÖHLER, W. (2002): Das Datenbanksystem LADIB. - Zeitschrift für Agrarinformatik 1/02: 3-12.
- CZEGKA, W., BRAUNE, S., PALM, H., RITSCHEL, B., KLUMP, J. & LOCHTER, F. A. (2003): Beispiele ISO 19115 DIS konformer Metadaten in Katalogservices. Zwei Anwendungen aus dem Bereich umwelt- und geowissenschaftlicher Geofachdaten im Rahmen der Metadatencommunity der „GIB“. Beitrag zur U2 Konferenz, Zentrum für Geoinformatik Salzburg. http://www.unigis.ac.at/club/us/2003/UP_Beitrag_Czegka_Braune.pdf Zugriff am 26.01.2004.
- DENZER, R. & GÜTLER, R. (1997): Rolle von Metainformationen in Umweltinformationssystemen - Konzepte für Metainformationssysteme. In: Arndt, H.K. et al. (Hrsg.): Metainformation und Datenintegration in betrieblichen Umweltinformationssystemen. - Umwelt-Informatik aktuell Bd. 14: 25-37.
- DOLUSCHITZ, R. & SPILKE, J. (2002): Agrarinformatik. Ulmer-Verlag, Stuttgart.
- EISELE, F. L. (1998): Strategische Anforderungen an forstliche Informationssysteme. AFZ/Der Wald 20: 1244-1247.
- ESRI (2003): Spatial Data Standards and GIS Interoperability. An ESRI White Paper.
- FREDE, H.-G. & BACH, M. (1998): Leitbilder für Agrarlandschaften. - Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung 39: 117-120.
- FREITAG, U., KUTSCHE, R.D. & BUSSE, S. (1998): Internet-Technologien als Basis für föderierte Online-Umweltinformationsdienste am Beispiel des LUIS Brandenburg. - Umwelt-Informatik aktuell Bd. 17: 87-98.
- GREVE, K. (1999): Ein Referenzmodell zur Beschreibung und Konzeption von UIS; In: Bock, M., Greve, K. & Kuhn, W. (Hrsg.) (1999): Offene Umweltinformationssysteme – Chancen und Möglichkeiten der OpenGIS-Entwicklung im Umweltbereich, Münster: 33-45.
- HOPPE, A. & SCHULZE, A. (1997): ECO- Datenbank zur Stoffbilanzierung in Waldökosystemen. Teil 1: Datenbankstruktur und Virtuelle Tabellen. Ber. Forschungszentrum Waldökosysteme Göttingen, Reihe B, 54: 1-124.
- HOSENFELD, F. (1999): Integration heterogener ökologischer Informationen und deren Präsentation im WWW. - Praxis der Umwelt-Informatik Bd. 8: 53-72.
- HOSENFELD, F. (1998): Internetzugang zur Datenbank des Ökologischen Informationssystems KERIS. In: Hoppe, J. et al. (Hrsg.): Vernetzte Umweltinformation. - Praxis der Umwelt-Informatik Bd. 7: 47-70.
- KINGSTON, R. (1998): Web Based GIS for Public Participation Decision Making in the UK. Konferenzbeitrag "Empowerment, Marginalisation, and Public Participation GIS", National Centre for Geographic Information and Analysis, Santa Barbara, California, 14-17.10.1998 <http://www.ncgia.ucsb.edu/varenius/ppgis/papers/kingston/kingston.html> Zugriff am 25.03.2002.
- KÖHLER, P. (2003): Development of an Open Information Infrastructure for Disaster Research: Results and Prospects from DFNK and CEDIM. In: A. Gnauck und R. Heinrich (Editoren), The Information Society and Enlargement of the European Union. The 17th International Conference Informatics for Environmental Protection pp. 438-445. Uni-Cottbus.
- MAIER, A. & WÜST, T. (2000): Objektorientierte und objektrelationale Datenbanken, ein Kompass für die Praxis. Dpunkt-verlag Heidelberg.
- MOBGRABER, J. & SCHMID, H. (1998): ELISE – Ein Konzept zum Aufbau eines WWW-basierten Informationssystems für die Elbe-Ökologie und Integrationsvorschläge für vorhandene Umweltinformationssysteme. In: Hoppe, J. et al. (Hrsg.): Vernetzte Umweltinformation. - Praxis der Umwelt-Informatik Bd. 7: 89-107.
- MÜLLER M., AUGSTEIN B., BOCK, M. & GLOWINSKI, R. (2003): Komponente statt Monolith: OpenGIS Web Services als Schlüssel zur Integration von Umweltdaten in Hamburg. GeoBIT 4/2003: 15-17.
- OGC (2004): OpenGIS Specifications. Open GIS Consortium, Inc. <http://www.opengis.org/specs/?page=abstract>. Zugriff am 05.01.2004.
- PENG, Z.-R. & TSOU, M.-H. (2003): Internet GIS, distributed geographic information services for the internet and wireless networks. John Wiley & Sons.
- QUEDNAU, H.-D., STUCKI, E. & DÖLLERER, M. (2001): GIS-Helios- ein Mapserver-basiertes GIS-Tutorial. Allg. Forst u. J.-Ztg. 172(8-9): 138-142.

SCHOLLES, F. (2000): Informationssysteme in der Raum- und Umweltplanung, Institut für Landesplanung und Raumforschung, Universität Hannover. http://www.laum.uni-hannover.de/ilr/lehre/Isv/Isv_UIS.htm. Zugriff am 08.12.2002.

SCHULZE, A., EVERS, J., HOPPE, S., RUMPF, S. & MEIWES K.-J. (1999): Zur Anwendung des Nachhaltigkeitsprinzips im forstlichen Datenmanagement. Forstarchiv 70: 28-36.

STROBEL, P., BLASCHKA, A. & HEISELMAYER, P. (2003): BISxml 1.0: An Open Framework for Management and Interchange of Ecological Data. In: A. Gnauck und R. Heinrich (Editoren), The Information Society and Enlargement of the European Union. The 17th International Conference Informatics for Environmental Protection pp. 609-612. Uni-Cottbus.

ULRICH, B. (1991): Folgerung aus 10 Jahren Waldökosystem- und Waldschadensforschung. Forst und Holz 46 (21): 575-588.

Kurzfassung

Umweltforschungsprojekte, die auf der ökosystemaren Ebene arbeiten, müssen in der Lage sein, die Charakteristika ihres Untersuchungsobjektes angemessen wiederzugeben. Die Komplexität von Ökosystemen sowie die Dynamik und Langfristigkeit von Prozessen erfordern einen interdisziplinären und langfristigen Forschungsansatz, welcher wiederum große Ansprüche an den projektinternen Informationsfluss stellt. Zwei beispielhafte Umweltforschungsprojekte sind die DFG-Sonderforschungsbereiche SFB 299 und SFB 552, die durch ihre Interdisziplinarität durch mehr als 13 Teildisziplinen und lange Projektlaufzeiten von 12 Jahren gekennzeichnet sind. Etablierte wie auch neu entstehende Technologien wie das Hyper-Text-Transfer- oder das TCP/IP-Protokoll, Web- und Datenbankmanagement-Server und die durch sie unterstützten Skriptsprachen PHP und Perl, Java-Servlet-Container und Web-Map (WMS) wie Web-Feature-Services (WFS) nach dem OpenGIS-Konsortium (OGC) stellen die notwendigen Werkzeuge für eine effiziente Datenverwaltung und Datenverknüpfung innerhalb der SFB. Erfahrungen und Beispiele werden vorgestellt und diskutiert, wobei Schwerpunkte auf Open-Source-Produkte, Meta-Information und die Verwaltung von räumlichen Daten über das WWW gelegt werden.

Stichworte: Informationssysteme, LAMP-Systeme, Open-Source, Meta-Daten, Web-GIS

Summary

Environmental research projects at the ecosystem level must be able to capture and represent the characteristics of the underlying research object. The complexity of ecosystems and their dynamic and long-term processes necessitate an interdisciplinary and long-term approach which in turn impose great demands on the information flow and storage.

The DFG-funded interdisciplinary projects SFB 299 (Land use concepts for peripheral regions) and SFB 552 (Stability of rainforest margins) are two examples of these environmental research projects, comprise more than 13 disciplines each, and are intended for about 12 years. Well established as

well as emerging technologies such as the hyper text transfer or the TCP/IP protocol, web- and database management server with their supported scripting languages PHP and Perl, Java Servlet-Container, and web map (WMS) and feature services (WFS) as defined by the OpenGIS Consortium (OGC) provide the tools for an efficient data handling and linking within the SFBs. Experiences and examples with emphasis on open source products, the importance of meta-information, and spatial data handling over the web are presented and discussed.

Keywords: Information Systems, LAMP-Systems, Open-Source, Meta-Data, Web-GIS

Autoren

Dr. Claus Mücke, **Dr. Gabriel A. Schachtel**, **Prof. Dr. Wolfgang Köhler**

SFB 299, Justus-Liebig-Universität,
Professur für Biometrie und Populationsgenetik
Heinrich-Buff-Ring 26-32, IFZ,
D-35390 Giessen

Fon: +49 (0)641-99 37398, Fax: +49 (0)641-99 37549

Email: claus.mueckschel@agrar.uni-giessen.de

Dr. Jens Nieschulze, **Shiming Li**, **Prof. Dr. Branislav Sloboda**.

SFB 552, Georg-August-Universität,
Institut für Forstliche Biometrie und Informatik
Büsgenweg 4,
D-37077 Göttingen

Fon: +49 (0)551-39 12107, Fax: +49 (0)551-39 3465

Email: jniesch@gwdg.de

