

Geographisches Institut  
der  
Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität  
Bonn

**Konzeptionelle und praktische Entwicklung eines Geodaten­systems für die  
IMPETUS-Projekt­länder Benin und Marokko**

vorgelegt von

**Roger Mrzygłocki**

betreut durch

**Prof. Dr. B. Diekkrüger**

Bonn, den 06.08.2008



## **Danksagung**

Ich möchte mich beim Prof. Dr. Bernd Diekkrüger, der stets für mich ansprechbar war, bei Ralf Hoffmann für sein unermüdliches Engagement und bei Andreas Enders für seine Unterstützung bei Programmierfragen bedanken. Ein Großer Dank gilt ebenfalls meiner Familie und meiner Frau Agnieszka für ihre Unterstützung und Geduld in dieser Zeit.



# I. Inhaltsverzeichnis

<b>I. Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>1</b>
<b>II. Abbildungs- und Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>4</b>
<b>III. Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>5</b>
<b>TEIL I - EINFÜHRUNG .....</b>	<b>7</b>
<b>1. Einleitung .....</b>	<b>7</b>
<b>2. Problemstellung.....</b>	<b>8</b>
2.1 Notwendigkeit der physikalischen Übergabe - Datentransfer .....	8
2.2 Notwendigkeit einer Softwarelösung.....	8
2.3 Notwendigkeit unterschiedlicher Hardwaresysteme.....	9
2.4 Begriffsdefinition Geodatensystem.....	10
2.5 Fragestellungen .....	11
<b>3. Analyse der Ausgangssituation .....</b>	<b>11</b>
<b>3.1 Zielgruppenanalyse .....</b>	<b>11</b>
3.1.1 Defizite im Bereich der personellen Infrastruktur .....	12
3.1.2 Defizite im Bereich der technischen Infrastruktur.....	12
<b>3.2 Datenbestandsaufnahme und aktueller Datenzugriff .....</b>	<b>14</b>
3.2.1 Metadaten .....	15
3.2.2 Geodaten und Dokumente .....	16
3.2.3 Datenzugriff .....	16
<b>3.3 Rückschlüsse für das Geodatensystems .....</b>	<b>17</b>
<b>TEIL II - THEORIE .....</b>	<b>19</b>
<b>4. Methodik .....</b>	<b>19</b>
4.1 Problemdefinition.....	20
4.2 Anforderungsanalyse .....	21
4.3 Spezifikation .....	22
4.4 Entwurf .....	22
4.5 Implementation .....	23

4.6 Erprobung .....	23
<b>5. Geographische Metadaten.....</b>	<b>23</b>
5.1 Einleitung und Definition .....	24
5.2 Begriffsebenen von Metadaten.....	24
5.3 Ziele und Zwecke .....	25
5.3.1 Erhaltung der Datensemantik, Werterhaltung und Investitionssicherung .....	25
5.3.2 Vermeidung von Redundanz und Inkonsistenz durch Transparenz .....	26
5.3.3 Wiederverwendung von Geodaten Informationsaustausch zwischen Dateninhabern .....	26
5.3.4 Vereinfachte Wartung und Pflege .....	26
5.3.5 Vorteile für den Datennutzer durch Datenkataloge .....	26
5.3.6 Fazit.....	27
5.4 Normierungen geographischer Metadaten .....	27
5.4.1 Interoperabilität von Metadaten durch das ISO/TC211.....	28
<b>6. Geo-Dienste .....</b>	<b>33</b>
6.1 Catalogue Service Web (CSW) - Geoinformationen auffinden.....	34
6.2 Web Map Service (WMS) – Geoinformationen darstellen .....	35
6.3 Web Feature Service (WFS) - Vektordaten bereitstellen .....	37
6.4 Web Coverage Service (WCS) – Rasterdaten bereitstellen.....	38
<b>7. Geodateninfrastrukturen.....</b>	<b>40</b>
<b>TEIL III - Konzeption und Entwicklung des GDS .....</b>	<b>43</b>
<b>8. Anforderungen und ihre Analyse .....</b>	<b>43</b>
8.1 Allgemeine Anforderungen .....	44
8.2 Funktionale Anforderungen.....	49
8.2.1 Bereitstellungsfunktionalitäten.....	51
8.2.2 Darstellungsfunktionalitäten .....	53
8.2.3 Bearbeitungsfunktionalitäten.....	54
8.3 Qualitative Anforderungen .....	54
8.4 Systembezogene Anforderungen.....	58
8.5 Prozessspezifische Anforderungen .....	60
8.6 Zusammenfassung der Anforderungen.....	61
8.7 Geonetwork Opensource als Lösungsansatz.....	62
<b>9. Spezifikation und Entwurf .....</b>	<b>70</b>
9.1 SPEZIFIKATION A1: Konzeption und Implementation eines ISO 19115 Metadatenprofils .....	74

9.1.1 Einleitung .....	74
9.1.2 Funktionsweise .....	75
<b>9.2 SPEZIFIKATION A2: Physikalischer Datentransfer - Metadaten, Geodaten und Dokumente .....</b>	<b>82</b>
<b>9.3 SPEZIFIKATION A5: Design der graphischen Benutzeroberfläche.....</b>	<b>82</b>
9.3.1 Startseite .....	82
9.3.2 Anpassung des Seitenkopfs .....	82
9.3.3 IMPETUS-Logo für die Metadatensätze .....	83
<b>9.4 SPEZIFIKATION FG.2: Herunterladen von Teildatensätzen bei Rasterdaten .....</b>	<b>84</b>
9.4.1 Strukturelles Modell, Schnittstelle, Eingabe- und Ausgabedaten.....	84
9.4.2 Ermittlung variabler Parameterwerte .....	86
9.4.3 Vermeidung der Out-of-Memory Exception .....	87
<b>9.5 SPEZIFIKATION FG.3: Hochladen, Dateintegrität, Löschen.....</b>	<b>90</b>
<b>9.6 SPEZIFIKATION Q.1.2: Out of the Box.....</b>	<b>94</b>
<b>9.7 SPEZIFIKATION Q.3.2: Datensicherheit .....</b>	<b>95</b>
<b>9.8 SPEZIFIKATION F.G5: Projizieren von Vektordaten.....</b>	<b>96</b>
<b>10. Implementation.....</b>	<b>99</b>
<b>11. Erprobung und Diskussion.....</b>	<b>101</b>
<b>11.1 Anforderung A1: Konzeption und Implementation eines ISO 19115 Metadatenprofils .....</b>	<b>101</b>
11.1.1 Validierung von Metadaten .....	101
11.1.2 Metadaten zu der Datenqualität.....	102
11.1.3 Ungünstige Bezeichnungen von Metadatenelementen .....	103
11.1.4 Atomisierung der Stichworte durch einen Algorithmus / Erweiterte Suche.....	104
11.1.5 IMPETUS-Identifikationsnummer .....	105
11.1.6 IMPETUS-Internetauftritt .....	105
<b>11.2 Anforderung A5: Design der graphischen Benutzeroberfläche.....</b>	<b>105</b>
<b>11.3 Anforderung FG.2: Herunterladen von Teildatensätzen – Rasterdaten.....</b>	<b>105</b>
11.3.1 WCS Fehlermeldung .....	107
11.3.2 WMS Darstellungsfehler .....	107
11.3.3 Fazit.....	108
<b>11.4 Anforderung FG.3: Hochladen inkl. Dateintegrität / Löschen .....</b>	<b>108</b>
<b>11.5 Anforderung Q1.2: Out-of-the-Box.....</b>	<b>110</b>
<b>12. Zusammenfassung und Ausblick .....</b>	<b>111</b>
<b>IV. QUELLENANGABEN.....</b>	<b>116</b>
<b>V. ANLAGEVERZEICHNIS.....</b>	<b>120</b>

## II. Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildung 1: Interregionale Internetbandbreiten, 2005. Quelle: TeleGeography.....	8
Abbildung 2: IMPETUS Ablagestruktur von Geodaten und Dokumenten.....	16
Abbildung 3: Anforderungsquellen für die Konzipierung und Entwicklung des Geodatenystems.....	18
Abbildung 4: Theorie (links) und Praxis (rechts) in der Softwareentwicklung.....	19
Abbildung 5: Metadaten Katalogdienst.....	34
Abbildung 6: Funktionsweise eines WMS (eigene Darstellung).....	35
Abbildung 7: Einbindung von Vektordaten in UDIG über einen WFS (eigene Darstellung).....	38
Abbildung 8: Komponenten einer Geodateninfrastruktur.....	40
Abbildung 9: Datenmanagement in Bezug zur Anforderung nach Abfragbarkeit.....	46
Abbildung 10: Hardware Kategorien (eigene Darstellung).....	59
Abbildung 11: Hauptkomponenten von Geonetwork Opensource (eigene Darstellung).....	63
Abbildung 12: Vereinfachtes technisches Modell von Geonetwork Opensource mit Hinweisen auf vorgesehene eigene Implementationen (eigene Darstellung).....	73
Abbildung 13: Grundlegendes konzeptuelles Modell von Geonetwork Opensource.....	74
Abbildung 14: EVA-Prinzip für den Metadaten-Crosswalk (eigene Darstellung).....	80
Abbildung 15: Integration der Metadaten in die Datenbank von Geonetwork (eigene Darstellung).....	81
Abbildung 16: Gestaltungsbereiche für das neue Design (eigene Darstellung).....	82
Abbildung 17: Gestaltungsbereich für das Metadatenlogo.....	83
Abbildung 18: Strukturelles Modell mit integrierter Sequenz für die Parameterermittlung und Teilrasterausgabe durch den WCS.....	85
Abbildung 19: DescribeCoverage XML-Objekt bzw. Dokument.....	87
Abbildung 20: Ablagestruktur im Dateibestand bei Geonetwork.....	90
Abbildung 21: Integration der Hochladefunktion für Geodaten in die GBO von Geonetwork.....	91
Abbildung 22: Erstellung der Installationsdatei mit Installjammer.....	95
Abbildung 23: Generierung der XML-Metadatendateien durch das PHP-Skript.....	101
Abbildung 24: Fehlermeldung von Schematron bei nicht erlaubten Angaben.....	102
Abbildung 25: Fehlende Einträge bei Metadaten zur Datenqualität.....	103
Abbildung 26: Ungünstige Bezeichnung der Metadatenelemente.....	103
Abbildung 27: Aggregiertes Stichwortverzeichnis im Suchformular von Geonetwork.....	104
Abbildung 28: Interaktives Herunterladen von Teildatensätzen in der GBO von Geonetwork.....	106
Abbildung 29: Messwerte in einem theoretischen Rasterdatensatz.....	108
Abbildung 30: Installjammer.....	111
Abbildung 31: Installationsprozess und Eintrag in das Programmmenü von Windows.....	111
Tabelle 1: Partnerinstitutionen in Marokko.....	9
Tabelle 2: Partnerinstitutionen in Benin.....	10
Tabelle 3: Absolute Hochschulabschlüsse pro Jahr in harten Wissenschaften für Marokko, Benin und Deutschland (1999-2006). Biowissenschaften, Physik, Mathematik & Statistik, Informatik - EDV.....	12
Tabelle 4: International Internet bandwidth: Einheit: Mega Bits Pro Sekunde (Mbps).....	13
Quelle: EarthTrends: The Environmental Information Portal.....	13
Tabelle 5: Metadatenbereich des ISO 19115 Metadatenmodells.....	30
Tabelle 6: Anforderungen und ihre Umsetzung.....	43
Tabelle 7: Funktionale Gruppen der Anforderungen in Bezug zu Metadaten, Geodaten und Dokumenten.....	50
Tabelle 8: Analyse der Eignung von Geonetwork Opensource gemäß den Anforderungen an das GDS.....	64
Tabelle 9: Konzeption des ISO 19115 Metadatenprofils für die IMPETUS-Projektpartner. Die Hinterlegung zeigt gelb die Elemente des Kernmodells, blau Elemente des umfassenden Metadatenmodells, orange nicht überführte Metadatenelemente aus der IMPETUS-Metadatenbank.....	77
Tabelle 10: Vorgesehene Sequenz für das Beziehen von Teilen der Rasterdatensätze.....	84
Tabelle 11: Eingabedaten für den WCS GetCoverage Request.....	86
Tabelle 12: Implementation mit Angabe der angepassten oder generierten Dateien und der angewendeten Programmiersprache.....	99

### III. Abkürzungsverzeichnis

AJAX	Asynchronus JavaScript and XML
ANZLIC	Australia and New Zealand Land Information Council
API	Application Programming Interface
ASCII	American Standard Code of Information Interchange
CEN	Comité Européen de Normalisation
CENELEC	European Committee for Electrotechnical Standardization
CePED	Centre d'Expertise et de Partenariat pour le Développement Durable
CS-W	Catalogue Service Web
DAI	Digital Access Indexes
DAT	Délégation à l'Aménagement du Territoire
dbf	Data Base File
DBMS	Datenbankmanagementsystem
DED	Deutscher Entwicklungsdienst
DGEau	Direction Générale de l'Eau
DIN	Deutsches Institut für Normung
DMN	Direction Météorologique Nationale
DRPE	Direction de la Recherche et de la Planification de l'Eau
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
EIS-Africa	Environmental Information System Africa
ENVI	Environment for Visualizing Images
EPSG	Ethernet Powerlink Standardization Group
ESRI	Environmental Systems Research Institute
EVA-Prinzip	Eingabe Verarbeitung Ausgabe – Prinzip
FGDC	Federal Geographic Data Committee
FGDC-CSM	FGDC-Certified Survey Map
FWTools	Frank WarmerdamTools
GAST	Geonetwork's administrator survival tool
GBO	Graphische Benutzeroberfläche
Gdal	Geospatial Data Abstraction Library
GDI	Geodateninfrastruktur
GDS	Geodatenystem
GI	Geoinformation
GIS	Geoinformationssystem
GML	Geography Markup Language
GN	Geonetwork Opensource
GSDI	Global Spatial Data Infrastructure
GTZ	Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit
GUI	Graphical User Interface
HKKH	Hindu Kush-Karakoram-Himalaya
HTML	Hypertext Markup Language
HTTP	HyperText Transfer Protocol
ID	Identifikationsnummer
IMPETUS	Integratives Management-Projekt für einen effizienten und tragfähigen Umgang mit Süßwasser in Westafrika
INRAB	Institut National des Recherches Agricoles du Bénin
INSPIRE	Infrastructure for Spatial Information in Europe
ISDSS	IMPETUS Spatial Decision Support System
ISO	International Standards Organisation
ISO/TC	ISO Technical Committee
IT	Information Technology
ITU	International Telecommunication Unit
JAR	Java Archive
JDBC	Java Database Connectivity
JPG	Joint Photographics expert Group
kB	Kilobyte
LAN	Local Area Network
LASDEL	Laboratoire d'Etudes et de Recherches sur les Dynamiques Sociales et le Développement
MATHUE	Ministère de l'Aménagement du Territoire de l'Eau
MB	Megabyte
Mbps	Mega Bits Pro Sekunde
MD	Metadata

MySQL	My Sequential Query Language
NAS	Network Attached Storage
NSIDC	National Snow and Ice Data Center
OGC	Open Geospatial Consortium
ORMVAO	Office Regional de Mise en Valeur Agricole
PC	Personal Computer
PDF	Portable Document Format
PHP	PHP Hypertext Preprocessor, (ursp. Personal Home Page Tools)
PNG	Portable Network Graphics
QGIS	Quantum GIS
RAID	Redundant Array of Independent Disks-System
SAX	Simple API for XML
SDI-Africa	Spatial Data Infrastructure-Africa
SLD	Styled Layer Descriptor
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol
TIF	Tagged Image File
UAC - CIPMA	Université d'Abomey-Calavi - Chaire Internationale en Physique Mathématique et Applications
UAC – FSA	Université d'Abomey-Calavi – Faculté des Sciences Agronomiques
UDIG	User-friendly Desktop Internet GIS
UML	Unified Modelling Language
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
URL	Uniform Resource Locator
USB	Universal Serial Bus
UTM	Universal Transverse Mercator
W-LAN	Wireless Local Area Network
WCS	Web Coverage Service
WFS	Web Feature Service
WFS-T	Web Feature Service Transactional
WKT	Well Known Text
WMS	Web Map Service
XML	eXtensible Markup Language
XSL	eXtensible Stylesheet Language

# **TEIL I - EINFÜHRUNG**

## **1. Einleitung**

Im Rahmen des Integrativen Management Projekts für einen effizienten und tragfähigen Umgang mit Süßwasser in Westafrika (IMPETUS) finden seit Mitte des Jahres 2000 bis Mitte 2009 Untersuchungen zu dem Wasserkreislauf im Einzugsgebiet des Ouémé (Benin) und Wadi Drâa (Marokko) statt. Das interdisziplinär angelegte Projekt verfolgt das Ziel der Etablierung eines nachhaltigen Wassermanagements in Westafrika. Der integrative Ansatz des Projektes äußert sich in der Kooperation mit unterschiedlichen Projektpartnern vor Ort, bestehend aus Ministerien und Behörden, Forschungseinrichtungen und anderen Organisationen der Länder Benin und Marokko.

Das Projekt ist in drei aufeinander aufbauende Phasen gegliedert. Diese zeigen folgende Schwerpunkte:

1. Datenerhebung und Modellierung
2. Aufstellung von Szenarien und Problemkomplexen
3. Transfer und Anwendung der IMPETUS-Entscheidungsunterstützungssysteme, Capacity Building Maßnahmen

Wichtig für die Bearbeitung der Fragestellungen zum Wasserkreislauf der oben genannten Flusseinzugsgebiete sind die zugrunde liegenden Geoinformationen und die Ergebnisse der Modellierungen. Sie stellen sowohl für die Projektpartner als auch für die IMPETUS-Entscheidungsunterstützungssysteme (eng. IMPETUS Spatial Decision Support Systems, ISDSS) eine bedeutende Informationsquelle und Datengrundlage dar. Auf ihrer Basis können weitere Erkenntnisse des Wasserkreislaufs gewonnen werden und politische Entscheidungen für ein nachhaltiges Wassermanagement unterstützt werden.

Aus diesen Gründen nimmt der Transfer der Daten an die Projektpartner und die Kopplung des Datenbestandes an die ISDSS einen sehr hohen Stellenwert in der dritten und letzten Phase des IMPETUS-Projektes ein.

## 2. Problemstellung

Die vorliegende Arbeit ist in der letzten Phase des IMPETUS-Projektes anzusiedeln und trägt dazu bei, den Transfer des Datenbestandes an die Projektpartner zu realisieren.

### 2.1 Notwendigkeit der physikalischen Übergabe - Datentransfer

Ein effizienter Zugriff auf den derzeit verfügbaren und über das Internet (Internetauftritt IMPETUS) erreichbaren Datenbestand ist für die Projektpartner aufgrund unzureichender Internetbandbreiten zwischen den Kontinenten Afrika und Europa derzeit nicht möglich (vgl. Abb. 1). Daher besteht die Notwendigkeit zu der physikalischen Auslieferung des Datenbestandes. Damit ist die Auslieferung der Hardwaresysteme, des Datenbestandes und einer Software gemeint, die insbesondere für die Projektpartner einen komfortablen und intuitiven Zugriff auf bestehende Daten ermöglichen soll.

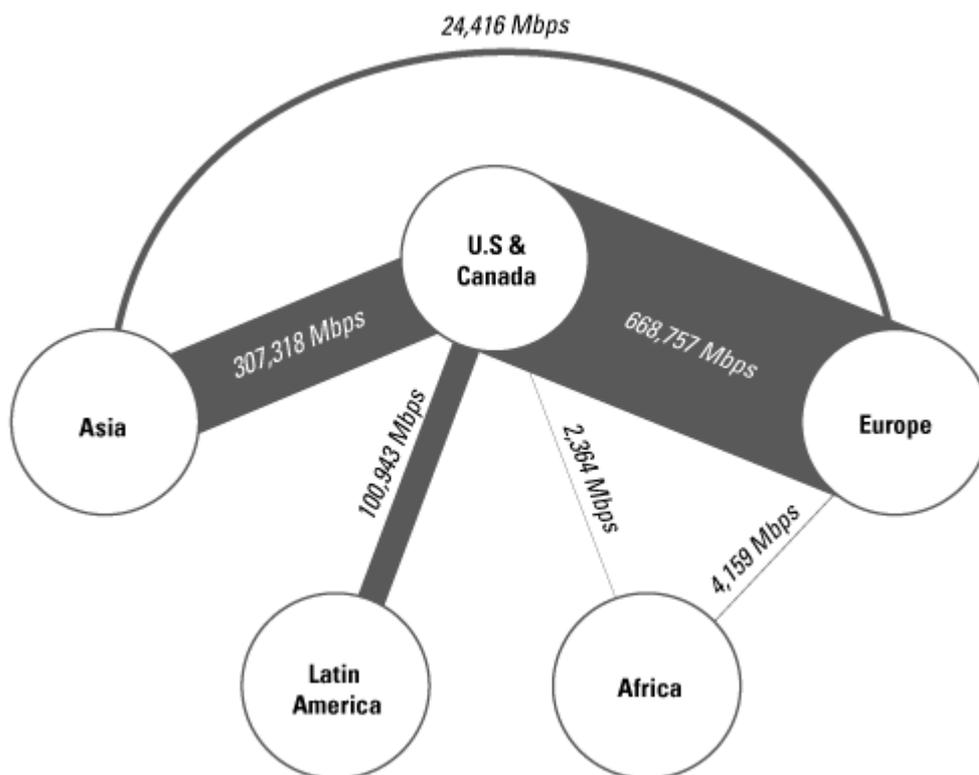


Abbildung 1: Interregionale Internetbandbreiten, 2005. Quelle: TeleGeography

### 2.2 Notwendigkeit einer Softwarelösung

Der Notwendigkeit einer Softwarelösung für die Projektpartner liegen folgende Überlegungen zugrunde:

1. Die Projektpartner sollen in die Lage versetzt werden, den Datenbestand insbesondere innerhalb eines lokalen Netzwerks (LAN) komfortabel zu verwalten, zu durchsuchen, zu erweitern und anzupassen.
2. Die Qualität der Datenexploration kann durch eine Software, z.B. durch räumliche oder thematische Suche gegenüber einer manuellen Suche im Datenbestand verbessert werden.
3. Die Anwender des ISDSS profitieren von einer Softwarelösung, die über geeignete Schnittstellen die Integration der Daten in die Entscheidungsunterstützungssysteme ermöglicht (vgl. Kapitel 8.1.2.1 Anforderung FG.4)
4. Mittel- bis langfristig ist mit einer Softwarelösung der Aufbau einer fachlichen Geodateninfrastruktur (GDI) möglich. Damit wird den Projektpartnern ein zukunftsfähiges und nachhaltiges System zur Verfügung gestellt.
5. Bei einer Veröffentlichung der Daten im Internet wird interessierten Bevölkerungskreisen in den Projektländern die Möglichkeit zur Nutzung oder der Einsicht der Daten eröffnet.

### 2.3 Notwendigkeit unterschiedlicher Hardwaresysteme

Die Notwendigkeit zur Auslieferung von Hardwaresystemen basiert auf einer im Allgemeinen unzureichenden technischen Ausstattung der Projektpartner für den Betrieb der ISDSS und der zu entwickelnden Software. Die Zuteilung von unterschiedlichen Hardwarekategorien, die in den Tabellen 1 und 2 für die einzelnen Partnerinstitutionen schon im Vorfeld dieser Arbeit erarbeitet wurde, beruht auf den durch IMPETUS festgestellten Unterschieden im Bezug auf die technische und personelle Infrastrukturausstattung. Auf die Einzelheiten dieser Kategorien wird in Kapitel 8.1.4 detailliert eingegangen.

**Tabelle 1: Partnerinstitutionen in Marokko**

Institution	Kategorie
Ministère de l'Aménagement de Territoire, de l'Eau et de l'Environnement, Secretariat d'Etat Chargé de l'Eau DRPE, Rabat MATHUE, Rabat	Server und W-LAN
ORMVAO, Ouarzazate Service Eau, Ouarzazate	Server und W-LAN
Université Cadi Ayyad, Marrakech, Faculté des Sciences Semlalia, Département de Géologie	Festplatte

**Tabelle 2: Partnerinstitutionen in Benin**

<b>Institution</b>	<b>Kategorie</b>
DGEau Cotonou	Desktop und Festplatte
INRAB Cotonou	Desktop und Festplatte
UAC – FSA	Desktop
UAC - CIPMA	Desktop
LASDEL	Desktop
CePED	Desktop
Entwicklungsdienst GTZ oder DED	Festplatte
DGEau Parakou	Festplatte
DMN Cotonou	Festplatte
DAT	Festplatte

## **2.4 Begriffsdefinition Geodatenystem**

Der konzeptionelle Schwerpunkt der Anwendung ist zunächst auf eine lokale Nutzung des Datenbestandes durch die Projektpartner ausgelegt. Daher wäre es unzutreffend im Rahmen dieser Diplomarbeit vom Aufbau einer Geodateninfrastruktur zu sprechen. Hierzu fehlen in den Projektländern derzeit die notwendigen Voraussetzungen. Ebenso wenig zutreffend wäre der Begriff des Geoinformationssystems (GIS), weil für die Anwendung keine räumlich-analytischen Funktionalitäten vorgesehen sind. Deswegen wird für alle weiteren Ausführungen der Begriff des Geodatenystems eingeführt. Dieser ist in der Literatur nicht verankert und wird daher definiert.

Ein Geodatenystem wird als eine informative, interaktive, netzwerkfähige jedoch netzwerkunabhängige Computeranwendung definiert, die einem Anwender einen benutzerfreundlichen Zugriff auf einen Geodatenbestand bietet und eine effiziente Pflege des Geodatenbestandes ermöglicht. Zu den weiteren Merkmalen des Systems zählen seine potentielle Nutzung als Baustein für eine Geodateninfrastruktur und Schnittstellen, die einen flexiblen und interoperablen Datenzugriff gewährleisten.

## 2.5 Fragestellungen

Folgende zentrale Fragestellungen lassen sich aus der Problemstellung ableiten.

**Mit welchen Mitteln lässt sich ein Geodatensystem umsetzen, das die Anforderungen der Zielgruppe deckt und gleichzeitig den gegebenenfalls in der Zukunft aufkommenden Ansprüchen (z.B. dem Aufbau einer GDI) gerecht wird?**

- Welche technischen Grundlagen werden benötigt?
- Welche funktionalen und qualitativen Eigenschaften muss das System aufweisen?
- Welche Daten müssen dabei verarbeitet werden?

## 3. Analyse der Ausgangssituation

Zur Beantwortung dieser Fragestellungen ist eine nähere Betrachtung der Ausgangssituation erforderlich. Dazu zählen die Datenbestandsaufnahme, die aktuellen Möglichkeiten des Datenzugriffs und die Analyse der Zielgruppe. Sie bilden eine Voraussetzung für die Konzipierung und Entwicklung des Geodatensystems.

### 3.1 Zielgruppenanalyse

Der Zielgruppe muss bei der Entwicklung des Geodatensystems eine besondere Beachtung gewidmet werden. Insbesondere geht es darum, die Zielgruppe näher zu definieren, um Rückschlüsse im Bezug auf die funktionale und qualitative Ausgestaltung des Geodatensystems ableiten zu können. Damit wird das Ziel verfolgt, eine möglichst hohe Akzeptanz des Geodatensystems bei seinen Anwendern zu erreichen.

Informationen über personelle, technische und wirtschaftliche Ressourcen der Projektpartner wurden im Rahmen des IMPETUS-Projektes nicht empirisch ermittelt. Diese Aufgabe konnte aus zeitlichen Gründen auch nicht im Rahmen dieser Arbeit durchgeführt werden. Die Spezifizierung der Zielgruppe muss daher aus den Gesprächen mit IMPETUS-Mitarbeitern ermittelt werden. Sie verfügen über Kenntnisse und Erfahrungen, die die Formulierung der Kerneigenschaften der Zielgruppe ermöglichen. Die zentralen Aussagen dieser Gespräche sollen im Folgenden durch landesweite Statistiken der Projektländer untermauert werden. Sie sind zwar nicht direkt auf die Verhältnisse in den jeweiligen Partnerinstitutionen übertragbar,

zeigen jedoch den allgemeinen Entwicklungsstand im Bereich der Personal sowie der Internet- und Telekommunikationsinfrastruktur deutlich auf.

Bei den Gesprächen wurden insbesondere Defizite im Bereich der personellen und technischen Infrastruktur benannt.

### 3.1.1 Defizite im Bereich der personellen Infrastruktur

Die durch IMPETUS-Mitarbeiter angedeutete Problematik unzureichender personeller Ressourcen für die Administration der Hard- und Software spiegelt sich in den Ausbildungsstatistiken der UNESCO Institute for Statistics wider.

Im Jahre 1999 waren in Benin lediglich 280 Hochschulabsolventen aus den Naturwissenschaften: Biologie, Physik, Mathematik und Statistik sowie Informatik und EDV zu verzeichnen. Diese im Vergleich zu Marokko und Deutschland signifikant geringere Anzahl der Absolventen (vgl. Tab. 3) spricht dafür, dass insbesondere in Benin qualifiziertes Personal für die Administration der zur Verfügung gestellten Systeme kaum erwartet werden kann.

Die Statistik bestätigt die Feststellung der IMPETUS-Mitarbeiter über eine bessere personelle Ausstattung der Projektpartner in Marokko, wo jedes Jahr etwa 4500 Absolventen aus den oben genannten Wissenschaften dem Arbeitsmarkt zur Verfügung gestellt werden.

**Tabelle 3: Absolute Hochschulabschlüsse pro Jahr in harten Wissenschaften für Marokko, Benin und Deutschland (1999-2006). Biowissenschaften, Physik, Mathematik & Statistik, Informatik - EDV.**

Quelle: UNESO Institute for Statistics (generiert im Data Centre)

Year	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Country	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓
Morocco	...	5,149	...	...	3,642	3,991	4,544
Germany	29,972	27,871	26,460	27,131	28,562	32,178	37,452
Benin	274	...	...	...	...	...	...

### 3.1.2 Defizite im Bereich der technischen Infrastruktur

Folgende technisch infrastrukturelle Defizite können für Benin und Marokko festgehalten werden:

### 3.1.2.1 Benin

Für Benin konnten folgende Defizite festgestellt werden:

1. oft fehlendes oder schlecht ausgebautes lokales Netzwerk
2. sehr geringe Internetbandbreiten
3. unzureichende Ausstattung mit internetfähigen Arbeitsplätzen
4. Energieversorgungsprobleme (z.B. Stromausfälle an der Université d'Abomey-Calavi)

Ein durch die International Telecommunication Unit (ITU) durchgeführtes Ranking verweist ebenfalls auf infrastrukturelle Probleme in Benin. Mittels des Digital Access Indexes (DAI) wurde die Zugänglichkeit zu den Informations- und Telekommunikationstechnologien unter Einbeziehung der Infrastruktur, der Preise für den Internetzugang, der Qualität des Internetzugangs (z.B. Bandbreite) und anderer Faktoren ermittelt. Mit einem Index von 0.12 (Indexskala 0-1 aufsteigend) im Jahre 2002 gehört Benin zu den Ländern mit den schlechtesten Zugangsmöglichkeiten zur Informations- und Telekommunikationstechnologie (vgl. ITU 2003).

Die mangelhafte Internetbandbreite Benins spiegelt sich in der Statistik des World Resources Institute wider (vgl. Tab. 4).

**Tabelle 4: International Internet bandwidth: Einheit: Mega Bits Pro Sekunde (Mbps)**

**Quelle: EarthTrends: The Environmental Information Portal**

		Reverse years						
	ISO	2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999
Country								
Benin	BEN	45	47	47	2	2	2	0
Germany	DEU	566,000	566,000	385,000	261,000	208,000	69,700	11,800
Morocco	MAR	7,100	1,240	310	310	136	118	80

COOPER & GAVIN 2005, und WOLDAI 2002 stellen analog zu den oben genannten Aussagen fest, dass:

- der Einsatz des Internets für den Zugriff auf Geoinformationen in Benin noch nicht genutzt wird und somit infrastrukturelle Probleme im IT-Bereich tatsächlich vorhanden sind,

- vorhandene digitale Geodaten meistens das Produkt von Entwicklungsprojekten sind, so dass der selbständige Umgang mit und der Einsatz von Geoinformationen, Geoinformationssystemen und der Computertechnologie unterentwickelt ist.
- das politische Bewusstsein für die Bedeutung von GI nur rudimentär entwickelt ist.

Dieser Entwicklungsrückstand Benins führte im Rahmen einer IMPETUS-Sitzung zu dem Beschluss, dass: „aufgrund der Infrastruktur- und Personalausstattung der Institutionen in Benin die Aufstellung und der Betrieb eines Servers für nicht praktikabel erachtet wird“ (Protokoll: interne IMPETUS-Sitzung vom 15.11.2007).

Nichtsdestotrotz ist der Transfer des Datenbestandes an die Projektpartner in Benin notwendig. Alternativ zu der Auslieferung des GDS auf den Serversystemen ist daher der Einsatz leistungsstarker Desktopsysteme oder von NAS-Festplatten für eine lokalen Nutzung des Datenbestandes vorgesehen (vgl. Tab. 1 und 2).

### ***3.1.2.2 Marokko***

Laut den Aussagen der IMPETUS-Mitarbeiter verfügen die meisten Partnerinstitutionen in Marokko über ein lokales Netzwerk und einen Internetzugang. Für eine deutlich bessere Infrastrukturausstattung der Projektpartner in Marokko sprechen nicht nur die Aussagen der IMPETUS-Mitarbeiter, sondern auch die Statistiken des World Resources Institute und des ITU. Die in Tabelle 4 dargestellte Internetbandbreite Marokkos liegt um ein Vielfaches höher als in Benin. Außerdem ist insbesondere in der jüngsten Zeit eine hohe Wachstumsrate der Internetbandbreite feststellbar (vgl. Jahre 2003-2005). Der Digital Access Index der ITU mit einem Wert von 0.33 aus dem Jahr 2002 deutet darauf hin, dass die Informations- und Telekommunikationstechnologien deutlich stärker ausgebaut sind als in Benin und zunehmend genutzt werden.

## **3.2 Datenbestandsaufnahme und aktueller Datenzugriff**

Im Verlauf des interdisziplinären IMPETUS-Projekts wurde ein umfangreicher Datenbestand aufgebaut und im Internet veröffentlicht. Er beinhaltet Geodaten, Sachdaten, Dokumente und beschreibende Informationen dieser Daten. Diese werden als Metadaten bezeichnet.

Der Datenbestand zeichnet sich durch die folgenden Merkmale aus:

- erfasste Metadaten liegen in einem gemischten Metadatenmodell vor (vgl. 3.1.1)
- Geodaten und Dokumente liegen in unterschiedlichen Datenformaten vor (vgl. 3.1.2)
- Vektor- und Rasterdaten liegen in mehreren räumlichen Referenzsystemen vor:
  - WGS 84 (EPSG 4326)
  - UTM 31 Nord (EPSG 32631) für Benin
  - eine eigens für Marokko durch IMPETUS entwickelte Projektion (Projektion Lambert Conformal Conic, Merchich; genaue Parametrisierung vgl. Anhang 1).
- durch den interdisziplinären Ansatz des Projekts unterscheiden sich Daten in fachlicher Hinsicht.
- zum Teil liegen Datensätze vor, die aufgrund urheberrechtlicher oder lizenzrechtlicher Aspekte im Vergleich zu den durch IMPETUS eigenständig erhobenen Daten nicht an die Projektpartner weitergegeben werden

Diese Aspekte verdeutlichen die Heterogenität der Daten des Datenbestandes.

### **3.2.1 Metadaten**

Die IMPETUS-Metadatenbank besteht aus ca. 450 Metadatenansätzen (Stand Juni 2008), die beschreibende Informationen zu den eigentlichen Daten beinhalten. Jeder Metadatenansatz beinhaltet etwa 50 Metadatenelemente zur Identifikation und zur Beschreibung der Datenqualität, des Inhaltes, der räumlichen Ausdehnung, der Zugriffsmöglichkeiten sowie des Transfers. Damit sind semantische, syntaktische, pragmatische und navigatorische Metadaten vorhanden (vgl. Kap. 5.2).

Charakteristisch für den Metadatenbestand ist, dass dem Metadatenkonzept kein einheitliches Metadatenmodell zugrunde liegt. „The structure of the IMPETUS metadata is oriented at international standards like FGDC-STD-001-1998 (FEDERAL GEOGRAPHIC DATA COMMITTEE 2000) and ISO/TC211 19115.“ (IMPETUS 2006, S. 270). Vielmehr liegt also eine Mischung aus den beiden Metadatennormierungen vor.

Die Verwaltung der IMPETUS-Metadaten erfolgt auf der Basis einer Access-Datenbank. Über eine eindeutige Identifikationsnummer (ID) wird die Beziehung zu den auf

Dateisebene vorliegenden Geodaten und Dokumenten hergestellt, so dass zu jedem Geodatensatz bzw. Dokument ein eindeutiger Metadatensatz vorliegt.

### 3.2.2 Geodaten und Dokumente

Vektordaten liegen einheitlich als ESRI-Shapefiles vor, inklusive der zum Datenformat gehörigen Sachdaten. Dem gegenüber sind bei den Rasterdaten unterschiedliche Datenformate vorhanden wie: Erdas Image, ESRI Grid, ASCII Grid, ENVI oder GeoTIFF.

Folgende Dokumente kommen in dem IMPETUS-Datenbestand vor: Textdokumente, Bilder, Diagramme und Tabellen. Sie verfügen über einen Raumbezug, da sie in vielen Fällen das Ergebnis einer räumlichen Untersuchung sind und über das Untersuchungsgebiet bzw. die Koordinaten der untersuchten Objekte verortet werden können.

Geodaten und Dokumente liegen auf der Dateisebene in einer hierarchisch organisierten Verzeichnisstruktur vor. Die Verzeichnisbezeichnungen entsprechen dabei der ID der Metadatenbank. Ebenso enthalten die Dateibasisnamen jeweils die ID eines Metadatensatzes. Somit ist eine eindeutige Zuordnung von Metadaten zu den Geo- und Sachdaten gewährleistet.

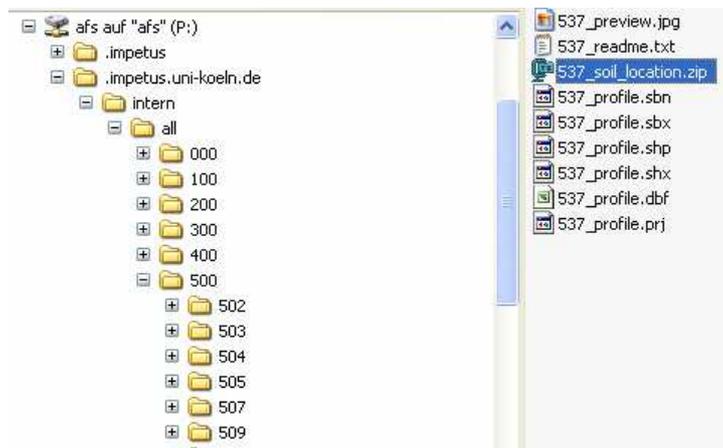


Abbildung 2: IMPETUS Ablagestruktur von Geodaten und Dokumenten

### 3.2.3 Datenzugriff

Der Zugriff auf den Datenbestand erfolgt über die IMPETUS-Webseite. Damit dieser Zugriff möglich ist, werden die Metadatensätze aus der Access-Datenbank mit einer MySQL-Datenbank synchronisiert und die dazugehörigen Geodaten und Dokumente auf den

IMPETUS-Server hochgeladen. Die Anfrage eines Benutzers erfolgt im Browser über Eingabemasken. Derzeit ist die Suche über Volltext, einen Thesaurus, die IMPETUS-Teilprojekte, den Zeitraum und eine Eingabe eines umschließenden Rechtecks möglich. Ein PHP-Script nimmt die in den Eingabemasken vorgenommene Anfrage entgegen und liefert als Ergebnis passende Metadatensätze aus der MySQL-Datenbank zurück. Nach Ausgabe eines Metadatensatzes erfolgt der Zugriff auf die dazugehörigen Geodaten und Dokumente.

### **3.3 Rückschlüsse für das Geodatensystems**

#### ***Benutzerfreundlichkeit***

Die vorgestellte Problematik der mangelnden Ausbildung bei personellen Ressourcen der Projektpartner und -länder verdeutlicht, dass sich das GDS durch eine besondere Benutzerfreundlichkeit auszeichnen sollte, um auch wenig erfahrenen Anwendern die Möglichkeit seiner Nutzung zu ermöglichen. Dazu gehört auch die Möglichkeit eines integrierten Einsatzes des Geodatensystems und des ISDSS-Frameworks.

#### ***Hardware***

Die technisch-infrastrukturellen Unterschiede innerhalb der Zielgruppe erfordern den Einsatz unterschiedlicher Hardwaresysteme (Server, Desktop, NAS-Festplatte). Damit wird ein flexibler Einsatz des GDS für Partnerinstitutionen mit unterschiedlichen infrastrukturellen Gegebenheiten gewährleistet (vgl. Tab. 1 & 2).

#### ***Daten***

Eine Überführung des Datenbestandes in das Geodatensystem wird eine zentrale Aufgabe darstellen. Dabei muss die Bedeutung der Metadaten hervorgehoben werden. Sie bilden eine Grundlage für die Recherche nach geeigneten Geoinformationen und sind daher für das Geodatensystem von zentraler Bedeutung. Sie werden auch im Rahmen der Konzipierung und der Entwicklung des Geodatensystems eine wichtige Rolle spielen.

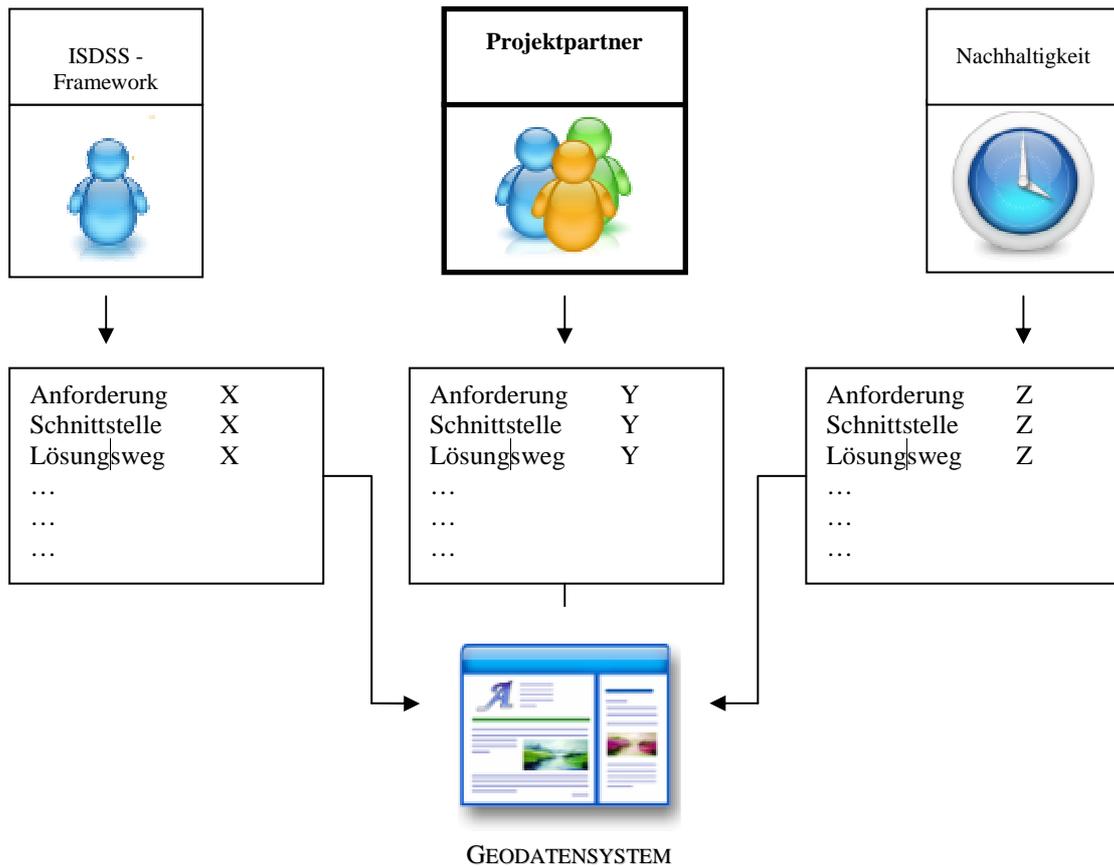
#### ***Potential für Verwendung im Rahmen einer Geodateninfrastruktur***

Bei den Projektpartnern handelt es sich zumeist um staatliche Einrichtungen wie Ministerien und Behörden sowie um Universitäten und Institute, die als Initiatoren oder Träger einer Geodateninfrastruktur auftreten können. Daher ist mittelfristig bei einer Fortentwicklung der infrastrukturellen Möglichkeiten und personellen Ressourcen der Aufbau einer Geodateninfrastruktur in den Projektländern denkbar. Das GDS sollte daher mit technischen

Komponenten ausgestattet sein, die seine zukünftige Anwendung als Baustein einer Geodateninfrastruktur ermöglichen.

### Anforderungsquellen

Auf der Grundlage der bis hierhin stattgefunden Ausführungen lassen sich drei Anforderungsquellen feststellen (vgl. Abb.3).



**Abbildung 3: Anforderungsquellen für die Konzipierung und Entwicklung des Geodatensystems (aus der Sicht der Zielgruppe, des ISDSS-Frameworks und des Nachhaltigkeitsgedankens), (eigene Darstellung)**

# TEIL II - THEORIE

## 4. Methodik

Die Bearbeitung der aufgezeigten Problemstellung erfordert die Einbeziehung einer aus der Informatik stammenden Methodik. Die Methodik der Software-Entwicklung (eng. Software Engineering) ist die Anwendung einer systematischen, disziplinierten und quantifizierbaren Methode für die Entwicklung, den Betrieb und die Wartung von Software. (vgl. DUMKE 2000, S. 2).

Nach DUMKE (2002) besteht die Software-Entwicklung aus den aufeinander folgenden Phasen:

1. Problemdefinition
2. Anforderungsanalyse
3. Spezifikation
4. Entwurf
5. Implementation
6. Erprobung
7. (Auslieferung - wird nicht behandelt)

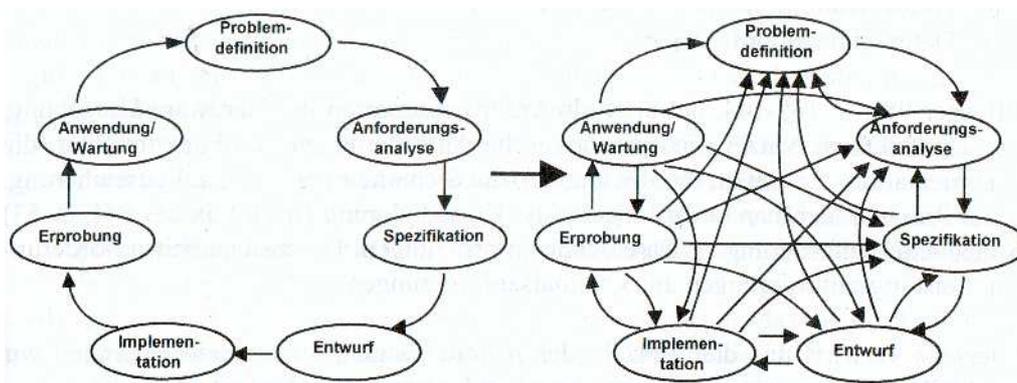


Abbildung 4: Theorie (links) und Praxis (rechts) in der Softwareentwicklung.

Quelle: DUMKE 2000, S. 23

Abweichend von der Theorie ist in der Praxis die strikte Einhaltung der Reihenfolge der einzelnen Phasen nicht möglich. Vielmehr weist die Software-Entwicklung einen zyklischen

und iterativen Charakter auf, bei dem sich Anforderungen beispielsweise ändern können, neue Anforderungen erst im Laufe des Entwicklungsprozesses ersichtlich werden und bereits implementierte Funktionalitäten wieder verworfen werden. Der Prozess ist dementsprechend durch „ein Wiederkehren“ des Entwicklers zu unterschiedlichen Entwicklungsphasen gekennzeichnet (vgl. Abb. 4).

Dem entsprechend ist in der Praxis eine strenge Trennung einzelner Entwicklungsphasen nicht durchführbar. Um umständliche und unnötige Wiederholungen zu vermeiden, werden in dem Praxisteil der vorliegenden Arbeit daher die Problemdefinition und die Anforderungsanalyse zusammengefasst. Ebenso werden die Phasen der Spezifikation und des Entwurfs gemeinsam behandelt, da sie thematisch sehr nah beieinander liegen. Für die folgende theoretische Abhandlung der Methodik sollen alle Entwicklungsphasen jedoch separat betrachtet werden.

## 4.1 Problemdefinition

In der ersten Phase der Software-Entwicklung geht es um die Formulierung der Anforderungen an das zu entwickelnde Software-System. Man unterscheidet dabei funktionale, qualitative, systembezogene und prozessbezogene Anforderungen (vgl. DUMKE 2000, Kap. 1.2.2).

1. Die Definition **funktionaler Anforderungen** dient der Beschreibung des Funktionsumfangs und der Funktionalitäten im Einzelnen. Es gilt an dieser Stelle, sowohl die grundlegenden Eigenschaften und die Arbeitsweise der Funktionalitäten als auch die zu verarbeiteten Daten und die notwendigen Schnittstellen näher zu beschreiben.
2. Zu den **qualitativen Anforderungen** kann der Funktionsumfang gezählt werden. Weitere Qualitätsanforderungen können potenziell z.B. hinsichtlich Zuverlässigkeit, Benutzbarkeit, Effizienz und Wartbarkeit gestellt werden.
3. Bei den **systembezogenen Anforderungen** handelt es sich um Vorgaben zur Plattform und zur konkreten Programmiersprache (vgl. DUMKE 2000, S. 26). Bei netzwerkfähiger Software können die Beziehungen in einem Rechnernetz aufgezeigt werden.

4. **Prozessspezifische Anforderungen** beschreiben insbesondere den zur Verfügung stehenden zeitlichen Rahmen für die Entwicklung des Software-Produkts sowie die zur Verfügung stehenden wirtschaftlichen und personellen Ressourcen. Die zur Verfügung stehenden Ressourcen gelten für den gesamten Entwicklungsprozess und beeinflussen das Endprodukt in seiner Ausprägung, indem unter Umständen Einschränkungen und Präferenzen gesetzt werden müssen.

In der Phase der Problemdefinition wird insgesamt eine sorgfältige und strukturierte Darstellung der Ausgangssituation, der erwarteten Ergebnisse und der Rahmenbedingungen erarbeitet.

## 4.2 Anforderungsanalyse

Die in der Problemdefinition aufgestellten Anforderungen der verschiedenen Anforderungsarten bedürfen einer sorgfältigen Analyse. Insbesondere gilt es diese auf ihre Realisierbarkeit hin zu überprüfen. Einschränkend auf die Realisierbarkeit können sich dabei begrenzte zeitliche, finanzielle und personelle Ressourcen auswirken. Sind Ressourceneinschränkungen gegeben, sollte eine priorisierte Auswahl der Anforderungen stattfinden, Ressourcen aufgestockt werden oder die Entwicklung aufgegeben werden.

Darüber hinaus sind in einem Abstimmungsprozess zwischen dem Entwickler und dem Anwender die Anforderungen auf ihre Korrektheit, Vollständigkeit und Konsistenz zu kontrollieren.

Mit der Anforderungsanalyse wird das Ziel verfolgt, aus dem gesamten Anforderungspool diejenigen Anforderungen zu bestimmen, die realisierbar, korrekt, vollständig und konsistent sind. Erfüllen die Anforderungen diese Voraussetzungen nicht, sollten sie abgeändert oder verworfen werden, bevor sie in die darauf folgende Spezifikation übernommen werden.

Die Durchführung einer Anforderungsanalyse bei gleichzeitiger Partizipation der Anwender ist ein wichtiger Bestandteil der Konzeptionsphase und dient der Sicherung der Durchführung des Gesamtprojekts, wie die folgende Auflistung verdeutlicht (vgl. DUMKE 2000, S. 32).

Gründe für das Fehlschlagen von Projekten:

- |        |                                  |
|--------|----------------------------------|
| 13,1 % | unvollständige Anforderungen     |
| 12,4 % | unzureichende Nutzereinbeziehung |

10,6 %	unzureichende Ressourcen
9,9 %	unrealistische Erwartungen
9,3 %	unzureichende Bearbeitungsunterstützung
8,7 %	zu viele Änderungen der Anforderungen bzw. Spezifikationen
8,1 %	Schwächen bei der Planung
7,5 %	System wurde nicht mehr gebraucht

### 4.3 Spezifikation

In dieser Entwicklungsphase werden die funktionalen und qualitativen Anforderungen in einem Modell spezifiziert und für die weitere Softwareentwicklung festgelegt. Das Modell fungiert dabei als eine vereinfachte und abstrahierte Darstellungsform der gestellten Anforderungen, reduziert die Verbalität und Redundanz.

Für die vorliegende Arbeit werden *strukturelle Modelle* vorgestellt. Darüber hinaus werden ein komplexes *Datenmodell* und ein *konzeptuelles Modell* präsentiert. Für die Entwicklung dieser Modelle werden durch den Einsatz von Texten, Graphiken Tabellen, und Recherchen die Ansätze der strukturellen und informellen Modellierung verfolgt (zu den Begriffen vgl. DUMKE 2000, S. 38f).

In der Spezifikation sollen insbesondere die Teile des Systems bezüglich ihrer Eigenschaften und Beziehungen untereinander beschrieben werden. „Im Falle der Software-Entwicklung bedeutet dies die Beschreibung der Ein- und Ausgabedaten sowie der Logik der Beziehungen und Verknüpfungen dieser Daten und der darauf wirkenden Funktionen.“ (ERNST 2003, S. 314).

Folgende Fragestellungen begleiten diese Phase der Softwareentwicklung (vgl. ERNST, 2003, S. 314):

1. Worauf soll das System wirken? (Eingabedaten)
2. Was soll das System tun? (Funktionen und Ausgabedaten)
3. Welche Schnittstellen kommen zum Einsatz?

### 4.4 Entwurf

Mit dem Entwurf wird das Ziel verfolgt, eine Architektur zu konzipieren, die die softwarebezogene (z.B. Client/Serverapplikation mit Windows XP) und die hardwarebezogene (z.B. PC-Netzwerk) Struktur eines zu entwickelnden Systems, ihre

Komponenten und die Beziehungen zwischen diesen Komponenten beachtet (vgl. DUMKE 2000, S. 47). Zu den Komponenten einer Architektur können beispielsweise bereits vorhandene Anwendungssoftware (z.B. OGC-konforme Implementation eines WMS oder WCS-Geodienstes) oder auch bereits implementierte Klassen (z.B. Geotools Java-Klassen) gehören. „Neben der Betrachtung der entsprechenden oder vorgegebenen Programmiersprache ist die Anwendung bereits vorhandener Software ein wesentliches Entwurfsmerkmal“ (DUMKE 2000, S. 59).

Der zuletzt genannte Aspekt wird für die vorliegende Arbeit eine wesentliche Rolle spielen. Die Entwurfstechnik wird sich an die Bottom-up-Methode anlehnen, bei der durch die Verwendung vorhandener Komponenten ein Gesamtsystem entwickelt wird. Sie: “eignet sich besonders zur Wiederverwendung bereits vorhandener Komponenten.“ (DUMKE 2000, S. 52). In diesem Zusammenhang wird ein vereinfachtes *technisches Modell* vorgestellt (vgl. DUMKE 2000, S. 38) und durch schematische Darstellungen verwendet, statt den normalerweise genutzten Komponentendiagrammen oder Verteilungsdiagrammen.

## **4.5 Implementation**

Die Implementation ist die Umsetzung der Entwurfsergebnisse durch das sog. Programmieren (vgl. DUMKE 2000, S. 63). Dazu zählen die Kodierung (Editieren, Generieren, Anpassen, Übernehmen), Tests zur Fehlerbehebung, die Integration der getesteten Komponenten in ein System und die Installation, d.h. die Zusammenstellung aller für die Installation notwendigen Komponenten zu einem Installationsprogramm auf einem Datenträger (vgl. DUMKE 2000, Kap.1.2.6). Zur Implementationsphase gehört auch die Erstellung einer Dokumentation (vgl. DUMKE 2000, S. 92).

## **4.6 Erprobung**

In der Phase der Erprobung „soll das entwickelte Software-Produkt in einem ausgewählten Bereich unter realen Anwendungsbedingungen getestet bzw. erprobt werden“ (DUMKE 2000, S. 93). Da die Erprobung der Software in Benin und Marokko im Rahmen dieser Arbeit nicht vorgesehen ist, wird für diese Arbeit unter der Erprobung die kritische Auseinandersetzung mit der eigenen Konzeption und Implementation des Geodatensystems verstanden.

# **5. Geographische Metadaten**

Die Behandlung von geographischen Metadaten ist für die Entwicklung des Geodatensystems von zentraler Bedeutung. Sie bilden die Grundlage für die Auffindbarkeit, Bewertung und den Bezug von Geodaten und Dokumenten.

## 5.1 Einleitung und Definition

Die Erhebung und Generierung von Geodaten mit dem Ziel der Bearbeitung geographischer Fragestellungen findet in sehr unterschiedlichen und vielfältigen Kontexten statt. So vielfältig wie die Kontexte sind auch die dabei entstehenden Daten. Durch die Heterogenität von Geodaten im Bezug auf Inhalt, Qualität, räumliche Ausdehnung und das Speicherformat stellt die sachgemäße Interpretation für den Anwender ein Problem dar. Dieser Interpretationsspielraum ist möglich, weil Geodaten als ein abstrahiertes Modell zur Abbildung der realen Welt zu verstehen sind. „Je nach dem, wer die Daten erfasst hat und wofür sie ursprünglich gedacht waren, ist ein unterschiedlich hoher Grad der Näherung, der Vereinfachung, des Weglassens feststellbar.“ (BARTELME 2005, S.247). Um auf der Seite des Datennutzers eine Fehlinterpretation von Geodaten zu vermeiden, sind beschreibende Informationen der Geodaten notwendig.

Diese Informationen werden als räumliche Metadaten bezeichnet. Sie sind: „Information given along with geographical information and which allows a better understanding of geographical data.“ (AALDERS 2005, S. 3). Wenn es darum geht, Daten aufzufinden, ihre Verwendbarkeit für bestimmte Zwecke abzuschätzen, sie zu beziehen und anzuwenden, sind Metainformationen unerlässlich. „Die Verfügbarkeit von Daten allein ist völlig unzureichend, wenn nicht ausführliche Beschreibungen vorliegen, nach welchen Verfahren oder Genauigkeitsvorhaben, aus welchem Anlass, zu welchem Zeitpunkt und von welchem Bearbeiter diese erstellt wurden.“ (DE LANGE 2006, S. 207).

## 5.2 Begriffsebenen von Metadaten

Metadaten bestehen aus unterschiedlichen Metainformationsebenen, die jeweils bestimmte Fragestellungen des Informationssuchenden beantworten. Diese lassen sich in drei Ebenen einteilen:

Semantische Metainformationen enthalten inhaltliche und qualitative Beschreibungen. Sie stellen die Grundlage für den Entscheidungsprozess dar, in wie weit vorliegende Geodaten in einem bestimmten Kontext zweckmäßig verwendet werden können. Sie beantworten die Fragen: was wurde wann, weswegen, von wem mit welcher Qualität erhoben. Beispielsweise können das folgende Angaben sein: eine allgemeine Beschreibung eines Datensatzes, die Methodik und verwendete Messgeräte, quantitative und qualitative Angaben zu der Vollständigkeit, der Konsistenz und der Genauigkeit, usw. „Die semantische Metainformation

ist der wesentliche Anknüpfungspunkt für die Identifikation von relevanten Informationsbeständen bei der Recherche durch den Benutzer.“ (GREVE & HÄUSLEIN 1996, S. 173).

Syntaktische Metainformationen beschreiben die Geodaten in ihrem Aufbau. Hier fließen Informationen über den Datentyp und die Daten- oder Objektstrukturen mit ein, aber auch vorhandene Relationen innerhalb der Objektstruktur. Diese Informationen dienen dem Benutzer im Wesentlichen dazu, den datentechnischen Aufbau der Daten zu verstehen. Erst mit diesen Informationen ist er in der Lage z.B. eine Datei mit einem geeigneten Programm zu öffnen, bestimmte Daten zu extrahieren und diese für den eigenen Anwendungskontext zu nutzen.

Pragmatische Metainformationen benennen die Konditionen und vorhandene Beschränkungen für die Nutzung und den Zugang zu den Daten. Sie beinhalten auch die navigatorischen Metainformationen, die die Zugriffsmöglichkeiten genau beschreiben.

## **5.3 Ziele und Zwecke**

Im Folgenden werden die wesentlichen Zielsetzungen und Zwecke dargestellt, die sich aus der Beschreibung von Geodaten ergeben.

### **5.3.1 Erhaltung der Datensemantik, Werterhaltung und Investitionssicherung**

Eine konsequente und kontinuierliche Metadatenpflege, z.B. bei der Aktualisierung von bestehenden Geodaten, dient ihrer Wiederverwendbarkeit und damit der Werterhaltung und der Sicherung der in die Geodatengenerierung getätigten Investitionen. Geodaten, die über keine begleitenden Metadaten verfügen, sind unter Umständen unbrauchbar, da ihre Semantik nach Ablauf einer bestimmten Zeit nicht mehr vollständig rekonstruiert werden kann. Diese Gefahr ist insbesondere dann gegeben, wenn Geodatenbestände eine unübersichtliche Größe annehmen und die Daten von unterschiedlichen Personen/Mitarbeitern stammen.

Durch den Einsatz von Metadaten kann ein unter wirtschaftlichen Aspekten sinnvoller Aufbau eines Geodatenbestandes erfolgen und die nachhaltige Nutzung eines Geodatenbestandes gewährleistet werden. Nichts desto trotz sollte beachtet werden, dass es sich hierbei, und insbesondere bei geographischen Metadaten um einen sehr zeit- und personalaufwändigen Prozess handelt (vgl. NOGUERAS-ISO, ZARAGAZA-SORIA & MURO-MEDRANO 2005, S. 13).

### **5.3.2 Vermeidung von Redundanz und Inkonsistenz durch Transparenz**

Eine erhöhte Transparenz eines Geodatenbestandes sichert nicht nur die Wiederverwendbarkeit seiner Datensätze. Besteht bei dem Anwender die Klarheit darüber, dass ein Datensatz für seinen Anwendungsfall zweckmäßig ist, ist eine erneute Erhebung der Daten nicht notwendig. Damit werden die Datenredundanz und sich unter Umständen auf diesem Wege einschleichende Datenbestandinkonsistenzen vermieden. Dadurch ergeben sich aus ökonomischer Sicht weitere Vorteile. Dazu zählen beispielsweise: ein geringer Speicherplatzbedarf und eine schnellere Auffindbarkeit von Datensätzen durch die Mitarbeiter.

### **5.3.3 Wiederverwendung von Geodaten Informationsaustausch zwischen Dateninhabern**

Eine Organisation ist in der Regel auf ein spezielles Fachgebiet ausgerichtet und produziert Geodaten in ihrem fachlichen Kontext. Die Verwendung von externen Geodaten, die in den eigenen Kontext eingebettet werden können, ist von wirtschaftlichem Vorteil, weil eine redundante Datenerhebung und Datenhaltung vermieden wird. Metadaten bieten Organisationen, die an einem Datenaustausch interessiert sind, die Möglichkeit zum Austausch von Informationen über die verfügbaren Daten. Dieser Informationsaustausch kann als effizient bezeichnet werden, da nicht die Datensätze selbst, sondern die vom Datenvolumen wesentlich kleineren beschreibenden Informationen transferiert werden. Dieser Aspekt ist insbesondere für Länder relevant, die über keine hohe Internetbandbreite verfügen. Letztendlich kann auf diesem Wege der eigentliche Datentransfer vorbereitet und organisiert werden.

### **5.3.4 Vereinfachte Wartung und Pflege**

Räumliche Metadaten ermöglichen eine transparente Dokumentation von Geodatenbeständen und vereinfachen ihre Wartung und Pflege. Vorhandene Datenredundanzen und Datenlücken können mit Hilfe von Metadaten leichter identifiziert werden und korrigiert werden. Damit tragen sie dazu bei, die Qualität des Geodatenbestandes zu steigern.

### **5.3.5 Vorteile für den Datennutzer durch Datenkataloge**

Der Einsatz von Clearinghouses und Datenkatalogen kann einer weniger computerversierten Zielgruppe die Auffindung, Interpretation und Anwendung von Geodaten vereinfachen.

Hierbei werden oft graphische Benutzeroberflächen verwendet, die eine benutzerfreundliche Suche nach Geodaten ermöglichen. Dabei können Metadaten Verweisinformationen auf alternative Datensätze enthalten, so dass der Benutzer auf Daten aufmerksam gemacht wird, die er selber vielleicht nicht erkannt hätte. Dies setzt voraus, dass Verknüpfungen zwischen den einzelnen Datensätzen eingefügt werden.

### **5.3.6 Fazit**

Insgesamt führt der Einsatz von Metadaten zu einer erhöhten Transparenz des Geodatenbestandes, erleichtert seine Handhabung und Wartung, vereinfacht die Kommunikation über Geodatenbestände zwischen dem Geodatenproduzenten und dem Geodatennutzer, sichert die Wiederauffindbarkeit und Wiederverwendbarkeit von Geodaten, vermeidet Redundanzen und Inkonsistenzen und ist wirtschaftlich sinnvoll.

## **5.4 Normierungen geographischer Metadaten**

Normen sind Vereinbarungen über eine konsistente Anwendung von Regelwerken zur Schaffung eines allgemeinen Verständnisses innerhalb einer bestimmten Anwendungsdomäne. Bemühungen für die Normierung räumlicher Metadaten sind auf nationaler, regionaler und globaler Skala feststellbar. Internationale Normen im Bereich der Geoinformation werden von der ISO/TC 211 verabschiedet. Auf der regionalen Ebene wäre beispielhaft das CEN (Comité Européen de Normalisation) und auf der nationalen Ebene das Deutsche Institut für Normung (DIN) mit dem Normungsausschuss für Bauwesen zu nennen. Ähnliche nationale Normierungsinstitutionen sind das FGDC (Federal Geographic Data Committee) in den USA und das ANZLIC (Australian New Zealand Land Information Council) für Australien und Neuseeland.

Die Notwendigkeit für die Erarbeitung von Metadatenstandards ergibt sich aufgrund einer stetig wachsenden Menge und der zunehmenden Unübersichtlichkeit von Geodatenbeständen (vgl. NOGUERAS-ISO, ZARAGAZA-SORIA & MURO-MEDRANO 2005, S. XII), aber auch aufgrund einer steigenden Nachfrage nach Geodaten verschiedener Fachrichtungen. Die Standardisierung geographischer Metadaten trägt dazu bei:

- die Vergleichbarkeit und die Verständlichkeit von Geodaten zu erhöhen
- die Interoperabilität und die Austauschbarkeit von Geoinformationen zu fördern
- die Auffindbarkeit und Verwendbarkeit von Geodaten in einem zunehmend dezentralisierten und verteilten System wie dem Internet zu fördern

- Kosten und Zeit zu sparen

### **5.4.1 Interoperabilität von Metadaten durch das ISO/TC211**

Offizielle internationale Standards werden von der International Standard Organisation (ISO) entwickelt. Sie stellt eine weltweite Vereinigung von Standardisierungsinstitutionen aus über 130 Ländern dar. 1992 wurde von der ISO das technische Komitee - ISO/TC 211 ins Leben gerufen, das sich speziell mit der Standardisierung bzw. der Normierung im Bereich der Geoinformation auseinandersetzt. Insgesamt sind 60 Mitgliedsstaaten und über 20 externe Partnerorganisationen in die Normierung involviert.

Die Zielsetzung des Komitees besteht darin eine strukturierte Serie von Standards zu entwickeln: „These standards may specify, for geographic information, methods, tools and services for data management (including definition and description), acquiring, processing, analyzing, accessing, presenting and transferring such data in digital/electronic form between different users, systems and locations.“ (ISO/TC 211). Die Standards des ISO/TC 211 Komitees konstituieren in ihrer Gesamtheit eine Normfamilie, in der diverse Standards zueinander in Beziehung stehen. BARTELME (2005) gibt eine Übersicht über die Normfamilie 19101 bis 19141.

Die für diese Arbeit wichtige Norm des ISO/TC211 trägt die Bezeichnung Geoinformation - Metadaten ISO 19115 und kommt aus dem Bereich der „Basic Standards“. Sie stellt ein konzeptionelles Metadatenmodell dar, das im Rahmen dieser Arbeit angewendet wird. Seine computertechnische Implementation in XML wird durch den Standard Metadaten – Implementierungsspezifikation ISO 19139 beschrieben. Dieser gehört dem Bereich der „Implementation Standards“ an.

#### ***5.4.1.1 Geoinformation – Metadaten (ISO 19115) als internationaler geographischer Metadatenstandard***

Zu den bekanntesten Standards des ISO/TC211 zählt der Standard „Geoinformation – Metadaten“ (ISO 19115). Mit seiner Verabschiedung im Jahre 2003 wird dem Thema der geographischen Metadaten eine bisher nicht vorhandene internationale Gewichtung verliehen. Die globale Interoperabilität von geographischen Metadaten wird als eine Grundvoraussetzung für eine grenzübergreifende kompatible Austauschbarkeit und Wiederverwendbarkeit von Geodaten gesehen. Übergeordnetes Ziel des ISO 19115 Standards

ist die Herbeiführung einer derartigen Interoperabilität. Der Standard zeichnet sich durch eine hohe internationale Akzeptanz aus, weil wichtige nationale Normierungsorganisationen in einem sieben jährigen Abstimmungsverfahren an der Entwicklung des Standards beteiligt waren.

#### *Übernahme des ISO 19115 in Europa, USA und Australien*

Verantwortlich für die Normierung von geographischen Informationen für Europa ist das von CEN (Comité Européen de Normalisation) gegründete technische Komitee 287 (CEN TC 287 – Geographic Information). Seit 2003 koordiniert das Komitee die Übernahme der von dem ISO/TC 211 stammenden Normierungen aus dem Bereich Geoinformation. CEN übernahm den ISO 19115 Standard ohne Modifikationen für Europa. Daher: „This European Standard shall be given the status of a national standard, either by a publication of an identical text or by endorsement, at latest by July 2005, and conflicting national standards shall be withdrawn at the latest by July 2005. According to the CEN/CENELEC internal Regulations, the national standards organisations of the following countries are bounded to implement this European Standard: Austria, Belgium, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland and United Kingdom.“ (DIN 2005, S. 6).

Nicht nur auf der europäischen Ebene wird eine Harmonisierung mit dem ISO 19115 angestrebt. Auch das FGDC ist um eine Harmonisierung bemüht. „Presently most work of the working group deals with the harmonisation of the FGDC metadata standard with the ISO standard 19115 for Geographic Information – Metadata on order to adopt the ISO standard as an American National Standard.“ (AALDERS 2005, S. 21). Das ANZLIC Metadaten Projekt orientiert sich ebenfalls an den Entwicklungen des ISO 19115 Metadatenstandards. „Through its Technical Committee for Geographic Information/Geomatics (ISO/TC 211), ISO published the International Standard for Metadata (ISO 19115:2003). This has since been adopted as an Australia/New Zealand Standard (AS/NZS ISO 19115:2005).“ (ANZLIC 2007, S. 1).

Diese Ausführungen belegen, dass der ISO 19115 Geographic Information – Metadata Standard der international anerkannte Standard für die Erfassung von Metadaten sein wird

oder schon ist. „The ISO standard for geographic information [...] is likely to be the standard of the future for geographic metadata.“ (HKKH 2007, S. 8).

#### **5.4.1.2 Aufbau und Struktur des ISO 19115 Metadatenmodells**

Das Regelwerk stellt ein abstraktes Modell dar, das in seinem Kern aus mehreren UML-Diagrammen (Unified Modelling Language) und einem Datenbeschreibungsverzeichnis besteht. Sowohl die UML-Diagramme als auch das Datenbeschreibungsverzeichnis dienen der Beschreibung des Metadatenmodells. Sie sind als komplementäre Komponenten zu verstehen, die sich lediglich in der Darstellungsform und zum Teil in der Terminologie unterscheiden. Für die Anwendung des Standards ist zum Teil die parallele Nutzung der UML-Diagramme und des Datenbeschreibungsverzeichnisses notwendig. Zum Beispiel wird aus dem Datenbeschreibungsverzeichnis nicht deutlich, ob die Klasse MD\_Identification optional oder obligatorisch angegeben werden muss. (vgl. DIN 2005, S. 47).

#### *Metadatenpakete, Metadatenbereiche und Metadateneinheiten*

Zur Beschreibung von Geodaten stehen die in der Abbildung DIN (2005, S. 17) dargestellten Metadatenpakete (eng. metadata packages) zur Verfügung. Diese Metadatenpakete werden im Datenbeschreibungsverzeichnis als Metadatenbereiche bezeichnet und bestehen aus Metadateneinheiten und Metadatenelementen. Metadateneinheiten fassen zusammengehörige Metadatenelemente zusammen, die letztendlich die beschreibenden Metainformationen sind. Die folgende Tabelle 5 fasst die Inhalte der Metadatenbereiche zusammen.

**Tabelle 5: Metadatenbereich des ISO 19115 Metadatenmodells**

<b>Metadatenbereich</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>Obligation</b>
<b>MD_Metadata</b>	Stellt Metadaten zu den Metadaten zur Verfügung z.B. Informationen über die verwendete Sprache im Metadatensatz, das Erstellungsdatum der Metadaten, die Kontaktperson für den Metadatensatz usw.	obligatorisch
<b>MD_Identification</b>	Bietet Information zur eindeutigen Identifikation von Geodaten. Die Identifikation erfolgt z.B. über eine Zusammenfassung in Textform, Keywords, eine graphische Abbildung, den Zweck der Daten, den Status der Daten, das Format der Daten, potentiell mögliche Nutzung der Daten usw.	obligatorisch

	Kann sowohl für die Identifikation von Daten als auch von Diensten (ISO 19119) benutzt werden.	
<b>MD_Constraints</b>	Dient der Beschreibung von Anwendungsbeschränkungen von Geodaten und der Regelung der rechtlichen Nutzungsbeschränkungen.	optional
<b>DQ_DataQuality</b>	Ermöglicht die Abschätzung der Datenqualität über die Qualitätsmerkmale: Vollständigkeit, Konsistenz, Genauigkeit und Korrektheit. Angaben zur der Datenherkunft, dem Erstellungsprozess und den verwendeten Ausgangsdaten runden die qualitativen Beschreibungen ab.	optional
<b>MD_Maintenance Information</b>	Beinhaltet Informationen über Aktualisierungen, ihre Häufigkeit und die Wartung der Daten.	optional
<b>MD_Spatial Representation</b>	Bietet detaillierte Informationen über Vektor- oder Rasterdaten	optional
<b>MD_Reference System</b>	Bietet Informationen über die Verortung durch Angaben zum Koordinatensystem, der Projektion, dem Elipsoiden, dem Datum usw.	optional
<b>MD_Distribution</b>	Gibt Auskunft über die Datendistribution, d.h. von wem Daten in welchem Format (online, Datenträger), unter welchen Bedingungen (z.B. Preise) bezogen werden können und wie die Distribution stattfindet (Download, Versand).	optional
<b>MD_Metadata Extension Information</b>	Ermöglicht eine Erweiterung des Standards, falls die vorhandenen Metadatenelemente den Dokumentationsbedarf eines Datenproduzenten nicht vollständig abdecken. Die Art und Weise, wie eine derartige Erweiterung erstellt werden muss, wird mit diesem Paket vorgeschrieben.	optional
<b>EX_Extent</b>	Beschreibt die horizontale, vertikale und zeitliche Ausdehnung von Geodaten	optional
<b>CI_Citation &amp;</b>	Ermöglicht eine standardisierte Art zur Anführung der	

<b>CI_Responsible Party</b>	<p>Ressource. Beispielsweise sind Informationen wie: Titel, Ausgabe, Datum der Veröffentlichung, Internetverweise diesem Paket zu entnehmen.</p> <p>Bietet darüber hinaus ausführliche Kontaktinformationen (z.B. Anschrift, Telefonnummer usw.) über die für die Geodaten verantwortlichen Personen. Das Paket hat einen identifikatorischen Charakter. Viele der Metadatenelemente dieses Paketes finden sich in MD_Identification wieder. Insgesamt nimmt dieses Paket eine zentrale Stelle ein, da es die Pakete: Content Information, Distribution Information, Metadata extension information und Reference System Information bedient.</p>	
-----------------------------	---	--

### *Organisation der Metadatenelemente*

Insgesamt stellt der Standard über 300 (vgl. DIN 2005, S.113) Metadatenelemente innerhalb der oben beschriebenen Metadatenpakete zur Beschreibung von Geodaten zur Verfügung. Aufgrund der Tatsache, dass der Standard für jede geographische Disziplin und möglichst universell nutzbar sein soll, ergibt sich die Notwendigkeit umfassender Beschreibungsmöglichkeiten von Geodaten.

In der Regel wird aber eine Dokumentation dieses Umfangs nicht angewendet. Sie würde für den Datenproduzenten einen enormen Aufwand bei der Erfassung der Metadaten bedeuten. Andererseits muss eine gewisse Qualität der Metadaten gewährleistet sein, um die Identifikation, die Abschätzung der Qualität, den Transfer und die Anwendung der Geodaten auf der Anwenderseite abzusichern. Aufgrund dieser Problematik ist der Umfang des ISO Metadatenmodells ausgehend von dem minimalen Metadatenmodell (Kernmodell) bis zum umfassenden Metadatenmodell flexibel anwendbar. Zusätzlich kann das Modell nach den Bedürfnissen der Anwendung erweitert werden. Dieser Umfang wird in so genannten Profilen festgelegt.

### *Kernmodell / Minimales Metadatenmodell*

Mit dem ISO Kernmodell werden die Metadatenelemente definiert, die mindestens erforderlich sind, um ein allgemeines Verständnis über einen Datensatz zu garantieren und grundsätzliche Fragen über das Thema, den Raumausschnitt, den Zeitraum zu beantworten.

Der Kern besteht insgesamt aus zweiundzwanzig verpflichtenden, konditionalen und optionalen Metadatenelementen (vgl. DIN 2005, S. 23). Für die Förderung der Interoperabilität wird die Beschreibung der optionalen Elemente empfohlen.

### *Umfassendes Metadatenmodell*

Das umfassende Metadatenmodell stellt die Gesamtheit aller Metadatenelemente des Standards dar. Es beinhaltet auch das Kernmodell. Wie bereits oben angedeutet, ist die Anwendung des gesamten Metadatenmodells in der Regel nicht sinnvoll.

### *Profile*

Um Geodaten möglichst effizient zu dokumentieren und in einer benutzerfreundlichen Art zu präsentieren, sollte deswegen eine Auswahl von Metadatenelementen stattfinden. ISO 19115 konforme Profile erlauben es „Teilmengen aus dem umfassenden Modell für eine spezifische Anwendungsdomäne bzw. „community“ zu erstellen, sowie das Modell mit zusätzlichen Metadatenelementen zu erweitern bzw. zu ändern. Die Norm schreibt genau vor, wie derartige Änderungen umzusetzen sind.“ (MITTELBOECK & SCHREILECHNER 2004, S. 457). Eine der Empfehlungen ist die Integration des Kernmodells in das Profil. Dieser Zusammenhang wird aus der Abbildung im Anhang Nr. 3 deutlich. Andererseits kann ein Profil eigene Metadatenelemente enthalten, die über das Umfassende Metadatenmodell hinausgehen, wenn zusätzliche Metadatenelemente für die Dokumentation von Geodaten gebraucht werden.

Die Möglichkeit der Verwendung von benutzerdefinierten Metadatenprofilen führt somit zu einer Flexibilisierung des Standards und regelt den unterschiedlichen Dokumentationsbedarf unterschiedlicher Anwender.

## **6. Geo-Dienste**

Geo-Dienste können als raumbezogene Schnittstellenspezifikationen bezeichnet werden, die einen interoperablen Zugriff auf Geoinformationen ermöglichen. Die durch das OGC (Open GIS Consortium) entwickelten OpenGIS Standards beinhalten unter anderen Implementierungsspezifikationen für Geo-Dienste über die Geoinformationen abgerufen, visualisiert und bezogen werden können. Die Schnittstellen „vereinfachen die Nutzung von Geodaten und ermöglichen im Idealfall den Zugang zu Geodaten aus verschiedenen Quellen in harmonisierter, effizienter und fachübergreifend integrierter Form.“ (Bundesamt für Kartographie o.J., S.15) und sind gleichzeitig eine Grundvoraussetzung für den Aufbau von

Geodateninfrastrukturen. (vgl. MÜLLER & PORTELE 2005, S. 88). Mit den Implementierungsspezifikationen verfolgt das OGC das Ziel „eine Informationswelt zu schaffen, in der jedermann Geoinformationen und Geo-Dienste über Netzwerk-, Applikations- und Plattformgrenzen hinweg nutzen kann.“ (PICHLER & KLOPFER 2005, S. 9).

Zu den für diese Arbeit wichtigen Spezifikationen des OGC zählen:

- Catalogue Service Web                      CSW
- Web Map Service                              WMS
- Web Feature Service                         WFS
- Web Coverage Service                      WCS

## 6.1 Catalogue Service Web (CSW) - Geoinformationen auffinden

Ein Catalogue Service kann als eine Schnittstelle bezeichnet werden, über die ein Auffinden von Geoinformationen in einem dezentral organisierten System wie dem Internet ermöglicht wird. Dabei basiert das Auffinden von Geoinformationen auf einem Metadatenmodell (z.B. ISO 19115/19139). Die Suchanfrage nach diesen Informationen findet auf der Basis des sog. Filter Encodings statt, wodurch eine verteilte Suche in unterschiedlichen Katalogen angestoßen werden kann (vgl. Abb. 5 und MÜLLER, REMKE & VOGES 2005, S. 131). Durch den Einsatz von räumlichen standardisierten Metadaten und eines CSW ist ein effizienter Zugriff auf verteilte Geoinformationen möglich, weil die Notwendigkeit einer Recherche in mehreren Metainformationssystemen entfällt. Somit bildet ein Katalogdienst die informationstechnische Voraussetzung für den effektiven Zugriff auf Geoinformationsressourcen (vgl. Bundesamt für Kartographie o.J., S. 17).

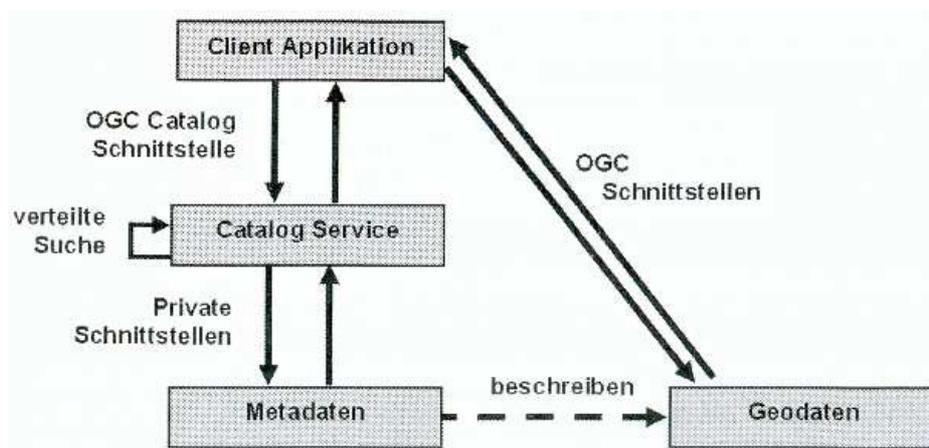


Abbildung 5: Metadaten Katalogdienst.

Quelle: MÜLLER, REMKE & VOGES 2005, S. 131

## 6.2 Web Map Service (WMS) – Geoinformationen darstellen

Ein Web Map Service dient der Visualisierung von georeferenzierten Vektor- und Rasterdaten in einem Webbrowser oder in anderen Anwendungen (z.B. einem Desktop GIS). Dabei wird auf Anfrage einer Clientanwendung auf einem Web Map Server ein Abbild der Geodaten in Form eines Bildes (z.B. JPG, GIF, PNG) generiert und in der Clientanwendung als Karte abgebildet. Die Darstellung von Rasterdaten, Vektordaten und Texten kann über SLD-Symbolizer (Styled Layer Descriptor) definiert bzw. beeinflusst werden (vgl. ERSLING & SIMONIS 2005, S. 120).

Die Kartenlayer können von unterschiedlichen Web Map Server stammen und bei gleicher geographischer Lage zur Deckung gebracht werden. Damit können unterschiedliche Kartenkontexte erstellt werden.

Der Zugriff auf die zugrunde liegenden Geoinformationen ist über einen WMS jedoch nicht möglich. „This standard is *not* applicable to retrieval of actual feature data or coverage data values.“ (OGC 2002, S. 1). Lediglich über die weiter unten beschriebene Operation *GetFeatureInfo* können Sachdatentabellen zu Geo-Objekten abgefragt werden (eng. Features vgl. FITZKE 2005, S. 73).

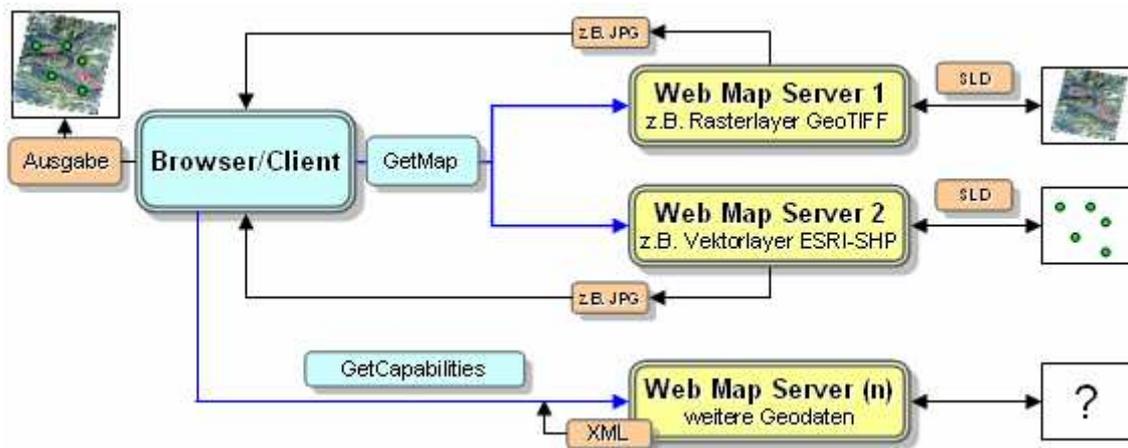


Abbildung 6: Funktionsweise eines WMS (eigene Darstellung)

Ein Web Map Service unterstützt in der Regel die folgenden Operationen. Dabei ist GetCapabilities und GetMap gemäß OGC für eine Implementation obligatorisch (OGC 2004, S. 9).

### *GetCapabilities*

Die Operation GetCapabilities liefert als Ergebnis ein XML-Dokument, das das Leistungsspektrum des angefragten Dienstes beschreibt. Es handelt sich hierbei um Metadaten, die den Dienst beschreiben (z.B. unterstützte Koordinatensysteme) und um Beschreibungen der Kartenlayer (z.B. Layerbezeichnung, Kurzbeschreibung, Stichworte), die durch den WMS bereitgestellt werden.

Durch das XML-Dokument erfährt der Benutzer, welche Kartenlayer verfügbar sind und durch die Operation GetMap angefordert werden können. Da ein XML-Dokument auch maschinell lesbar ist, ist auch ein Katalogdienst in der Lage, passende Geodaten auf der Grundlage dieses Dokumentes aufzufinden.

### *GetMap*

Die Operation GetMap liefert das Bild einer georeferenzierten Karte, die durch die Spezifizierung unterschiedlicher Parameter angefordert wird. Zu den wichtigsten Parametern zählen die Layerbezeichnungen, der Kartenausschnitt (Bounding Box), das Koordinatensystem, die Projektion, das Ausgabeformat und die Ausgabegröße (z.B. 400 x 300 Pixel). Eine Karte kann dabei aus Kartenlayern unterschiedlicher Web Map Server zusammengesetzt werden. Eine Auflistung der verpflichtenden und optionalen Parameter kann für die WMS Version 1.1.1 aus OGC (2002, S. 33) entnommen werden.

Die Struktur einer Anfrage soll mit einer Beispielanfrage an einem WMS-Server verdeutlicht werden. Diese Struktur gilt für alle in diesem Kapitel aufgeführten Geo-Dienste.

Eine Anfrage besteht aus:

1. der URL des Web Servers (*http://server/wms*) und Startzeichen für die Parameterübergabe „?“
2. durch die OGC-Normierung festgesetzten obligatorischen und optionalen Parametern (obligatorisch z.B. **LAYERS** und **SRS**; optional z.B. **BGCOLOR**)
3. den dazugehörigen Parameterwerten (z.B. **rivers** und **EPSG:4326**)
4. einem Parametertrennzeichen „&“

***http://server/wms? REQUEST=GetMap & FORMAT=image/gif & WIDTH=640 & HEIGHT=480 & LAYERS=rivers & SRS=EPSG:4326 & BBOX=-110,40,-80,30 & VERSION=1.1.0 & BGCOLOR=0xFFFFFFFF***

#### *GetFeatureInfo*

Nachdem eine Karte mit der Operation GetMap übertragen wurde, können in einem Client über die optionale Operation GetFeatureInfo Sachdaten zu einzelnen Geoobjekten (Features) eines Layers abgerufen werden (vgl. OGC 2002, S. 2).

### **6.3 Web Feature Service (WFS) - Vektordaten bereitstellen**

Ein WFS liefert im Vergleich zu einem WMS nicht „nur“ eine Reproduktion von Vektordaten in Form eines Bildes, sondern die Vektordaten selbst (vgl. GetFeature). Die Verwendung eines durch den WMS generierten Bildes für Analysezwecke in einem Desktop-GIS ist eingeschränkt, da z.B. topologische und geometrische Informationen zu den Geoobjekten nicht vorliegen. Der Zugriff auf die zugrunde liegenden Geo-Objekt-Klassen (FeatureTypes z.B. ein ESRI-Shapefile; zum Begriff vgl. DONAUBAUER 2005, S. 95) über den WFS bietet dagegen einem Web-GIS oder einem Desktop-GIS die Möglichkeit computergestützter Analysen.

Ein WFS wird als Basic WFS bezeichnet, wenn die Operationen GetCapabilities, DescribeFeatureType und GetFeature implementiert sind. „Damit wird dem Client ein lesender Zugriff auf das Datenangebot des WFS gewährt.“ (DONAUBAUER 2005, S. 95). Demgegenüber liegt bei zusätzlicher Implementation der Operationen Transaction, LockFeature und GetFeatureWithLock ein WFS-T (Transactional WFS) vor, der es einem Benutzer ermöglicht, Geodaten zu schreiben und zu verändern.

#### *GetCapabilities*

Analog zum WMS liefert GetCapabilities Metainformationen, die den Geo-Dienst und die Vektordaten betreffen. Zu den dienstspezifischen Metadaten zählen die verfügbaren Operationen, z.B. ob Transaktionen zulässig sind, während inhaltliche Metadaten sich auf die verfügbaren Geoobjektklassen (FeatureTypes) beziehen.

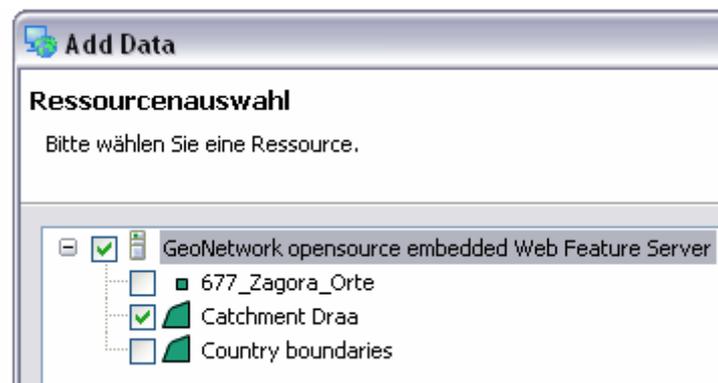
#### *DescribeFeatureType*

Mit DescribeFeatureType werden Metadaten in einem XML-Dokument bereitgestellt, die insbesondere die Struktur bzw. die Eigenschaften der Geo-Objekt-Klassen wiedergeben. Zu

diesen zählen die Geometrie (Punkt, Linie oder Polygone) und die Struktur vorhandener Sachdaten.

### *GetFeature*

GetFeature stellt die Operation dar, mit der letztendlich Geoobjekte bezogen werden. Dabei können durch den Einsatz von Filtern (OGC Filter Encoding Spezifikation) Geo-Objekte selektiert werden. Es stehen vergleichende, logische, arithmetische und räumliche Operatoren zur Verfügung (vgl. DONAUBAUER 2005, S. 98). Nach einer erfolgreichen Anfrage wird von dem WFS ein in der GML (Geography Markup Language) kodiertes Dokument mit den selektierten Geoobjekten an einen Client zurückgeliefert. „Das Ergebnis einer GetFeature-Anfrage ist immer eine GML Feature Collection.“ (DONAUBAUER 2005, S. 96). Desktop-Clients die GML unterstützen (z.B. Udig, vgl. Abb. 7) können so über WFS in GML kodierte Vektordaten über das Internet laden und über WFS-T schreiben.



**Abbildung 7: Einbindung von Vektordaten in UDIG über einen WFS (eigene Darstellung)**

### *Transaction & LockFeature*

Für den Fall, dass ein WFS-T zur Verfügung steht, werden Änderungen der Geoobjekte mit der Operation Transaction zugelassen. Geoobjekte dürfen dann hinzugefügt, verändert und gelöscht werden. Für die Zeit, in der Modifikationen an einem Geoobjekt vorgenommen werden, kann ein Geoobjekt mit der Operation LockFeature oder GetFeatureWithLock gesperrt werden.

## **6.4 Web Coverage Service (WCS) – Rasterdaten bereitstellen**

Durch den WCS wird das interoperable Beziehen von Rasterdaten ermöglicht. Dabei können in einer Anfrage an den WCS z.B. ein Ausschnitt eines Rasterbildes, seine Auflösung und das Ausgabeformat spezifiziert werden. “Unlike the WMS [...], which portrays spatial data to return static maps [...], the Web Coverage Service provides available data together with their

detailed descriptions; defines a rich syntax for requests against these data; and returns data with its original semantics (instead of pictures) which may be interpreted, extrapolated, etc. – and not just portrayed.” (OGC 2002, S. XIV). Die detaillierten Beschreibungen erfolgen durch die Operation DescribeCoverage, das Beziehen der Rasterdaten mit der Operation GetCoverage.

### *GetCapabilities*

Die Operation GetCapabilities liefert an einen Browser ein XML-Dokument, das Metainformationen über die verfügbaren Rasterdaten enthält (Kurzbeschreibung, Bezeichnung, Koordinatensystem, umschließendes Rechteck usw.). Ähnlich zu den oben benannten Geo-Diensten werden auch hier dienstspezifische Metainformationen übertragen (z.B. die Version einer WCS-Implementation).

### *DescribeCoverage*

DescribeCoverage liefert detaillierte Metadaten über einen durch den WCS bereitgestellten Rasterdatensatz in einem XML-Dokument. Ein Client „[...] will need to issue a DescribeCoverage request to obtain a full description of one or more coverages available.” (OGC 2006, S. 22). Beispielsweise kann hierdurch die Auflösung eines Rasterbildes erfahren werden, die nicht in dem GetCapabilities XML-Dokument aufgeführt ist. Für eine Anfrage muss die interne Bezeichnung des Rasterbildes auf dem Server bekannt sein. Diese kann über die Operation GetCapabilities ermittelt werden.

Beispielanfrage:

<http://server/wcs?service=WCS&version=1.0.0&request=DescribeCoverage&coverage=rasterbild>

### *GetCoverage*

Die Operation GetCoverage stellt die Operation dar, über die Rasterdaten über ein Netzwerk bezogen werden. Für diese Anfrage sind Parameterwerte notwendig, die aus den Metainformationen der Operationen GetCapabilities und insbesondere DescribeCoverage extrahiert werden können. Sie sind für eine gültige Anfrage notwendig, weil durch die Angabe eines falschen Koordinatensystems, eines nicht unterstützten Ausgabeformates oder eines ungültigen umschließenden Rechtecks eine ungültige Anfrage vorliegt und vom WCS mit einer Fehlermeldung bestätigt wird.

Beispielanfrage:

<http://server/wcs?service=WCS&version=1.0.0&request=GetCoverage&crs=EPSG:4326&bbox=-100,-30,100,30&coverage=rasterbild&format=GeoTIFF&resx=0.04&resy=-0.04>

## 7. Geodateninfrastrukturen

Die folgende Definition zeigt die charakteristischen Komponenten einer GDI und benennt ihre Zielsetzungen.

„National Spatial Data Infrastructre (NSDI) means the technology, policies, standards, and human resources necessary to acquire, process, store, distribute, and improve utilization of geospatial data.” (The White House 1994).

Eine Zusammenstellung mehrerer GDI Definitionen durch CHAN ET AL. (2001) führt zu der Feststellung, dass vernetzte Daten, technische Standards, Technologien (insbesondere das Internet), politische, wirtschaftliche, personelle Ressourcen, Anwender und Geodatenproduzenten, zu den wichtigsten Bestandteilen einer GDI gehören. Diese Komponenten finden sich in der folgenden Abbildung 8 wider.

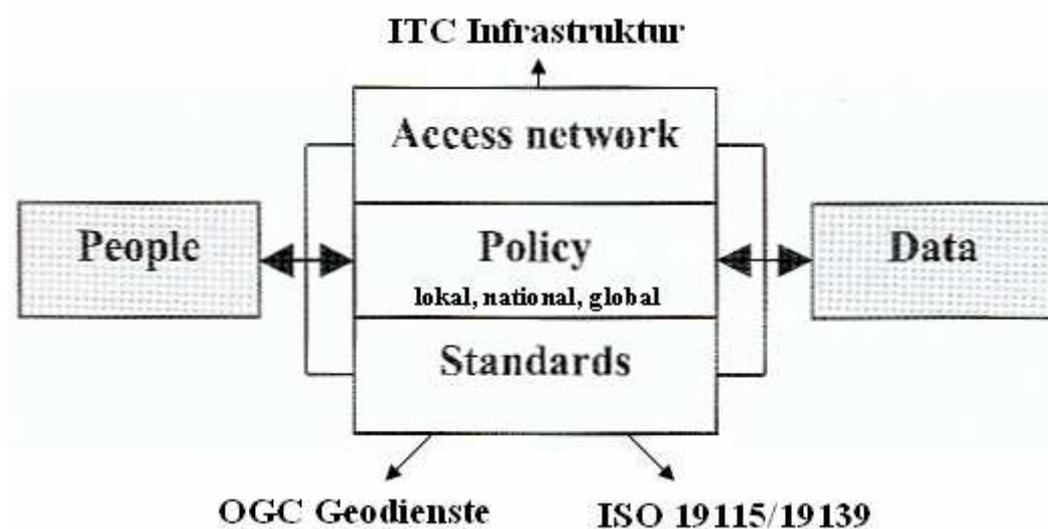


Abbildung 8: Komponenten einer Geodateninfrastruktur.

Quelle: BERNARD, CROMPVOETES, verändert nach FITZKE 2005, S. 3.

Die Aufzählung dieser Bestandteile verdeutlicht, dass der Aufbau einer GDI eine komplexe und langfristige Aufgabe darstellt, die die Einbeziehung verschiedener Ressourcen auf unterschiedlichen staatlichen Ebenen erfordert und mit hohen Kosten verbunden ist.

Geodateninfrastrukturen existieren auf globaler, regionaler, nationaler und lokaler Ebene. Die hier bestehenden vertikalen und horizontalen Verflechtungen erhöhen einerseits die Komplexität des gesamten Konzepts, tragen aber auch entscheidend dazu bei, dass Daten z.B. auf der Grundlage von Kooperationen und Vereinbarungen zwischen und innerhalb dieser Ebenen ausgetauscht werden. Die Komplexität als auch die Dynamik einer GDI werden in GRUS, CROMPVOETS & BREGT (2007) als wesentliche Bestandteile einer GDI behandelt. Die Dynamik ergibt sich aus dem Datenfluss zwischen den Datenproduzenten und den Anwendern, insbesondere aber auch durch sich verändernde Rahmenbedingungen wie z.B. neue Standards, Technologien, Politik oder Bedürfnisse auf der Seite der Anwender.

### *Vorteile einer GDI Implementation*

Folgende Vorteile können identifiziert werden. Je nach Ausprägung und Fortschritt einer GDI Implementation können sie einen unterschiedlichen Wirkungsgrad aufweisen:

1. Verbesserung der Identifizierbarkeit, der Verfügbarkeit, der **Zugänglichkeit**, der Integrität und der **Interoperabilität** von Geoinformationen und somit ihres **Austauschs** zwischen Institutionen bzw. zwischen Datenproduzenten und den Anwendern. (vgl. RAJABIFARD & WILLIAMSON 2001, S. 2 ).
2. **Kostensenkung** und Zeitersparnis: weniger Datenerhebungen, weniger Personal, geringere Kosten der Datenadministration bzw. -pflege , weniger Aufwendungen für Speicherung von Daten (vgl. RAJABIFARD & WILLIAMSON 2001, S. 2 und INSPIRE 2003).
3. **Minderung der Datenredundanz**
4. Verbesserung der **Unterstützung** bei unternehmerischen und politischen **Entscheidungen** wie z.B. Umweltbelangen oder Standortsuche (vgl. FEENEY, RAJABIFARD & WILLIAMSON 2001, S. 4f)
5. Förderung interinstitutioneller **Kooperationen** im GI Bereich
6. Verbesserung der **Datenqualität** (z.B. Genauigkeit, Vollständigkeit, Konsistenz) und Aktualität aufgrund geringerer Datenbestände
7. Vereinfachung des **Wissensaufbaus und -transfers** (vgl. BERNARD, CROMPVOETS & FITZKE 2005, S. 5)

### *Internationale Initiativen zum GDI Aufbau*

Der Aufbau von Geodateninfrastrukturen findet derzeit weltweit statt. Auf globalem Maßstab wird er durch die Global Spatial Data Infrastructure Initiative (GSDI), für Europa z.B. durch die INSPIRE Initiative auf nationaler Ebene in mehr als 30 Staaten vorangetrieben. Initiativen wie beispielsweise das Environmental Information System Africa (EIS-Africa) und SDI-Africa zeigen, dass auch der Afrikanische Kontinent an dieser Entwicklung partizipiert. Der Aufbau ist begleitet von erheblichen Investitionen. Alleine die Kosten des INSPIRE Projekts belaufen sich jährlich auf etwa 250 Millionen Euro.

## **TEIL III - Konzeption und Entwicklung des GDS**

Dieser Teil der Arbeit widmet sich der Konzipierung und Entwicklung des Geodatenystems nach der Methodik der Software-Entwicklung. Wie im methodischen Teil dieser Arbeit vorgestellt wurde, werden in diesem Kapitel die Phasen der Problemdefinition und der Anforderungsanalyse zu dem Kapitel „Anforderungen und ihre Analyse“ zusammengefasst. Ebenfalls dort wurde die gemeinsame Behandlung der Spezifikation und des Entwurfs in einem Kapitel begründet.

### **8. Anforderungen und ihre Analyse**

Die Konzeption und Entwicklung des GDS beginnt mit der Analyse von Anforderungen. Hierbei ist die Einbeziehung der zu verarbeit zu verarbeitenden Daten, die in der Datenbestandsaufnahme festgestellt wurden, notwendig. Zuerst sollen aber die Anforderungen aus der Sicht der Projektpartner, des ISDSS Frameworks und des Nachhaltigkeitsgedankens des Systems allgemein formuliert werden.

**Tabelle 6: Anforderungen und ihre Umsetzung**

<b>Anforderung</b>	<b>Anforderungsumsetzung/-beschreibung</b>
Die Anforderungen der <i>Projektpartner</i> richten sich insbesondere an die <i>Nutzung</i> des erfassten IMPETUS-Datenbestandes.	Dies erfordert die Entwicklung eines benutzerfreundlichen Geodatenystems für die Verwaltung, die Visualisierung, (Wieder)auffindung und (Wieder)verwendung von bestehenden und hinzukommenden Geodaten, Metadaten, Sachdaten und Dokumenten. Die Benutzerfreundlichkeit des Systems spielt bei den Projektpartnern eine wesentliche Rolle, da EDV-Expertenwissen (Know-How) <u>nicht</u> vorausgesetzt werden kann.
Anders gestalten sich die Anforderungen, die sich aus der <i>Implementierung des ISDSS Frameworks</i> ergeben. Diese richten sich an die <i>Anbindung</i> des Datenbestandes an das eigene System.	Das Geodatenystem soll hierfür über geeignete Schnittstellen verfügen, die eine Anbindung des Datenbestandes an das ISDSS ermöglichen. Auf besondere qualitative Merkmale, hinsichtlich der Benutzerfreundlichkeit, muss nicht geachtet werden, da erfahrene ISDSS-Programmierer die Anbindung implementieren.

Zusätzlich sind Anforderungen an ein <i>zukunftsfähiges und nachhaltiges System</i> zu beachten	Während der Konzipierung des Systems wird auf die Ausbaufähigkeit, Anpassungsfähigkeit, die Verwendung von Standards und sonstiger die Nachhaltigkeit fördernder Merkmale geachtet.
---	---

Die allgemein formulierten Anforderungen lassen sich nach Kap. 4.1 in allgemeine, funktionale, qualitative, systembezogene und prozessspezifische Anforderungen unterteilen. Diese werden im Folgenden näher betrachtet.

Allgemeine Anforderungen werden mit dem Buchstaben „A“ gekennzeichnet. Analog dazu wird beispielsweise für qualitative Anforderungen der Buchstabe „Q“ verwendet.

## **8.1 Allgemeine Anforderungen**

Die für Metadaten, Geodaten und Dokumente geltenden Anforderungen werden zu den allgemeinen Anforderungen zusammengefasst. Ebenso Anforderungen, die sich auf die Gesamtheit des Systems beziehen und hauptsächlich einen konzeptionellen Charakter aufweisen.

### **A.1: Konzeption und Implementation eines ISO 19115 Metadatenprofils**

Bei der Durchführung der Datenbestandsaufnahme wurde festgestellt, dass Metadaten in einem gemischten Metadatenmodell (FGDC-CSM / ISO 19115) geführt werden. Es wird angestrebt, Metadaten für die Projektpartner in ein einheitliches, standardisiertes und internationales Metadatenmodell (ISO 19115) zu überführen. Diese Überführung wird in der Literatur als Crosswalk bezeichnet. Ein standardisiertes Metadatenmodell wird den Projektpartnern einen interoperablen Austausch von geographischen Metainformationen ermöglichen.

### **A.2: Physikalischer Datentransfer - Metadaten, Geodaten und Dokumente**

Nach der konzeptionellen Erarbeitung des Metadatenmodells sollen alle für die Projektpartner relevanten Daten inkl. Metadaten physikalisch auf die vom IMPETUS zur Verfügung gestellte Hardware übertragen werden.

### **A.3: Netzwerkfähigkeit**

Die Netzwerkfähigkeit kann als eine zentrale Eigenschaft des Geodatensystems benannt werden. Sie zählt zu den allgemeinen Anforderungen, da sie sowohl für Metadaten, Geodaten und Dokumente, als auch für das ISDSS-Framework, die Projektpartner und für eine nachhaltige Nutzung des Geodatensystems von Bedeutung ist.

#### *Bedeutung für die Projektpartner*

Die Projektpartner profitieren von der Netzwerkfähigkeit aufgrund der flexiblen Einsatzmöglichkeiten des Systems. Eine lokale Nutzung (localhost), ein Einsatz im LAN und im Internet werden ermöglicht.

#### *Bedeutung für ISDSS-Framework*

Als eine übergeordnete Schnittstelle stellt die Netzwerkfähigkeit eine Grundvoraussetzung für die Kommunikation des ISDSS-Frameworks mit dem zu entwickelnden Geodatensystem dar.

#### *Bedeutung für die Nachhaltigkeit des GDS*

Der Einsatz des Systems als Baustein für eine Geodateninfrastruktur setzt voraus, dass Geoinformationen über Geo-Dienste wie: WMS, WFS, WCS, CSW über das Internet erreichbar sind.

### **A.4: Auffindung und Bereitstellung von Daten**

Die Datenbestandsaufnahme zeigte, dass das IMPETUS-Projekt über einen umfangreichen Datenbestand verfügt. Aufgrund des Umfangs sind Suchfunktionalitäten notwendig, die die Auffindbarkeit von Daten für die Projektpartner erleichtern. Die Auffindbarkeit von Geodaten und Dokumenten soll über Metadaten stattfinden, weil sie die notwendigen Informationen für eine Auffindbarkeit enthalten. Um eine effiziente Auffindbarkeit zu ermöglichen, ist ihre Speicherung in einer relationalen Datenbank notwendig. Für Geodaten und Dokumente bietet sich dagegen eine Speicherung auf der Dateisystemebene an.

#### *Eine relationale Datenbank für Metadaten*

Die Verwendung von Datenbanken für die Speicherung, Verwaltung und Verarbeitung von Daten ist aus unterschiedlichen Gründen vorteilhaft. Zu den allgemeinen Vorteilen der Datenbereitstellung in einer Datenbank gegenüber dem Dateisystem zählen nach BILL (1999, S. 293ff) und DE LANGE (2005, S.285-291) die Folgenden:

- Abfrage und Analyse von Daten und Geodaten
- Einheitliche Datenbereitstellung für Meta-, Geo-, und Sachdaten
  - dadurch auch vereinfachte Administration des Systems (z.B. Datensicherung)
- die Unabhängigkeit der Daten von einer Software
- Redundanzfreiheit
- Konsistenzprüfung / Integrität
- Mehrbenutzerbetrieb bzw. –zugriff

Des Weiteren werden über eine Datenbank die Zugriffe auf den Datenbestand geregelt. Den Benutzern des Geodatenystems können je nach Nutzerberechtigung unterschiedliche Sichten auf den Datenbestand vergeben werden (externe Sicht).

Da es sich bei den IMPETUS-Metadaten um abfragbare Daten handelt, ist ihre Bereitstellung in einer relationalen Datenbank notwendig. So kann ihre Abfragbarkeit und dementsprechend Auffindbarkeit effizient gestaltet werden. Die folgende Abbildung nach BILL (1999) verdeutlicht, dass abfragbare Daten sinnvoller Weise in relationalen oder objektrelationalen Datenbanken gespeichert werden sollten.

		Datenmanagement- klassifikation	
		Relationale DBMS	Objekt- relationale DBMS
Abfragen		2	3
Keine Abfragen		1	4
		Datei- system	Objekt- orientierte DBMS
		Einfache Daten	Komplexe Daten

**Abbildung 9: Datenmanagement in Bezug zur Anforderung nach Abfragbarkeit**

**Quelle: verändert nach BILL 1999, S. 304**

Auf der Grundlage der Metadaten-Datenbank sind folgende Suchfunktionalitäten vorgesehenen, die die Auffindbarkeit der Daten ermöglichen werden:

1. eine Stichwortsuche
2. eine geographische Suche über ein umschließendes Rechteck in einem Kartenfenster
3. eine Suche über Kategorien (z.B. nach Thema)

Mit diesen Suchfunktionalitäten stehen den Projektpartnern unterschiedliche Möglichkeiten zur Datenexploration bereit. Dadurch entfällt ein mühsames Auffinden von Daten auf der Dateisystemebene, wo in der Regel nur eine Suche über einen Dateinamen möglich ist.

#### *Das Dateisystem für die Bereitstellung von Geodaten und Dokumenten*

Trotz der Vorteile, die sich durch die Verwendung einer Datenbank ergeben, ist der Einsatz einer Geodatenbank im Bezug auf die Bereitstellung von Geodaten und Dokumenten für die Projektpartner nicht sinnvoll. Dieses kann folgendermaßen begründet werden:

#### *Abfragen von Geosachdaten*

Wie aus den allgemein formulierten Anforderungen hervorgeht, werden Ansprüche an räumlich-analytische Fähigkeiten und topologische Abfragen an Geodaten nicht gestellt. Die fehlende Anforderung an die Abfragbarkeit von Geodaten führt dazu, dass Geodaten im vorliegenden Kontext nach BARTELME (2006, S. 300) als sog. flache Dateien bezeichnet werden können. „Einfache Daten, auf denen keine Anfragen stattfinden, finden sich üblicherweise in Dateisystemen [...] abgelegt.“ (BILL 1999, S. 304). Gleiches gilt für Dokumente, wie beispielsweise Text-, Video- oder Bilddateien.

#### *Nutzung einer Geodatenbank*

Die Verwendung einer Geodatenbank, wie z.B. PostgreSQL/PostGIS setzt voraus, dass der Benutzer in seiner GIS Anwendung über eine Schnittstelle verfügt, die ihm den direkten Zugriff auf die Geodaten, die in einer Geodatenbank liegen, ermöglicht. Bei den Partnerinstitutionen findet hauptsächlich die Software Arc GIS 3.3 Anwendung. Eine Schnittstelle, die den Zugriff auf eine Geodatenbank ermöglicht, ist in Arc GIS 3.3 nicht implementiert.

Die Finanzierung einer neueren Arc GIS (z.B. Version 9.3) Software wäre in diesem Zusammenhang nur dann sinnvoll, wenn zusätzlich ein sog. Interoperability Kit miterworben werden würde, das eine Kommunikation mit einer Postgres/PostGIS Datenbank ermöglicht. Dieses kommt allerdings aufgrund beschränkter finanzieller Ressourcen nicht in Frage.

Die Nutzung eines alternativen Opensource GIS wie QGIS oder uDIG wäre ein potentieller Lösungsansatz, muss allerdings aufgrund zusätzlichen Schulungs- und Umstellungsaufwandes verworfen werden.

Zumindest theoretisch wäre eine eigene Implementierung eines Plug-Ins für die Arc GIS 3.3 für eine Datenbankkommunikation denkbar, ist aber wegen zeitlicher Vorgaben nicht realisierbar.

#### *Rasterdaten in Postgres/PostGIS*

Des Weiteren ist die Speicherung von Rasterdaten zwecks Analyse und komplexer Abfragen auf der Basis einer Geodatenbank noch nicht möglich. Analysefunktionalitäten und komplexe Abfragen auf der Basis einer Geodatenbereitstellung sind derzeit nur für Vektordaten möglich. Dazu BARTELME (2005, S. 366): „[...] niemand käme auf die Idee, einzelne Pixel in die Datenbank einzutragen; der Speicherplatzbedarf wäre im Vergleich zum Nutzen ungerechtfertigt hoch.“

#### *Schulungs- und Umstellungsaufwand*

Zum Schluss spricht gegen den Einsatz einer Geodatenbank ein erhöhter Schulungsaufwand. Die Projektpartner verfügen nicht über ein ausreichend qualifiziertes Personal, das die Datenbankadministration übernehmen könnte. Das Dateisystem stellt für die Projektpartner eine vertraute Administrationsumgebung für Daten dar und ist bei Störungen auch durch weniger qualifiziertes Personal wieder herstellbar bzw. reparierbar.

#### *Fazit*

Abbildung 11 und die Argumentation verdeutlichen, dass die Bereitstellung der IMPETUS-Geodaten auf der Dateisystemebene berechtigt ist, gleichzeitig aber auch, dass die IMPETUS-Metadaten mindestens den Einsatz einer relationalen Datenbank erfordern (Quadrant 2), da es sich hierbei um strukturierte und abfragbare Daten handelt.

Insgesamt müssten für den Einsatz einer Geodatenbank finanzielle (Kauf von Arc GIS 9.3 + Interoperability KIT), organisatorische (Umstellung auf OpenSource GIS) und/oder personelle Aufwendungen (Schulung von Mitarbeitern) aufgebracht werden. Da diese Aufwendungen nicht im Verhältnis zu dem durch die Verwendung eines DBMS erlangten Nutzen stehen, ist die Bereitstellung der Geodaten und Dokumenten auf dem Dateisystem sinnvoller.

### **A.5: Design der graphischen Benutzeroberfläche**

Das GDS soll in Anlehnung an die IMPETUS-Internetseite gestaltet sein. Dabei kann durch die Übernahme von Farben, Schriftzügen, Abbildungen und des Logos das IMPETUS-Projekt im GDS repräsentiert werden.

## **8.2 Funktionale Anforderungen**

Für die in der Datenbestandsaufnahme festgestellten Datenformate können drei funktionale Gruppen gebildet werden:

1. Datenbereitstellungsfunktionalitäten
2. Bearbeitungsfunktionalitäten
3. Darstellungsfunktionalitäten

Für die funktionalen Gruppen werden im Folgenden die zentralen Anforderungen festgestellt, wobei auf die Datentypen folgendermaßen Bezug genommen wird: Metadaten – FM, Geodaten – FG, Dokumente – FD.

Die Tabelle 7 gibt zunächst einen Überblick über die funktionalen Gruppen, die jeweils für Metadaten, Geodaten und Dokumente umgesetzt werden müssen. Sie verdeutlicht ebenfalls, dass nicht bei allen Datenformaten alle funktionalen Gruppen sinnvoll sind. Ein funktionaler Schwerpunkt ist bei den Metadaten feststellbar. Sie nehmen eine Schlüsselposition bei der Auffindbarkeit und Verwendbarkeit von Geodaten und Dokumenten des IMPETUS-Datenbestandes ein. Für die dargestellten funktionalen Gruppen und Datenformate können im Anschluss einzelne Anforderungen bzw. Funktionalitäten aufgeführt und analysiert werden.

Tabelle 7: Funktionale Gruppen der Anforderungen in Bezug zu Metadaten, Geodaten und Dokumenten

Datenformate/ Funktionale Gr.	Metadaten	Geodaten	Dokumente
<b>Bereitstellungs- funktionalitäten</b>	Damit eine (Wieder)auffindung und (Wieder)verwendung dieser Daten funktioniert, müssen Metadaten <b>bereitgestellt</b> werden, d.h. physikalisch auf einem Datenträger vorhanden und abfragbar sein (vgl. Anforderung A4 u. Kapitel 3.2.1)	Geodaten müssen physisch auf einem Datenträger vorliegen und für Benutzer abrufbar sein. (teilweise behandelt vgl. Anforderung A4)	Dokumente müssen physisch auf einem Datenträger vorliegen und für Benutzer abrufbar sein. (teilweise behandelt vgl. Anforderung A4)
<b>Darstellungs- funktionalitäten</b>	Damit eine Deutung der Metadaten gewährleistet wird, müssen diese <b>dargestellt</b> werden, d.h. in einer für den Menschen leicht lesbaren Form visualisiert werden.	Die <b>Darstellung</b> von Geodaten innerhalb des Geodatensystems ist notwendig. Zweckmäßigkeit der Geodaten kann besser eingeschätzt werden. Geographischer und topologischer Kontext wird gegenüber den Metadaten schneller ersichtlich.	Die <b>Bearbeitung</b> und <b>Darstellung</b> von Dokumenten findet innerhalb dafür vorgesehener Anwendungssoftware statt und ist deswegen innerhalb des GDS nicht vorgesehen. (*.doc – Microsoft Word, *.xls - Microsoft Excel, *.pdf - Acrobat Reader u.a.).
<b>Bearbeitungs- funktionalitäten</b>	Damit eine Verwaltung und Aktualisierung der Metadaten möglich ist, müssen diese <b>bearbeitet</b> werden können, d.h. z.B. erstellt, gelöscht und editiert werden.	Die <b>Bearbeitung</b> von Geodaten fällt in die Domäne von Geoinformationssystemen (GIS). Eine die Datensemantik betreffende Bearbeitung von Geodaten ist nicht angefordert.	

## **8.2.1 Bereitstellungsfunktionalitäten**

### **FM.1: Herunterladen von Metadaten**

Durch das Herunterladen von Metadaten soll die Wiederverwendung von Geodaten sichergestellt werden. Welche Vorteile sich aus der Verfügbarkeit von Metadaten ergeben, wurde in dem theoretischen Teil dieser Arbeit ausführlich behandelt.

### **FG.1: Herunterladen von Geodaten**

Das Herunterladen von Geodaten soll ihre (Wieder)verwendung sicherstellen. Dieses gilt einerseits für ihre lokale Anwendung (innerhalb eines LANs bzw. einer Partnerinstitution), andererseits bei einer Veröffentlichung von Daten über das Internet. Mittelfristig besteht aufgrund der Vielzahl der beteiligten Partnerinstitutionen und ihres „staatlichen Charakters“ ein Potential für den Aufbau einer fachlichen GDI, die Geoinformationen über einen effizienten und tragfähigen Umgang mit Süßwasser in Westafrika bereitstellt.

### **FG.2: Herunterladen von Teildatensätzen bei Rasterdaten**

Die Möglichkeit zum Herunterladen von Teildatensätzen steigert die Effektivität des Zugriffs auf bereitgestellte Geodatensätze. Werden nur Teile eines Datensatzes benötigt, kann auf diese Weise ein erheblicher Teil des Datenverkehrs vermieden werden. Dieses ist insbesondere vor dem Hintergrund der Bandbreitenproblematik der Projektpartner besonders wichtig. Die Bedeutung dieser Funktionalität kommt hauptsächlich dann zum Tragen, wenn große Datensätze heruntergeladen werden (z.B. Satellitenbilder / Rasterdaten). Für Vektordaten, die in der Regel ein deutlich geringeres Datenvolumen aufweisen, ist die Funktionalität nicht zwingend erforderlich und wird vorerst nicht zum Bestandteil des GDS werden.

### **FG.3: Hochladen, Dateiintegrität, Löschen**

Das Hochladen wie auch das Löschen von Geodaten weisen einen administrativen Charakter auf und stellen wichtige Grundfunktionalitäten für die Instandhaltung und Wartung des Geodatenbestandes dar. Sie spielen für die Projektpartner z.B. im Zusammenhang mit Aktualisierungen der Daten eine wichtige Rolle. (zu der Dateiintegrität vgl.

#### **FG.4: Bereitstellung von Geoinformationen über OGC Dienste (WFS, WCS)**

Diese Anforderung stellt sich aus der Sicht des ISDSS-Frameworks. Um Geodatenätze in die Entscheidungsunterstützungssysteme einbeziehen zu können und räumliche Analysen durchzuführen, soll auf der Grundlage der WFS und WCS Geodienste, die Integration der Daten in das ISDSS-Framework ermöglicht werden.

Das GDS soll über den WFS-T Geo-Dienst verfügen. Damit soll sichergestellt werden, dass im Rahmen der Anwendung der Entscheidungsunterstützungssysteme durch die Projektpartner ein Schreibzugriff auf Geoobjekte möglich ist.

#### **FG.5: Projizieren von Raster- und Vektordaten**

In der Datenbestandsaufnahme wurde dargestellt, dass sowohl Vektordaten als auch Rasterdaten in unterschiedlichen Projektionen vorliegen (vgl. Kap. 3.2):

Für Benin: UTM 31Nord und WGS 84

Für Marokko: IMPETUS-Projektion und WGS 84

Die Bereitstellung von Datensätzen in jeweils beiden Projektionen ist notwendig. Diese Notwendigkeit resultiert aus den folgenden Überlegungen:

1. Mit dem bei den Projektpartnern hauptsächlich zum Einsatz kommenden ArcGIS 3.3 ist eine Projektion von Rasterdaten nicht möglich.
2. Projektpartner behalten die Flexibilität, je nach Fragestellung eine passende Projektion auszuwählen.
3. Die durch IMPETUS erarbeitete Projektion für Marokko sorgt für eine optimale Darstellung der Geodaten für diesen Teil der Erdoberfläche. Damit liegen qualitativ hochwertige Geodaten vor, die bei dem Datentransfer nicht verloren gehen sollten.

Um Datenredundanz zu verhindern, gleichzeitig aber auch die unverzerrte Originalprojektion bereitzustellen und die Möglichkeit zum Herunterladen eines Datensatzes in EPSG 4326 anzubieten, soll ein Projizieren durch das System erfolgen. Dabei soll die Projektion von der Quellprojektion zu der Zielprojektion stattfinden, um die hierbei auftretenden Transformationsfehler zu vermeiden.

### **FG.6: Konvertierung von Rasterdatenformaten**

Für die Konvertierung von Rasterdatenformaten steht Opensource Software bereit. Über eine GBO bietet die Anwendung FWTools Konvertierungsmöglichkeiten nahe zu aller gebräuchlichen Rasterdatenformate. Eine Integration dieser Funktionalität wird daher nicht angestrebt.

### **FD.1 Herunterladen von Dokumenten**

Die bei IMPETUS vorliegenden Dokumente stellen oft ergänzende Informationen zu den Geodaten dar und müssen beziehbar sein.

### **FD.2 Hochladen und Löschen**

Das Hochladen wie auch das Löschen von Dokumenten weisen einen administrativen Charakter auf und stellen wichtige Funktionalitäten für die Instandhaltung und Pflege des Dokumentenbestandes für die Projektpartner dar, zum Beispiel bei Aktualisierungen von Dokumenten.

## **8.2.2 Darstellungsfunktionalitäten**

### **FM.2: Ergebnisdarstellung für Metadatenabfragen**

Eine strukturierte und für den Menschen lesbare Darstellung der Abfrageergebnisse des zu einem Geodatensatz gehörenden Metadatenatzes kann als ein wichtiges Ziel des Geodatenystems bewertet werden. Erst mit der Darstellung der Abfrageergebnisse ist der Anwender in der Lage, die Zweckmäßigkeit vorliegender Geodaten für seinen Anwendungskontext zu prüfen.

### **FM.3: Preview von Geodaten**

Bildinformationen weisen einen hohen Wiedererkennungswert auf, so dass durch ihren Einsatz die Wiederauffindung von Daten unterstützt wird. Durch eine Voransicht der Geodaten (Bilddatei) zur Ergänzung der textlichen Metainformation wird eine erste visuelle Beurteilung des Dateninhaltes unterstützt.

### **FG.7: Interaktive Visualisierung von Geodaten**

Die Visualisierung von Geodaten über eine einfache Voransicht und die dazugehörigen Metadaten tragen zur Abschätzung der Zweckmäßigkeit der Geodaten bei. Über die

Visualisierung von Geodaten mittels einer interaktiven Karte wird diese Fähigkeit zusätzlich gesteigert. Durch eine interaktive Visualisierung (Zoomen, Verschieben usw.) können z.B. topologische Beziehungen besser erkannt werden und die Existenz bestimmter für die Fragestellung relevanter Geobjekte eines Geodatensatzes (z.B. Orte, Infrastrukturen, Gewässer, usw.) überprüft werden.

### **8.2.3 Bearbeitungsfunktionalitäten**

#### **FM.4 – FM.6: Erstellen, Löschen, Editieren von Metadaten**

Für die Administration des Metadatenbestandes ist eine funktionale Grundausstattung notwendig. Zu dieser Grundausstattung zählen: das Erstellen, Löschen und Editieren von Metadatensätzen.

### **8.3 Qualitative Anforderungen**

#### **Q.1 Benutzerfreundlichkeit**

Die Benutzerfreundlichkeit kann als eine zentrale qualitative Anforderung betrachtet werden. Die in der Zielgruppenanalyse dargestellten Defizite im Bereich der personellen Infrastruktur (vgl. Kap. 3.1.1) erfordern ein intuitives System, das im Wesentlichen ohne Konfigurationsaufwand einsatzbereit ist und dessen Installation in wenigen unkomplizierten Schritten durchführbar ist.

##### *Q.1.1 Graphische Benutzeroberfläche*

Eine einfache, schnelle und intuitive Bedienbarkeit mittels einer Graphischen Benutzeroberfläche (GBO) ist für die Projektpartner besonders wichtig. Damit wird die Nutzung des Geodatensystems auch für Personal ermöglicht, das weniger Erfahrung im Umgang mit Computern besitzt. Eine strukturierte und transparente Darstellung von Informationen innerhalb der GBO steigert die Effektivität bei dem Auffinden von Metadaten, Geodaten und Dokumenten und erleichtert die Administration des Systems.

##### *Q.1.2 Out of the Box*

Aufgrund knapper Personalressourcen im Bereich der System- und Netzwerkadministration gehört die einfache und unkomplizierte Installation des Geodatensystems zu einer der wichtigsten Anforderungen. Die Installation des Geodatensystems soll auch für wenig

computererfahrene Anwender möglich sein. Die Vermeidung aufwändiger Installations- und Konfigurationsprozeduren kann bei aufkommenden Hard- oder Softwareproblemen für eine schnelle Wiederherstellung des GDS nützlich sein.

### *Q.1.3 Fehlerbehandlung*

Das System muss in der Lage sein, auf die durch den Benutzer hervorgerufenen Fehler zu reagieren und diese in einer für den Menschen verständlichen Form am Bildschirm auszugeben. Auch interne Fehler, die nicht durch einen Benutzer hervorgerufen werden, müssen für den Systemadministrator nachvollziehbar sein; z.B. durch eine Protokollierung.

### *Q.1.4 Software- und Dokumentationssprache*

Die Software- und Dokumentationssprache sollte Französisch sein, da Benin und Marokko zu Ländern des frankophonen Sprachraumes zählen.

### *Q.1.5 Geringer Schulungsaufwand*

Für Schulungen, die vor Ort in Benin und Marokko durchgeführt werden müssten, stehen nur begrenzt Zeit und Mittel zur Verfügung. Die einfache und intuitive Bedienbarkeit, die unkomplizierte Installation, das Aufzeigen von Fehlern, die Verhinderung von Sprachbarrieren und die Übersichtlichkeit des Systems leisten einen wesentlichen Beitrag dazu, den Schulungsaufwand gering zu halten.

## **Q.2 Anpassungsfähigkeit**

### *Q.2.1 Weiterentwickelbarkeit*

Eine Weiterentwickelbarkeit im Sinne einer fachlichen Geodateninfrastruktur für ein nachhaltiges Wassermanagement erfordert den Einsatz eines standardisierten Metadatenmodells wie des ISO 19115. Gleichmaßen spielt die Verwendung der OGC-Geodienste eine zentrale Rolle, da hierdurch ein interoperabler Zugriff auf Geodaten ermöglicht wird. Die Verwendung dieser Standards wird die Austauschbarkeit von Geoinformationen und Metainformationen zwischen den Projektpartner mittel- bis langfristig ermöglichen.

Die Weiterentwickelbarkeit des GDS kann durch den Einsatz von Opensource Softwarekomponenten gesteigert werden. Die Verfügbarkeit des Quellcodes und die Möglichkeit seiner Modifikation sind hierbei entscheidend.

#### *Q.2.2 Flexibilität*

Unter Flexibilität wird die Möglichkeit zum Einsatz sowohl im lokalen System als auch in Netzwerken verstanden. Dies soll durch eine Client-Server Architektur erreicht werden. Weiterhin soll der Einsatz unter verschiedenen Betriebssystemen durch eine plattformunabhängige Umgebung wie Java erreicht werden.

#### *Q.2.3 Kompatibilität / Interoperabilität*

Die Verwendung des ISO 19115 Metadatenstandards und der OGC Geo-Dienste sind für die Interoperabilität des GDS ausschlaggebend. Diese Aspekte wurden im theoretischen Teil dieser Arbeit bereits behandelt. Die Kompatibilität des Systems ergibt sich durch die Vorgabe einer Java-Implementation, weil das System hierdurch plattformunabhängig eingesetzt werden kann.

### **Q.3 Sicherheit**

Potentielle Gefahren wie Datenverlust durch defekte Hardware oder Datenmissbrauch durch unberechtigten Zugriff sollen durch Schutzmaßnahmen minimiert werden.

#### *Q.3.1 Zugriffssicherheit*

Besonders wichtig ist der Aspekt der Zugriffssicherheit für Partnerinstitutionen, die mit einem Server vom IMPETUS ausgestattet werden. Mit seinem Einsatz ist die Veröffentlichung der Daten über das Internet geplant, so dass der Server vor unberechtigten Zugriffen geschützt werden muss.

Die Zugriffssicherheit auf die Metadaten und andere Daten soll durch Benutzer- und Gruppenrechte geregelt werden. Dies ermöglicht das Zuweisen von unterschiedlichen Sichten auf den Datenbestand (z.B. öffentliche Sicht, zugangsbeschränkte Sicht). Benutzer- und Gruppenrechte können ebenso für bestimmte Funktionalitäten vergeben werden, so dass die Verwaltung des Datenbestandes nur von bestimmten Personen vorgenommen werden kann (z.B. Editierung der Metadaten).

Des Weiteren können durch den Einsatz einer Software-Firewall Zugriffe auf den Server kontrolliert werden. Sie bieten in der Regel ein hohes Maß an Sicherheit für die an das Internet angeschlossenen Rechner (vgl. ERNST 2003, S. 725).

Sicherheitslücken können durch den Benutzer selbst verursacht werden, wenn z.B. für den Zugriff auf das GDS Passwörter mit einer geringen Komplexität eingesetzt werden dürfen. Um dieses Risiko gering zu halten, sollten die Mitarbeiter der Projektpartner über sicherheitsrelevante Aspekte aufgeklärt werden. Ein Sicherheitsproblem kann erwachsen, wenn Passwörter unverschlüsselt über das Netzwerk versendet werden.

### *Q.3.2 Datensicherheit*

Für Daten auf der Dateisystemebene können Datensicherungsanwendungen und/oder ein RAID-System (Redundant Arrays of Independent Disks) eingesetzt werden.

### *Q.3.3 Übertragungssicherheit*

Ein netzwerkfähiges System, das Datenpakete über das TCP/IP versendet und empfängt, weist ein hohes Maß an Übertragungssicherheit auf. Bei einer TCP/IP Verbindung, die eine Grundlage für die Netzwerkfähigkeit des GDS bildet: „[...] werden vom Sender Datenpakete [...] mit einer Prüfsumme an das Netzwerk übergeben.“ (ERNST 2003, S. 725). Tritt eine Bestätigung über den Erhalt eines Datenpaketes des Empfängersystems nicht ein: „wird das Datenpaket nochmals versendet oder es wird bei nachhaltiger Verbindungsunterbrechung eine Fehlermeldung generiert.“ (ERNST 2003, S. 725). Damit stellt das TCP einen zuverlässigen und redundanten Datenstrom zwischen zwei Systemen her (z.B. bei dem Hochladen oder Herunterladen von Dateien), bei dem Pakete verloren gehen dürfen und über die Prüfsumme die Integrität der versendeten Daten sichergestellt wird.

## **Q.4 Datenredundanz**

Durch Datenredundanz wird im Allgemeinen das Datenmanagement durch zusätzlichen Synchronisationsaufwand erschwert, insbesondere dann, wenn keine computergestützten Automatismen eine Synchronisation übernehmen. Ein weiterer Nachteil der Redundanz ist ein erhöhter Speicherplatzbedarf, der sich insbesondere bei Geodaten (z.B. Satellitenbildern) durch mehrfache Datenhaltung potenzieren kann. Um Projektpartnern einen Synchronisationsaufwand zu ersparen und um einen effizienten Umgang mit dem

Speicherplatz zu gewährleisten, sollen Datenredundanzen (abgesehen von der Datensicherung) vermieden werden.

## **8.4 Systembezogene Anforderungen**

### **S.1 Betriebssysteme**

Das zu entwickelnde Geodatensystem wird IMPETUS-intern, d.h. in Deutschland, auf Linux oder Unix-Systemen zum Einsatz kommen. Hierbei können gegenüber den Microsoft Windows Betriebssystemen, Lizenzierungskosten gespart werden. Experten für die Installation und Konfiguration dieser Betriebssysteme stehen zur Verfügung.

Für die Partnerinstitutionen in Benin und Marokko ist Windows XP als Betriebssystem vorgesehen. Kenntnisse und Erfahrungen mit dem Umgang mit diesen Betriebssystemen sind vorhanden, so dass ihr Einsatz ohne weiteren Schulungsaufwand erfolgen kann.

### **S.2 Programmiersprache**

Der Einsatz unterschiedlicher Betriebssysteme (Linux und Windows) erfordert eine plattformunabhängige Programmiersprache. Dieser Problematik kann mit der Programmiersprache JAVA begegnet werden. Die Plattformunabhängigkeit von JAVA basiert auf dem sog. Bytecode. Dadurch wird eine Java-Anwendung nicht im Maschinencode durch den Prozessor interpretiert, sondern durch eine Java-Laufzeitumgebung, die für verschiedene Plattformen und Prozessorarchitekturen (32- und 64 Bit Prozessoren) bezogen werden kann.

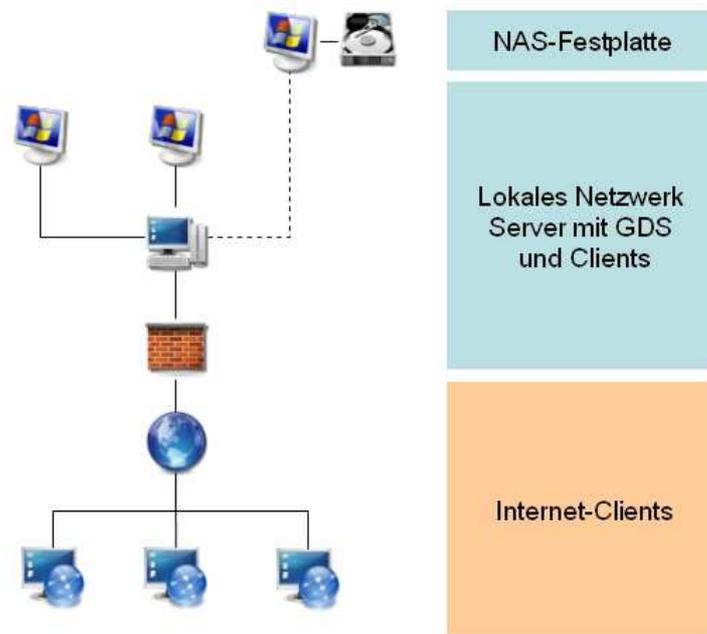
### **S.3 Client-Server-Prinzip**

Das TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol) wird für alle internetbasierten Anwendungen verwendet. Das GDS soll als eine internetfähige Software auf dem Client-Server-Prinzip und dem TCP/IP basieren. Dabei stellt ein Server Dienste und Daten zur Verfügung, auf die ein Benutzer über eine Clientanwendung zugreifen kann. Die Clientanwendung stellt eine Anweisung (Request) an den Server und wartet auf eine Antwort (Response). Das Ergebnis der Antwort wird auf dem Client verarbeitet und dem Benutzer auf einem Bildschirm präsentiert.

„Unabhängig vom Internet ist in allen Netzwerken die Prozesskommunikation zwischen verschiedenen Rechnern mit Hilfe von Client/Server-Verbindungen von essentieller Bedeutung, wobei neben TCP/IP auch andere Protokolle zum Einsatz kommen.“ (ERNST 2003, S. 812).

#### S.4 Hardwarekategorien

Je nach personeller und infrastruktureller Ausstattung der Projektpartner sind unterschiedliche Hardwarekategorien vorgesehen.



**Abbildung 10: Hardware Kategorien (eigene Darstellung)**

##### *S.4.1 Server*

Der Einsatz eines Servers setzt voraus, dass die Projektpartner Daten im Internet oder im lokalen Netzwerk veröffentlichen möchten, ausreichende personelle Ressourcen für seine Administration vorhanden sind und infrastrukturelle Voraussetzungen, wie Internetzugang und ein LAN erfüllt sind.

##### *S.4.2 Desktopsysteme*

Die Auslieferung der Desktopsysteme ist als Einzelplatzlösung für Partnerinstitutionen vorgesehen, die nicht über ein ausgebautes lokales Netzwerk verfügen und bei denen oft ein ausreichend qualifiziertes Personal für die Betreuung der Serversysteme fehlt. Zusätzlich kann durch die Auslieferung leistungsfähiger Desktopsysteme eine effektive Anwendung des GDS gesichert werden.

##### *S.4.3 NAS-Festplatten*

Die Partnerinstitutionen, die nicht über ein lokales Netzwerk verfügen und nicht mit dem vorinstallierten GDS und Datenbestand auf einem Desktop oder Server beliefert werden,

sollen trotzdem die Möglichkeit erhalten das GDS als auch den Datenbestand zu nutzen. Die hierfür vorgesehenen NAS-Festplatten verfügen über einen USB-Anschluss, der ihren Einsatz an nahezu jedem Arbeitsplatz ermöglicht. Von den Festplatten ist eine Installation des GDS mit den dazugehörigen Daten auf einen Arbeitsplatzrechner oder eine Installation auf die Festplatte selbst vorgesehen. Letzteres ist insbesondere für Computersysteme mit einem geringen Festplattenspeicher sinnvoll.

Der LAN-Anschluss der Festplatten wird für Partnerinstitutionen mit einem lokalen Netzwerk für einen zentralen Fernzugriff auf den Datenbestand sorgen.

Der Einsatz der externen Festplatten bietet den Projektpartnern zusätzlich die Möglichkeit größere Datenmengen untereinander auszutauschen ohne dabei auf die Verfügbarkeit des Internets angewiesen zu sein. Auch vor dem Hintergrund geringer Internetbandbreiten ist ihr Einsatz für den Transfer von größeren Datenvolumen sinnvoll.

## **8.5 Prozessspezifische Anforderungen**

### **P.1 Zeitrahmen**

Für die Konzipierung und die Entwicklung des Geodatensystems ist der Zeitraum vom 19.12.2007 bis 06.08.2008 vorgesehen. In dieser Zeit soll ein funktionsfähiges und ganzheitliches Geodatensystem für die IMPETUS-Partnerinstitutionen und das ISDSS-Framework zur Verfügung gestellt werden. Diese Notwendigkeit besteht insbesondere vor dem Hintergrund der baldigen Terminierung des IMPETUS-Projektes. Nach Ablauf des Projektes stehen den Projektpartnern kaum Ressourcen zur Verfügung, ein teilweise fertiges Softwareprodukt weiterzuentwickeln (vgl. personelle Infrastruktur im Bereich der EDV).

### **P.2 Personelle Ressourcen**

Die konzeptionelle und praktische Entwicklung findet im Rahmen dieser Arbeit statt und wird durch IMPETUS-Mitarbeiter begleitet. Zusätzliches Personal für die Implementation steht nicht zur Verfügung. Die Datenaufbereitung gemäß dem entworfenen Konzept erfolgt durch den zuständigen Datenbankadministrator. Aufgrund urheberrechtlicher Einschränkungen koordiniert dieser die Entscheidungen bezüglich der zu transferierenden Datensätze. Weiterhin sind mit ihm strukturelle Abstimmungen des Datenbestandes entsprechend den

vorgenommenen Implementierungsschritten abzustimmen (z.B. Anpassung von Metadatenfeldern zur Überführung des Metadatenbestandes in ISO 19115).

### **P.3 Finanzielle Ressourcen**

Für die Finanzierung einer kommerziellen Software stehen weder IMPETUS noch den Projektpartnern Geldmittel zur Verfügung. Demzufolge wird die Realisierung mit Opensource Produkten gegenüber dem Einsatz kommerzieller Software, z.B. ESRI ArcServer, vorgezogen.

### **P.4 Partizipation der Zielgruppe**

Bei dem Entwicklungsprozess fehlte die direkte Einbeziehung der Zielgruppe in den Entwicklungskontext. Informationen über personelle, technische und wirtschaftliche Gegebenheiten liegen in Form empirischer Arbeiten nicht vor und können im Rahmen dieser Arbeit aus zeitlichen Gründen nicht selbst durchgeführt werden. Die Spezifizierung der Anforderungen der Zielgruppen wird somit aus den Gesprächen mit IMPETUS-Mitarbeitern abgeleitet. Sie verfügen über ausreichende Kenntnisse und Erfahrungen, die zwar die Partizipation der Projektpartner nicht vollständig ersetzen können, aber die Formulierung der Kernanforderungen für das GDS ermöglichen.

## **8.6 Zusammenfassung der Anforderungen**

Das Kapitel zeigte die funktionalen, qualitativen und systembezogenen Anforderungen, die an das Geodatensystem gestellt werden, aber auch die Ressourcen, die für seine Entwicklung bereitstehen, auf. Dabei konnte festgestellt werden, dass der Umfang der Anforderungen aufgrund der Heterogenität der Zielgruppe, der Zukunftsfähigkeit des Systems und der notwendigen Grundfunktionalitäten erheblich ist. Die Aufführung und Analyse dieser Anforderungen führte zu der Beantwortung der Fragestellungen, welche Daten zu verarbeiten sind und warum ihre Verarbeitung erforderlich ist. Zum Teil wurden auch die technischen Bausteine für das Geodatensystem aus den Anforderungen abgeleitet (z.B. die Bereitstellung von Metadaten in einer relationalen Datenbank, Bereitstellung von Geodaten und Dokumenten auf der Dateisystemebene, der WFS-Geodienst als Schnittstelle für das ISDSS-Framework, die Nutzung von OpenSource Komponenten für seine Entwicklung). Hauptsächlich diente das Kapitel der Beantwortung der Frage, *was* genau konzipiert und entwickelt werden soll. Dem gegenüber wird sich das folgende Kapitel der Fragestellung widmen, *wie* das Geodatensystem realisiert werden kann.

## 8.7 Geonetwork Opensource als Lösungsansatz

Für die Konzeption eines Lösungsansatzes wurde eine Reihe von derzeit verfügbaren Opensource Produkten, die als Einzelkomponenten in einem GDS Funktionen übernehmen können, auf ihre Eignung untersucht. Dies umfasste Metadateneditoren (z.B. CatMDEdit), Web Map Server (z.B. UMN MapServer, GeoServer, degree), Datenbanksysteme (z.B. PostgreSQL/PostGIS) und Web-Map-Clients (z.B. Ka-Map, InterMap, OpenLayers).

Des Weiteren wurde die Anwendung Geonetwork Opensource betrachtet. Sie beinhaltet Komponenten und Funktionalitäten, die sich mit einem Großteil der aufgestellten Anforderungen decken. Die notwendigen Bereitstellungs-, Bearbeitungs-, und Darstellungsfunktionalitäten werden durch die folgenden vier Hauptkomponenten bzw. Applikationen übernommen (vgl. Abb. 11):

1. ein Metadateneditor für die Verwaltung von Metadaten (integriert: GN)
2. ein Web Map Client – InterMap für die Visualisierung der Geodaten (integriert: eigenständige OS Applikation)
3. ein OGC-konformer Web Map Server - Geoserver (extern: eigenständige Opensource Applikation)
4. das Datenmanagement in Form einer Datenbank und des Dateisystems für die Bereitstellung der Metadaten, Geodaten und Dokumente (extern: DBMS eigenständige OS Applikation z.B. McKoi, PostgreSQL)

Die **Nutzung von Geonetwork als vorhandenes Opensource-Produkt** stellte sich gegenüber der Möglichkeit der **Zusammenführung einzelner Opensource Anwendungen** zu einem GDS als vorteilhaft heraus. Mit Geonetwork liegt die Basis eines ganzheitlichen GDS für die benötigten Anforderungen bereits vor. Der Aufwand für die Realisierung eines GDS als neue Implementation mit entsprechend umfangreichen Funktionalitäten wie Geonetwork wäre im vorgegebenen Zeitraum nicht möglich. Mit der Verwendung von Geonetwork wird sichergestellt, dass im vorgegebenen Zeitraum und mit den vorhandenen Personal- und Finanzmitteln ein funktionsfähiges Software-Produkt mit möglichst weitem Funktionsumfang für die Projektpartner bereitgestellt werden kann.

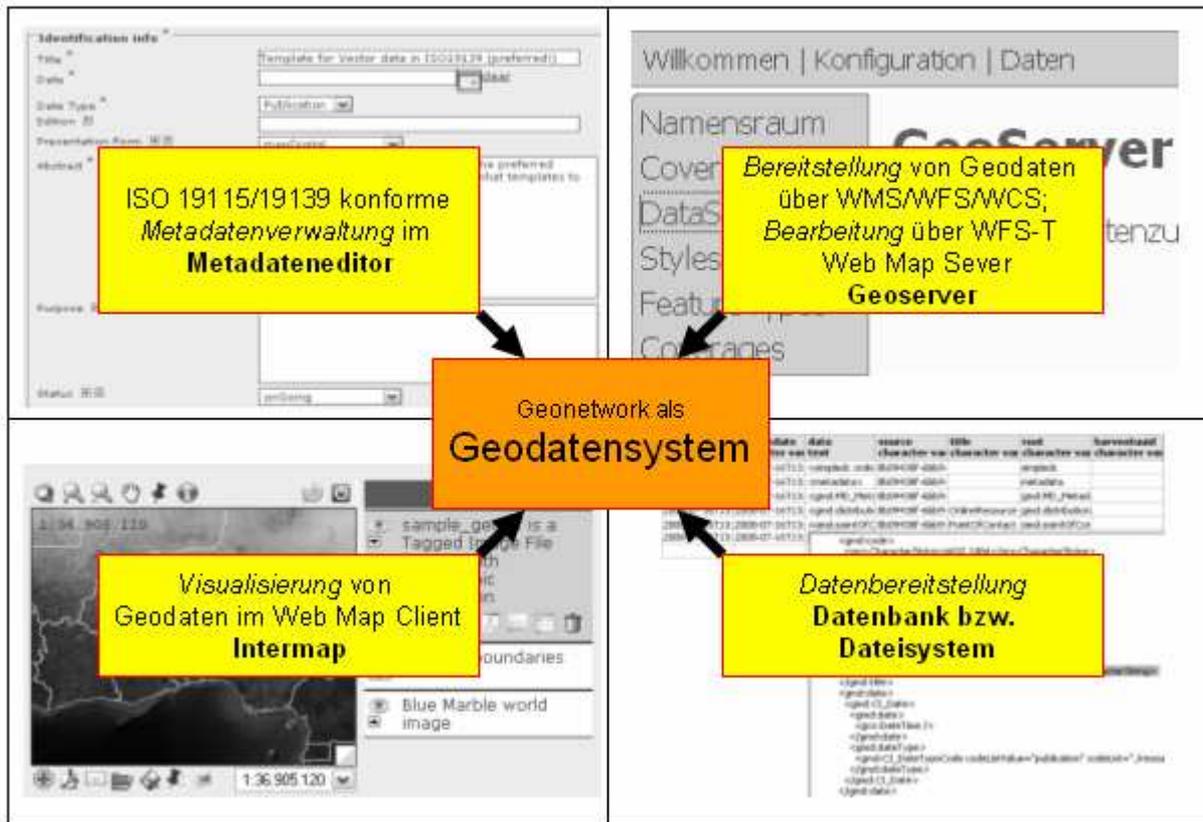


Abbildung 11: Hauptkomponenten von Geonetwork OpenSource (eigene Darstellung)

Um den Lösungsansatz unter Einsatz von GN weiter zu konkretisieren und seine Eignung zu evaluieren, ist eine genauere Betrachtung dieser Software erforderlich. Dazu werden die aufgestellten funktionalen und qualitativen Anforderungen den in GeoNetwork vorhandenen Funktionalitäten und Qualitäten gegenübergestellt. Gleichzeitig wird bei der Feststellung qualitativer Mängel oder fehlender Funktionalitäten analysiert, ob eine Implementation der Anforderung realisierbar ist. Dies erfolgt auf der Grundlage der folgenden Tabelle Nr. 8.

**Tabelle 8: Analyse der Eignung von Geonetwork Opensource gemäß den Anforderungen an das GDS**

<b>DETAILANALYSE VON GEONETWORK OPENSOURCE</b> ✓ = erfüllt ✗ = verfällt 🛠 = zu implementieren / Anpassung				
Anf.	Anforderungsbezeichnung	Status	Komponente	Bewertung / Beschreibung
	<b>Allgemeine Anforderungen</b>			
A3	Netzwerkfähigkeit	✓	Client-Server-Prinzip über TCP/IP Servlet Container: (Jetty oder Tomcat)	Als Client wird ein Internetbrowser (z.B. Firefox, Internet Explorer) verwendet. GN fungiert als Server, der die Anfragen des Clients verarbeitet. Über das TCP/IP versendete Pakete werden auf Integrität und Vollständigkeit überprüft.  Vorteil: flexibler Einsatz – Internet, Intranet (LAN), Desktop (localhost)  Nachteil: Zusätzlicher Aufwand für Daten- und Zugriffssicherheit durch eventuelle unberechtigte Zugriffsversuche (insb. bei Veröffentlichung der Daten über das Internet)
A4	Auffindung und Bereitstellung von Daten	✓	Datenbank / GAST (Geonetwork's administrator survival tool) Dateisystem	Abfragen und die Auffindbarkeit von Metadaten erfolgt auf der Basis einer Datenbank. Die Anbindung der Datenbank an Geonetwork erfolgt über das Administrationswerkzeug – GAST, das über eine GBO verfügt und eine einfache Anbindung der Datenbank an das System gewährleistet. Diese Anbindung ist nur dann notwendig, wenn <u>nicht</u> die vorinstallierte Datenbank verwendet wird (McKoi-Datenbank).  Vorteil: benutzerfreundliche Erstkonfiguration  Geodaten und Dokumente werden von GN auf der Dateisebene automatisch hierarchisch organisiert und zu den Metadaten in Beziehung gesetzt.  Vorteil: Benutzer muss die Daten nicht selbst organisieren.  Nachteil: Aus der GBO wird der Speicherort nicht ersichtlich.
	Stichwortsuche	✓	GeoNetwork GBO / Suchmaske	Über ein Eingabefeld kann eine datenbankbasierte Stichwortsuche angestoßen werden.
	geographische Suche	✓	InterMap / Bounding Box	Benutzerfreundliche Suche über ein umschließendes Rechteck (Bounding Box) in der interaktiven Karte.

			Geonetwork GBO / Länderauswahl	Zusätzlich ist eine Suche über eine Länderauswahl möglich.
	Suche über Kategorien	✓	GeoNetwork GBO / Kategorien	Kategorien können durchsucht und verwaltet werden.
A5	Design der graphischen Benutzeroberfläche		GeoNetwork GBO	IMPETUS-Projekt durch die geeignete Auswahl von Farben, Schriftzügen, Abbildungen und die Einbindung des Logo soll im GDS repräsentiert werden.
<b>F</b>	<b>Bereitstellungsfunktionalitäten</b>			
FM.1	Herunterladen von Metadaten	✓	GeoNetwork GBO	Herunterladen von Metadaten im XML-Format ist möglich.
FG.1	Herunterladen von Geodaten	✓	GeoNetwork GBO	Benutzerfreundlich über GBO
FG.2	Herunterladen von Teildatensätzen bei Rasterdaten		nicht vorhanden	Diese Funktionalität ist in GN nicht implementiert, wäre aber insb. bei großen Datensätzen sinnvoll (Beispiel: Rasterdaten - Satellitenbilder). Sie spart Transfervolumen (insb. kritisch vor dem Hintergrund geringer Internetbandbreiten), Zeit (geringeres Datenvolumen) und entlastet einen Server, da weniger Daten verarbeitet werden müssen (insbesondere bei der Veröffentlichung der Daten im Internet).
FG.3	Hochladen, Dateintegrität, Löschen		GeoNetwork GBO / Metadateneditor	Die Darstellung von Vektordaten innerhalb des Intermap Kartenfenster wird durch den Geoserver vorbereitet (es wird eine Abbild z.B. JPG-Datei erstellt). Damit dieser die Vektordaten - hier ESRI-Shapefiles bestehend aus einer shp-, prj-, dbf-, shx-, u.a.) verarbeiten kann, müssen sie in einer unkomprimierten Form vorliegen (nicht im ZIP-Format oder anderen Kompressionsformaten). Um den Benutzer, der die Daten im GN (Intermap Kartenfenster) veröffentlichen möchte, das hochladen der einzelnen zu einem ESRI-Shapefile gehörenden Dateien zu ersparen, soll eine benutzerfreundliche Funktionalität implementiert werden, die die Veröffentlichung von Vektordaten erleichtert (vgl. Kap. 9.5).
FG.4	Bereitstellung von Geoinformationen über OGC Dienste (WFS, WCS)	✓	Geoserver GBO	Geodienste können komfortabel über eine GBO aktiviert/deaktiviert und konfiguriert werden. Vorteil: WFS-T kann komfortabel über eine GBO aktiviert/deaktiviert werden.

				Somit können Schreibzugriffe auf Geodaten ein- und ausgeschaltet werden.
FG.5	Projizieren von Raster- und Vektordaten		Geonetwork GBO	Verfällt aufgrund prozessspezifischer Anforderungen. Lösungsansätze sollen jedoch vorgestellt werden.
FG.6	Konvertierung von Rasterdatenformaten	Alternative	FWTools & gdal	Konvertierung kann mit gdal und FWTool durchgeführt werden. Eine Integration wird aufgrund des Verhältnisses zwischen Implementationsaufwand und Nutzen nicht angestrebt.
FD.1	Herunterladen von Dokumenten		GeoNetwork GBO	Benutzerfreundlich über GBO
FD.2	Hochladen und Löschen		GeoNetwork GBO	Nachteil: Dokumente können nur einzeln hochgeladen werden.
<b>Darstellungsfunktionalitäten</b>				
FM.2	Ergebnisdarstellung für Metadatenabfragen		GeoNetwork GBO	Übersichtliche Ergebnisdarstellung.
FM.3	Preview von Geodaten		GeoNetwork GBO	Manuelles Einstellen einer Voransichte ist möglich.
FG.7	Interaktive Visualisierung von Geodaten		InterMap GBO / unterschiedliche Kartenwerkzeuge	Standard Navigationsfunktionen: Zoomen, Verschieben, Werkzeug für geographische Suche, Anbinden externer WMS, PDF-Erstellung des Kartenausschnitts.
<b>Bearbeitungsfunktionalitäten</b>				
FM.4 bis FM.6	Erstellen, Löschen, Editieren von Metadaten		GeoNetwork GBO / Metadateneditor	Drei vollständig implementierte Metadatenmodelle (ISO 19115/19139, CSDGM, DC). Metadaten können über den Metadateneditor erstellt, gelöscht und editiert werden.
<b>Q1 Benutzerfreundlichkeit</b>				
Q.1.1	Graphische Benutzer Oberfläche		GeoNetwork GBO	Eine übersichtliche und intuitive graphische Benutzeroberfläche für die Verwaltung (z.B. erstellen, editieren, löschen, importieren, exportieren usw.) und Auffindung von Metadaten, Geodaten und Dokumenten.

			Geoserver GBO	Graphische Benutzeroberfläche für die Administration von Geodaten und Geo-Diensten
Q.1.2	Out of the Box			Eine Out-of-the-Box Installation liegt vor. Allerdings wird nach der Modifikation von GN die Notwendigkeit entstehen, eine eigene Installationsdatei zu erstellen.
Q.1.3	Fehlerbehandlung		Geonetwork GBO	Fehlerprotokollierung findet von Geonetwork, Geoserver und Intermap statt. Für den Anwender werden Fehlermeldungen in der GBO ausgegeben.
Q.1.4	Software- und Dokumentationsprache		GeoNetwork GBO Geoserver GBO	Von GN unterstützte Sprachen sind: Englisch, <i>Französisch</i> und Spanisch. Von Geoserver unterstützte Sprachen sind: Englisch und Französisch. Vorteil: Projektpartner können die Software in ihrer Muttersprache anwenden.
			GeoNetwork Dokumentation Geoserver Dokumentation	Dokumentation für GN und Geoserver nur in Englisch. Nachteil: Funktionsweise der Funktionalitäten können bei nicht ausreichenden Englischkenntnissen nicht selbst erlernt werden, so dass zusätzlicher Schulungsaufwand im Rahmen des IMPETUS-Projekts entstehen könnte. Die Erstellung einer (Kurz)dokumentation ist im Rahmen dieser Arbeit nicht realisierbar.
Q.1.5	Geringer Schulungsaufwand		GeoNetwork, Geoserver, Intermap	Manuelle Konfigurationen kaum notwendig. Installation benutzerfreundlich (Installer). Auswahl der Sprache Französisch möglich. Nachteil: Fehlende Dokumentation in Französisch könnte einen Schulungsaufwand hervorrufen.
<b>Q2</b>	<b>Anpassungsfähigkeit</b>			
Q.2.1	Weiterentwickelbarkeit		GeoNetwork / Katalogdienste OpenSource	Durch interoperable Geo-Dienste und ISO 19115 weiterentwickelbar im Sinne einer GDI. Modifikationen und Weiterentwicklung aufgrund von OS-Software zugelassen.
Q.2.2	Flexibilität		Netzwerkfähigkeit	Durch die Netzwerkfähigkeit ist der flexible Einsatz möglich: Internet, Intranet (LAN), Desktop (localhost). Die Implementation in Java, ermöglicht den plattformunabhängigen Einsatz.

			GAST	Benutzerfreundliche Anbindung unterschiedlicher Datenbanken über GAST möglich z.B. McKoi, PostgreSQL, MySQL Datenbanken sind möglich.
			Opensource	Anpassung und Modifikationen sind erlaubt.
Q.2.3	Kompatibilität / Interoperabilität	✓	Open GIS Standards des OGC ISO 19115/19139	Aufgrund standardisierter Metadatenmodelle insbesondere des ISO 19115 und OGC Geo-Dienste ist eine hohe Interoperabilität gegeben.
<b>Q3</b>	<b>Sicherheit</b>			
Q.3.1	Zugriffssicherheit	✓	GeoNetwork GBO / Authentifizierung	Authentifizierung auf der Basis der integrierten Benutzer- und Gruppenverwaltung Nachteil: Keine SSL Anmeldung – Passwort wird unverschlüsselt gesendet
Q.3.2	Datensicherheit	🔧	Datenbank / Dateisystem	Kann durch Datensicherung erfolgen.
Q.3.3	Übertragungssicherheit	✓	TCP/IP	Dateiintegrität wird bei der Übertragung über das TCP/IP überprüft. Nachteil: Datenübertragung findet nicht verschlüsselt statt.
<b>Q4</b>	<b>Datenredundanz</b>	✗	Dateisystem	Redundanz ist aufgrund der Bereitstellung von komprimierten Datensätzen für das Herunterladen und der Notwendigkeit zu ihrer unkomprimierten Bereitstellung für die Visualisierung bzw. Veröffentlichung durch den Web Map Server (Geoserver) zu erwarten (vgl. Anforderung FG.3 in dieser Tabelle)

Die durchgeführte Detailanalyse von Geonetwork Opensource verdeutlicht, dass:

1. die wesentlichen funktionalen und qualitativen Anforderungen erfüllt sind und zum Teil über die gestellten Anforderungen hinausgehen (z.B. Importieren von Metadaten, Möglichkeit zu einer Suche über Kategorien u.a.),
2. im Vergleich zu einer eigenständigen Implementation der Implementierungsaufwand deutlich geringer ist,
3. der Transfer des Datenbestandes an die Projektpartner inklusive einer funktionsfähigen Softwarelösung für die Auffindbarkeit und Verwendbarkeit des Datenbestandes unter vorgegebenen prozessspezifischen Anforderungen realisierbar ist,
4. mit den interoperablen OGC Geo-Diensten (CS-W, WMS, WFS-(T) und WCS) und dem ISO 19115 Metadatenmodell das System im Rahmen einer GDI einsetzbar ist und somit die Zukunftsfähigkeit und Nachhaltigkeit des Systems vorhanden ist,
5. qualitative Defizite vorhanden sind, die einer Behebung bedürfen und angeforderte Funktionalitäten fehlen, die eine zusätzliche Implementation erfordern.

Von einem Austausch der in Geonetwork Opensource enthaltenen Komponenten wurde abgesehen. Für die einzelnen Komponenten gelten folgende Argumentationen.

#### *Datenbank*

Die Anforderung an die Abfragbarkeit von Geodaten ist nicht gegeben, so dass der Einsatz einer Geodatenbank wie z.B. PostgreSQL nicht notwendig ist. Die Verwendung der McKoi Datenbank, gegenüber anderen relationalen DBMS wie z.B. MySQL ist vorteilhaft, weil die Installation von Geonetwork Opensource zur gleichzeitigen Installation und Konfiguration dieser Datenbank führt.

#### *Web Map Server*

Geoserver zeichnet sich durch eine hohe Benutzerfreundlichkeit aus. Diese ist für die Projektpartner besonders wichtig. Es verfügt über eine GBO, die die Veröffentlichung von Raster und Vektordaten im Internet wesentlich vereinfacht. Geoserver unterstützt zugleich die durch das ISDSS-Framework angeforderten WFS und WFS-T Schnittstellen für den Zugriff auf Vektordaten und die WCS Schnittstelle für den Zugriff auf Rasterdaten.

Im Vergleich dazu verfügt UMN Mapserver lediglich über eine WMS Schnittstelle. Die Veröffentlichung von Geodaten erfolgt nicht über eine GBO, sondern über ein sog.

MapScript, dessen Erlernung und weniger benutzerfreundliche Anwendung notwendig ist. Die Software Deegree unterstützt die angeforderten Schnittstellen, zeichnet sich allerdings durch aufwändigere Konfigurationen aus.

#### *Web Map Clients*

Für die Darstellung von Geodaten stehen Web Map Clients: wie Ka-Map, InterMap, OpenLayers und MapBender zur Verfügung. Diese unterscheiden sich nicht erheblich von einander, da sie in der Regel mit Standardfunktionalitäten wie, dem Zoomen und Verschieben der Karte und der Anbindung von Web Map Servern ausgestattet sind.

#### *Metadateneditoren*

Metadateneditoren, wie z.B. CatMDEdit ermöglichen die angeforderte Erfassung und Verwaltung von Metadaten im ISO 19115 Metadatenmodell. Allerdings zeichnen sie sich durch fehlende Darstellungsfunktionalitäten von Geodaten aus. Unterschiedliche Metadateneditoren werden in NOGUERAS-ISO, ZARAZAGA-SORIA & MURO-MEDRANO (2005, vgl. Anhang C.1) vorgestellt.

## **9. Spezifikation und Entwurf**

Die in der Detailanalyse von Geonetwork Opensource mit dem Schlüsselsymbol gekennzeichneten Anforderungen finden Eingang in die Spezifikation und den Entwurf. Dabei sollen die notwendigen Schnittstellen, Eingabe- und Ausgabedaten aufgezeigt werden. Im Rahmen dieser Softwareentwicklungsphase werden des Weiteren *konzeptuelle Modellierungen* vorgenommen, die eine komprimierte Abbildung der zu implementierenden Funktionalität darstellen. Darüber hinaus wird ein vereinfachtes und *abstrahiertes technisches Modell* präsentiert, anhand dessen die Stellen im Gesamtsystem aufgezeigt werden, an denen eine Implementation vorgesehen ist. Dieses Modell bildet zusätzlich die Beziehungen der Einzelkomponenten zueinander ab und wird im Anschluss näher betrachtet.

#### *Vereinfachtes technisches Modell*

Die grundlegende Komponente des technischen Modells ist die *Hardware* (vgl. Abb. 12). Sie stellt die Grundlage für die durch IMPETUS vorgesehene *Systemsoftware* wie Windows oder Linux dar. Dabei bildet das *Dateisystem einer Systemsoftware* die notwendige Basis für die Bereitstellung von *Daten und Anwendungen*.

Aufgrund der im Kapitel 8.1 vorgestellten Argumentation sollen Geodaten und Dokumente, auf der Dateisystemebene gespeichert werden. Ihre Übertragung in das GDS ist eine Voraussetzung für die *Nutzung* dieser Informationen durch die *Projektpartner*.

Das auf dem Dateisystem aufsitzende **DBMS** in Form einer *McKoi Datenbank*, stellt daneben die Anwendungssoftware dar, die für die Bereitstellung und das **Abfragen des IMPETUS-Metadatenbestandes** zuständig ist. Für eine hohe Interoperabilität und die Austauschbarkeit dieser Informationen soll eine Überführung des Metadatenbestandes in das internationale Metadatenmodell **ISO 19115/19139** stattfinden.

Die Anwendungssoftware **Geoserver und Intermap** bilden den Rahmen für die Visualisierung und Bereitstellung von Geoinformationen. Zusammen mit dem in **Geonetwork** implementierten **Metadateneditor**, der eine Bearbeitung des Metadatenbestandes ermöglicht, wird auf der Basis eines **Jetty Servlet Containers** eine effiziente, Java basierte serverseitige Verarbeitung von Internetanfragen ermöglicht.

Mit den zusätzlichen Implementationsschritten wird eine *Benutzersoftware* weiterentwickelt werden, die auf die Bedürfnisse der Projektpartner angepasst ist. Der Anteil der realisierbaren Anpassungen im Rahmen dieser Diplomarbeit wurde in der Anforderungsanalyse herausgearbeitet und wird im vorliegenden Modell durch die Schlüsselsymbole repräsentiert. Diese Implementation soll zu einer Erweiterung des **Funktionspools** beitragen.

Außerhalb der **Systemgrenze** des GDS selbst bestehen Beziehungen zu anderen Komponenten des dargestellten Gesamtsystems. Die im Geoserver implementierten Geo-Dienste werden dem ISDSS-Framework über das HTTP und das Betriebssystem des GDS den Zugriff auf die Geoinformationen ermöglichen.

Wichtig ist, dass die Projektpartner über einen **Browser** als sog. Thin Client ohne die Notwendigkeit der Installation einer zusätzlichen Anwendung auf einem Arbeitsplatzrechner sowohl Geodaten, Dokumente als auch Metainformationen *auffinden und verwalten* können. Die *Datenbereitstellung* über das HTTP wird den Projektpartnern das Beziehen und eine anschließende *Verwendung bzw. Bearbeitung* in einem Desktop GIS (sog. Thick Clients) ermöglichen.

Abschließend kommt der Aspekt der Veröffentlichung von Geo- und Metainformationen und ihr Bezug über externe Quellen hinzu. Dieser Aspekt ist in der Abbildung durch einen OGC konformen Web Map Server angedeutet. Auf der Grundlage der integrierten interoperablen Implementationsspezifikationen des OGC und des gleichermaßen interoperablen Metadatenmodells der ISO ist eine Verwendung des GDS im Rahmen einer GDI denkbar.

Damit wurden die notwendigen technischen Grundlagen und ein technisches Modell vorgestellt, das nach DUMKE auf der sog. Bottom-Up-Entwurfstechnik basiert. Diese spiegelt sich in der Nutzung und Zusammenführung bereits vorhandener Komponenten zu einem System wieder. „Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile“ (ARISTOTELES).

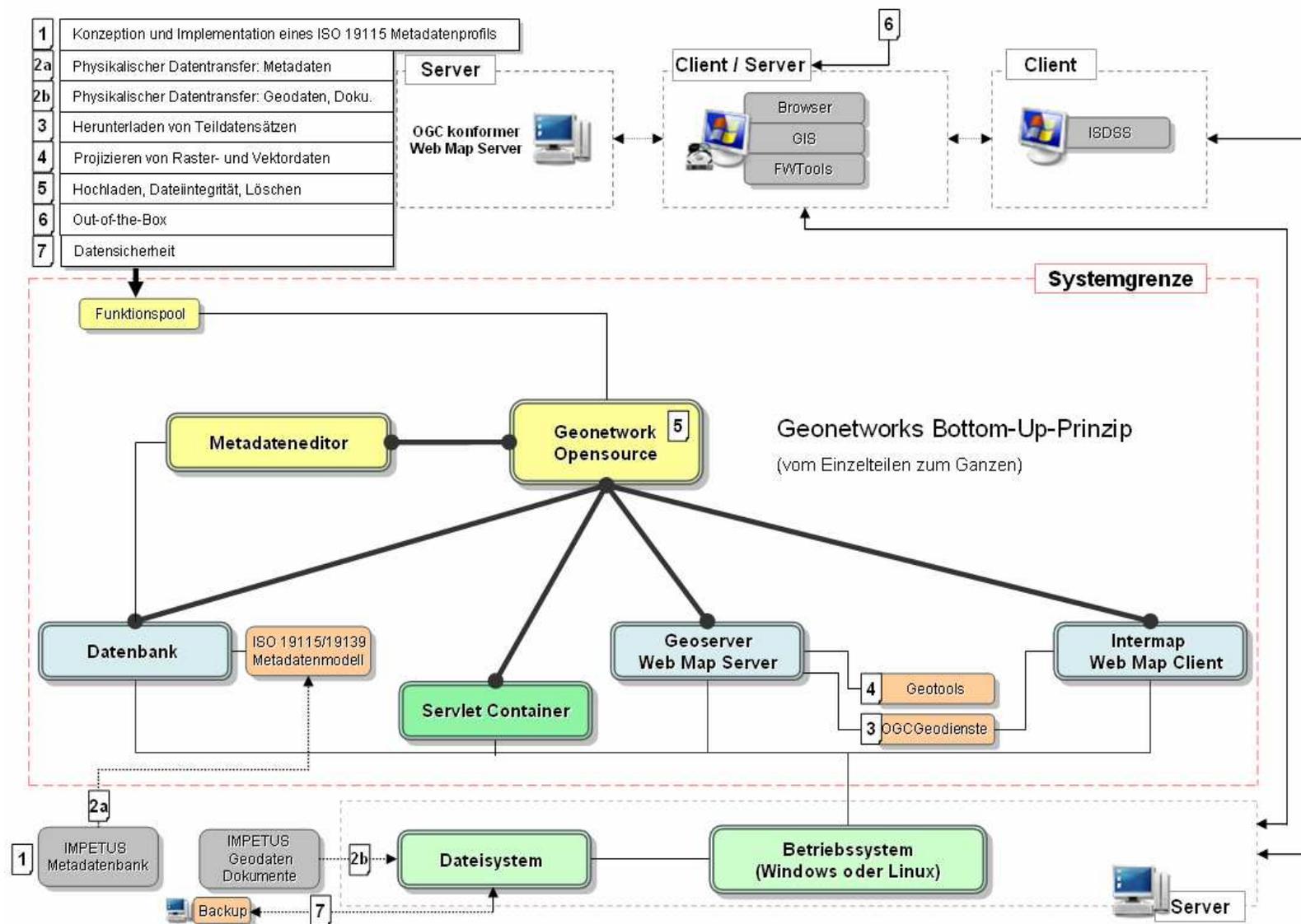
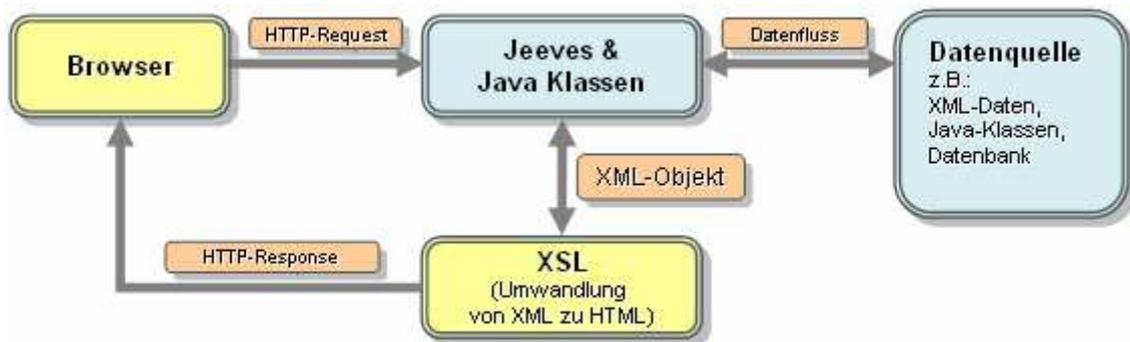


Abbildung 12: Vereinfachtes technisches Modell von Geonetwork Opensource mit Hinweisen auf vorgesehene eigene Implementationen (eigene Darstellung)

## **Konzeptuelles Modell für Geonetwork**

Zum Verständnis für die Implementation von Funktionalitäten, die *vollständig in das System integriert* werden, ist die Betrachtung des zugrunde liegenden konzeptuellen Modells von Geonetwork notwendig. Dieses wird in der folgenden Abbildung 13 dargestellt und im Anschluss daran näher betrachtet. Es basiert auf der Jeeves, das eine vereinfachte Verkettung von Webdiensten (z.B. durch die Weitergabe von Parametern der Anfrage), Datenbankbindung und Lokalisierung ermöglicht (vgl. MARSELLA 2005).



**Abbildung 13: Grundlegendes konzeptuelles Modell von Geonetwork OpenSource.**

**Quelle: verändert nach Marsella 2005, S. 6**

Ein Browser (Client) stellt eine HTTP-Anfrage (eng. HTTP-Request). Diese wird serverseitig gemäß der Jeeves Konfigurationsdatei an *eine* genau festgelegte Java Klasse weitergeleitet (oder direkt an eine XSL-Datei, wenn bereits XML-Daten vorliegen).

Diese Java Klasse implementiert eine Funktionalität (stellt einen Dienst zur Verfügung) und ist für die serverseitige Verarbeitung *dieser* Anfrage zuständig. Dabei wird als Rückgabewert bzw. Ergebnis ein XML-Objekt generiert. Die Generierung eines XML-Objekts basiert auf einer Datenquelle, über die bestimmte Informationen bezogen werden können (z.B. eine Datenbank oder eine Anfrage an einen Geo-Dienst). Nach der Erstellung eines XML-Objekts erfolgt seine Übergabe an *eine* in Jeeves festgelegte XSL-Datei. Dort wird das Objekt zu HTML transformiert und anschließend in einem Browser ausgegeben.

## **9.1 SPEZIFIKATION A1: Konzeption und Implementation eines ISO 19115 Metadatenprofils**

### **9.1.1 Einleitung**

Im theoretischen Teil dieser Arbeit wurde dargestellt, dass eine Harmonisierung in Richtung des internationalen anerkannten Metadatenmodells ISO 19115 weltweit zu verzeichnen ist.

Um die Interoperabilität des GDS zu steigern, werden die IMPETUS-Metadaten in diese ISO-Norm überführt. Die ISO 19115 Norm allein kann jedoch nicht als Implementationsgrundlage dienen, da sie einen rein konzeptionellen Charakter aufweist. Für die Implementation des ISO 19115 Metadatenmodells wurde die ISO 19139 Norm Geoinformation – Metadata implementation specification entwickelt (vgl. BARTELME 2005, S. 384f). Dabei handelt es sich um ein XML-Schema, das die Metadatenelemente des ISO 19115 Metadatenmodells beschreibt (vgl. Beispiel 1).

**Beispiel 1: Vorschrift für Implementation eines Datensatztitels nach dem ISO 19139 XML-Schema (vgl. Nr. 1 in Tab. 9)**

```
<gmd:CI_Citation>
  <gmd:title>
    <gco:CharacterString>Titel</gco:CharacterString>
  </gmd:title>
</gmd:CI_Citation>
```

Der Transfer der Metadaten in das GDS und die Überführung in das ISO 19115/19139 Metadatenmodell muss als einer der wichtigsten Implementationsschritte angesehen werden, weil auf seiner Grundlage die Auffindung und dementsprechend die *Nutzung* (vgl. allgemeine Formulierung der Anforderungen) des IMPETUS-Datenbestandes überhaupt erst ermöglicht wird. Dazu soll ein ISO 19115/19139 konformes Metadatenprofil erarbeitet werden.

## 9.1.2 Funktionsweise

Der Erstellung des Profils lässt sich in drei Schritte einteilen:

1. Konzeptionelle Erstellung des ISO 19115 Metadatenprofils als Datenmodell
2. Automatische Generierung ISO 19115/19139 konformer XML-Dateien aus den Einträgen der relationalen IMPETUS-Metadatenbank mittels PHP-Skript
3. Import der XML-Dateien in die Datenbank von Geonetwork Opensource

### 9.1.2.1 Konzeption des ISO 19115 Metadatenprofils - Datenmodell

Für die Konzeption des Metadatenprofils war es notwendig, die Semantik aller vorkommenden Metadateneinheiten und Metadatenelemente des ISO 19115 Metadatenmodells (ca. 400 Stück) und der über 50 Metadatenelemente des IMPETUS-Metadatenmodells (FGDC/ISO 19115) zu sichten und zu verstehen. Erst nach der Erfassung

der Semantik der Metadatenelemente beider Metadatenmodelle konnte ein ISO 19115 Metadatenprofil erarbeitet werden.

Die folgende Tabelle 9 stellt die Konzeption des ISO 19115 Metadatenprofils für die IMPETUS-Projektpartner dar und ist gleichzeitig die Grundlage für die spätere Implementierung des Metadatenprofils in das ISO 19139 Metadatenmodell. Sie stellt einerseits die Eingabedaten aus den Metadatenelementen der IMPETUS-Metadatenbank dar, andererseits enthält die Spalte „Spezifikationsbemerkung“ Informationen über die Ausgabedaten z.B. Text oder Zahl, aber auch Elemente aus den ISO-Kodelisten. Zusätzlich beinhaltet sie Informationen, wie in bestimmten Fällen von den IMPETUS-Metainformationen auf ISO-Metainformationen abgeleitet wird (vgl. z.B. Nr.3 und Nr. 17). In diesen Fällen liegen Fallunterscheidungen vor, die für die spätere Implementierung wichtig sind. Für eine bessere Nachvollziehbarkeit des Crosswalks wurden ebenfalls die Spalten ISO Metadateneinheit, ISO Metadatenelement und ISO Nr. in die Tabelle eingefügt (vgl. DIN 2005, S.42-111). Die letzte Spalte bietet Informationen über die ISO-Obligation eines Metadatenelements. M steht für mandatory – also obligatorisch, C für konditional (obligatorisch in Abhängigkeit von gemachten Angaben - z.B.: Nr.5 ist obligatorisch anzugeben, wenn Nr. 6 nicht angegeben ist oder Nr. 6 ist obligatorisch, wenn Nr. 5 nicht angegeben) und O für optional.

**Tabelle 9: Konzeption des ISO 19115 Metadatenprofils für die IMPETUS-Projektpartner. Die Hinterlegung zeigt gelb die Elemente des Kernmodells, blau Elemente des umfassenden Metadatenmodells, orange nicht überführte Metadatenelemente aus der IMPETUS-Metadatenbank.**

Nr.	IMPETUS Metadaten Eingabedaten	ISO Metadateneinheit	ISO Metadatenelement	ISO Nr.	Spezifikationsbemerkung und Ausgabedaten	Obl.
1	Titel	CI_Citation	Title	360	Freier Text	M
2	ID	CI_Citation	Title	360	Freier Text / Wird in Geonetwork eine Suche über die derzeitige ID eines Metadatensatzes in der IMPETUS-Metadatenbank ermöglichen.	M
3	Datentyp	CI_Citation	presentationForm	368	Kodeliste / Je nach Datentyp in der IMPETUS-Datenbank werden unterschiedliche Elemente aus der Kodeliste B.5.4 S.100 erstellt.	O
4	Kontaktperson – Name	CI_ResponsibleParty	individualName	374	Freier Text / jeweils ein Eintrag für die Kontaktperson, die für die Metadaten zuständig ist und die Kontaktperson, die für die Daten verantwortlich ist. Allerdings werden die Kontaktinformationen für Metadaten nicht übertragen, weil nach der Auslieferung des GDS diese Kontaktinformationen von den jeweiligen Partnerinstitutionen geändert werden sollten (jeweils für einen Metadatensatz und den Datensatz selbst)	C
5	Kontaktperson - Organisationsname	CI_ResponsibleParty	organisationName	375	s.o. (jeweils für einen Metadatensatz und den Datensatz selbst)	C
6	Kontaktperson – Rolle	CI_ResponsibleParty	Role	379	Kodeliste / Für die Implementation wird standardmäßig PointOfContact aus der Kodeliste B.5.5 S. 100 eingesetzt. (jeweils für einen Metadatensatz und den Datensatz selbst)	M
7	Kontaktperson – Fax	CI_Telephone	Fascimile	408	s.o.	O
8	Kontaktperson - Telefon	CI_Telephone	Voice	407	s.o.	O
9	Kontaktperson – Email	CI_Address	electronicMailAddress	386	s.o.	O
10	Kontaktperson - Adresse / nicht vorhanden	CI_Address	deliveryPoint	381	s.o.	O
11	Kontaktperson - Stadt / nicht vorhanden	CI_Address	City	382	s.o.	O
12	Kontaktperson - Administrativer Bereich	CI_Address	administrative Area	383	s.o.	O
13	Kontaktperson - Postleitzahl / nicht vorhanden	CI_Address	postalCode	384	s.o.	O
14	Kontaktperson - Land / nicht vorhanden	CI_Address	Country	385	s.o.	O
15	Ziel / Zweck	MD_Identification	Purpose	26	Freier Text	O
16	Beschreibung	MD_Identification	Abstract	25	Freier Text	M
17	Status (in progress o. finished)	MD_Identification	status	28	Kodeliste <b>Fall 1:</b> wenn "in progress" dann "asNeeded" <b>Fall 2:</b> wenn "finished" dann "notPlanned"	O

					vgl. ISO 19115 Kodeliste B.5.23 S. 107	
18	Startdatum	EX_TemporalExtent	Extent	351	Anfangsdatum und Enddatum vgl. ISO 19115 S.98	M
19	Enddatum	EX_TemporalExtent	Extent	351	s.o.	M
20	Periodizität / single o. multiple	LI_Source	Description	93	Freier Text / Beschreibt die Quelldaten	C
21	Regelmäßigkeit / regular o. irregular	LI_Source	Description	93	s.o.	C
22	Intervall / z.B. daily	LI_Source	Description	93	s.o.	C
23	Erstellungsprozess	LI_ProcessStep	Description	87	s.o.	M
24	Bearbeitungsgrad	LI_ProcessStep	Description	87	s.o.	M
25	Methoden / Instrumente	LI_ProcessStep	Description	87	s.o.	M
26	Plattformen	LI_ProcessStep	Description	87	s.o.	M
27	Parameter / Attribute	LI_ProcessStep	Description	87	Freier Text	M
28	Datenherkunft	LI_Lineage	Statement	83	Freier Text	C
29	Genauigkeit	LI_Lineage	Statement	83	s.o.	C
30	Konsistenz	LI_Lineage	Statement	83	s.o.	C
31	Vollständigkeit	LI_Lineage	Statement	83	s.o.	C
32	Lagegenauigkeit	LI_Lineage	Statement	83	s.o.	C
33	Freie Schlüsselwörter	MD_Keywords	Keyword	53	Freier Text	M
34	Ortsangabe	MD_Keywords	Keyword	53	s.o.	M
35	Horizontales Raumbezugssystem	MD_Identifier	Code	207	Freier Text	M
36	umschließendes Rechteck / BBOX	EX_Geographic BoundingBox	westBoundLongitude, eastBoundLongitude, southBoundLatitude, northBoundLatitude	344-347		
37	Sprache / nicht vorhanden	MD_DataIdentification	Language	39	Sprache in der die Metadaten vorliegen z.B. French	M
38	Zeichensatz / nicht vorhanden	MD_DataIdentification	characterSet	40	wird automatisch durch GN daher Implementation nicht notwendig generiert z.B. utf8	C
39	Thematik / nicht vorhanden	MD_DataIdentification	topicCategory	41	Thema eines Datensatzes / Standardmäßig wird "Geoscientific Information" aus Kodeliste B.5.27 S.109 eingesetzt.	C
40	Koordinaten	MD_DataIdentification	supplementalInformation	46	Freier Text / Falls kein umschließendes Rechteck in der IMPETUS-Metadatenbank angegeben ist, wird aus ggf. vorliegenden Koordinatenpaaren ein umschließendes Rechteck erstellt. Diese Koordinaten werden unter "supplementalInformation" untergebracht. Das umschließende Rechteck wird für die ISO Nummern 344 bis 347 verwendet.	O
41	Stationen	MD_DataIdentification	supplementalInformation	46	Freier Text	O
42	Teilprojekt	MD_DataIdentification	supplementalInformation	46	Freier Text	O
43	Maßstab	MD_Representative Fraction	Denominator	57	Integer > 0	M

44	Datenform (digital/analog)	CI_Citation	presentationForm	368	Vgl. CI_PresentationFormCode Kodeliste > B.5.4	O
45	Datenformate	MD_Format	Name	285	Freier Text z.B. SHP, XSL, DOC	M
46	Version der Datei / nicht vorhanden	MD_Format	Version	286	Freier Text / Bei einer SHP-Datei z.B. "9.2" wenn Datei mit ArcGis 9.2 erstellt wurde	M
47	Komprimierung	MD_Format	fileDecompression Technique	289	Freier Text z.B. ZIP	O
48	Dateigröße unkomprimiert	MD_Digital TransferOption	transferSize	276	Reale Zahl > 0.0 / Dateigröße in Megabyte	O
49	Dateigröße komprimiert	MD_Digital TransferOption	transferSize	276	Reale Zahl > 0.0 / Dateigröße in Megabyte	O
50	Erstellungsdatum	CI_Date	date (gehört zum Core) & dateType (gehört nicht zum Core)	394- 395	Datum und Datumstyp (z.B. Veröffentlichung)	M
51	Online Zugriff	CI_OnLineResource	Linkage	397	URL z.B. HTTP-Adresse	M
52	Metadatendatum	MD_Metadata	dateStamp	9	automatisch durch Geonetwork erstellt - Implementation nicht notwendig	M
53	FileIdentifier / nicht vorhanden	MD_Metadata	fileIdentifier	2	automatisch durch Geonetwork erstellt - Implementation nicht notwendig	
54	Metadatensprache	MD_Metadata	Language	3	Standardmäßig Englisch, weil Metadatensätze in Englisch erfasst wurden	C
55	Metadatenzeichensatz	MD_Metadata	characterSet	4	wird automatisch durch Geonetwork erstellt - utf8	C
56	Metadatenname / nicht vorhanden	MD_Metadata	metadataStandardName	10	wird automatisch durch Geonetwork erstellt - ISO 19115:2003/19139	O
57	Metadatenversion / nicht vorhanden	MD_Metadata	metadataStandardVersion	11	wird automatisch durch Geonetwork erstellt - 1.0	O
58	Aktualisierung & Wartung / nicht vorhanden	MD_Maintenance FrequencyCode	maintenance AndUpdateFrequency	143	<b>Fall 1:</b> wenn Nr. 17 Status "finished", dann „notPlanned" <b>Fall 2:</b> wenn "in progress", dann "asNeeded"	M
59	Zugangs- und Nutzungsbedingungen	MD_LegalConstrains	accessConstrains, useConstrains, otherConstrains	70-72	wird implementiert aber nicht mit den Werten aus der Kodeliste B.5.24 S. 108 belegt / manuelle Eingabe der Daten erforderlich.	O/C
60	Hierarchiestufe / nicht vorhanden	MD_Scope	Level	139	Standardmäßig wird "dataset" aus der Kodeliste B.5.25 eingesetzt	M
I	Readme Datei	-	-	-	Datei wird zum Herunterladen bereitgestellt. Readme Dateien enthalten weitere Metainformationen	-
II	Vertikales Höhenbezugssystem	-	-	-	dieser Eintrag wird in der IMPETUS-Metadatenbank	-
III	Offline Zugriff	-	-	-	dieser Eintrag wird in der IMPETUS-Metadatenbank	-

### 9.1.2.2 Automatische Generierung von XML-Metadaten mittels PHP-Skript

Die Überführung der IMPETUS-Metadaten in das ISO 19139 Metadaten XML-Schema soll durch ein PHP-Skript nach dem in der Abb. 14 dargestellten EVA-Prinzip (Eingabe-Verarbeitung-Ausgabe) erfolgen. Dabei sollen IMPETUS-Metadaten (vgl. Datenbestandsaufnahme) eingelesen, zu ISO 19115/19139 konformen XML-Dateien verarbeitet und auf einen Datenträger geschrieben werden.

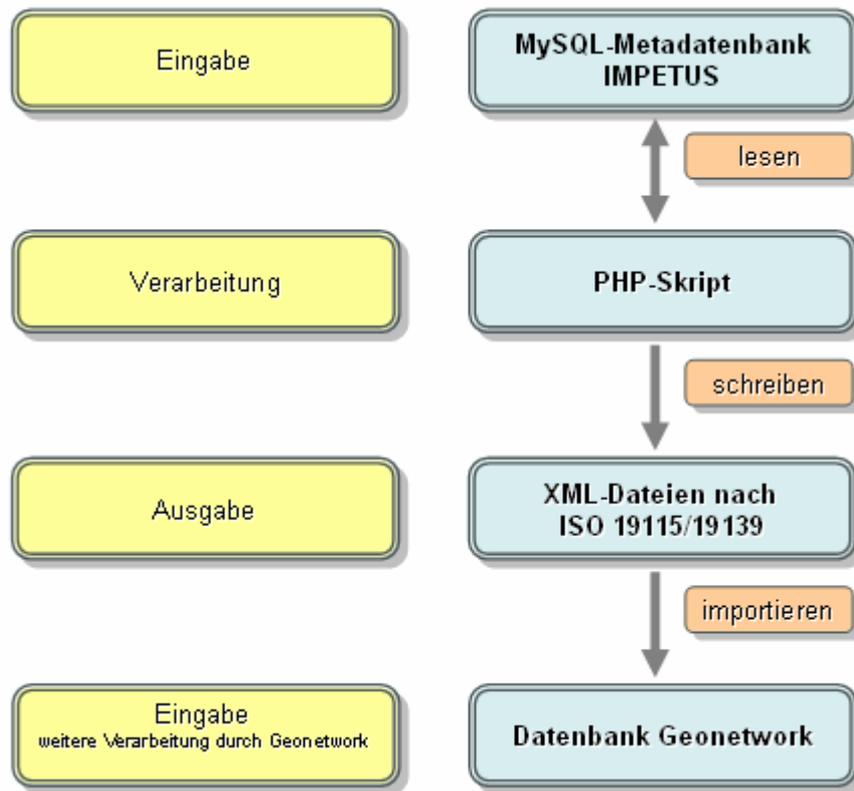


Abbildung 14: EVA-Prinzip für den Metadaten-Crosswalk (eigene Darstellung)

### 9.1.2.3 Integration der XML-Metadaten in die Datenbank von Geonetwork

Der Inhalt der generierten XML-Dateien soll über die in GN bereits implementierte Batchimportfunktionalität (importiert mehrere XML-Metadatendateien in einem Prozess) in die Spalte „data“ der Tabelle „metadata“ der GN-Datenbank als Text (String) eingespeist werden (vgl. Abb. 15).

te	data	source	title	root	harvestuuid
var	text	character var	character var	character var	character var
T13:	<simpledc xmlns:	8b09438f-6bb9-		simpledc	
T13:	<metadata>	8b09438f-6bb9-		metadata	
T13:	<gmd:MD_Metad	8b09438f-6bb9-		gmd:MD_Metad.	
T13:	<gmd:distributi	8b09438f-6bb9-	OnlineResource	gmd:distribution	
T13:	<gmd:pointOfCo	8b09438f-6bb9-	PointOfContact	gmd:pointOfCor	
T13:	<pre> &lt;gmd:code&gt;   &lt;gco:CharacterString&gt;WGS 1984&lt;/gco:CharacterString&gt; &lt;/gmd:code&gt; &lt;/gmd:RS_Identifier&gt; &lt;/gmd:referenceSystemIdentifier&gt; &lt;/gmd:MD_ReferenceSystem&gt; &lt;/gmd:referenceSystemInfo&gt; &lt;gmd:identificationInfo&gt; &lt;gmd:MD_DataIdentification&gt;   &lt;gmd:citation&gt;     &lt;gmd:CI_Citation&gt;       &lt;gmd:title&gt;         &lt;gco:CharacterString&gt;Titel eines Geodatensatz&lt;/gco:CharacterString&gt;       &lt;/gmd:title&gt;       &lt;gmd:date&gt;         &lt;gmd:CI_Date&gt;           &lt;gmd:date&gt;             &lt;gco:DateTime /&gt;           &lt;/gmd:date&gt;           &lt;gmd:dateType&gt;             &lt;gmd:CI_DateTypeCode codeListValue="publication" codeList="/resou           &lt;/gmd:dateType&gt;         &lt;/gmd:CI_Date&gt;       &lt;/gmd:date&gt; </pre>				

Abbildung 15: Integration der Metadaten in die Datenbank von Geonetwork (eigene Darstellung)

### Vorgesehene Implementationsschritte

- 1
  - **Zuständige Datei:** *Datenträger\Crosswalk\createGN-XML.php*
    - Verbindungsaufbau mit der IMPETUS-Metadatenbank (MySQL)
    - Selektion der in Tabelle 9 aufgelisteten Metadatenelemente (SELECT x AS xy FROM datensaetze WHERE \$id = dat\_id)
    - Verarbeitung (Sortierung, Überführung, Kombination) der selektierten Datenbankwerte zu ISO 19139 konformen Einträgen und ihre Integration in die XML-Tags (vgl. Abb. 15)
    - Erstellen einer Datei mit eindeutigem Dateinamen (Funktion: fopen)
    - Schreiben des XML in die Datei (fwrite)

## 9.2 SPEZIFIKATION A2: Physikalischer Datentransfer - Metadaten, Geodaten und Dokumente

Beispielhaft sollen Geodaten und Dokumente in das GDS übertragen werden. Hier ergibt sich zum Teil die Notwendigkeit der Formatumwandlung zu GeoTIFF, das von Geoserver verarbeitet werden kann. Bei der Konvertierung sollen die bereits erwähnten Anwendungen FWTools, gdal und ogr2ogr eingesetzt werden. Die Überführung von Geodaten und Dokumenten in das System basiert auf den bereits vorhandenen Funktionalitäten von Geonetwork.

## 9.3 SPEZIFIKATION A5: Design der graphischen Benutzeroberfläche

Die gestalterische Anpassung der graphischen Benutzeroberfläche soll die folgenden Bereiche betreffen:

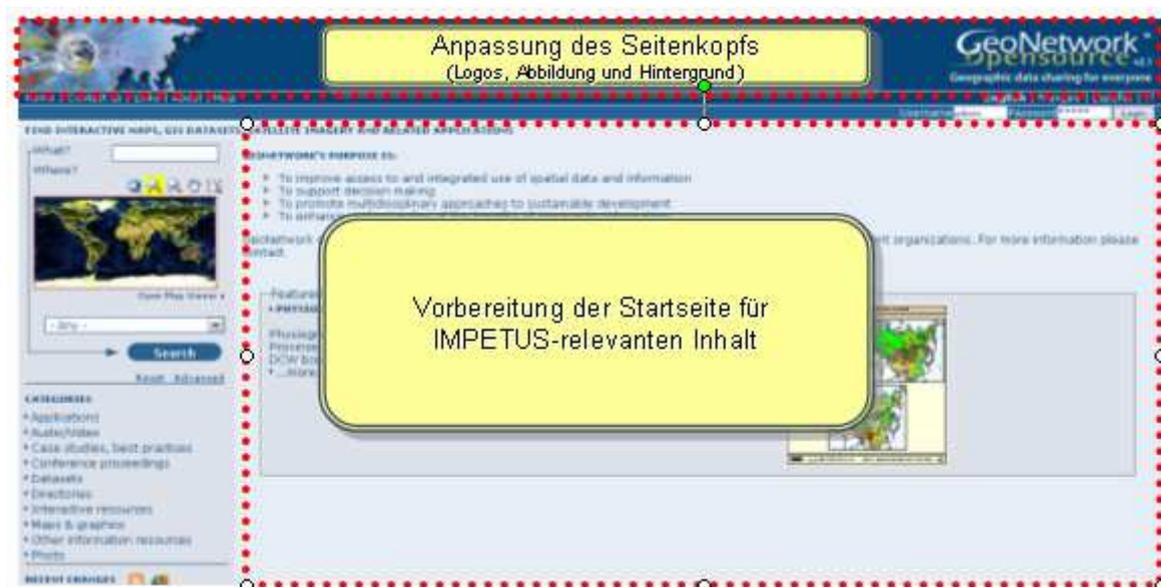


Abbildung 16: Gestaltungsbereiche für das neue Design (eigene Darstellung)

### 9.3.1 Startseite

Welche Inhalte auf der Startseite untergebracht werden, hängt von den Partnerinstitutionen ab. Die Ausgestaltung der Startseite erfolgt über HTML.

### 9.3.2 Anpassung des Seitenkopfs

Der Seitenkopf soll auf der linken Seite ein IMPETUS-Logo und ein Geonetwork Logo enthalten. Auf der rechten Seite soll eine Abbildung eingefügt werden, die den Bezug des IMPETUS-Projekts zum Wasser herstellt. Zusätzlich soll in Anlehnung an den IMPETUS-

Internetauftritt eine Farbanpassung der Hintergrundfarbe des Seitenkopfes und der Trennleiste zwischen Kopf- und Inhaltsbereich stattfinden.

### 9.3.3 IMPETUS-Logo für die Metadatenätze

Neben einem Metadatenatz soll jeweils ein IMPETUS-Logos dargestellt werden.



Abbildung 17: Gestaltungsbereich für das Metadatenlogo

Vorgesehene Implementationsschritte
<p><b>Startseite</b></p> <p>Die für die Vorbereitung der Startseite zuständige <b>strings.xml</b> Datei liegt für unterschiedliche Sprachen in unterschiedlichen Verzeichnissen vor. Innerhalb des XML-Tags &lt;mainpage1&gt;... &lt;/mainpage1&gt; können z.B. durch HTML-Anweisungen, Texte, Abbildungen und andere Elemente untergebracht werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Zuständige Datei</b> (Französisch): GN\web\geonetwork\loc\fr\xml\strings.xml</li> <li>• <b>Zuständige Datei</b> (Englisch): GN\web\geonetwork\loc\en\xml\strings.xml</li> </ul>
<p><b>Anpassung des Seitenkopfs</b></p> <p>Einfügen des IMPETUS-Logos, des Geonetwork Logos und einer Abbildung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Zuständige Datei:</b> GN\web\geonetwork\xsl\banner.xsl</li> </ul> <p>Anpassung der Hintergrundfarbe des Banners:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Zuständige Datei:</b> GN\web\geonetwork\geonetwork.css</li> </ul> <p>Anpassung der Farbe der Trennleiste zum Inhaltsbereich der Startseite:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Zuständige Datei:</b> GN\web\geonetwork\geonetwork.css</li> </ul> <p>Verhinderung der Übernahme der Trennleistenfarbe für das linksbündige Menü im Metadateneditor (weißer Text auf sehr hellem Hintergrund)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Zuständige Datei:</b> GN\web\geonetwork\metadata-utils.xsl</li> </ul>
<p><b>IMPETUS-Logo für IMPETUS-Metadatenätze</b></p>

Der unten angegebene Dateiname der Logo-Bilddatei muss mit der Identifikationsnummer für die GN-Installation übereinstimmen. Diese befindet sich in Geonetwork in dem Menü „About“.

**Zuständige Datei:**

GN\web\geonetwork\images\logos\906d1263-5197-48f0-9a26-66dfad8a8447.gif

## 9.4 SPEZIFIKATION FG.2: Herunterladen von Teildatensätzen bei Rasterdaten

Diese Funktionalität soll die Effektivität des Herunterladens von Rasterdatensätzen steigern, die Zeiten für das Herunterladen verkürzen und unnötigen Datenverkehr vermeiden.

Das Beziehen von Teilen von Rasterdatensätzen soll in drei Schritten erfolgen:

**Tabelle 10: Vorgesehene Sequenz für das Beziehen von Teilen der Rasterdatensätze**

Nr.	Status	Anwender- aktion	System- Reaktion	Beteiligte Systemkomponenten
1	implementiert	zieht ein umschließendes Rechtseck	zoomt auf den markierten Bereich	GBO Intermap
2	nicht implementiert	Betätigt die Schaltfläche zum Funktionsaufruf	öffnet ein Auswahlm enü und stellt ausschließlich Rasterlayer des aktuellen Kartenkontexts dar	Intermap, GBO Geonetwork:
3	unter- schiedlich	wählt einen Rasterlayer im Auswahlm enü aus -nicht implementiert	generiert (WCS) und transferiert den markierten Teildatensatz eines Rasterbildes im GEOTiff-Format an den Browser bzw. Anwender – implementiert	GBO Geonetwork, WCS, Browser

### 9.4.1 Strukturelles Modell, Schnittstelle, Eingabe- und Ausgabedaten

Der in Geoserver integrierte *WCS Geo-Dienst (Web Coverage Service)* soll als Schnittstelle für die Implementation dieser Funktionalität benutzt werden (vgl. Abb. 18).

Dabei müssen die in der Tabelle 11 aufgelisteten *Eingabedaten*, d.h. die vom WCS geforderten Parameterwerte für die Generierung eines Teildatensatzes, ermittelt werden (vgl. Abb. 18, [1-3]). Diese werden zu einem GetCoverage-Request verarbeitet (vgl. Beispiel 2) und an einen Browser übergeben ([4]). Der Browser sendet die Anfrage an den WCS ([5]). Auf der Grundlage dieser Anfrage, die die ermittelten Parameter und ihre Werte enthält ([1-3]) erfolgt durch den WCS das Ausschneiden des angeforderten Teiles des Rasterbildes. Dieses wird nach seiner Generierung im GeoTIFF-Format an den Browser gesendet ([6]). Zugleich stellt es die *Ausgabedaten* dar.

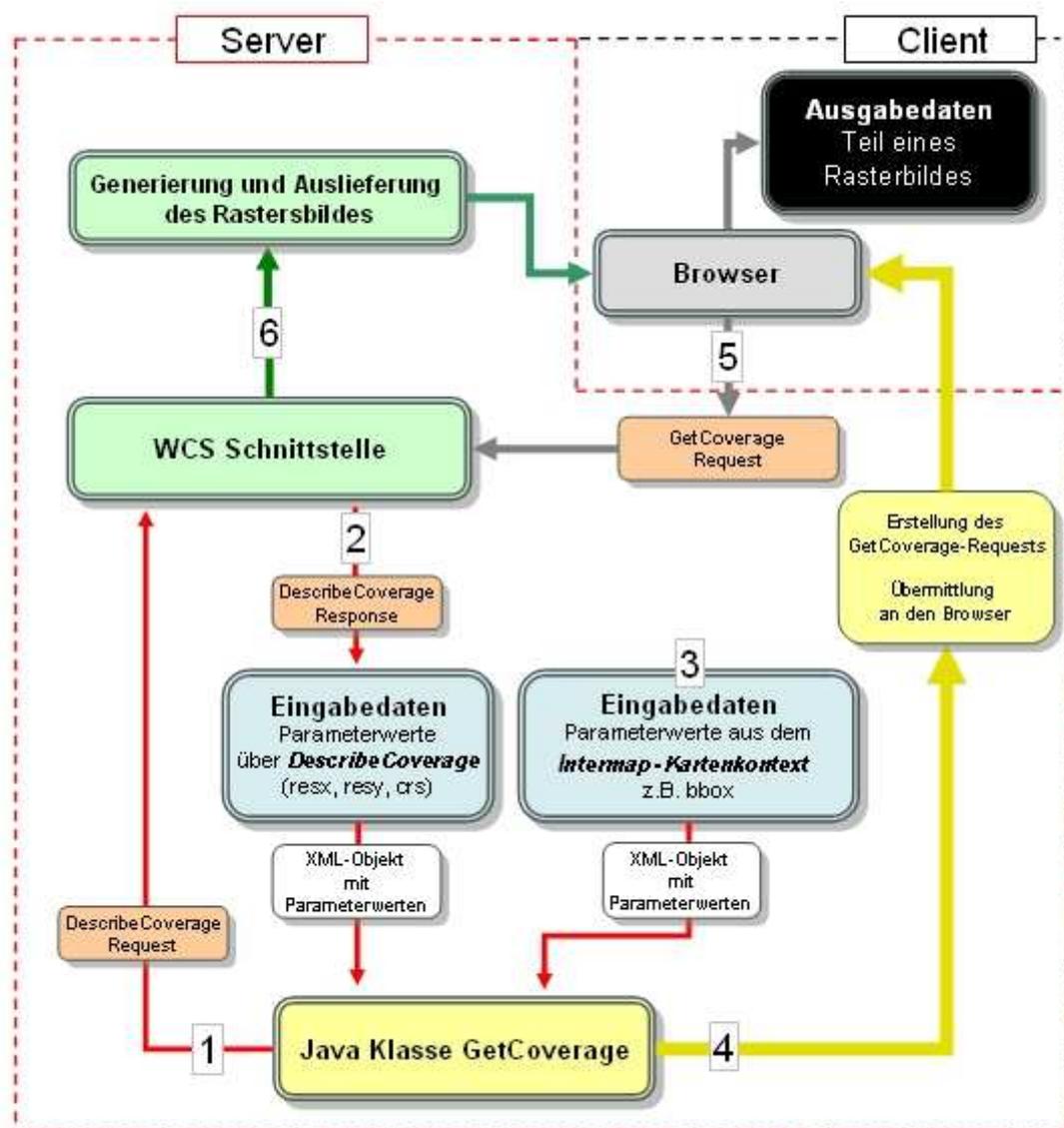


Abbildung 18: Strukturelles Modell mit integrierter Sequenz für die Parameterermittlung und Teilrastrausgabe durch den WCS

**Tabelle 11: Eingabedaten für den WCS GetCoverage Request**

Parameter	Parameterwerte	Beschreibung	Werttyp
HTTP-Adresse	z.B. http://localhost	HTTP Adresse des WCS-Dienstes auf einem Server	<i>variabel</i>
crs	z.B. EPSG:4326	Das Koordinatensystem, in dem die Geodaten vorliegen	<i>variabel</i>
Resx	z.B. 14.25	Die Auflösung auf der X-Achse	<i>variabel</i>
Resy	z.B. -14.25	Die Auflösung auf der Y-Achse	<i>variabel</i>
Bbox	z.B. -180,-90,180,90	Koordinateneckpunkte eines umschließenden Rechtecks - ausgedrückt durch zwei Koordinatenpaare in einem bestimmten crs. Unten links (min x, min y) oben rechts (max x, max y)	<i>variabel</i>
coverage	z.B. testlayer	Bezeichnung des angeforderten Rasterlayers	<i>variabel</i>
Format	GeoTIFF	Das Format, in dem ein Teildatensatz zurückgeliefert wird	konstant
Service	WCS	Web Coverage Service	konstant
Version	1.0.0	Die Version des WCS-Geodienstes	konstant
Request	GetCoverage	Die Operation, die der WCS ausführen soll	konstant

**Beispiel 2:** Eine gültige GetCoverage Anfrage für einem Web Coverage Service

**http://localhost:8080/geoserver/wcs?service=WCS&version=1.0.0&request=GetCoverage&format=GeoTIFF&crs=EPSG:32610&bbox=560622.2278854332,4171220.2923744265,575646.8229160528,4180753.573016362&coverage=gn:sample\_geotiff&resx=14.25&resy=-14.25**

rot = variabel; schwarz = konstant; & = Parametertrennzeichen

## 9.4.2 Ermittlung variabler Parameterwerte

Die variablen Parameterwerte sollen aus dem *aktuellen Kartenkontext der Anwendung Intermap* (z.B. das umschließende Rechteck: Parameterwerte bbox) und mittels einer *DescribeCoverage-Anfrage an den WCS* (Auflösung der Rasterdaten und das Koordinatensystem: Parameterwerte resx, resy und crs) ermittelt werden.

Die Anwendung Intermap ist in Java implementiert, so dass die Parameterwerte der Parameter HTTP-Adresse, bbox und coverage über Java Methoden ermittelt werden können. Aufgrund fehlender Methoden für die Feststellung der Parameterwerte der Parameter resx, resy und crs ist eine DescribeCoverage-Anfrage an den WCS notwendig. Wie aus der Abbildung 19 ersichtlich wird, enthält das vom WCS zurückgelieferte XML-Objekt die benötigten Werte.

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
- <CoverageDescription version="1.0.0" xmlns="http://www.opengis.net/wcs" xml
  xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2
  http://schemas.opengis.net/wcs/1.0.0/DescribeCoverage.xsd">
- <CoverageOffering>
  <metadataLink about="http://localhost:8080/geoserver/wms" metadataTy
  <description>Blue Marble world image</description>
  <name>gn:world</name>
  <label>Blue Marble world image</label>
+ <lonLatEnvelope srsName="WGS84(DD)">
+ <keywords>
- <domainSet>
  - <spatialDomain>
    - <gml:Envelope srsName="EPSG:4326">
      <gml:pos>-180.0 -90.0</gml:pos>
      <gml:pos>180.0 90.0</gml:pos>
      </gml:Envelope>
    - <gml:RectifiedGrid dimension="2">
      - <gml:limits>
        - <gml:GridEnvelope>
          <gml:low>0 0</gml:low>
          <gml:high>8640 4320</gml:high>
          </gml:GridEnvelope>
        </gml:limits>
        <gml:axisName>Geodetic longitude</gml:axisName>
        <gml:axisName>Geodetic latitude</gml:axisName>
      - <gml:origin>
        <gml:pos>-180.0 90.0</gml:pos>
        </gml:origin>
        <gml:offsetVector>0.041666666666666664 0.0</gml:offsetVector>
        <gml:offsetVector>0.0 -0.041666666666666664</gml:offsetVector>
        </gml:RectifiedGrid>
      </spatialDomain>
    </domainSet>

```

Benötigter Parameterwert - crs

Benötigte Parameterwerte - resx und resy

Abbildung 19: DescribeCoverage XML-Objekt bzw. Dokument

### 9.4.3 Vermeidung der Out-of-Memory Exception

Falls durch den Benutzer ein Kartenausschnitt ausgewählt wird, der den Bereich des ausgewählten Kartenlayers überschreitet, soll der Datensatz in seiner originellen geographischen Ausdehnung zurückgeliefert werden. Damit soll verhindert werden, dass bei einem starken herauszoomen, z.B. auf Weltansicht ein, sog. Out of memory Fehler aufkommt. Dieser kann auftreten, wenn die meist hohe Auflösung eines kleinen Bereichs, z.B. für die gesamte Erdoberfläche zugrunde gelegt wird. Entsprechend der Funktionalitätsbezeichnung sollen nur Teile von Datensätzen heruntergeladen werden können.

<b>Vorgesehene Implementationsschritte</b>	
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Zuständige Datei:</b> <i>GN\web\intermap\xsl\index-embedded.xsl</i></li> <li>○ Einfügen einer Schaltfläche zum Öffnen eines Auswahlmeneüs</li> <li>○ Aufruf der Funktion <b>im_openWCSForm2</b> aus der Datei <b>im_extras.js</b> (vgl. Nr. 2).</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Zuständige Datei:</b> <i>GN\web\intermap\scripts\im_extras.js</i></li> <li>• <b>drei neue Javascript Funktionen werden implementiert</b></li> <li>○ <b>Funktionsbezeichnung - im_openWCSForm2:</b> Öffnen und Schließen des Auswahlmeneüs mit aktuellen Rasterlayern</li> <li>○ <b>Funktionsbezeichnung - im_getCoverage:</b> Übermittlung der internen Rangnummer eines Rasterlayers an die Java Klasse <b>GenerateCoverage</b> (vgl. Nr. 7) über den Jeeves Dienst <b>wcs.GenerateCoverage</b> (vgl. Nr. 3).</li> <li>○ <b>Funktionsbezeichnung – im_LoadCoverage:</b> Parsen des von der Java Klasse <b>GetCoverage</b> generierten XML-Objekts, das die parametrisierte URL (vgl. Beispiel Anfrage an den WCS) enthält. Anschließende Übermittlung der URL an den Browser.</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Zuständige Datei:</b> <i>GN\web\intermap\config.xml</i></li> <li>• <b>Jeeves Konfigurationsdatei</b></li> <li>○ Zuweisung der Java Klasse <b>GetCoverageDynamicForm</b>, die die aktuellen Rasterlayer und ihre Rangnummern ermittelt.</li> <li>○ Zuweisung der Java Klasse <b>GetCoverage</b>, über die die Parameter aus Tabelle 11 festgelegt und ihre Werte ermittelt werden.</li> </ul>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Zuständige Datei:</b> <i>GN\web\intermap\xml\user-profiles.xml</i></li> <li>○ Zuweisung von Gruppen, die berechtigt sind diese Funktion zu nutzen.</li> </ul>
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Zuständige Datei:</b> <i>GN\web\intermap\im_wcs_form.xs</i></li> <li>○ Transformation des von der Java Klasse <b>GetCoverageDynamicForm</b> (vgl. Nr. 6) gelieferten XML-Objekts zu HTML. Es enthält die Bezeichnungen der Rasterlayer und die Rangnummern der Layer.</li> <li>○ Weiterleitung der internen Rangnummer an die Javascript Funktion <b>im_getCoverage</b> der Datei <b>im_extras.js</b> (vgl. Nr. 2).</li> </ul>
6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Zuständige Java Klasse:</b> <i>GetCoverageDynamicForm</i></li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Paket:</b> <i>org.wfp.vam.intermap.services.wcs</i></li> <li>○ Ermittlung vorhandener Rasterlayer des aktuellen Kartenkontexts. Dadurch wird verhindert, dass im Auswahlmü Vektorlayer dargestellt werden.</li> <li>○ Ermittlung der Bezeichnungen (Titel) der Rasterlayer, notwendig für ihre Darstellung und Identifizierbarkeit durch den Anwender in der GBO</li> <li>○ Ermittlung einer für den Benutzer <u>nicht</u> sichtbaren, internen Rangnummer (Integer) eines Rasterlayers. Die Rangnummer wird für die interne Identifizierung der durch den Benutzer getroffenen Auswahl eines Rasterlayers benötigt.</li> <li>○ Sowohl die <b>Rangnummern</b> als auch die <b>Bezeichnungen der Rasterlayer</b> werden über den Jeeves Dienst <b>wcs.Form</b> an die Datei <b>im_wcs_form.xml</b> gesendet (vgl. Nr. 5).</li> </ul>
7	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Zuständige Java Klasse:</b> <i>GetCoverage</i></li> <li>• <b>Paket:</b> <i>org.wfp.vam.intermap.services.wcs</i></li> <li>○ Generierung der notwendigen Parameter und Parameterwerte aus Tabelle 11. <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Die Parameterwerte <b>HTTP-Adresse</b>, <b>bbox</b>, <b>coverage</b> können über die bereits in Geonetwork Opensource implementierten Klassen MapUtil, MapMerger, MapService und entsprechende Methoden ermittelt werden.</li> <li>2. Die Parameterwerte <b>crs</b>, <b>resx</b> und <b>resy</b> können aus dieser Klasse heraus über die Operation DescribeCoverage ermittelt werden. Das vom WCS zurück gelieferte XML-Objekt wird nach den Werten des XML-Tags <code>&lt;gml:offsetVector&gt;Parameterwert&lt;/gml:offsetVector&gt;</code> und des Attributwertes von <code>&lt;gml:Envelope srsName="Parameterwert"&gt;</code> durchsucht. Parsen mit einem SAX-Parser (vgl. Abb. 19). Dabei wird nicht etwa eine XML-Datei erstellt, sondern das Objekt direkt behandelt.</li> <li>3. Alle konstanten Parameterwerte sind von dem Datentyp „String“ und werden manuell eingetragen.</li> <li>4. Abschließende Erstellung eines XML-Objekts, welches die Bezeichnungen der Parameter und ihre Werte beinhaltet (nur ein Teil <code>&lt;url&gt;[...Parameter...] crs=EPSG:4326 &gt; [...Parameter...] &lt;/url&gt;</code>).</li> </ol> </li> <li>○ Alle Parameter und die dazugehörigen Parameterwerte werden dann zu einer URL, wie sie im Beispiel 2 dargestellt ist, zusammengesetzt. Da sie erstmal als ein XML-</li> </ul>

Objekt vorliegt, wird bei dem Aufruf der Funktion das XML-Objekt von der Javascript Funktion **imLoadCoverage** der Datei **im\_extras.js** (vgl. Nr. 2) nochmals geparkt und in einem Browser geöffnet. Darauf hin öffnet der Browser ein Fenster zu der Bestätigung des Herunterladens.

## 9.5 SPEZIFIKATION FG.3: Hochladen, Dateintegrität, Löschen

In der Anforderungsanalyse wurde Folgendes festgestellt: Bei der Visualisierung von ESRI-Shapefiles über den WMS und bei gleichzeitiger Bereitstellung der Daten zum Herunterladen müssen sowohl die einzelnen Dateien eines Datensatzes (für die Konfiguration des WMS) als auch das ZIP-Archiv (für ein Herunterladen im Paket) hochgeladen werden.

Diese Funktionalität wird spezifiziert, um ein Beziehen von Datensätzen in einem Paket zu ermöglichen, ein zeitaufwändiges Hochladen einzelner Dateien zu vermeiden und gleichzeitig die für die Veröffentlichung notwendigen unkomprimierten Dateien für Geoserver bereitzustellen.

### *Schnittstelle, Ablagestruktur*

Das Hochladeformular von Geonetwork befindet sich im Metadateneditor und lädt bei der Angabe einer Datei und nach der Betätigung der Schaltfläche „Upload“ eine Datei hoch. Zur Übertragung wird die Methode POST des HTTP verwendet. „Mit der Methode POST werden die im Formular eingegebenen Daten als Datenstrom an die angegebene URL versendet [...]“ (ERNST 2003, S. 744). Diese URL bezieht sich im vorliegenden Fall auf die Dateisystemebene, die von GN für die Speicherung der Dateien verwendet wird. Die zugrunde liegende Ablagestruktur ist in der Abbildung 20 dargestellt.

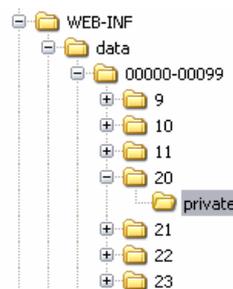


Abbildung 20: Ablagestruktur im Dateibestand bei Geonetwork

## Funktionsweise

1. Der Benutzer wählt im Drop-down-Menü für Onlineressourcen des Metadatenformulars die zu implementierende Funktion aus (Abb. 21). Anschließend wählt er eine Datei über das Formular aus und betätigt die Schaltfläche „Upload“ zum Hochladen der Datei.
2. Ein Benutzer soll Vektordatensätze nur im ZIP-Format hochladen dürfen. Dementsprechend muss das System anhand der Dateierdung erkennen, ob die durch einen Anwender hochgeladene Datei die Dateierdung „zip“ oder „ZIP“ ausweist. Ist dies nicht der Fall, soll eine Fehlermeldung durch das System ausgegeben werden, die den Benutzer über seine unzulässige Vorgehensweise aufklärt.
3. Nach dem Hochladen wird das ZIP-Archiv entpackt, so dass für Geoserver die Möglichkeit eröffnet wird, auf die entpackten Dateien zuzugreifen. Gleichzeitig wird damit das Hochladen einzelner Dateien (shp, prj, usw.) überflüssig.
4. Das ZIP-Archiv wird an seinem Speicherort belassen und steht für das Herunterladen bereit.
5. Wird für einen Metadatensatz ein weiteres ZIP-Archiv hochgeladen, muss bei der Löschung eines der Archive durch das System ausschließlich die Löschung der aus diesem Archiv entpackten Dateien vorgenommen werden. Damit wird sichergestellt, dass entpackte Dateien anderer ZIP-Archive nicht gelöscht werden. Danach soll das System die Löschung des ZIP-Archivs selbst vornehmen.

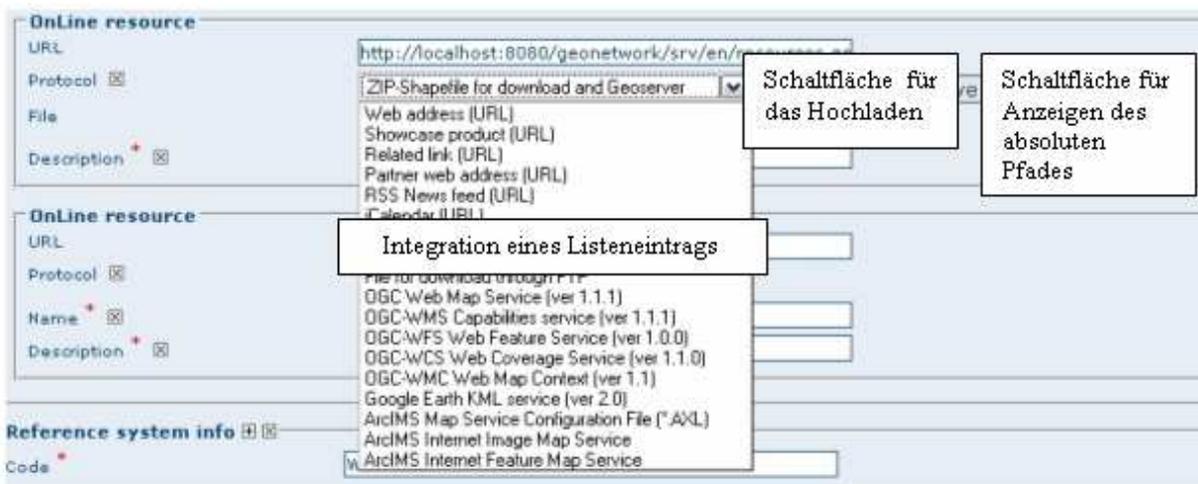


Abbildung 21: Integration der Hochladefunktion für Geodaten in die GBO von Geonetwork

### Anzeige des Hochladepfades

Hochgeladene Datensätze werden automatisch durch GN in einer hierarchischen Struktur auf der Dateisystemebene organisiert (vgl. Abb. 20). Ihr Speicherort wird nach dem Hochladen allerdings nicht ersichtlich. Dabei ist die Kenntnis über den Speicherort für die Veröffentlichung der Vektordaten über den Geoserver von entscheidender Bedeutung. Nur wenn der Speicherort der Daten bekannt ist, ist ihre Konfiguration als Kartenlayer in Geoserver und ihre Darstellung in dem Intermap Kartenfenster möglich. Um einem Anwender eine aufwändige Suche von Vektordatensätzen auf der Dateisystemebene zu ersparen, soll daher eine Funktionalität implementiert werden, die durch das Betätigen einer Schaltfläche innerhalb eines Metadatenblattes den Verzeichnispfad anzeigt, in dem sich die hochgeladenen Daten befinden.

<b>Vorgesehene Implementationsschritte</b>	
1	<p><b>Zuständige Datei:</b> GN\web\geonetwork\xsl\metadata-iso19139.xml</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Integration eines Listeneintrags der Funktion in das Drop-Down-Menü für die Auswahl der Art der Onlinequelle (vgl. Abb. 21).</li><li>• Integration der Schaltfläche für das Hochladen eines ZIP-Archivs</li><li>• Integration der Schaltfläche für das Anzeigen des Verzeichnispfades, in das ein Datensatz hochgeladen wurde</li><li>• Aufruf der Javascript Funktionen in <b>metadata-edit.xml</b> (vgl. Nr. 2)</li></ul>
2	<p><b>Zuständige Datei:</b> GN\web\geonetwork\xsl\metadata-edit.xml</p> <p><b>Javascriptfunktion doSHPUploadAction:</b> Überprüfung, ob ZIP-Archiv hochgeladen wird und Anstoßen des Hochladens des Archivs. Falls kein ZIP-Archiv hochgeladen wird, soll dem Benutzer eine Fehlermeldung angezeigt werden.</p> <p><b>Javascriptfunktion doZIPRemoveAction:</b> Anstoßen des Entfernens des ZIP-Archivs</p> <p><b>Javascriptfunktion doShowDir:</b> Anstoßen des Anzeigens des Verzeichnisses</p>
3	<p><b>Zuständige Datei:</b> GN\web\geonetwork\WEB-INF\config.xml</p> <p>Für das Hochladen, Löschen und das Anzeigen des Verzeichnisses müssen in der Jeeves Konfigurationsdatei Dienste (services) für das System registriert werden. Durch sie sollen die für die Datenverarbeitung verantwortlichen Java Klassen und die für die Darstellung zuständigen Dateien angegeben werden.</p> <p><b>Zu registrierende Jeeves Dienste:</b> resources.uploadZIP, resources.del.zip, und</p>

	<p><b>resources.showdir</b></p> <p>Wichtig zu bemerken ist, dass in dieser Datei auch das Verzeichnis angegeben werden muss, in das die Dateien temporär hochgeladen werden. Diese Verzeichnisangabe wird unter anderem durch die zu implementierende Java Klasse UploadZIP (vgl. Nr. 6) benötigt.</p>
4	<p><b>Zuständige Datei:</b> GN\web\geonetwork\loc\en\xml\strings.xml</p> <p>Für die Beschriftung der Schaltflächen liegt pro Sprache (beachte Verzeichnisangabe bei „Zuständige Datei“) eine XML-Datei vor, die alle im System vorkommenden Wörter und Texte enthält. In dieser Datei müssen die Beschriftungen für die Schaltflächen zum Hochladen und das Anzeigen des Pfades sowie der Text für das Drop-Down-Menü angegeben werden.</p>
5	<p><b>Zuständige Datei:</b> GN\web\geonetwork\xml\user-profiles.xml</p> <p>Bestimmung der Benutzergruppen, die diese Funktionalität anwenden dürfen.</p>
6	<p><b>Zuständige Datei:</b> GN\web\geonetwork\xsl\showdir.xls</p> <p>Soll die Darstellung des absoluten Pfades einer hochgeladenen Datei durch die Transformation des XML-Objekts, das von der Java Klasse ShowDir (vgl. Nr. 9) generiert wird, übernehmen.</p>
7	<p><b>Java-Klasse: UploadZIP</b></p> <p><b>Paket:</b> org.fao.geonet.services.resources</p> <p>Die bereits vorhandene Upload Klasse wird dupliziert. Sie ist für die Erstellung des Ablageverzeichnisses und die Ablage der Datei zuständig. Für die neue UploadZIP Klasse wird sie um die Funktionalität des Entpackens eines ZIP-Archivs erweitert werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ermittlung der Dateinamen der Dateien, die im ZIP Archiv vorhanden sind</li> <li>• Dekomprimieren des ZIP-Archivs</li> </ul>
8	<p><b>Java-Klasse: RemoveZIP</b></p> <p><b>Paket:</b> org.fao.geonet.services.resources</p> <p>Als Grundlage soll die bereits vorhandene Remove Klasse benutzt werden. Für die neue RemoveZIP Klasse wird sie um das Löschen der zu dem ZIP-Archiv gehörender Dateien erweitert. Es wird im Ablauf gewährleistet, dass nur im ZIP-Archiv enthaltene Dateien entfernt werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ermittlung des Verzeichnispfades</li> <li>• Überprüfung, ob eine ZIP Datei vorliegt</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ermittlung der Dateinamen der Dateien, die im ZIP Archiv enthalten sind</li> <li>• Löschen der Dateien im Verzeichnis entsprechend der ermittelten Dateinamen und anschließende Löschung des ZIP-Archivs-</li> </ul>
9	<p><b>Java-Klasse: ShowDir</b></p> <p><b>Paket:</b> org.fao.geonet.services.resources</p> <p>Die Ermittlung des Verzeichnisses, in das eine Datei hochgeladen wurde, basiert ebenfalls auf der Upload Klasse. Im Prinzip wird ein Hochladen simuliert, um den absoluten Pfad der Datei zu ermitteln. Generiert wird ein XML-Objekt, das an die Datei showdir.xsl (vgl. Nr.6) übergeben werden soll.</p>

## 9.6 SPEZIFIKATION Q.1.2: Out of the Box

Nach der Modifikation von GN ist die Erstellung einer Installationsdatei für eine benutzerfreundliche und unkomplizierte Installation des Systems notwendig.

### *Erstellung eines Installers mit Geonetwork*

Geonetwork bietet die Möglichkeit zur Erstellung eines Installers über Ant (vgl. Geonetwork Opensource, S. 79). Ant generiert eine JAR Datei, die die Grundlage für die Bildung einer ausführbaren Installationsdatei durch die Anwendung launch4j darstellt.

Obwohl die JAR Datei durch Ant ordnungsgemäß erstellt wird, scheitert trotz unterschiedlichster Versuche bei der Konfiguration (Konfigurationsdateien build.xml und launch4jConfig.xml) die Generierung des Installers. Mit der erstellten JAR Datei ließe sich lediglich eine Kommandozeileninstallation durchführen (vgl. Geonetwork Dokumentation 2207, S. 37), was aber aufgrund unzureichender Benutzerfreundlichkeit für die Zielgruppe nicht in Frage kommt.

### *Erstellung eines Installers mit InstallJammer*

„InstallJammer is a multiplatform GUI installer designed to be completely cross-platform“ (Installjammer). Unter Angabe allgemeiner Informationen über die Applikation (z.B. Name und Version), der Projektdateien (vgl. Abb. 22) und des gewünschten Installationsablaufs (Installations Sprache, Installationsverzeichnis, Erstellung von Shortcuts) konnte die Erstellung einer funktionsfähigen Installationsdatei durchgeführt werden. Die benutzerfreundliche GBO und ein sog. Project Wizard ermöglichen eine effiziente Herstellung der Installationsdatei.

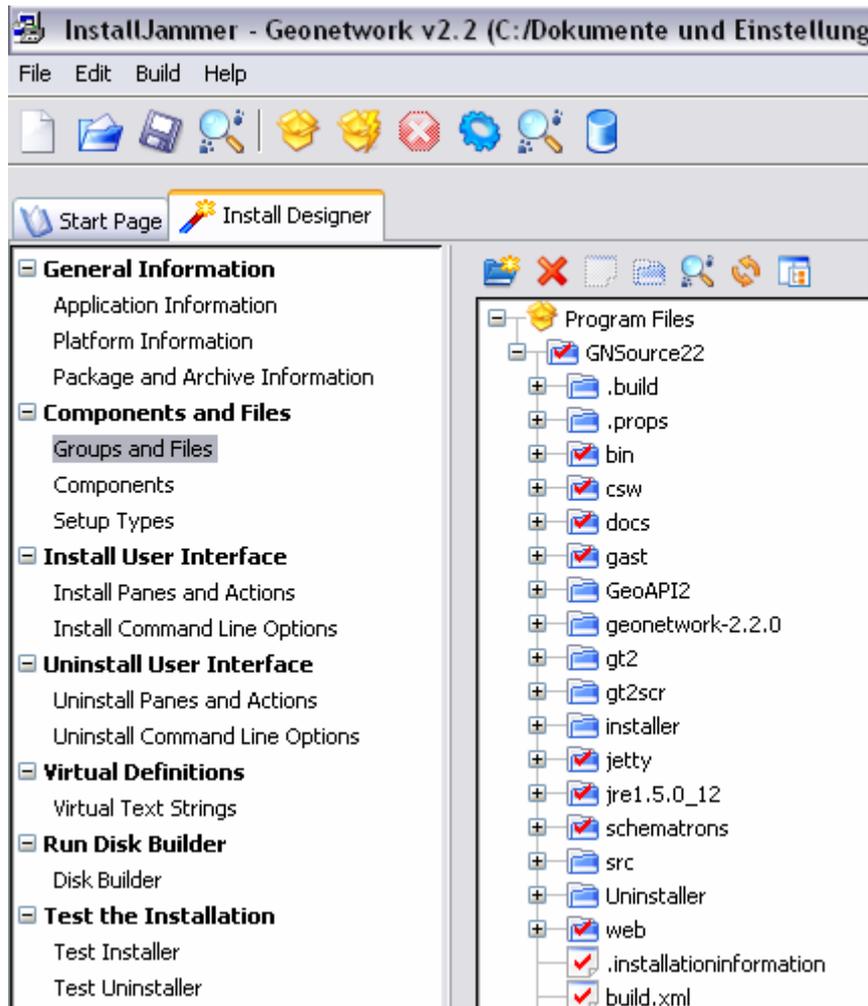


Abbildung 22: Erstellung der Installationsdatei mit Installjammer

## 9.7 SPEZIFIKATION Q.3.2: Datensicherheit

Die Datensicherheit für Geodaten, Metadaten und Dokumente soll auf der Grundlage einer Synchronisation oder (inkrementellen) Datensicherung mit einer Anwendungssoftware wie z.B. SyncBack oder einer anderen frei verfügbaren Datensicherungssoftware stattfinden.

Sie erlauben eine Sicherung von Daten zu festgesetzten Zeiten oder bei bestimmten Systemereignissen (z.B. Neustart einer Systemsoftware).

Für Geonetwork sollten die eingespeisten Daten, die integrierte Datenbank und die Konfigurationsdateien von Geoserver gesichert werden. Dafür ist ein Backup folgender Verzeichnisse bzw. Dateien unter dem Pfad *GN-Installationsverzeichnis\web* notwendig:

- *geonetwork\WEB-INF\data* :  
Enthält den Geonetwork-Datenbestand

- *web\geonetwork\WEB-INF\db* : Enthält die Datentabellen der McKoi-Datenbank sowie das Konfigurationsfile und Zugangsinformationen (*db.conf*, *account.prop*).
- *geoserver\WEB-INF\data* : Enthält u.a. für Vektor- und Rasterlayer die Datenquellen (Feature, Coverage Sources) in der Datei *catalog.xml*, die Konfigurationen der Kartenlayer (Ordner *feature Types* und *coverages*), eventuell eigene SLD Dateien (Ordner *styles*) und Definitionen eigener Projektionen (Ordner *user\_projections*).
- *geonetwork\WEB-INF\config.xml* : Geonetwork Konfigurationsdatei mit Einträgen für Sprache, erlaubte Uploadgröße, Datenbankverbindung u.ä.. Sollte gesichert auf jeden Fall gesichert werden, wenn manuelle Einträge vorgenommen wurden.

Der Datenbestand von Geonetwork kann durch einfaches Zurückschreiben dieser Verzeichnisse und Dateien aus einem Backup wieder hergestellt werden. Eventuell sind die Zugangsdaten für die Datenbank aus der Datei *account.prop* in die Konfigurationsdatei *config.xml* von Geonetwork zu übertragen, wenn die Datenbank durch Neuinstallation oder den Setup-Vorgang des GAST-Tools neu initialisiert wurde.

## 9.8 SPEZIFIKATION F.G5: Projizieren von Vektordaten

Für die Bereitstellung der Datensätze in beiden Projektionen sind zwei Lösungswege denkbar:

1. die **Übertragung** der Datensätze in beiden Projektionen. Folglich müssten Datensätze, die nur in einer Projektion vorliegen, im Vorfeld durch IMPETUS-Mitarbeiter in der entsprechenden anderen Projektion erzeugt und in das System eingespeist werden.
2. die **Übertragung** der Datensätze nur in der originalen Projektion und die **Implementation** einer zusätzlichen Funktionalität, die dem Anwender die Auswahl und das Herunterladen des Datensatzes in der gewünschten Projektion ermöglicht. Das GDS übernimmt die Transformationen/Projektion von der originalen Projektion in die angefragte Projektion.

Vorteile einer zusätzlichen Funktionalität sind die Vermeidung redundanter Datenhaltung im GDS, die Vermeidung manueller und zeitaufwändiger Umwandlung der Datensätze und der verringerte Aufwand zur Einspeisung der Datensätze in das System.

### *Spezifikationsansätze der Funktionalität*

Für die Implementation dieser Funktionalität wurden zwei Lösungsansätze betrachtet.

#### *Geotools*

„GeoTools ist eine in Java implementierte Geo-Bibliothek und API (application programming interface) für die Entwicklung von raumbezogenen Applikationen. Dazu zählen neben vielen anderen der GeoServer als Dienstkomponente in verteilten Geodateninfrastrukturen oder uDIG als Desktop GIS.“(WhereGroup). Geotools bietet vorgefertigte Java Methoden für die Manipulation räumlicher Daten. Dazu gehört auch das hier angeforderte Projizieren von Raster und Vektordaten.

#### Die Anpassung der Java Klasse ShapeReprojector

Codehaus (o.J.) führte zu einer erfolgreichen Projektion der Vektordatensätze von UTM 31 N zu WGS 84 und umgekehrt. Weniger erfolgreich stellte sich mit dieser Java Klasse die Projektion der Datensätze aus der IMPETUS-Projektion für Marokko nach WGS 84 dar. Das Ergebnis enthielt eine absolute Positionsungenauigkeit von etwa 150 m (vgl. Anhang 2). Ein Fehler dieser Größenordnung ist für die Bearbeitung geographischer Fragestellungen in einem GIS nicht akzeptabel, so dass weitere Implementationsbemühungen für die Integration dieser Funktionalität in das GDS aufgegeben wurden.

#### *gdal und ogr2ogr*

Bei den beiden Opensource Anwendungen gdal und ogr2ogr handelt es sich um kommandozeilenbasierte Anwendungen, die eine Umprojektion von Rasterdaten (gdal) und Vektordaten (ogr2ogr) ermöglichen. Prinzipiell wäre die Integration einer Schaltfläche in das GDS denkbar, die eine Umprojektion der Geodaten auf der Grundlage dieser Anwendungen anstoßen würde. Die aufgebrauchte Zeit für die Implementationsversuche mit Geotools führte jedoch dazu, dass eine Implementation in diese Richtung aus zeitlichen Gründen nicht stattfinden konnte.

#### *Schlussfolgerung für den Datentransfer*

Das Fehlschlagen der Implementation führt dazu, dass Geodaten in beiden Projektionen auf die Systeme transferiert werden müssen. Dieses erfolgt in folgender Weise:

Vektor- und Rasterdaten werden für Marokko und Benin in WGS 84 mit der zusätzlich implementierten Upload-Funktionalität bereitgestellt. Dadurch werden sie in dem Intermap Kartenfenster veröffentlicht und gleichzeitig zum Herunterladen angeboten. Datensätze in der IMPETUS-Projektion und UTM 31 N werden zusätzlich zum Herunterladen bereitstehen.

## 10. Implementation

„In der Implementationsphase werden die Modellierungs- und Entwurfsergebnisse [...] in Software umgesetzt.“ (DUMKE 2000, S. 63). Die Ergebnisse sind auf dem beigelegten Datenträger gespeichert und anhand der Tabellenspalten „Pfad“ und „Datei/Klasse“ sowie der Zeilenangabe in „Quellcode“ auffindbar.

Der Datenträger beinhaltet darüber hinaus im Verzeichnis „Installationsdateien“ zwei unterschiedliche Installer:

1. **IMPETUS Geonetwork Opensource 2.2 data.exe**: beinhaltet beispielhaft eingespeiste Metadaten und Geodaten
2. **IMPETUS Geonetwork Opensource 2.2 initialmaps.exe**: beinhaltet keine Daten

**Tabelle 12: Implementation mit Angabe der angepassten oder generierten Dateien und der angewendeten Programmiersprache.**

Nr.	Anforderung	Pfad\Dateiname	Datei/Klasse	Quellcode	Methode	Programmiersprache
A.1	<b>Konzeption und Implementation eines ISO 19115 Metadatenprofils</b>	PHP-Skript Crosswalk\createGN-XML.php\	<b>createGN-XML.php</b>	1-1819	generiert	PHP
A.5	<b>Design der graphischen Benutzeroberfläche</b>	GN\web\geonetwork\loc\fr\xml\	<b>strings.xml</b>	264-275	angepasst	XML
		GN\web\geonetwork\loc\en\xml\	<b>strings.xml</b>	264-275	angepasst	XML
		GN\web\geonetwork\xsl\	<b>banner.xsl</b>	12-19	angepasst	XSL, X-Path
		GN\web\geonetwork\	<b>geonetwork.css</b>	93-98	angepasst	CSS
		GN\web\geonetwork\	<b>geonetwork.css</b>	120, 123	angepasst	CSS
		GN\web\geonetwork\	<b>metadata-utils.xsl</b>	285	angepasst	XSL, X-Path
		GN\web\geonetwork\images\	<b>logos\906d1263-5197-48f0-9a26-66dfad8a8447.gif</b>	-	-	-

<b>FG.2</b>	<b>Herunterladen von Teildatensätzen bei Rasterdaten</b>	GN\web\intermap\xsl\	<b>index-embedded.xml</b>	135	angepasst	XSL, X-Path
		GN\web\intermap\scripts\	<b>im_extras.js</b>	305-375	generiert	JavaScript
		GN\web\intermap\	<b>config.xml</b>	551-565	angepasst	XML, Jeeves
		GN\web\intermap\xml\	<b>user-profiles.xml</b>	80-81	angepasst	XML
		GN\web\intermap\	<b>im_wcs_form.xml</b>	1-31	generiert	XSL, X-Path
		Java Klasse: Paket: org.wfp.vam.intermap.services.wcs	<b>GetCoverageDynamicForm.java</b>		generiert	Java
		Java Klasse: Paket: org.wfp.vam.intermap.services.wcs	<b>GetCoverage.java</b>	-	generiert	Java
<b>FG.3</b>	<b>Hochladen, Löschen Dateintegrität,</b>	GN\web\geonetwork\xsl\	<b>metadata-iso19139.xml</b>	1567-1577 1784-1821 1979-2016	angepasst	XSL, X-Path
		GN\web\geonetwork\xsl\	<b>metadata-edit.xml</b>	93-136	angepasst	XSL, X-Path
		GN\web\geonetwork\WEB-INF\	<b>config.xml</b>	620-649	angepasst	XML, Jeeves
		GN\web\geonetwork\loc\en\xml\	<b>strings.xml</b>	369 465-466	angepasst	XML
		GN\web\geonetwork\xml\	<b>user-profiles.xml</b>	142-145	angepasst	
		GN\web\geonetwork\xsl\	<b>showdir.xls</b>	1-24	generiert	XSL, X-Path
		Paket: org.fao.geonet. services.resources	<b>UploadZIP.java</b>	-	generiert	Java
		Paket: s.o.	<b>RemoveZIP.java</b>	-	generiert	Java
		Paket: s.o.	<b>ShowDir.java</b>	-	generiert	Java
<b>Q.1.2</b>	<b>Out of the Box</b>	-		-	Installation	Install-Jammer

## 11. Erprobung und Diskussion

In diesem Kapitel sollen die implementierten Funktionalitäten kritisch betrachtet werden. Die kritische Betrachtung zielt darauf ab, auf Probleme einzugehen, die bei der Implementation vorhanden waren und in der Erprobungsphase ersichtlich wurden.

### 11.1 Anforderung A1: Konzeption und Implementation eines ISO 19115 Metadatenprofils

Die Auffindbarkeit und die Beurteilung der Zweckmäßigkeit der Datensätze sind maßgeblich von der Qualität der Konzeption und Implementation des Crosswalks zu ISO 19115/19139 abhängig. Im Folgenden sollen die in diesem Kontext aufgetretenen Schwierigkeiten und die wichtigsten Ergebnisse dargestellt und diskutiert werden.

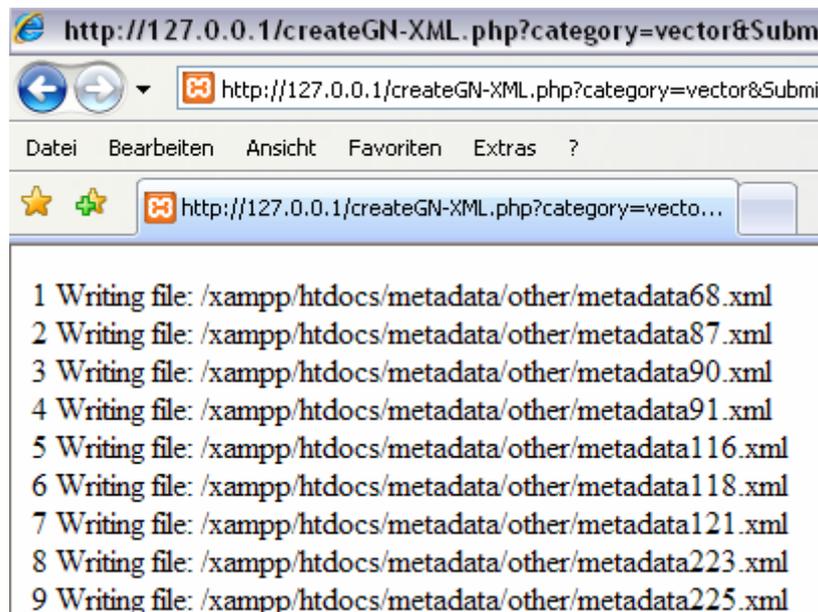


Abbildung 23: Generierung der XML-Metadatendateien durch das PHP-Skript

#### 11.1.1 Validierung von Metadaten

Die Überprüfung der Crosswalk-Implementation erfolgte auf Basis der in GN implementierten Funktionalität zur Validierung von Metadaten (Schaltfläche „Check“ in GN-Metadateneditor). Hinter dieser Funktionalität steht eine Anwendung (sog. Schematron), die die ISO Obligationen und die Datenintegrität überprüft. Dabei werden die Struktur und der Inhalt eines Metadatenatzes nach dem ISO 19139 XML-Schema überprüft.

Mehrere durch das PHP-Skript erstellte Datensätze wurden mit Schematron getestet. Dabei wurde festgestellt, dass die durch die Implementation generierten XML-Dateien strukturell korrekt sind.

Probleme tauchten jedoch im Zusammenhang mit der Datenintegrität, d.h. den Inhalten, auf. Fehlende Einträge in der IMPETUS-Metadatenbank (z.B. die Maßstabszahl und das Datum) oder Einträge, die HTML-Tags wie: „<“, „>“ oder „&“ enthielten, führten zu Fehlern bei der Validierung. Das Problem konnte zum Teil in der Implementation durch Suchen-/Ersetzen-Funktionen gelöst werden (vgl. createGN-XML.php Kodezeilen 1702-1704). Zusätzlich wurden durch Datenbankabfragen wie: *SELECT \* FROM impetus.datensaetze WHERE dat\_titel regexp '&' OR dat\_titel regexp '<';* (nur ein Teil der Abfrage ist abgebildet) Metadatenätze mit dieser Problematik ermittelt und an den Datenbankadministrator übermittelt. Dieser führte eine manuelle Korrektur der betroffenen Datensätze durch. Korrigiert werden mussten die Datenbankeinträge zur Dateigröße (Nr. 48 und Nr. 49 in der Tabelle 9), die eine „kB“ Angabe enthielten. Nach ISO 19115/19139 darf das Metadatenelement „transferSize“ nur eine reale Zahl in Megabyte aufweisen (vgl. DIN 2005, S. 81 und Abb. 24).



```
Metadata is not valid.  
Exception in endElement: cvc-datatype-valid.1.2.1: '1236 kB' is not a valid value for 'double'.
```

**Abbildung 24: Fehlermeldung von Schematron bei nicht erlaubten Angaben**

### 11.1.2 Metadaten zu der Datenqualität

Problematisch bei der Konzipierung des Metadatenprofils waren einerseits vielfach fehlende Angaben zur Datenqualität, andererseits die Durchmischung von qualitativen und quantitativen Angaben (z.B. „accuracy of pyrradiometer 5% for daily sums“, „quality control was carried out“). Ein Ausschnitt der Datenbank spiegelt diesen Zustand wider (vgl. Abb. 25).

Nach ISO 19115/19139 sind qualitative und quantitative Metadatenelemente, die die Datenqualität beschreiben, zu unterscheiden (vgl. DIN 2005, S. 62 - DQ\_ConformanceResult und DQ\_QuantitativeResult). Der Umstrukturierungsaufwand für die Trennung der Angaben in der IMPETUS-Datenbank wurde angesichts häufig fehlender Einträge für nicht lohnenswert erachtet. Die qualitativen und quantitativen Angaben zur Datenqualität wurden deshalb beim Crosswalk dem Metadatenelement „statement“ innerhalb der Metadateneinheit LI\_Lineage zugeordnet (vgl. Tabelle 9 Nr. 28-32). Es handelt sich dabei um: „[a] general

explanation of the data producer’s knowledge about the lineage of the dataset” (DIN 2005, S. 56, Nr. 83), d.h. um generelle Angaben zu der Herkunft und “Geschichte” der Daten.

qual_messgenau	qual_logik	qual_vollst	qual_raumgenau
NULL	NULL	NULL	NULL
NULL	NULL	The measurements continued until Decem...	Position was measured by a gps
NULL	NULL	NULL	Position was measured by a handheld
NULL	NULL	NULL	Position was measured by a gps
NULL	NULL	NULL	NULL
NULL	NULL	NULL	NULL
NULL	NULL	NULL	NULL
NULL	NULL	Time series of national stations are differ...	NULL
NULL	NULL	NULL	NULL
NULL	NULL	NULL	NULL
NULL	NULL	NULL	NULL
NULL	NULL	NULL	NULL
NULL	NULL	data gaps, availability differs from land to...	NULL
NULL	NULL	NULL	NULL
NULL	NULL	NULL	NULL
accuracy of pyrradiometer 5% for daily su...	NULL	NULL	NULL
NULL	NULL	NULL	NULL
NULL	NULL	NULL	NULL
NULL	NULL	NULL	NULL
NULL	NULL	NULL	NULL
NULL	NULL	NULL	NULL
NULL	NULL	NULL	NULL
NULL	NULL	NULL	NULL
NULL	NULL	NULL	NULL

Abbildung 25: Fehlende Einträge bei Metadaten zur Datenqualität

### 11.1.3 Ungünstige Bezeichnungen von Metadatenelementen

Die in Abbildung 26 dargestellten Metadatenelemente „description“ stammen aus unterschiedlichen Metadateneinheiten (LI\_ProcessStep und LI\_Source), tragen aber die gleiche Bezeichnung (vgl. ISO, S. 56f). Auf den ersten Blick wird für den Anwender nicht ersichtlich, welcher Unterschied zwischen den beiden Einträgen besteht. Dabei soll das erste Element Informationen über den Erstellungsprozess enthalten, wohingegen das zweite Element über die Quell- oder Ausgangsdaten informiert. Eine Änderung der Bezeichnungen wäre an dieser Stelle sinnvoll.

Data quality info	
Hierarchy Level	dataset
Statement	No information about Data Lineage No information about Data Consistency Data Completeness: Data of some rare samples are missing Positional Accuracy: Position was measured by a gps No information about Quantitative Attribute Accuracy
LI_ProcessStep Description	Process Step Information: Herbaceous biomass was harvested at the end of October in a 1 m x 1 m biomass plots. Biomass was separated into the fractions grasses, herbs and litter which were dried to weight constancy Process Level Information: raw/quality checked No platform information available
LI_Source Description	Source Data Description: In 2001 and 2002 herbaceous biomass was harvested at the end of October / multiple source data collection and regular source data collection

Abbildung 26: Ungünstige Bezeichnung der Metadatenelemente

## 11.1.4 Atomisierung der Stichworte durch einen Algorithmus / Erweiterte Suche

Die Stichworte der Datenbankfelder „Freie Schlüsselwörter“ und „Ortsangabe“ (vgl. Tabelle 9, Nr. 33 und Nr. 34) der IMPETUS-Metadatenbank lagen nicht in einer atomisierten Form vor. Beispielsweise enthielt Datensatz 117 in dem Datenbankfeld „Freie Schlüsselwörter“ die folgenden Stichworte: air humidity, air temperature, radiation, soil heat flux, soil temperature, wind speed, wind direction, precipitation, usw.

Eine Übertragung dieses Inhaltes in ISO 19115 führte bei der Verwendung der Erweiterten Suchfunktionalität in Geonetwork zu sehr langen, unübersichtlichen und vor Allem nicht aggregierten Stichworten. Unter diesen Umständen war diese sehr effektive Suchfunktionalität von Geonetwork im Prinzip unbrauchbar.

Um die in GN implementierte Stichwortsuchfunktionalität effektiv nutzen zu können, wurden über einen in PHP implementierten Algorithmus die Stichwörter der oben genannten Datenbankfelder zu einzelnen Stichworteinträgen extrahiert. Dadurch konnte im Endeffekt eine Aggregation gleicher Stichworte erreicht werden. Zusätzlich wurde durch IMPETUS-Mitarbeiter eine Vereinheitlichung der Begriffe und Schreibweisen durchgeführt, um die Aggregation zu optimieren. Das Ergebnis dieser Aggregation ist in Abb. 27 illustriert.

The screenshot shows the IMPETUS GeoNetwork search interface. The header includes the logo and navigation links: Home | Administration | Contact us | Links | About | Help. Below the header is a navigation bar with the text: AND INTERACTIVE MAPS, GIS DATASETS, SATELLITE IMAGERY AND RELATED APPLICATIONS.

The search interface is divided into two main sections: "WHAT?" and "WHERE?".

**WHAT?**

- What? [Text input field]
- Title [Text input field]
- Abstract [Text input field]
- Keywords: "benin" [Text input field]
- Map type:
  - Digital
  - Interactive
  - Hard copy
  - Downloadable
- Search accuracy:
  - Precise
  - (Selected)
  - 
  - 
  - Imprecise

**WHERE?**

- lat (min) 90 [Text input field]
- [Map preview showing a satellite image of a region]
- Results list:
  - morocco(52 result)
  - benin(39 result)
  - aguima catchment(19 result)
  - drâa catchment(16 result)
  - parakou(11 result)
  - dogue(10 result)
  - kandi(9 result)
  - natitingou(9 result)
  - save(9 result)
  - cotonou(8 result)

Abbildung 27: Aggregiertes Stichwortverzeichnis im Suchformular von Geonetwork

### **11.1.5 IMPETUS-Identifikationsnummer**

Die in ISO 19115/19139 überführten Datensätze enthalten im Titel die ursprüngliche IMPETUS Datensatzidentifikationsnummer. Damit bleibt eine wichtige Information erhalten über die sich der Bezug zwischen den ursprünglichen und den in Geonetwork transferierten Datensätzen herstellen lässt.

Über die ID lassen sich Datensätze am effektivsten auffinden, da für jede ID nur ein Datensatz existiert. Die Eingabe einer gültigen ID in die Suchmaske von Geonetwork liefert nur einen Datensatz und macht eine aufwändigere Suche des Datensatzes überflüssig. Dieses kann beispielsweise die Administration des Datenbestandes vereinfachen.

### **11.1.6 IMPETUS-Internetauftritt**

Der IMPETUS-Webserver unterstützt PHP, so dass eine einfache Integration des PHP-Skripts für den Internetauftritt möglich war. Das Skript wurde hierfür durch IMPETUS-Mitarbeiter angepasst. Der Aufruf erfolgt über eine Schaltfläche auf der Internetseite und liefert eine ISO 19139 konforme XML-Datei, die hierüber bequem bezogen werden kann (vgl. Internetauftritt-IMPETUS).

## **11.2 Anforderung A5: Design der graphischen Benutzeroberfläche**

Durch die Integration des Logos in den Seitenkopf und eine an den IMPETUS-Internetauftritt angelehnte Farbauswahl wird das IMPETUS-Projekt im System repräsentiert. Die Inhalte der Startseite sollten individuell von den Projektpartnern angepasst werden. Dieses ist bereits mit geringen HTML-Kenntnissen möglich.

## **11.3 Anforderung FG.2: Herunterladen von Teildatensätzen – Rasterdaten**

Die Erprobung dieser Funktionalität führt zu den folgenden Ergebnissen:

1. Teile von Rasterdaten werden für EPSG 4326 und UTM31 N ordnungsgemäß generiert und können als GeoTIFF bezogen werden.
2. Eine übersichtliche Darstellung der Rasterlayer konnte durch die Herausfilterung vorhandener Vektordaten des aktuellen Kartenkontexts erreicht werden.
3. In Intermap dargestellte Rasterdaten können ohne die Suche des Herunterladeverweises im Metadatenblatt interaktiv und komfortabel bezogen werden.

Dies wirkt sich vorteilhaft auf die Benutzerfreundlichkeit und Intuitivität des Beziehens von Rasterdaten aus.

4. Das Aufziehen eines umschließenden Rechtecks in Intermap, das mit einem seiner Eckpunkte den Bereich eines Rasterbildes überschreitet, führt zu der Auslieferung der kompletten Datensatzes. So wird die in der Spezifikation erwähnte „Out of Memory“ bei hoch aufgelösten und gleichzeitig sehr großen Bereichen vermieden.
  - a. Die eigentlich für das Abfangen der Fehlermeldung gedachte Implementierung hat einen Nebeneffekt. Der Benutzer kann mit Absicht einen Bereich in Intermap markieren, der das gewünschte Rasterbild überschreitet, um ein komplettes Raster zu beziehen.

Eine Integration der Funktionalität in das System konnte erreicht werden. Über die Schaltfläche „GetCoverage“ werden Teile von Rasterbildern bezogen (vgl. Abb. 28). Allerdings tauchten in dem Gesamtkontext im Wesentlichen zwei Probleme auf, die im Anschluss an die Abbildung näher betrachtet werden.

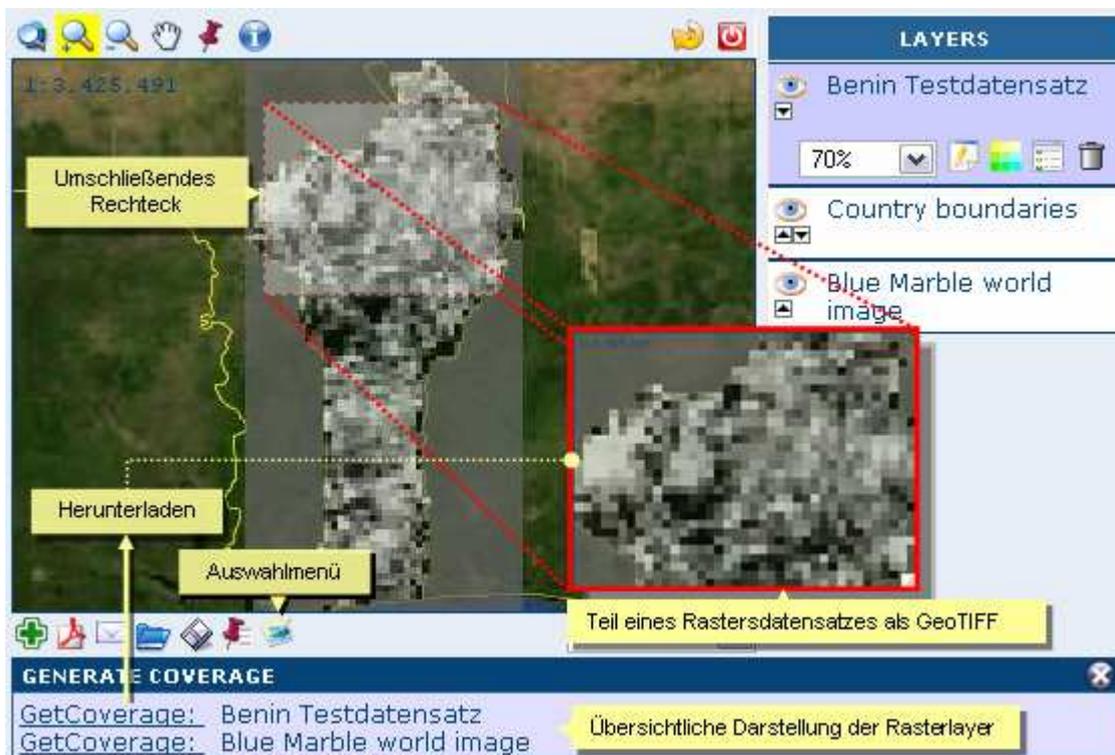


Abbildung 28: Interaktives Herunterladen von Teildatensätzen in der GBO von Geonetwork

### 11.3.1 WCS Fehlermeldung

Bei einer näheren Betrachtung des XML-Dokuments, das durch die Operation *DescribeCoverage* für einen in der IMPETUS-Projektion vorliegenden Rasterdatensatz generiert wurde, kann festgestellt werden, dass die Projektion innerhalb des XML Tags `<responseCRSs>` nicht angegeben ist. Diese wird für die IMPETUS-Projektion durch Geoserver nicht automatisch erstellt.

```
<supportedCRSs>  
  <requestCRSs></requestCRSs>  
  <responseCRSs></responseCRSs>  
</supportedCRSs>
```

Für das Herunterladen von Teildatensätzen in der IMPETUS-Projektion ist daher eine Korrektur der zu einem Rasterbild gehörenden XML-Datei notwendig. Diese Korrektur kann manuell erfolgen, in dem der IMPETUS-EPSSG Kode: „EPSG:126196“ in die XML eingetragen wird. Benutzerfreundlicher gestaltet sich die Eintragung des erforderlichen Parameters über die GBO von Geoserver. Bei der Konfiguration eines Rasterbildes in der IMPETUS-Projektion für seine Bereitstellung über den Web Coverage Service muss das entsprechende Formularfeld (ResponseCRS) ausgefüllt werden. Anderenfalls wird von dem WCS Geodienst die folgende Fehlermeldung ausgegeben: „This Coverage does not support the requested Response-CRS“.

### 11.3.2 WMS Darstellungsfehler

Zum Teil werden Rasterbilder in Intermap als wenig kontrastreiche, zum Teil auch als schwarze Flächen dargestellt. Die Funktionalität an sich ist nicht betroffen, so dass das Herunterladen der Teilrasterbilder möglich ist. Die räumliche Orientierung in Intermap bzw. die Identifizierung für den Anwender relevanter Bereiche wird jedoch durch die fehlerhafte Darstellung erschwert (vgl. Abb. 28).

Der Darstellungsfehler gilt für Rasterbilder, deren Pixelfarbwerte auf der Grundlage von Messwerten generiert werden (vgl. Abb. 29). Der Fehler gilt nicht für RGB-Rasterbilder, deren Farbwerte auf der Grundlage des Mischverhältnisses von rot, grün und blau erstellt werden (jeweils eine Ganzzahl zwischen 0-255).

2000	200
200	1000

Abbildung 29: Messwerte in einem theoretischen Rasterdatensatz

Die fehlerhafte Darstellung ist auf eine Java Klasse der Geotools API zurückzuführen. „The RasterSymbolizerSupport class has basically one method (recolorCoverage()) which extracts the color-map from the provided SLD's RasterSymbolizer element and tries to create a new set of Categories for the Coverage. Obviously, this approach *only takes into account the ColorMap* operation [...]. The actual GeoTools SLD Raster Symbolizer implementation is rather poor and takes in account a very limited set of operations.” (GeoTools).

Im Prinzip findet eine fehlerhafte oder keine Zuweisung von Farbwerten zu den Werten eines Rasters.

Beispiel:

Ein SLD RasterSymbolizer-Element für den in Abb. 29 dargestellten Wert von 2000mm Niederschlag. Der zugewiesene Farbwert (Hexadezimal) wird für den Messwert nicht übernommen: `<ColorMapEntry color="#0000FA" quantity="2000"/>`

### 11.3.3 Fazit

Trotz der Darstellungsprobleme steigert die Implementation dieser Funktionalität bei der Veröffentlichung der Rasterdaten über das Internet und im lokalen Netzwerk die Effektivität des Zugriffs auf den Rasterdatenbestand. Die Wartezeiten bei dem Herunterladen von großen Datensätzen (z.B. 500 MB) können durch die Auswahl von Teilbereichen verkürzt werden.

Ersichtlich wird eine Abhängigkeit des WCS vom WMS. Wegen der fehlerhaften Darstellung durch den WMS ist das Beziehen von Rasterdaten über den WCS erschwert.

## 11.4 Anforderung FG.3: Hochladen inkl. Dateiintegrität / Löschen

Durch die zusätzliche Hochladefunktionalität wird das Entpacken des ZIP-Archivs in dem Zielordner durch das System übernommen. Damit entfallen:

1. das Aufsuchen des Zielordners in der Datenablagestruktur von Geonetwork und
2. das manuelle Entpacken des Archivs durch den Benutzer.

Der entpackte Datensatz steht nach seiner automatischen Dekomprimierung für die Integration in den Geoserver und seine anschließende Visualisierung in Intermap bereit. Über die implementierte Unterfunktion zum Anzeigen des Hochladeverzeichnisses kann sich ein Anwender über den Speicherort des Datensatzes informieren. Nachdem der Speicherort auf der Dateisystemebene festgestellt wurde, ist seine Integration in Geoserver durch entsprechende Pfadangaben möglich.

Daneben wird mit dem Belassen des hochgeladenen ZIP-Archivs in dem Zielordner das Beziehen von Datensätzen im Paket ermöglicht. Damit entfällt ein mühsames Herunterladen von einzelnen Dateien eines ESRI-Shapefile Datensatzes.

Des Weiteren wird durch das automatische Löschen der entpackten Dateien nach dem Löschen des ZIP-Archivs eine Anhäufung von unnötigen Daten auf der Dateisystemebene vermieden.

Durch die Überprüfung der Dateiendung bei dem Hochladen wird sichergestellt, dass die Funktionalität in ihrem eigentlichen Sinne durch den Anwender verwendet wird.

Zuletzt wird bei einem praxisnahen Betrieb von Geonetwork in einem Netzwerk nach dem Client-Server-Prinzip der Zugriff auf die Dateisystemebene aus Sicherheitsgründen System- und Netzwerkadministratoren vorbehalten sein. Zuständigen Personen für die Wartung des Datenbestandes (sog. Editoren in der Gruppenverwaltung in GN) müssten für das Entpacken eines ZIP-Archivs, Lese- und Schreibrechte vergeben werden. Mit der implementierten Funktionalität entfällt die Notwendigkeit der Vergabe von zusätzlichen Berechtigungen auf das Dateisystem. Damit wird einerseits die Benutzerverwaltung auf dem Betriebssystem transparent gehalten und andererseits, z.B. durch eine versehentlich fehlerhafte Vergabe der Zugriffsberechtigungen, Sicherheitsrisiken vorgebeugt.

Ein Nachteil der implementierten Funktionalität ist die redundante Datenhaltung der Datensätze in komprimierter und unkomprimierter Form. Die Komprimierung eines Datensatzes auf Anfrage könnte das Problem der redundanten Datenhaltung lösen.

Allerdings würde hierdurch insbesondere bei größeren Datensätzen das Komprimieren des Datensatzes Zeit kosten, was zu einer gewissen Verzögerung des Herunterladens führen würde. Zusätzlich müsste der Datensatz nach dem Herunterladen wieder gelöscht werden. Dadurch würde ein Server bei einer Vielzahl gleichzeitiger Anfragen zur Komprimierung und Löschung von Daten unnötig belastet werden. Dies könnte sich für einen Anwender insbesondere bei einem Serverbetrieb im Internet durch lange Reaktionszeiten des Servers bemerkbar machen.

Nach der Auswahl einer der Funktionen aus dem Drop-down-Menü (vgl. Abb. 21) muss ein Metadatenblatt zur Zeit abgespeichert werden, damit die Auswahl der Funktion wirksam wird und die entsprechenden Schaltflächen durch das System dargestellt werden (hier: Show Directory und Upload SHP). An dieser Stelle wäre eine AJAX-Implementation (**A**synchronus **J**avaScript and **X**ML) sinnvoll, wodurch das Übernehmen der Auswahl direkt stattfinden würde. Auf diese Weise könnte das Abspeichern und das umständliche Blättern (eng. scrollen) im Metadatenblatt vermieden werden.

Des Weiteren könnte eine weitere Unterfunktion, die Darstellung der Dateinamen, die ein ZIP-Archiv enthält, übernehmen. Dies ist, z.B. für die Überprüfung der Vollständigkeit eines Datensatzes sinnvoll.

## **11.5 Anforderung Q1.2: Out-of-the-Box**

Mit der Anwendung Installjammer (Version 1.2.7) konnte eine vollwertige Installationsdatei erstellt werden, die alle implementierten Modifikationen beinhaltet. Die Ausführung der Installationsdatei führt zu einer funktionierenden Installation von Geonetwork Opensource (Version 2.2 modified by Roger Mrzygłocki).

Mit der Vollwertigkeit sind folgende Aspekte gemeint:

1. Möglichkeit zur Auswahl der Installationssprache (Französisch, Englisch und Deutsch)
2. Bestimmung des Installationsverzeichnis
3. Integration aller notwendiger Symbole (eng. icons) in das Windows-Programmmenü
4. Deinstallationsanwendung

Advanced Properties	
Additional Arguments	
Command Line Arguments	
File Name	<%InstallDir%>
Icon Path	<%InstallDir%>/bin/ico/gnstart.ico
Icon Path Index	0
Install for All Users	Yes
Program Folder Name	<%ProgramFolderName%>
Shortcut Name	Start Geonetwork (modified by R. Mrzyglocki)
Shortcut Type	Application
Target File Name	<%InstallDir%>/bin/start-geonetwork.bat
Window State	normal
Working Directory	<%InstallDir%>\bin

Abbildung 30: Installjammer

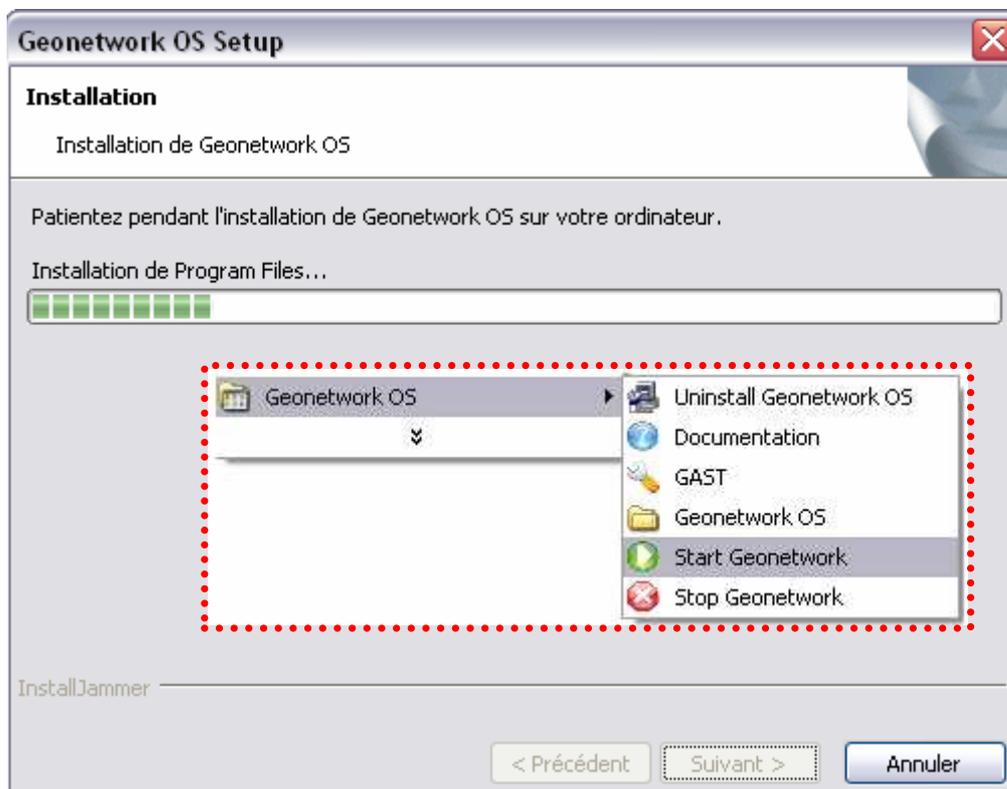


Abbildung 31: Installationsprozess und Eintrag in das Programmennü von Windows

## 12. Zusammenfassung und Ausblick

Die Abschlussphase des IMPETUS-Projektes ist unter anderen durch den Transfer des Projektdatenbestandes an die Projektpartner in Benin und Marokko gekennzeichnet.

Aufgrund der geringen interregionalen Internetbandbreite zwischen Europa und Afrika musste die Idee einer Bereitstellung des Geodatenbestandes auf einem zentralen IMPETUS-Server verworfen werden. Daraus resultierte die Notwendigkeit zur physikalischen Überführung des

Datenbestandes an die Projektpartner. Um gleichzeitig eine qualitativ hochwertige Datenexploration vor Ort zu ermöglichen, wurde die Bereitstellung einer benutzerfreundlichen Software notwendig.

Ausgehend von dieser Problemstellung wurden eine Datenbestandsaufnahme und eine Zielgruppenanalyse durchgeführt.

Die Bestandsaufnahme führte zu der Feststellung eines aus FGDC und ISO Metadatenelementen bestehenden Metadatenmodells und der Heterogenität von Geodaten. Diese spiegelte sich in diversen Dateiformaten und unterschiedlichen Projektionen wider.

Die Analyse der Zielgruppe führte auf der Grundlage von Gesprächen mit zuständigen Mitarbeitern und dem Einbezug statistischen Materials zur Feststellung und Bestätigung von Defiziten und Unterschieden im Bezug auf die personelle und technische Infrastrukturausstattung der Projektpartner.

Auf der Basis der Zielgruppenanalyse und der Datenbestandsaufnahme konnten die grundlegenden Eigenschaften des GDS skizziert werden. Dazu gehörten: die Notwendigkeit einer hohen Benutzerfreundlichkeit aufgrund von oft mangelnden IT-Kenntnissen bei den Mitarbeitern und unzureichender Ausstattung mit IT-Personal, die Zuweisung unterschiedlicher Hardwarekategorien aufgrund der Heterogenität der Zielgruppe, der Einbezug technischer Komponenten für eine Nutzung des Systems im Rahmen einer GDI und die hohe Bedeutung von Metadaten aufgrund ihres Stellenwertes im Bezug auf die Auffindbarkeit von zweckmäßigen Geoinformationen.

Unter der Anwendung der Methodik der Softwareentwicklung nach Dumke (2000), die eine strukturierte Vorgehensweise und Darstellung der Ergebnisse ermöglichte, erfolgte die Konzipierung und Entwicklung des Geodatensystems durch die Anpassung der Software Geonetwork Opensource.

Die zuvor durchgeführte Anforderungsanalyse auf der Basis der aufgestellten funktionalen, qualitativen, systembezogenen und prozessspezifischen Anforderungen führte zu der Feststellung, dass vor dem Hintergrund des zeitnahen Ablaufs des Projektes, die

Bereitstellung eines ganzheitlichen Systems unter der Einbeziehung einer bereits implementierten Software notwendig und sinnvoll ist.

In einer sich anschließenden Evaluierung von Geonetwork Opensource konnten fehlende Funktionalitäten und Qualitäten ausgemacht werden, die auf der Basis ihrer Realisierbarkeit in die darauf folgende Spezifikations- und Entwurfsphase aufgenommen wurden. Insbesondere dort wurden durch Ausführungen und konzeptuelle Modelle die notwendigen technischen Grundlagen (z.B. Web Coverage Service), die zu verarbeitenden Daten (Eingabe- und Ausgabedaten z.B. XML zu HTML) sowie die für ihre Verarbeitung notwendigen Schnittstellen ersichtlich.

Mittels einer PHP Implementation konnten die Projektmetadaten in das GDS transferiert werden. Dabei wurden sie im Rahmen der Ausarbeitung eines Metadatenprofils aus einem gemischten Metadatenmodell in ein einheitliches, international anerkanntes und standardisiertes Metadatenmodell (ISO 19115/19139) überführt. Die beispielhafte Integration von Geodaten und Dokumenten in das System zeigte auf, welche Aspekte bei ihrer Übertragung zu beachten sind. Mit diesen Schritten wurde die Basis für das *(Wieder)auffinden und (Wieder)verwenden von IMPETUS Geoinformationen* in dem System gelegt.

Durch die Implementation zusätzlicher Funktionalitäten in Geonetwork Opensource konnten insbesondere die Benutzerfreundlichkeit des Hochladens von Vektordaten (zusätzliche Hochladefunktionalität für die Visualisierung und Veröffentlichung von ESRI-Shapefiles über den Web Map Server und Web Map Client mit der Unterfunktion zum Anzeigen des Hochladeverzeichnisses) und die Effektivität des Datenzugriffs auf Rasterdaten verbessert werden (Herunterladen von Teildatensätzen). Die Gestaltung der graphischen Benutzeroberfläche führte zu einer visuellen Repräsentation des IMPETUS Projektes im GDS. Alle durchgeführten Modifikationen konnten in eine Installationsdatei integriert werden. Sie zeichnet sich nicht nur durch einen einfachen und konfigurationslosen Installationsprozess aus (Out-of-the-Box), sondern bietet auch die Möglichkeit der Auslieferung des Datenbestandes in einer Datei.

Für die in der Anforderungsanalyse ausgeschiedene Anforderung der Konvertierung von Rasterdaten konnte mit der Software FWTools ein alternativer Lösungsansatz vorgeschlagen werden. Im Bezug auf die Anforderung zum Projizieren von Vektordaten- und Rasterdaten

konnte ein Lösungsansatz für Vektordaten präsentiert werden. Hierbei führte die Projektion von Datensätzen, die in der IMPETUS Projektion vorlagen, zu unakzeptablen Positionsungenauigkeiten. Dieses gab den Anlass dazu, die Integration der ansonsten funktionierenden Java Methode nicht in das System zu übernehmen.

Die Erprobung und Diskussion des Metadatencrosswalks und der implementierten Funktionalitäten zeigte schließlich vorhandene Defizite und Verbesserungsmöglichkeiten auf (z.B. die fehlerhafte Darstellung von nicht-RBG-Rasterdaten u.a.).

Aus einer Gesamtperspektive betrachtet wird:

1. den *Projektpartnern* ein ganzheitliches, anforderungsgerechtes und (zum Teil) an ihre zielgruppenspezifischen Eigenschaften angepasstes System vor dem Ablauf des IMPETUS Projektes zur Verfügung stehen,
2. durch die Verfügbarkeit der *Schnittstellen* WFS, WFS-T und WCS eine Anbindung des Datenbestandes an die Entscheidungsunterstützungssysteme des *ISDSS-Frameworks* ermöglicht.
3. das GDS durch integrierte konzeptionelle (ISO 19115) und technische Standards (ISO 19139, Open GIS Standards) bei einer durch die Projektpartner eingeleiteten Initiative zum Aufbau einer GDI einsatzbereit sein.

Mit der Auslieferung des GDS an die staatlichen Partnerinstitutionen ist das GDS an den richtigen Stellen für die Implementation einer GDI positioniert. Es stellt allerdings lediglich eine von vielen technischen Voraussetzung für eine Implementation dar. Des Weiteren sind der Ausbau der ITC Infrastruktur, die Ausbildung qualifizierten Personals für die Administration der technischen Komponenten, Finanzmittel, eine Nachfrage nach Geoinformationen und politisches Engagement für den Aufbau einer GDI notwendig. Die Beantwortung der Frage, ob die Partnerinstitutionen bzw. die Projektländer für den Aufbau einer fachlichen bzw. nationalen GDI bereit sind, könnte im Rahmen weiterer Arbeiten z.B. auf der Grundlage des sog. SDI-Readiness Indexes erfolgen (vgl. DELGADO ET AL 2005).

Initiativen wie SDI-Africa verdeutlichen, dass der Afrikanische Kontinent an der Entwicklung von Geodateninfrastrukturen partizipiert. SDI-Africa fördert nationale Initiativen im Bereich des Aufbaus von Geodateninfrastrukturen, koordiniert die regionalen Prozesse im Bereich der Geoinformation, informiert Interessierte über Aktivitäten, Fördergelder und Datenverfügbarkeit. Eine durch die Initiative im Internet veröffentlichte Anleitung vermittelt

(auch in Französisch) die Grundlagen des GDI Konzepts, zeigt Möglichkeiten der Organisation und der Finanzierung einer GDI auf, bietet eine Methodik für ihre Implementation an und zeigt anhand von bereits erfolgten Implementierungen beispielhaft auf, wie eine unterstützende Politik aussehen kann. „The objective of compiling this handbook is to assist African countries to improve the management of their geo-spatial data resources in a way that effectively supports decision-making by governments and ensures the participation of the entire society in the process.” (SDI Africa).

Empfehlenswert für die Partnerinstitutionen wäre es, sich an vorhandene Entwicklung wie SDI-Africa anzuschließen. Immerhin werden in Entwicklungsländern wie Nigeria hohe Erwartungen an den Nutzen einer GDI gestellt, wie aus einem abschließenden Zitat deutlich wird: „Geospatial Information or Geoinformation (GI) is very essential to national development issues such as poverty alleviation, food security, improvement of quality of life, economic planning and natural resources management. It also plays a significant role in regional integration and international cooperation. Consequently, GI is very critical to the development of various sectors of the economy such as Petroleum, Solid Minerals, Forestry, Agriculture, Transport and Aviation, Environment, Security and Defence, Tourism, Population Census, Education, Health and Water Resources.“ (National Geoinformation Policy 2003, S.1).

## IV. QUELLENANGABEN

### Literaturverzeichnis

AALDERS, H. (2005): An Introduction to Metadata for Geographic Information. In: MOELLERING, H. (Hrsg.): World Spatial Metadata Standards. Scientific and Technical Characteristics, and Full Descriptions with Crosstable, Amsterdam u.a., S. 3-28.

BARTELME, N. (2005<sup>4</sup>): Geoinformatik. Modelle, Strukturen, Funktionen. Berlin, Heidelberg, New York.

BERNARD, L., CROMPVOETS, J. & J. FITZKE (2005): Geodateninfrastrukturen – Ein Überblick. In: BERNARD, L., FITZKE, J. & R.M. WAGNER (Hrsg.): Geodateninfrastruktur. Grundlagen und Anwendungen, Heidelberg, S. 3-8.

BILL, R. (1999<sup>4</sup>): Grundlagen der Geo-Informationssysteme. Band 1. Hardware, Software und Daten. Heidelberg.

COOPER, A. & E.J.O. GAVIN (2005): Spatial Metadata in Africa and the Middle East. In: MOELLERING, H. (Hrsg.): World Spatial Metadata Standards: Scientific and Technical Characteristics, and Full Descriptions with Crosstable, Amsterdam, u.a., S. 123-140.

DE LANGE, N. (2006<sup>2</sup>): Geoinformatik in Theorie und Praxis. Berlin, Heidelberg, New York.

DIN (2005): Geoinformation – Metadaten (ISO 19115:2003); Englische Fassung EN ISO 19115:2005. Berlin.

DONAUBAUER, A. (2005): Web Feature Service – Geodienst für den Zugriff auf objektstrukturierte Geodaten. In: BERNARD, L., FITZKE, J. & R.M. WAGNER (Hrsg.): Geodateninfrastruktur. Grundlagen und Anwendungen, Heidelberg, S. 93-100.

DUMKE, R. (2000<sup>2</sup>): Software Engineering. Eine Einführung für Informatiker und Ingenieure: Systeme, Erfahrungen, Methoden, Tools. Braunschweig, Wiesbaden.

ERNST, H. (2003<sup>3</sup>): Grundkurs Informatik. Grundlagen und Konzepte für die erfolgreiche IT-Praxis. Eine umfassende praxisorientierte Einführung. Braunschweig, Wiesbaden.

ERSTLING, R. & I. SIMONIS (2005): Web Mape Service. In: BERNARD, L., FITZKE, J. & R.M. WAGNER (Hrsg.): Geodateninfrastruktur. Grundlagen und Anwendungen, Heidelberg, S. 108-125.

FITZKE, J.(2005): Die Welt der Features- eine Welt aus Features. In: BERNARD, L., FITZKE, J. & R.M. WAGNER (Hrsg.): Geodateninfrastruktur. Grundlagen und Anwendungen, Heidelberg, S. 73-82.

GREVE, K. & A. HÄUSLEIN (1994): Metainformationen in Umweltinformationssystemen. In: HILTY, L.M., JASCHKE, A., PAGE, B., & A. SCHWABL (Hrsg.): Informatik für den Umweltschutz. 8. Symposium, Hamburg 1994, Band 1, Marburg, S. 169-178.

GRUS, L., CROMPVOETS, J. & A.K. BREGT (2007): Multi-view SDI Assessment Framework. In: International Journal of Spatial Data Infrastructures Research, Vol.2, S. 33-53.

MITTELBOECK, M. & P. SCHREILECHNER (2004): Metadaten: ISO – konformes Profil als Schritt für die Praxis in Österreich. In: STROBL, J., BLASCHKE, T. & G. GRIESEBNER (Hrsg.): Angewandte Geographische Informationsverarbeitung XVI, Heidelberg, S. 456-461.

MÜLLER, M.U. & C. PORTELE (2005): GDI-Architekturmodelle. In: BERNARD, L., FITZKE, J. & R.M. WAGNER (Hrsg.): Geodateninfrastruktur. Grundlagen und Anwendungen, Heidelberg, S. 83-92.

MÜLLER, M.U., REMKE, A. & U. VOGES (2005): Katalogdienste und Metainformationen. In: BERNARD, L., FITZKE, J. & R.M. WAGNER (Hrsg.): Geodateninfrastruktur. Grundlagen und Anwendungen, Heidelberg, S. 125-133.

NOGUERAS-ISO, J., ZARAGAZA-SORIA, F.J & P.R MURO-MEDRANO (2005): Geographic Information Metadata for Spatial Data Infrastructures. Resources, Interoperability and Information Retrieval. Berlin, Heidelberg, New York.

ØSTENSEN, O. & D.M. DANKO (2005): Global Spatial Metadata Activities in the ISO/TC211 Geographic Information Domain. In: MOELLERING, H. (Hrsg.): World Spatial Metadata: Scientific and Technical Characteristics, and Full Descriptions with Crosstable, Amsterdam u.a., S. 141-166.

PICHLER, G. & M. KLOPFER (2005): Spezifikation und Standardisierung- OGC, OGC Europe und ISO. In: BERNARD, L., FITZKE, J. & R.M. WAGNER (Hrsg.): Geodateninfrastruktur. Grundlagen und Anwendungen, Heidelberg, S. 9-17.

WOLDAI, T. (2002): Geospatial Data Infrastructure: The Problem of Developing Metadata for Geoinformation in Africa. In: Proceedings of the 4th International conference of the African Association of Remote Sensing of the Environment AARSE : Geoinformation for sustainable development in Africa: Abuja, Nigeria, 14-18 October. (Keine Seitenangaben)

## Internetquellen

ANZLIC (2007): Metadata Projects Status. Internet Version. Abrufbar unter: <http://www.anzlic.org.au/get/2440920408.pdf> (Datum 29.07.2008).

Bundesamt für Kartographie (o.J.): Ein praktischer Leitfaden. Aufbau und Betrieb webbasierter Geo-Dienste in der öffentlichen Verwaltung. Abrufbar unter: [http://www.gdi-de.org/de/download/Managementfassung\\_Leitfaden.pdf](http://www.gdi-de.org/de/download/Managementfassung_Leitfaden.pdf) (Datum 03.08.2008).

CHAN, T. O. ET AL. (2001): The Dynamic Nature of Spatial Data Infrastructures: A Method of Descriptive Classification. Abrufbar unter: [http://dtl.unimelb.edu.au/R/JNNS6LV8HEVJIBAQT886H7QMQAJFE4Q75EGKSEN5NH797QMDF-00992?func=dbin-jump-full&object\\_id=66344&pds\\_handle=GUEST](http://dtl.unimelb.edu.au/R/JNNS6LV8HEVJIBAQT886H7QMQAJFE4Q75EGKSEN5NH797QMDF-00992?func=dbin-jump-full&object_id=66344&pds_handle=GUEST) (Datum: 30.07.2008).

Codehaus (o.J.): Abrufbar unter: <http://docs.codehaus.org/display/GEOTOOLS/ShapeReprojector> (Datum 02.08.2008).

DELGADO, T., ET AL. (2005): Assessing an SDI Readiness Index. From Pharaohs to Geoinformatics. FIG Working Week 2005 and GSDI-8 Cairo, Egypt April 16-21. Abrufbar unter: [http://www.fig.net/pub/cairo/papers/ts\\_36/ts36\\_03\\_delgado\\_etal.pdf](http://www.fig.net/pub/cairo/papers/ts_36/ts36_03_delgado_etal.pdf) (Datum: 03.08.2008).

EarthTrends: The Environmental Information Portal. Abrufbar unter: [http://earthtrends.wri.org/searchable\\_db/index.php?theme=10](http://earthtrends.wri.org/searchable_db/index.php?theme=10) (Datum: 29.07.2008).

EPSG. Abrufbar unter: [http://www.epsg.org/databases/epsg-v6\\_17.zip](http://www.epsg.org/databases/epsg-v6_17.zip) (Datum 29.07.2008)

FEENEY, M-E., RAJABIFARD, A. & I. P. WILLIAMSON (2001): Spatial Data Infrastructure Frameworks to Support Decision-Making for Sustainable Development. Abrufbar unter: [http://dtl.unimelb.edu.au/R/ETM248RP6EGDCGVR7EM9PII4HDX2T5KULSIQJTI2EQT4C3GY11-01355?func=dbin-jump-full&object\\_id=66252&pds\\_handle=GUEST](http://dtl.unimelb.edu.au/R/ETM248RP6EGDCGVR7EM9PII4HDX2T5KULSIQJTI2EQT4C3GY11-01355?func=dbin-jump-full&object_id=66252&pds_handle=GUEST) (Datum: 30.07.2008).

GeoTools. The Open Source Java GIS Toolkit: Raster Symbolizer support. Abrufbar unter: <http://geotools.codehaus.org/Raster+Symbolizer+support#RasterSymbolizersupport-Usage> (Datum: 29.07.2008).

Geonetwork Opensource: The complete manual. Abrufbar unter: <http://geonetwork-opensource.org/documentation/manual/geonetwork-manual/Manual.pdf> (Datum 29.07.2008).

HKKH Partnership for ecosystem management (2007): Metadata Format & Structure. Abrufbar unter: [http://209.85.135.104/search?q=cache:rpIejWin2vUJ:www.hkkhpartnership.org:8080/geonet+work/srv/en/resources.get%3Fid%3D2984%26fname%3DA142\\_metadata\\_format\\_and\\_structure.pdf%26access%3Dprivate+HKKH+Partnership+Metadata+Format+%26+Structure&hl=de&ct=clnk&cd=4&gl=de](http://209.85.135.104/search?q=cache:rpIejWin2vUJ:www.hkkhpartnership.org:8080/geonet+work/srv/en/resources.get%3Fid%3D2984%26fname%3DA142_metadata_format_and_structure.pdf%26access%3Dprivate+HKKH+Partnership+Metadata+Format+%26+Structure&hl=de&ct=clnk&cd=4&gl=de) (Datum 29.07.2008).

IMPETUS Homepage: [www.impetus.uni-koeln.de/daten.html](http://www.impetus.uni-koeln.de/daten.html)

IMPETUS (2006): An Intergrated Approach to the Efficient Management of Scarc Water Resources in West Africa: Case studies for selected river catchments in different climatic zones. Abrufbar unter: [http://www.impetus.uni-koeln.de/fileadmin/content/veroeffentlichungen/projektberichte/FinalReport2003\\_2006.pdf](http://www.impetus.uni-koeln.de/fileadmin/content/veroeffentlichungen/projektberichte/FinalReport2003_2006.pdf) (Datum 29.07.2008).

INSPIRE (2003): Contribution to the extended impact assessment of INSPIRE. Abrufbar unter: [http://www.ec-gis.org/inspire/reports/fds\\_report.pdf](http://www.ec-gis.org/inspire/reports/fds_report.pdf) (Datum 29.07.2008).

Installjammer: A free, open source, multiplatform installer. Abrufbar unter: <http://www.installjammer.com/> (Datum 29.07.2008).

ISO/TC 211: Geographic information / Geomatics. Abrufbar unter: <http://www.isotc211.org/> (Datum: 29.07.2008).

ITU (2003): ITU Digital Access Index: World's First Global ICT Ranking Education and Affordability Key to Boosting New Technology Adoption. Abrufbar unter: <http://www.itu.int/newsroom/pressreleases/2003/30.html> (Datum: 29.07.2008).

National Geoinformation Policy (2003): Federal Ministry of Science and Technology. Abuja. Abrufbar unter: <http://geoinfo.uneca.org/sdiafrica/Reference/Ref5/SampleAfricanDataPpolicy/FinalNigeriaGIpolicy.pdf> (Datum: 03.08.2008).

OGC (2004): OpenGIS Web Map Server Cookbook. Document: 03-050r1. Abrufbar unter: <http://www.opengeospatial.org/resource/cookbooks> (Datum: 03.08.2008).

OGC (2002): Web Map Service Implementation Specification Version 1.1.1. Document: 01-068r3. Abrufbar unter: <http://www.opengeospatial.org/standards/wms> (Datum 03.08.2008).

OGC (2006): OpenGIS Web Map Service Implementation Specification Version 1.1.3. Document: 06-042. Abrufbar unter: : <http://www.opengeospatial.org/standards/wms> (Datum 03.08.2008).

NSIDC (o. J.): Open Geospatial Consortium (OGC) Services. Abrufbar unter: [http://nsidc.org/data/atlas/ogc\\_services.html](http://nsidc.org/data/atlas/ogc_services.html) (Datum: 29.07.2008).

RAJABIFARD, A. & I.P. WILLIAMSON (2001): Spatial Data Infrastructures: Concept, SDI Hierarchy and Future Directions. Abrufbar unter: [http://dtl.unimelb.edu.au/R/G8IV9M5YSF4T8852II9P1IJQ144DRVXAU4T9K5V4MF3YMRTHVY-03678?func=dbin-jump-full&object\\_id=66253&pds\\_handle=GUEST](http://dtl.unimelb.edu.au/R/G8IV9M5YSF4T8852II9P1IJQ144DRVXAU4T9K5V4MF3YMRTHVY-03678?func=dbin-jump-full&object_id=66253&pds_handle=GUEST) (Datum: 31.07.2008).

SDI Africa: An Implementation Guide. Abrufbar unter: <http://geoinfo.uneca.org/sdiafrica/default1.htm> (Datum 03.08.2008).

The White House (1994): Office of the Press Secretary. Executive Order 12906. Coordinating Geographic Data Acquisition and Access: The National Spatial Data Infrastructure. Abrufbar unter: <http://govinfo.library.unt.edu/npr/library/direct/orders/20fa.html> (Datum: 30.07.2008).

UNESCO Institute for Statistics Data Center. Abrufbar unter: <http://stats.uis.unesco.org/> (Datum: 29.07.2008).

WhereGroup: WebGIS. Abrufbar unter: <http://www.wherogroup.com/de/webgis> (Datum 29.07.2008).

Sonstige Quelle:

Geonetwork Dokumentation (2007): Manual.pdf. Auf dem beigefügten Datenträger.

Marsella, M. (2005): Jeeves. Developer's Manual. Rel 1.0. Jeeves.doc. vgl. Dokumentation von Geonetwork Opensource auf dem beigefügten Datenträger.

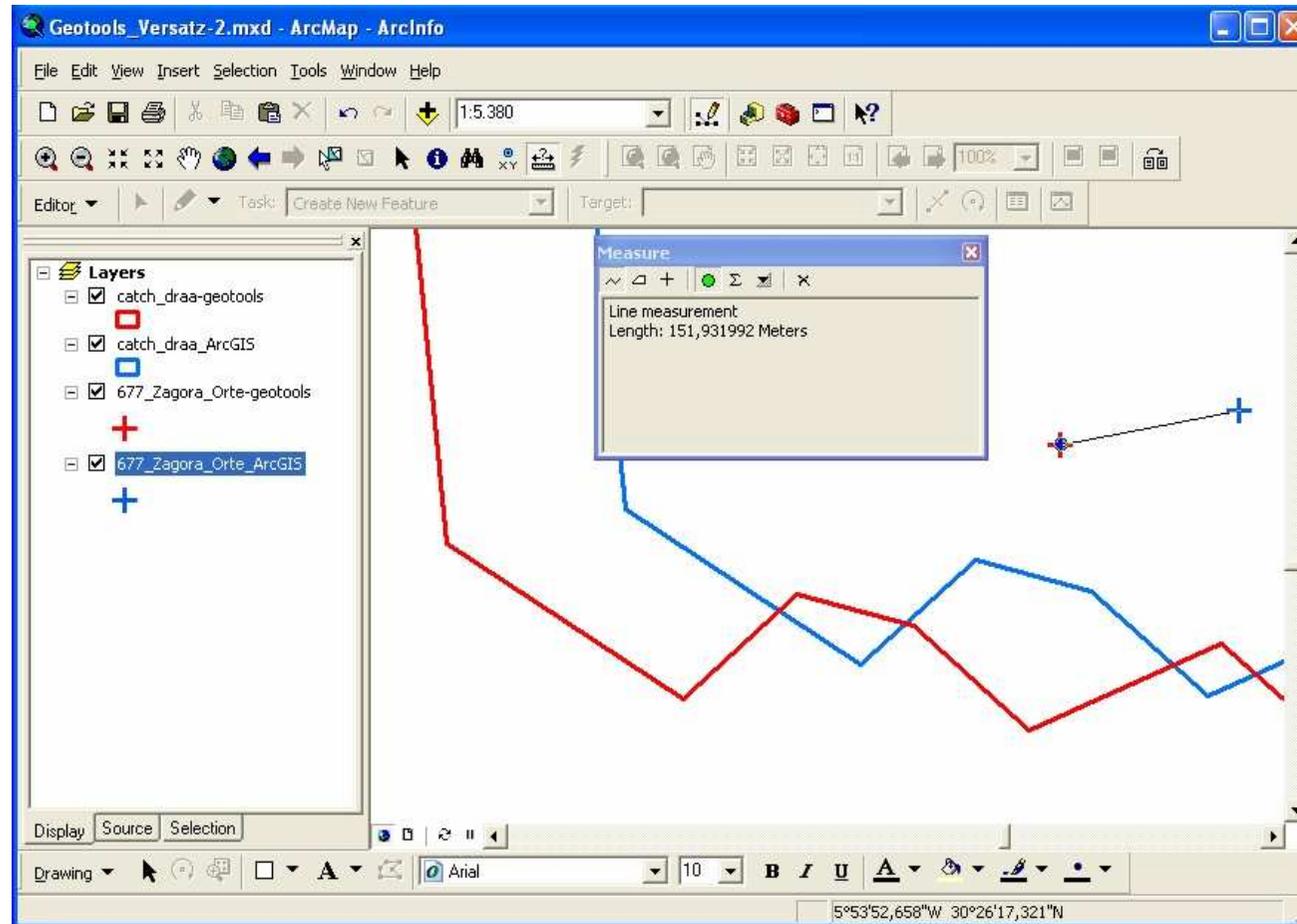
## V. ANLAGEVERZEICHNIS

### Anhang 1: WKT für die IMPETUS-Projektion

```
PROJCS["Lambert_IMPETUS_Marokko",  
GEOGCS["GCS_Merchich_Degree",  
DATUM["D_Merchich",  
SPHEROID["Clarke_1880_IGN",6378249.2,293.4660212936265],  
TOWGS84[31, 146, 47, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0]],  
PRIMEM["Greenwich",0],  
UNIT["Degree",0.017453292519943295]],  
PROJECTION["Lambert_Conformal_Conic_2SP"],  
PARAMETER["standard_parallel_1",31.7239256472],  
PARAMETER["standard_parallel_2",34.8664576558],  
PARAMETER["latitude_of_origin",33.3],  
PARAMETER["central_meridian",-5.4],  
PARAMETER["false_easting",500000],  
PARAMETER["false_northing",300000],  
UNIT["Meter",1]]
```

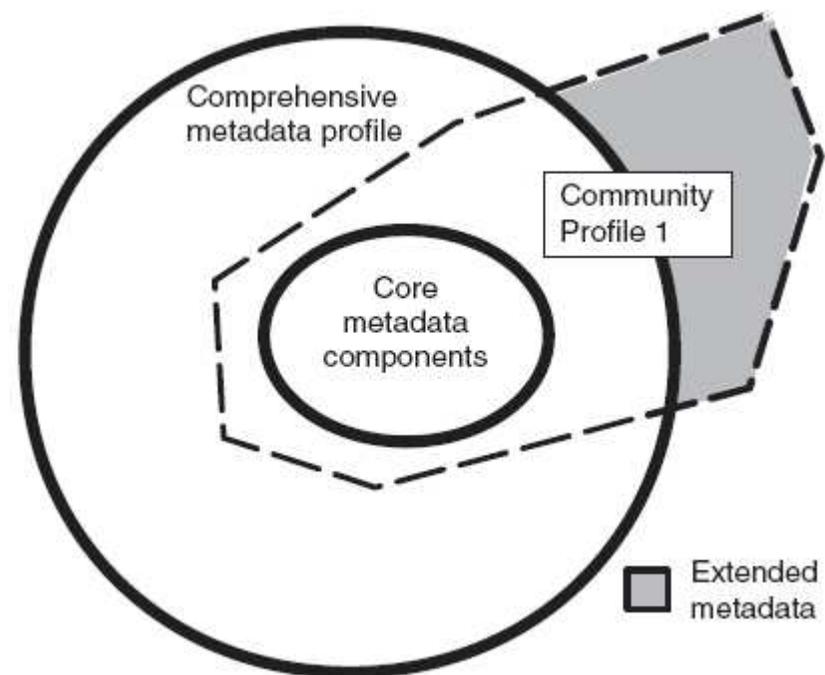
In die Konfigurationsdatei *epsg.properties* von Geoserver wurde dieses Referenzsystem unter der Nummer 126196 eingetragen und kann in Geoserver entsprechend als EPSG:126196 angegeben werden.

## ANHANG 2: Java Klasse ShapeReprojector - Geotools



**Projektion eines Testvektordatensatzes mit der Klasse ShapeReprojector (Geotools) von der IMPETUS-Projektion zu EPSG 4326.  
Blau Originaldatensatz - lagegenau. Rot - fehlerhafter Datensatz mit einem Positionsversatz von ca. 150m**

### ANHANG 3: Struktur des ISO 19115 Metadatenmodells



## **ANHANG 4**

### **ERKLÄRUNG**

Ich versichere, dass ich die Arbeit selbstständig verfasst habe, dass ich keine anderen Quellen und Hilfsmittel als die angegebenen benutzt und die Stellen der Arbeit, die anderen Werken dem Wortlaut oder dem Sinn nach entnommen sind, in jedem Fall als Entlehnung kenntlich gemacht habe. Das gleiche gilt auch für beigegebene Zeichnungen, Kartenskizzen und Abbildungen.

Bonn, den 04. August

