



DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

Aspekte der Archivierung digitaler Geodaten und
kartographischer Darstellungsformen

Verfasser

Jonas Kerschner

angestrebter akademischer Grad

Magister der Philosophie (Mag.phil.)

Wien, 2013

Studienkennzahl lt. Studienblatt: A 312

Studienrichtung lt. Studienblatt: Diplom Geschichte

Betreuerin / Betreuer: Hon.-Prof. Dr. Peter Dusek

Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Wissenschaftliche Arbeit selbständig angefertigt habe. Es wurden nur die in der Arbeit ausdrücklich benannten Quellen und Hilfsmittel benutzt. Wörtlich oder sinngemäß übernommenes Gedankengut habe ich als solches kenntlich gemacht.

Ort, Datum

Unterschrift

Abstract

Jährlich werden unter großem Aufwand und Kosten von staatlichen und privaten Unternehmen große Mengen an Geodaten (Vektorgraphiken, Rastergraphiken, Luftbilder, Höhenmodelle, etc) und Geoprodukten (Karten, Kartographie- und Geoinformtionsysteme) hergestellt. Sie sind folglich ein technisch komplexes, aber vor allem von der Forschung oft ungenutztes Kulturgut. Durch ihre Komplexität und raschen Weiterentwicklung, steigen auch die Anforderungen an die Archive. Für die Archivorganisation und Dokumentation wird das OAIS Referenzmodell herangezogen. Für eine internationale Vernetzung und Standardisierung ist die Mitarbeit internationaler Geo-Organisationen, wie das OGC oder INSPIRE, notwendig. Die Archivierungsmethoden Migration und Emulation sind mit Vor- und Nachteilen behaftet. Aufgrund der Komplexität und Diversität der Daten und Applikationen muss vorher abgewogen werden, welche Methode am besten geeignet ist. Schlussendlich werden an das Archivpersonal steigende Fachkenntnisse und Anforderungen gestellt: Sowohl für die Erschließung und Bereitstellung von digitalen Geodaten, als auch für die Bereitstellung, Aufbereitung und Restauration von Analogbeständen werden Fertigkeiten in GIS und Bildverarbeitungsprogrammen benötigt.

Keywords: Archivwesen, Bildverarbeitung, digitale Restaurierung, Dokumentation, DSEP, elektronische Archivierung, Emulation, GDI, Geodaten, Geographische Informationssysteme, Geoinformationssysteme, Geschichtsinformatik, GIS, HGIS, Historische Geographie, Historische Kartographie, Historisierung, INSPIRE, Kartenherstellung, Kartographie, KIS, Langzeitarchivierung, Metadaten, Migration, OAIS, OGC, Significant Properties

Vorwort

Interesse und Neugier an historischer Kartographie lockten mich in Lehrveranstaltungen des ‚Geodäsie und Geoinformatik‘ Studiums der TU-Wien, wo ich tiefe Einblicke in moderne Kartographie erhielt. Nachdem aufgrund fehlender Datengrundlagen mein historisches Kartenprojekt gescheitert ist, wurde ich sowohl von Dr. Georg Gartner als auch Dr. Markus Jobst mit der Frage nach archivarisches Perspektiven zu Geodaten und Kartographie konfrontiert, womit die Fragestellung meiner Diplomarbeit entstand. Bei der Ausarbeitung des Themas hielt ich mich zum größten Teil an die Vorgaben und Studien des Schweizerischen Bundesarchivs (BAR) und des Bundesamts für Landestopographie swisstopo. Bei der Ausarbeitung des Themas versuche ich bewusst ein theoretisches Level beizubehalten, da Beispiele den Rahmen der Diplomarbeit bei weitem sprengen würden. In der vorliegenden Arbeit ist der Begriff Archiv wie folgend aufzufassen:

„Archive sichern, verwahren, ordnen, erschließen Unterlagen (v.a. Schrift-, aber auch Bild- und Tonträger sowie neuerdings digitale Daten) und stellen sie für eine Benutzung bereit.“¹

Die Herausforderung digitale Geodaten und kartographische Darstellungsformen zu archivieren, ist und bleibt sowohl eine spannende als auch äußerst anspruchsvolle Aufgabe, denn nach wie vor bleiben noch viele Fragen offen. Geodaten bilden die Grundlage für digitale Kartographie und Geoinformatik. Da Geodaten und folglich auch Karten ein sehr weit gefächertes Themenspektrum behandeln, beinhalten sie als Informationsressource oft unbekanntes und vor allem ungenutztes Potential. Kartographie und Geoinformatik befindet sich in einem raschen Wandel. Nicht nur die Menge der erhobenen Daten hat stark zugenommen, sondern gleichzeitig auch die Zahl der Produkte. Der Wandel im digitalen Informationszeitalter bringt aber auch Gefahren mit sich. Benutzbarkeit und Lesbarkeit von (Geo)Daten ist für zukünftige Generation gefährdet. Aufgrund der Komplexität der Geodaten sind für die Archivierung die Beteiligung der verschiedensten Berufs- und Forschungsgruppen notwendig. Historiker, Geomatiker, Informatiker und Informationswissenschaftler müssen zusammenkommen um sich gemeinsam der Aufgabe zu stellen.

¹ Sabine Brenner-Wilczek, Getrude Cepl-Kaufmann, Max Plassmann, Einführung in die moderne Archivarbeit, Darmstadt, 2006, S.16.

- Verborgene Forschungsinteressen, vor allem von Archivaren und Historikern sollen geweckt werden. Verfahren wie Digitalisieren, Referenzieren auf moderne Koordinatensysteme, Datenbankunterstützungen und Datentransfers, die für die Erstellung von Karten benötigt werden, verlangen ‚Know-how‘, welches erlernt werden muss. Wünschenswert ist also leicht handhabbare und kostengünstige Software. Geodateninfrastrukturen (GDI) und das Open Geospatial Consortium (OGC) werden hier eine wichtige Rolle spielen.
- Karten liegen oft weder digital, noch als Vektorgeometrie vor und müssen erst in langwierigen und teuren Projekten digitalisiert und editiert werden. Es bedarf also nicht nur der Sammlung von Karten, sondern auch deren digitaler Restaurierung und auch Vektorisierung.
- Um zeitdynamische Karten und historische Prozesse im Raum abbilden zu können, als auch um eine Historisierung (Zeitreihen) möglich zu machen, werden entsprechende Anforderung an die Datenbanksysteme gestellt.
- Um die Daten auffindbar und verfügbar zu machen, ist eine koordinierte Dokumentation, Standardisierung und Bereithaltung erforderlich. Die Daraus resultierenden Vereinfachungen ermöglichen es Benutzergruppen mit weniger Vorkenntnissen der Geomatik, Geodaten zu benutzen. Auch hier wird GDI und das OGC eine maßgebliche Rolle spielen.
- Um die Organisation des Archivs als Gesamtes zu beschreiben, habe ich das OAIS- und DSEP- Referenzmodel herangezogen.
- Um die Daten erhalten zu können müssen Methoden der Informatik herangezogen werden. Die beiden gängigsten Methoden, Migration und Emulation sollen dabei vorgestellt werden.

Die Arbeit selbst stellt keine speziellen Fragestellungen an Geoinformationen und Kartographie, sondern zielt darauf ab, digitale Geoinformationen, ob sie nun aus Analogbeständen gewonnen werden oder sogenannte ‚digital born‘ sind, in einem Archiv unterzubringen, damit die Daten zukünftigen Forschungsfragen, wie z.B. denen der historischen Kartographie/ Geographie, zur Verfügung stehen.

Ich möchte mich bei Dr. Petra Svatek, Dr. Wolfgang Schmale, Dr. Georg Gartner, Dr. Markus Jobst für deren Beihilfe bei der Ausarbeitung bedanken.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	13
1.1 Vorzüge und Nachteile digitaler Medien.....	13
1.2 Bewusstsein des Archivierens	14
1.3 Problematik der Archivierung digitaler Geodaten und Karten: Das Canada Land Data System.....	15
2. Digitale Kartographie und Geoinformationen - Der Aktuelle Stand.....	17
2.1 Geodaten.....	17
2.2 Bedeutung von Geodaten.....	17
2.3 Metadaten und Dokumentation.....	19
2.4 Der Wandel von der analogen zur digitale Kartographie.....	21
2.5 Digitale Kartographie.....	22
2.6 Automatischen Kartenherstellung.....	23
2.6.1 CAD.....	23
2.6.2 Desktop Mapping.....	24
2.6.3 Geoinformationssysteme.....	25
2.7 Kategorien digitaler Kartengraphiken.....	29
2.7.1 Statische und Dynamische Karten.....	29
2.7.2 Interaktive Karten.....	29
2.7.3 Raumanalysekarten	30
2.7.4 GIS-Karten.....	31
3. Das OAIS-Referenzmodell	32
3.1 Hintergründe des OAIS.....	32
3.2 Das Informationsmodell	33
3.3 Umgebungs- und Prozessmodell	39
3.3.1 Ingest.....	40
3.3.2 Archival Storage.....	40
3.3.3 Data Management.....	40
3.3.4 Administration.....	41
3.3.5 Preservation Planning.....	41
3.3.6 Access.....	41
3.4 Das DSEP-Prozessmodell.....	42
3.5 Anforderungen des OAIS-Referenzmodells	45
4. Geodateninfrastruktur.....	47

4.1 Wozu GDI.....	47
4.2 Standards und Technologien für interoperable Geoinformationssysteme.....	48
4.3 Verbreitung des GDI Gedankens	49
4.4 OGC, OGC Europe und ISO	50
4.4.1 Spezifikationen und Standards im OGC	52
4.4.2 Programme und Aktivitäten.....	54
4.4.3 OGC-Europe.....	54
4.5 INSPIRE – Eine europäische Infrastruktur für raumbezogene Daten	55
4.5.1 Probleme beim Aufbau einer GDI	56
4.6 Das Dienstmodell.....	58
4.7 Die Bedeutung der GDI Standards und des OGC für ein Geodatenarchiv.....	58
5. Methoden der Archivierung:	61
5.1 Migration.....	61
5.1.1 Migrationsarten	63
5.1.2 Datenformate als Migrationsziel: Die Transformation	64
5.1.3 Chancen des Migrationsansatzes	65
5.1.4 Risiken des Migrationsansatzes	66
5.2 Emulation	67
5.2.1 Chancen der Emulationsstrategie	69
5.2.2 Risiken der Emulationsstrategie	70
5.3 Welche Methodik für welche Daten?	70
5.3.1 Significant Properties	72
6. Archivarische Bewertung	74
7. Entwicklungen und theoretische Anwendungen von Computerkartographie und Geo-Informationssystemen in der Geschichtswissenschaft	78
8. ARASS und MAGELLAN – Datenmanagement – und Geoinformationssystem für die historischen Wissenschaften	80
8.1 ARASS-Data	81
8.1.1 Attributdaten	82
8.1.2 Vektordaten	83
8.1.3 Kartenarchiv.....	86
8.1.4 Funktionalitäten.....	87
8.2 Die Client-Software MAGELLAN	88
8.2.1 Das Modulsystem	89
8.3 ARASS und MAGELLAN für ein Archiv?.....	92

9. Raumzeitliche Datenbanken für geschichtswissenschaftliche GIS-Anwendungen und Historisierung/ Zeitreihen.....	93
9.1 Organisation der Daten in einem temporalen GIS.....	94
9.2 Temporale Datenbanken	95
9.3 Geodatenbank Archivierung über ESRI	97
10. Digitale Bildverarbeitung von historischen Karten	100
10.1 Die digitale Restaurierung einer historischen Karte	100
10.2 Georeferenzierung und Entzerrung von Karten	102
10.3 Klassifizierung des Karteninhalts	102
10.4 Bereitstellung der historischen Karte für ein GIS.....	103
10.5 Topologiebildung und Attributdaten	104
11. Geographische Informationssysteme für historisch-geographische Fragestellungen	106
11.1 Geometrische Dimension	106
11.2 Semantische Dimension	108
11.3 Datenfelder und ableitbare Aussagen	111
11.4 Genauigkeit der Digitalisierung.....	111
12. Gesamtfazit.....	112
13. Literatur.....	113
14. Curriculum Vitae.....	119

1. Einleitung

Wesentliche Eigenschaft des Menschen und seine Fähigkeit zur Kultur besteht darin, Informationen nicht nur direkt für sich selbst, sondern über den Raum hinweg zu verbreiten und über die Zeit zu bewahren. Moderne Technologien ermöglichen große Sprünge: Raum und Zeit stellen keine Hindernisse für die Verbreitung von Informationen mehr dar.

Die Problematik des Archivierens ist jedoch weit schlechter gelöst als in früheren Perioden: Es ist sogar eine negative Entwicklung zu beobachten. Die Haltbarkeit der Medien nimmt stetig ab. Während ein mittelalterliches Pergament unter günstigen Bedingungen bis zu tausende von Jahren konserviert werden kann, so haben digitale Informationsträger im günstigen Fall nur eine Lebensdauer von Jahrzehnten, meist aber nur wenigen Jahren.²

1.1 Vorzüge und Nachteile digitaler Medien

„Digital Documents last forever – or five years, whichever comes first.“³

Die Aufgabe von Archiven, Bibliotheken und ähnlichen Einrichtungen besteht darin, Dokumente und Medien mit wissenschaftlichen, künstlerischen oder gesellschaftlichen Wert zu erhalten um künftigen Generationen ebenso einen Zugriff darauf zu gewährleisten.

„Archivierung umfasst die Aufgabe, das Archivgut zu erfassen, zu übernehmen, auf Dauer zu verwahren und sichern, zu erhalten, zu erschließen, nutzbar machen und auszuwerten.“⁴

Während ein analoges Medium, zum Beispiel ein Foliant, teure Konservierungsmaßnahmen erfordert, scheint sich ein digitales Medium durch ideale Konservierungseigenschaften auszuzeichnen: Bitfolgen lassen sich theoretisch über

² Uwe M. Borghoff, Peter Rödiger, Jan Scheffczyk, Langzeitarchivierung: Methoden zur Rettung digitaler Datenbestände, Heidelberg, 2003, S.I-V.

³ Jeff Rothenberg, Avoiding Technological Quicksand: Finding a Viable Technical Foundation for Digital Preservation, Washington, 1999. <http://www.clir.org/pubs/reports/rothenberg/contents.html>, 24.04.2012.

⁴ BayArchivG 1989: Abschnitt I, Art 2, Abs.3. <http://www.gda.bayern.de/aufgaben/archivgesetz.php>, 23.04.2012.

längere Zeiträume ohne Informationsverlust aufbewahren. Mit der physischen Verkleinerung und der gleichzeitigen Erhöhung der Speicherkapazität des Datenträgers erscheint die digitale Speicherung als eine universelle Lösung für die Archivierung. Die Daten können rasch geöffnet und durchsucht werden. Mit der zunehmenden Vernetzung, vor allem durch das Internet, können Daten vom Arbeitsplatz oder dem eigene Zuhause aus geöffnet und dort mit einer Vielzahl an Werkzeugen bearbeitet werden, um schlussendlich neue Daten zu generieren. Worin bestehen nun die Probleme von digitalen Daten?

Elektronische Datenträger sind für den Menschen nicht unmittelbar lesbar. Während ein analoges Medium mit dem gleichen Sinnesapparat wahrgenommen werden kann wie es der Künstler und seine Zeitgenossen getan haben, erschließt sich der Inhalt der Daten erst mit einem geeigneten Computersystem. Speichermedien selbst unterliegen natürlich ebenfalls dem natürlich Verfall, jedoch kann über das Anlegen von Sicherheitskopien ein Datenverlust verhindert werden.

Viel schneller als ein Datenträger altern jedoch die Komponenten der Computersysteme wodurch sich für einige Datenträger kaum noch geeignete Abspielgeräte finden. Einem noch schnelleren Wandel unterliegt die Software eines Systems: Tausende Editoren für verschiedene digitale Dokumente (Text, Graphik, Tabellenkalkulationen, Folien, Webseiten) sind im Umlauf, viele von ihnen mit einem eigenen internen Datenformat. Aufgrund dieser Vielfalt an Datenformaten und deren Unverträglichkeit untereinander ist es oft nicht, beziehungsweise nur mit zum Teil unter erheblichen Qualitätsverlust möglich, Daten zwischen solchen Editoren auszutauschen.⁵

1.2 Bewusstsein des Archivierens

Die Thematik der Langzeitarchivierung ist außerhalb von Archiven, Bibliotheken oder Museen noch nicht stark verbreitet, doch es ist eine steigende Sensibilität dafür sichtbar. Bis vor kurzem wurde in vielen Fällen unter elektronischer Archivierung die Datensicherung durch das Anlegen eines Backups verstanden. Mit strengeren Gesetzlichen Auflagen wuchs auch das Bewusstsein, dass das reine Anlegen von

⁵ Uwe M. Borghoff, Peter Rödiger, Jan Scheffczyk, Langzeitarchivierung: Methoden zur Rettung digitaler Datenbestände, Heidelberg, 2003, S.3-5.

Backups nicht genug ist. Folglich wurde es durch Records Management ergänzt. Der nächste Schritt dürfte folglich die Langzeitarchivierung vorsehen.⁶

„Die moderne Welt wird von der Vorstellung dominiert, dass das Wissen von gestern durch das aktuelle Wissen von heute überschrieben wird. Die Menschheit ist im digitalen Zeitalter im Begriff, ihre historische Dimension zu verlieren. Dies bringt in Besorgnis erregender Weise eine der Säulen unserer Kultur ins Wanken.“⁷

Das IT Beratungs- und Marktforschungsunternehmen Gartner und Forrester nahmen Archivierung in ihre Analyse auf und mussten feststellen, dass es wohl keinen Hersteller gibt, der die Problematik der Langzeitarchivierung lösen könnte und rät seinen Kunden aus bisher bekannten Ansätzen eine Langzeitarchivierungsstrategie zu entwickeln. Forrester wirft den Produzenten vor: „In fact, most vendors exacerbate the issues with proprietary products and disruptive manual upgrade paths.“⁸ Für die Archivierung rät es „to ease the inevitable migration to new archiving technologies, use open, well supported standards and keep a current index of all your data.“⁹

1.3 Problematik der Archivierung digitaler Geodaten und Karten: Das Canada Land Data System

Das Canada Land Data System ist eines der besten Beispiele für die Archivierungsproblematik im digitalen Geobereich. Hier kam es zu einem erheblichen Verlust von digitalen Daten. Das Canada Land Data System ist eine Ansammlung von verschiedenen Systemen und Inventaren und gilt als das erste GIS der Welt. Von 1963 bis 1994 das System für verschiedenste Aufgaben der Raumplanung und dem Geobereich angewendet. Etwa 3500 Karten wurden auf 2965 Neu-Spur-Tapes

⁶ Vgl. Christian Gutknecht, Archivierung von Geodaten bei swisstopo, (unveröffentlichte Diplomarbeit HTW Chur), Chur, 2008, S.15.

⁷ Uwe M. Borghoff, Langzeitarchivierung: Methoden zur Rettung digitaler Datenbestände, Heidelberg, 2003. S.V.

⁸ Christian Gutknecht, Archivierung von Geodaten bei swisstopo, (unveröffentlichte Diplomarbeit HTW Chur), Chur, 2008, S.15.

Kenneth Chin, Use a Digital Preservation Plan to Manage Content for the Long Term, publiziert, 2007. <http://www.gartner.com>, 14.07.2008. (nicht mehr abrufbar)

⁹ Christian Gutknecht, Archivierung von Geodaten bei swisstopo, (unveröffentlichte Diplomarbeit HTW Chur), Chur, 2008, S.15.

Jo Maitland, Archiving: finding data in 2050, 2008. <http://www.forrester.com>, 15.07.2008. (nicht mehr abrufbar)

gespeichert und im National Archives of Canada gelagert. Jedoch wurde schon nach einem Jahr festgestellt, dass sowohl die Tapes teilweise beschädigt waren und die Software für die auf den Tapes gespeicherten Daten veraltet war. Das National Archives of Canada entschloss sich aufgrund der enormen Entwicklungskosten der Karten die Daten zu retten. Es wurden Emulatoren entwickelt um die Daten lesbar zu machen, jedoch traten häufig Fehler auf und einige Karten konnten nicht wieder hergestellt werden.¹⁰ Die geretteten Daten sind heute frei im Internet zugänglich.¹¹

Aufgrund des enormen und raschen Technologiewandels im Hard- und Softwarebereichs, können Daten nicht mehr genutzt werden. Auch bereits auf externen Medien gespeicherte und archivierte Daten laufen Gefahr aufgrund von Hard- und Software Inkompatibilität und der begrenzten Haltbarkeit von Medien verloren zu gehen.¹² Archive müssen also neue technische und organisatorische Strategien, die vor allem aus der Informatik und den Informationswissenschaften stammen, entwickeln, um dem technologischen Wandel Herr zu werden.

¹⁰ Denise R. Bleaky, Long-Term Spatial Data Preservation and Archiving. What are the Issues? Sand Report, 2002. <http://prod.sandia.gov/techlib/access-control.cgi/2002/020107.pdf>, 04.05.2012 und Francesca Marini, Canada Land Data System. Interpares Case Study Nr. 6, 2000. http://www.interpares.org/documents/interpares_cs_06_overview.pdf, 04.05.2012

¹¹ <http://geogratias.cgdi.gc.ca/>

¹² Christian Gutknecht, Archivierung von Geodaten bei swisstopo, (unveröffentlichte Diplomarbeit HTW Chur), Chur, 2008, S.14.

2. Digitale Kartographie und Geoinformationen - Der Aktuelle Stand

2.1 Geodaten

*„Der Begriff Geodaten bezeichnet alle digitalen Daten mit direktem oder indirektem Bezug zu einem bestimmten Standort oder geographischen Gebiet. Man spricht daher auch von räumlichen Daten (engl. spatial data) oder von Daten mit Raumbezug (engl. spatial reference).“*¹³ Es kann sich dabei um unmittelbar gewonnene Primärdaten, als auch aus diesen gewonnene Sekundärdaten handeln. Geodaten werden in Geobasisdaten und Geofachdaten gegliedert.

Geobasisdaten sind in der Regel von der Vermessungsverwaltung oder einer Kommune bereitgestellte amtliche Geodaten, welche die Topographie anwendungsneutral beschreiben. Geofachdaten (vgl. Geozusatzdaten der Schweiz) wiederum stammen aus bestimmten Fachgebieten (z.B. Demographie, Bodenkunde) und weisen einen eindeutigen Raumbezug auf. Dieser Raumbezug kann indirekt über Koordinaten oder über den Bezug auf Geobasisdaten erfolgen.¹⁴ Bei räumlichen Daten wird in erster Linie in Raster- und Vektordaten unterschieden.

2.2 Bedeutung von Geodaten

Die politische, soziale, strategische, rechtliche und wirtschaftliche Bedeutung von Geodaten haben zugenommen und sind fester Bestandteil der heutigen Gesellschaft geworden. Etwa 60-80% der privaten, politischen und wirtschaftlichen Entscheidungen weisen einen räumlichen Bezug auf.¹⁵

¹³ <http://www.geodaten.niedersachsen.de>, 23.04.2012

¹⁴ Christian Gutknecht, Archivierung von Geodaten bei swisstopo, (unveröffentlichte Diplomarbeit HTW Chur), Chur, 2008, S.8-9.

¹⁵ Interministerieller Ausschuss für Geoinformationswesen, Geoinformationen und moderner Staat. 2. Aufl., M.: Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, Frankfurt, 2003.

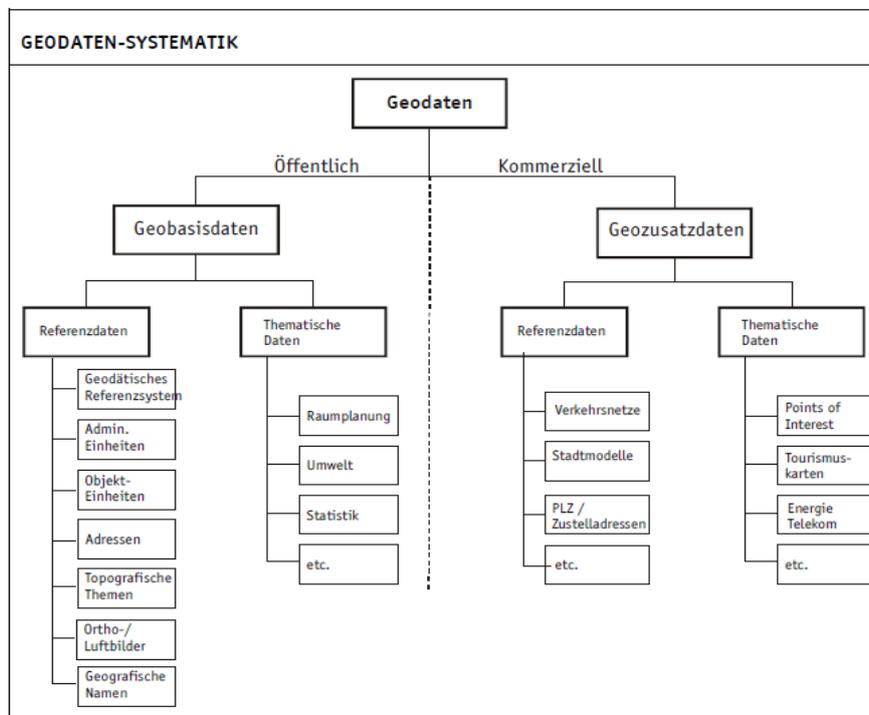
http://www.imagi.de/download/flyer_broschueren/Geoinfomodernerstaat.pdf , 23.04.2012

Erich Buhmann, Joachim Wiesel, GIS-Report 2007/08: Software, Daten, Firmen, 2007, S.153.

Für die Erhebung, Nachführung und Vertrieb dieser Daten werden enorme Geldmengen aufgewendet. So zum Beispiel in der Schweiz:¹⁶

„In der Bundesverwaltung liegen über Hundert verschiedene Geodatenätze vor. Eine noch grössere Menge an Geodatenbeständen findet sich auf kantonaler und kommunaler Ebene. All diese Informationen wurden mit erheblichen Kosten erhoben und verkörpern insgesamt einen enormen, auf mehr als 5 Milliarden Franken geschätzten Wert.“

Die Archivierung von Geodaten hat somit also auch eine volkswirtschaftliche Bedeutung.¹⁷



Geodaten-Systematik¹⁸

¹⁶ <http://www.news.admin.ch/> 23.04.2012

¹⁷ Vgl. Christian Gutknecht, Archivierung von Geodaten bei swisstopo, (unveröffentlichte Diplomarbeit HTW Chur), Chur, 2008, S.10.

¹⁸ KOGIS, Analyse Geodatenmarkt Schweiz, 2002.

<http://www.swisstopo.admin.ch/internet/swisstopo/de/home/docu/pub/kogis.parsys.31452.downloadList.17754.DownloadFile.tmp/marketstudyde.pdf>, 17.05.2012.

2.3 Metadaten und Dokumentation

Metadaten, auch als Metainformationen bezeichnet, können als ‚Daten über Daten‘ beschrieben werden¹⁹. Dabei sollen Erkenntnisse vom eigentlichen Betrachtungsgegenstand gelöst werden und auf eine höhere Abstraktionsstufe gebracht werden²⁰. Sie sind eine strukturierte Dokumentation und Beschreibung der Geodaten und Geodienste. Im Geoinformationswesen dienen Metadaten im Allgemeinen der Beschreibung und Nutzbarmachung von Geodaten und Geodatensätzen. Eine Bewertung, Archivierung, Erschließung und Benutzung kann nur anhand der Metadaten erfolgen.

Standardisierung von Geometadaten

Ziel einer Standardisierung ist es, durch das Festlegen von Datenstruktur, obligatorischen und optionalen Elementen eine Interoperabilität zwischen verschiedenen Metadaten verarbeitenden Systemen zu ermöglichen. Folgende Regierungs- und Nicht Regierungsinstitutionen und Organisationen sind an der Entwicklung von Geometadatenstandards maßgeblich beteiligt:²¹

- CEN (Comité Européen de Normalisation)
- FGDC (Federal Geographic Data Committee)
- ISO (International Standardization Organisation)
- OGC (Open Geospatial Consortium)
- UDK (Umweltdatenkatalog)

Je nach Inhalt werden von Denzel und Güttler²² Metadaten unterschieden:

- *Semantische Informationen* dienen der inhaltlichen Beschreibung der Daten

¹⁹ Klaus Greve, Rolf Lessing, Markus Müller, Operationell nutzbare Metainformationen zur Beschreibung von Raum- und Zeitbezug, in: Josef Strobl, Thomas Blaschke; Gerald Griesebner(Hrsg.), Angewandte Geographische Informationsverarbeitung XIII, Heidelberg, 2001.

²⁰ Susanne Strahinger, Probleme und Gefahren im Umgang mit „Meta“-Begriffen – ein Plädoyer für eine sorgfältige Begriffsbildung, in: Proceedings of the International Knowledge Technology Forum '99, Potsdam, 1999.

²¹ Vgl. Martin Kofahl, Entwicklung eines Metainformationssystems für Umweltinformationen der Hansestadt Rostock (unveröffentlichte Diplomarbeit, Universität Rostock), Rostock, 2004, S.4-5.

²² Vgl. Ralf Denzel, Reiner Güttler, Integration von Umweltdaten, in: Bernd Page, Lorenz M. Hilty(Hrsg.), Umweltinformatik – Informatikmethoden für Umweltschutz und Umweltforschung. 2. Aufl., 1995.

- *Strukturelle Informationen* ergänzen die semantischen Informationen und beschreiben die Struktur der Daten (Tabellen, Listen, etc.)
- *Syntaktische Informationen* sind Informationen, welche für den Datenzugriff und -transfer (Austauschformate, Netzwerkadressen) oder für die Darstellung am Rechner (Zeichensätze, Datentypen) benötigt werden.
- *Navigatorische Informationen* dienen der Einordnung und Navigation in die bestehenden Datenbestände (z.B. Archiv, Datenkatalog)

Der ISO 19115 Standard stellte sich als der dominierende Standard heraus und untergliedert sich in folgende Kategorien²³:

- *Identifikation*: Grundlegende Angaben zur Identifikation
- *Beschränkungen*: Einschränkungen für den Zugriff der Ressource
- *Datenqualität*: Qualitätsinformationen:
Die Qualität von Geodaten kann nur anhand einer konkreten Fragestellung ermittelt werden. „Der Begriff Qualität ist definiert als die Gesamtheit von Merkmalen einer Einheit (Produkt, Dienstleistung) bezüglich ihrer Eignung, festgelegte und vorausgesetzte Erfordernisse zu erfüllen“²⁴ Die Qualität von Geodaten lässt sich objektiv an folgenden Merkmalen beschreiben²⁵:
 - Aktualität der Daten
 - Geometrische Genauigkeit
 - Richtigkeit und Vollständigkeit der Daten
 - Umfang der Attributierung / Sachdaten
 - Konsistenz der Datenmodellierung und logische Gültigkeit
- *Fortführung*: Angaben über die Häufigkeit von Nachführungen
- *Räumliche Repräsentation*: Verwendete digitale Methode zur Darstellung der Informationen
- *Referenzierung*: zeitliche und räumliche Bezüge der Daten
- *Inhaltsangabe*: Beschreibung des Inhalts
- *Darstellungskatalog*: Information zum darstellenden Darstellungskatalog
- *Vertrieb*: Angaben zu Datenverteilern und Möglichkeiten des Datenbezugs

²³ Vgl. Martin Kofahl, Entwicklung eines Metainformationssystems für Umweltinformationen der Hansestadt Rostock (unveröffentlichte Diplomarbeit, Universität Rostock), Rostock, 2004, S.7-8.

²⁴ <http://www.geodaten.niedersachsen.de> 24.04.2012

²⁵ Vgl. ebd. 24.04.2012

- *Erweiterungen*: Informationen zu benutzerspezifischen Erweiterungen
- *Anwendungsschema*: Informationen zur Datenstruktur

Die Nutzung dieser Standards wird dringend empfohlen. Diese Elemente eines Metadatensatzes werden als „core metadata elements“ bezeichnet. Durch aussagekräftige Metadaten können Geodaten für eine weitere Benutzung und Bearbeitung ausfindig gemacht werden²⁶.

2.4 Der Wandel von der analogen zur digitale Kartographie

Kartographie ist die *„Wissenschaft und Technik des Entwurfs, der Herstellung und des Gebrauchs kartographischer Darstellungen; diese vermitteln raumbezogene Informationen durch ein System geometrisch gebundener graphischer Zeichen“*²⁷ Die gebräuchlichste Form einer kartographischen Darstellung ist die Karte. Globus, Luftbild und Panorama werden zu den kartenverwandten Ausdrucksformen gezählt.

Der Prozess der automatisierten Kartenherstellung begann Ende der 60er Jahre. Mit der raschen Entwicklung und Ausbreitung von modernen Kommunikations- und Informationstechniken kam es nicht nur zu einer enormen Zunahme von Informationen, sondern auch zu verbesserten Methoden und Techniken zur Verarbeitung und Präsentation derjenigen.

Der größte Unterschied zwischen analoger und digitaler Kartographie liegt in der Trennung von Datenspeicherung, Datenverarbeitung und deren Präsentation. Die analoge Karte tritt in den Hintergrund, während der Bildschirm als Visualisierungsmedium in den Vordergrund rückt.²⁸ Moderne Techniken dienen jedoch nicht nur zur Visualisierung und Herstellung von Karten, sondern werden auch für ihre Veröffentlichung und Nutzung verwendet.

Über einen langen Zeitraum bildete die analoge Karte die effektivste Methode zur Darstellung räumlicher Informationen. Jedoch ist ihre Bedeutung aufgrund verschiedener Beschränkungen die auf der Verwendung von Papier als

²⁶ ebd. 24.04.2012

²⁷ Günter Hake, Kartographie I, 6. Aufl., Berlin, New York, 1982.

²⁸ Ferdinand Mayer, Thematische Kartographie heute – Impulse/ Zukunftsaspekte, in: GIS und Kartographie. Theoretische Grundlagen und Zukunftsaspekte. Wiener Symposium 1991, (Wiener Schriften zur Geographie und Kartographie, 6), Wien, 1993, S. 137-150.

Zeichenträger beruhen, zunehmend geschrumpft. Analoge Karten haben einen isolierenden (eine zweidimensionale Abbildung in einer dreidimensionalen Umwelt) und statischen Charakter. Sie werden auch als *langsame* Kommunikationsmittel²⁹ bezeichnet: Kommen komplexe Informationen verschiedener Geodisziplinen zusammen, um neue Informationen zu generieren, kann es aufgrund der vielen Karten, die benötigt werden, zu Handhabungsschwierigkeiten kommen. Werden Geoinformationen in einem raschen Wechseln benötigt, ergeben sich Probleme bei der schnellen Bereitstellung der Karten. Es wird nur der „visuelle“ Kommunikationskanal angesprochen; Hören und Interaktivität sind nicht, bzw. nur beschränkt möglich.³⁰

2.5 Digitale Kartographie

Digitale Kartographie entsteht durch den Einsatz von Techniken zur automatisierten und rationalisierten Kartenproduktion, wie Desktop Mapping, CAD und GIS. Alle Informationen werden in digitaler Form erfasst und anschließend in Raster- und/oder Vektordaten gespeichert. Über den Bildschirm werden die Karten nicht nur visualisiert, präsentiert und hergestellt, sondern auch veröffentlicht und genutzt.

Die digitale Kartographie stellt ein graphikorientiertes, interaktives Instrument für Geodatenverarbeitung und Nutzung dar.³¹ Je nach den für die Erstellung verwendeten Basistechnologien unterscheiden sich die digitalen Graphiken in ihren Datenformaten und Datenstrukturen, welche wiederum ein ausschlaggebendes Kriterium für Nutzungsmöglichkeiten und Funktionalität darstellen.

Elektronische Karten bieten eine hochwertige Informationsstruktur, welche sich auf zahlreiche fachspezifische Daten bezieht. Zahlreichen Anwendungen dienen sie als

²⁹ Vgl. Dietmar Grünreich, Der Standort der Kartographie im multimedialen Umfeld, in: Kartographie im multimedialen Umfeld. 5. Wiener Symposium, (Wiener Schriften zur Geographie und Kartographie, 8), Wien, 1996, S. 17-28.

³⁰ Elmar Mittler, Mechthild Schüler, Möglichkeiten der Beschaffung und Bereitstellung von digitaler Karten im Sondersammelgebiet, Göttingen, 2002, S.15-16.

³¹ Vgl. Hartmut Asche, Modellierung und Nutzung elektronischer Karten, in: Kartographie im multimedialen Umfeld. 5. Wiener Symposium, (Wiener Schriften zur Geographie und Kartographie, 8), Wien, 1996, S. 150-167.

Informationsgrundlage und werden in der klassischen Kartographie, Geo-Marketing, GIS, PC-Online Applikationen, Navigation und Transport eingesetzt.³²

2.6 Automatischen Kartenherstellung

Digitale Methoden der Kartenerstellung sind von ausreichender Qualität, besserer Wirtschaftlichkeit und größeren Variations- und Nutzungsmöglichkeiten geprägt. Die neue Technologie der Kartenherstellung war ausschlaggebend für einen radikalen Wandel innerhalb der Kartographie und der Herstellung ihrer Produkte.³³

Zahlreiche verschiedene Systeme für die Kartenherstellung wurden bereits hervorgebracht. Bei deren Unterscheidung spielen Einzelfunktionalitäten oder graphische Highlights eine eher untergeordnete Rolle. Wichtiger ist die Systemarchitektur und die damit entstehende Frage, ob bestimmte an das System gestellte Aufgaben gelöst werden können, oder ob das Heranziehen von fehleranfälligen Hilfsprozeduren nötig ist.³⁴ Die Karte selbst kann meist nicht für die Identifizierung des Herstellungssystems herangezogen werden, da die graphischen Endprodukte der verschiedenen Systeme schlussendlich kaum noch voneinander unterscheidbar sind. Zwischen folgenden Konzepten soll unterschieden werden:³⁵

1. Reine Graphik mit CAD
2. Desktop Mapping und GIS-Viewer
3. Rastersysteme
4. Geoinformationssysteme

2.6.1 CAD

CAD steht für *Computer Aided Design* (rechnergestütztes Design/Zeichnen). Dabei handelt es sich um objektorientierte Programme. Die Daten bestehen aus Linien

³² Elmar Mittler, Möglichkeiten der Beschaffung und Bereitstellung von digitaler Karten im Sondersammelgebiet, Göttingen, 2002, S.16-17.

³³ Mathäus Schilcher Kartographie und Geoinformationssysteme auf dem Weg in die Informationsgesellschaft, Kartographische Nachrichten, 47, H 4,1997, S. 127-137.

³⁴ Roland Stahl, Dieter Keller-Giessbach, GIS versus CAD versus Datenbank – Was sind die Gegensätze?, in: CAD News. Das unabhängige Computer-Magazin für professionelle CAD-Anwender, 7, H 4, 1999, S. 6-7.

³⁵ Vgl. Roland Stahl, GIS versus CAD versus Datenbank – Was sind die Gegensätze?, in: CAD News. Das unabhängige Computer-Magazin für professionelle CAD-Anwender, 7, H 4, 1999, S. 6-7.

(Vektoren, Polygone) und Füllungen und nicht aus Pixeln. Im Unterschied zu einer Rastergraphik ist die Auflösung des Dokuments abhängig vom ausgebenden Gerät, nicht aber von der Auflösung des Dokuments. Das Objekt ist im CAD nur ein graphisches Element, ein geometrisches Gebilde wie, Linien, Flächen und Punkte (wobei diese selbst wiederum nur als Signatur, bestehend aus Linien und/oder Flächen, dargestellt werden)

CAD Elemente kennen keine Sachinformationen, da beim CAD keine direkte Verbindung zwischen graphischer Struktur und Sachdatenbank vorliegt. Graphische Elemente lassen sich also nicht zu Objekten wie Grenzlinien oder Grenzpunkten zusammenfassen. Topologien (Nachbarschaftsbeziehungen) existieren im CAD nicht, womit Datenverwaltungen und Analysen, wie sie von einem GIS geboten werden, nicht möglich sind. Im CAD erstellte Daten weisen auch keinen Koordinatenbezug auf. Eine Datenfortführung ist sehr aufwendig, muss für jedes Element einzeln erfolgen und ist ausschließlich auf graphische Attribute ausgerichtet. Die Darstellung des Dokuments ist an die Präsentation gebunden und rasche Variationen der Darstellung des gleichen Sachverhaltes sind nicht möglich. Teilweise werden CAD Programme mit GIS-Funktionalitäten ausgestattet um die steigenden Anforderungen der Nutzer zu befriedigen.³⁶

2.6.2 Desktop Mapping

Desktop Mapping Programme sind eigenständige Kartographieprogramme, die vor allem in der thematischen Kartographie Anwendung finden. Ein solches Programm zeichnet sich durch grundlegende Eigenschaften aus:³⁷

1. Verknüpfung von Daten mit graphischen Objekten
2. Zugriff auf verschiedene Datenquellen
3. Darstellung der Daten in unterschiedlichen thematischen Ebenen
4. Zugriff auf externe Datenbanken
5. Thematisches Einfärben der Karten
6. Druckvorbereitung und Druckausgabe
7. Anpassung an die Anforderungen durch die Programmierumgebung

³⁶ Elmar Mittler, Möglichkeiten der Beschaffung und Bereitstellung von digitaler Karten im Sondersammelgebiet, Göttingen, 2002, S.18-21.

³⁷ Vgl. ebd., S.21.

Desktop Mapping Systeme sind in der Lage einfache Sachdatenstrukturen und graphische Auswertung zu integrieren, wie zum Beispiel Tabellenkalkulationsprogramme. Die Datenbankerweiterung eines Desktop Mappings ist jedoch weniger leistungsfähig, da die dafür verwendeten Daten meist nur in einfacher Tabellenform angelegt sind und relationale oder objektorientierte Konzepte fehlen. Diese Programme dienen somit als Präsentationssystem zur Ausgabe und Darstellung von Geodaten und ermöglichen auch einfache Analysen mit begrenzten Datenmengen. Desktop Mapping Programme finden im Kataster, Flottenmanagement, Business und Notfalldienst Anwendung.³⁸

2.6.3 Geoinformationssysteme

Geoinformationssysteme (GIS) wenden sich komplexen Themen aus unterschiedlichen Disziplinen und Fachbereichen zu. Es gibt verschiedene Bezeichnungen für GIS: Geoinformationssysteme, Räumliche Informationssysteme, Landinformationssysteme, Planungsinformationssysteme oder im englischen Sprachgebrauch Spatial Information System, Geographic Information System, Geo Data System, Natural Resource Information System. Der Begriff GIS wird sowohl für GIS-Projekte als auch GIS-Software verwendet. Oft werden auch nur reine Datensammlungen als GIS bezeichnet.³⁹

Im Allgemeinen wird heute unter einem GIS ein Informationssystem für raumbezogene Daten bezeichnet, welches Objekte und ihre Beziehungen zu anderen Objekten in der realen Welt verarbeitet. GIS lassen sich zusätzlich noch in ihre Funktionalitäten und ihre Komponenten unterteilen.⁴⁰

„Die Hauptfunktion eines GIS sind die Dateneingabe (GPS, Digitalisierer, Scanner), die Verwaltung der Daten (Datenbanken, Filesystem), die Analyse (Datenauswertung, wie logisches Abfragen, Verschneidung, Interpolation, Statistiken) und letztendlich die Datenausgabe (Präsentation auf Bildschirm, Drucker) von raumbezogenen Daten.“⁴¹

³⁸ Ebd., S. 21-22.

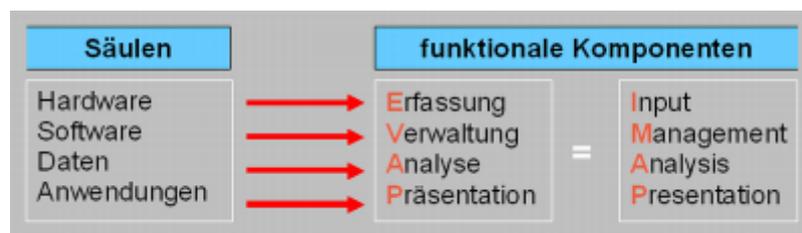
³⁹ Ebd., S. 23.

⁴⁰ Ebd., S. 22.

⁴¹ Ebd., S. 23.

Diese Definition beschränkt sich ausschließlich auf die Erfassung, Verwaltung, Analyse und Ausgabe von Geodaten. Bei der Herstellung von Kartographie-, Vermessungs- und CAD-Programmen wird der Begriff GIS jedoch sehr freizügig benutzt. Um also eine Abgrenzung möglich zu machen, muss darauf hingewiesen werden, dass es nur in einem GIS möglich ist, Sach- und Geometriedaten zu erfassen, verwalten und mithilfe von räumlichen Analyse Funktionen neue Informationen zu erschaffen.

Des Weiteren lässt sich ein GIS auch mit seinen vier Komponenten definieren⁴²: Software, Hardware, Daten und Anwendung. Alle vier Komponenten sind als gleichwertig anzusehen. Die Anwendungen mit ihren Daten stellen das Endresultat dar und zeigen eigentlichen Nutzen eines GIS auf. Die kartographische Präsentation rückt hierbei in den Hintergrund.



Säulen und Komponenten eines GIS⁴³

Raumbezogene GIS Daten setzen sich aus der Geometrie von Objekten und den dazugehörigen Sachdaten für ein reales Objekt zusammen. Sie besitzen stets einen Bezug zur Erde, womit sie entweder in einem Koordinatensystem dargestellt werden oder sich durch Adressen auf die Erdoberfläche beziehen.

In einem GIS werden reale Objekte in thematischen Layern verwaltet. Layer können miteinander kombiniert werden um z.B. Zusammenhänge zu extrahieren oder neue Daten zu generieren. Verwaltet werden die Daten in einer Datenbank. In der Datenbank werden Sachdaten gespeichert, während die Geometrie in Vektor- oder

⁴² Vgl. Ralph Bill, Grundlagen der Geo-Informationssysteme: Analysen, Anwendungen und neue Entwicklungen. Bd.2., Heidelberg, 2008. und

http://gisbsc.gis-ma.org/GISBScL1/de/html/GISBSc_VL1_V_lo1.html, 23.04.2012

⁴³ Ralph Bill, Grundlagen der Geo-Informationssysteme: Analysen, Anwendungen und neue Entwicklungen. Bd.2., Heidelberg, 2008. und

http://gisbsc.gis-ma.org/GISBScL1/de/html/GISBSc_VL1_V_lo1.html, 23.04.2012

Rasterdaten gespeichert wird. Ist ein GIS in der Lage, beide Datentypen zu verwalten, wird von einem hybriden System gesprochen.⁴⁴

Rasterdaten

Rasterdaten bestehen aus einer Serie von Pixeln mit unterschiedlichen Farb- bzw. Grauwerten. Die einzelnen Zellen sind in einer Matrix nach Zeilen und Spalten angeordnet. Über Rasterdaten kann Geometrie (Punkte, Linien, Polygon, Text) dargestellt werden. Ein Punkt im Bild wird durch eine Zelle dargestellt, während Linien und Polygone durch eine Gruppe zusammenhängender Zellen dargestellt werden. Mit einer abnehmenden Zellengröße wächst die optische Auflösung, was einen Anstieg des Speicherbedarfs mit sich bringt.

Objekte können durch ihre Farb- bzw. Grauwerte identifiziert werden. Mithilfe der Methoden der digitalen Bildverarbeitung können Pixel klassifiziert werden, wobei sich dann Flächen gleicher Klassen bilden. In der Regel können Rasterdaten keine Sachdaten zugewiesen werden. In hybriden GIS Systemen werden Rasterdaten meist nur als Hintergrund für die Bildschirmdigitalisierung verwendet. Zellgruppen mit gleichen Farb- oder Grauwerten können jedoch Sachdaten zugeordnet werden. Rasterdaten entstehen durch das Scannen von Photos (z.B. Luftbilder, Pläne) oder auch direkt bei der Aufnahme mit digitalen Kameras, wie z.B. Satellitenbildern. Über eine Georeferenzierung wird den Rasterdaten ein Raumbezug zugeordnet, damit die Daten gemeinsam mit anderen räumlichen Daten dargestellt werden können.⁴⁵

Vektordaten

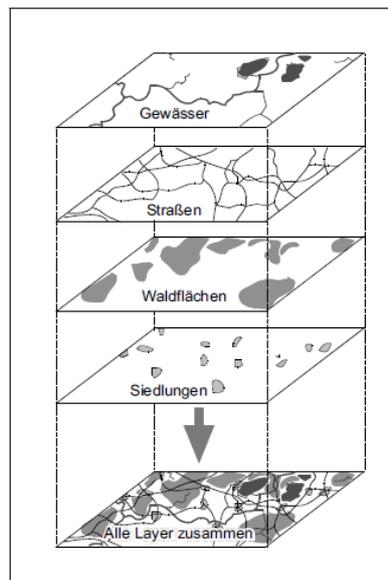
Vektordaten werden eingesetzt, wenn großmaßstäbige Daten oder Daten hoher Genauigkeit verarbeitet werden. Sie können als Punkte, Linien und Flächen dargestellt werden. Mithilfe von Punkten lassen sich Objekte konstruieren, die aus Flächen und Linien bestehen. Mithilfe dieser Grundelemente lassen sich Graphiken, Legenden, Maßstäbe und Texte konstruieren. Die Beschreibung der räumlichen Zusammenhänge wird als Topologie bezeichnet. Diese topologischen Beziehungen

⁴⁴ Ebd., S. 23-24.

⁴⁵ Ebd., S. 24-26.

bleiben auch bei und nach der Anwendung mathematischer Operationen (Projektionen) erhalten. Graphiken besitzen eigene Attribute wie z.B. Stärke und Farbe einer Linie oder die Füllfarbe eines Polygons. Graphiken können zusätzlich noch Sachdaten zugeordnet werden.

Gewonnen werden die Vektordaten über den Einsatz eines Digitalisierers oder eines photogrammetrischen Auswertegeräts, während Sachdaten über ein Programm vom Benutzer eingegeben werden. In der Computerkartographie wird die Vektorgraphik aufgrund deutlicher Vorteile gegenüber der Rastergraphik bevorzugt eingesetzt.⁴⁶



Verwaltung räumlicher Daten eines Gis durch eine Layerstruktur⁴⁷

Vektor und Rasterdaten haben Vor- und Nachteile:⁴⁸

Vor- und Nachteile	
Vektordaten	Rasterdaten
Geringer Speicherplatzbedarf	Großer Speicherplatzbedarf
Einfacher Zugriff auf die Objekte (Selektion)	Zugriff auf Objekte schwierig, auf einzelne Rasterzellen einfach
Komplexe Datenstruktur	Einfache Datenstruktur
Analysen von kontinuierlich verteilten räumlichen Daten erfordern komplexe Auswerteprogramme	Analysen von kontinuierlich verteilten räumlichen Daten sind einfach

⁴⁶ Ebd., S. 26.

⁴⁷ Ebd., S. 23.

⁴⁸ Ebd. S. 27.

2.7 Kategorien digitaler Kartengraphiken

2.7.1 Statische und Dynamische Karten

Statische Karten sind Kartengraphiken, die zur Anzeige von Standorten, Objektverteilungen oder auch raumzeitlichen Veränderungen verwendet werden. Über das WWW können die Karten betrachtet werden, jedoch besteht keine Möglichkeit, Einfluss auf Inhalt und Art der Darstellung zu nehmen. Meist handelt es sich um gescannte Papierkarten oder digitale Kartengraphiken, die über Desktop Mapping erzeugt wurden. Auf einem Server, der auch der Kartenviewer ist, liegen die digitalen Karten als Rasterformat (z.B. GIF, JPG) vor. Über ein Programmscript können dynamische Sachverhalte wie z.B. der Wechsel von einem Kartenbild zum nächsten gesteuert werden und so die raumzeitliche Dynamik visualisiert werden. Derartige Kartenanimationen können mit Java/Javascript oder dem GIF-Format durchgeführt werden.⁴⁹

2.7.2 Interaktive Karten

Interaktive Kartengraphiken (interactive maps) bieten dem Benutzer die Möglichkeit, eine interaktive Manipulation des Kartenbildes durch die Veränderung des Karteninhalts und der Darstellungsart vorzunehmen. Voraussetzung sind ein interaktiver Kartenserver (Mapserver), über den der Nutzer nicht nur auf die Graphikdaten, sondern auch auf die zugrunde liegenden Geodaten zugreifen kann. Die Karten werden auf HTML oder Java Basis durch Imagemaps erstellt⁵⁰. Die Karte ist die Schnittstelle für Datensammlungen/Datenbanken.

Interaktive Karten lassen sich in drei Gruppen einteilen:⁵¹

1. Karten, die durch programmtechnische Hinterlegung (Java / Javascript), über Schaltflächen (hotspots) auf ausgewählten Objekten (Signaturen) zusätzliche Informationen in Karten-, Bild- oder Datenform ermöglichen.

⁴⁹ Ebd. S.28-29.

⁵⁰ Katja Schröder, Schlimm Reinhold, Europakarten für das WWW. Notwendigkeiten und Möglichkeiten der Kartengestaltung und hypermedialen Integration. Kurzfassung eines Vortrags für den Deutsch-Niederländischen Kartographiekongreß Maastricht 99, 1999. <http://www.geog.fu-berlin.de/eurocis/maastricht99.html> 25.05.2012.

⁵¹ Vgl. Elmar Mittler, Möglichkeiten der Beschaffung und Bereitstellung von digitaler Karten im Sondersammelgebiet, Göttingen, 2002, S. 29-30.

Zusatzinformationen lassen sich auch über Animationsformen darstellen. Diese Form der Karte wird auch als *clickable map* bezeichnet.

2. Der Benutzer kann Inhalt und graphische Darstellung durch eine vor der Kartengenerierung getroffene Auswahl der zu verwendenden Datensätze bei vorgegebenem Flächenbezug eigenständig bestimmen.
3. Karten, in denen der Nutzer Inhalt, graphische Darstellung und auch den Flächenbezug individuell bestimmen kann. Ermöglicht wird dies durch eine gezielte Selektion der Primärdaten aus dem Datenpool und der Wahl der erforderlichen Datenvorverarbeitung.

In allen drei Fällen stellt das WWW das Kommunikationsmedium zwischen dem Nutzer und dem Server dar. Die Datenselektion geschieht über eine Abfragemaske. Der Kartenserver erzeugt bei jeder neu formulierten Anfrage das gewünschte Kartenbild.

2.7.3 Raumanalysekarten

Die als *spatial analysis maps* bezeichneten Karten bieten dem Nutzer nicht nur die individuelle Manipulation von Datenbestand und Kartengraphik, sondern auch die Möglichkeit eine räumliche Datenanalyse durchzuführen. Zwei Arbeitsschritte sind hier nötig: Die Visualisierung von Geodaten und die datenbankgestützte Analyse von Sachdaten. Zuerst wird eine Analyse der raumbezogenen Daten durchgeführt und anschließend erfolgt eine graphische und tabellarische Anzeige der Analyseergebnisse auf einer vorgefertigten Kartengraphik. Dafür ist eine Koppelung des interaktiven Kartenservers mit einem speziellen Geodatenserver, der Recherche und Analyseoperationen ausführen kann, nötig. Typische Raumanalysen sind Distanzoperationen, Einschlüsse und Netzoperationen.

Endprodukt der graphischen Analyse ist natürlich in jedem Fall eine Kartengraphik. Die Kartengraphik ist in der Regel eine Kombination aus vorgefertigten (Basis-) Karten mit abfragespezifisch ergänzten Signaturen und Schriftelementen. Meist handelt es sich dabei um eine *clickable map*.⁵²

⁵² Ebd., S. 30-31.

2.7.4 GIS-Karten

GIS-Karten entstehen aus der Graphikfunktionalität eines komplexen eigenständigen Geoinformationssystems. Sie sind das Ergebnis von komplexen netzbasierenden Verarbeitungsprozessen raumbezogener Massendaten. Die Verarbeitungsprozesse umfassen Koordinatentransformationen, Interpolationen, statistische Oberflächen, Erzeugung digitaler Geländeschummerungen oder die Verknüpfung von Satellitenbildern mit Geländemodellen. Derartige Prozesse übersteigen die Möglichkeiten eines einfachen Geodatenservers. Nur einem GIS ist, in Kombination mit einem separaten Geodatenserver, das volle Ausschöpfen des Leistungspotentials für raumbezogene Datenverarbeitung möglich. Ergebnis ist eine statische oder animierte Kartengraphik.

GIS-Karten lassen sich, abhängig von der Platzierung des GIS (lokal beim Client oder extern auf einem Netzserver) wie folgt aufteilen:

1. Karten, die auf einem externen Server erzeugt und anschließend im Rasterformat an den Client übermittelt werden (Clientseitiges lokales GIS ist nicht notwendig)
2. Karten, deren geometrische und thematische Merkmale entsprechend der Anfrage auf dem online Geodatenspeicher selektiert werden und anschließend an den Client übermittelt werden. Der Client benötigt ein installiertes GIS, um die modellierten Daten in analoger Kartenform präsentieren zu können.

Bei beiden Kartenformen ist mit der entsprechenden Software ein weiteres Modellieren möglich.⁵³

⁵³ Vgl. ebd., S. 31-32.

3. Das OAIS-Referenzmodell

Das *Open-Archive Information System Reference Model* (OAIS- Referenzmodell) beschäftigt sich mit der Langzeitarchivierung elektronischer Publikationen. Der Begriff ‚Archiv‘ wird hier in seinem eigentlich Sinne verwendet: eine Organisation mit der Aufgabe Dokumente langfristig zu bewahren und zu erschließen. Das Prozessmodell soll vor allem grundlegende Begriffe der digitalen Archivierung klären und entsprechende Schlüsselprozesse identifizieren.⁵⁴

3.1 Hintergründe des OAIS

Das OAIS-Referenzmodell ist ein ISO-Standard, welches dem Erhalt von elektronischen Dokumenten dient. 1995 beauftragte die *International Organisation of Standardization* (ISO) das *Consultative Committee for Space Data Systems* (CCSDS⁵⁵), einem Komitee von verschiedenen Weltraumorganisationen, mit dessen Ausarbeitung. 1999 erschien nach mehrjähriger Forschung eine erste Fassung des Referenzmodells, das jedoch mehrmals überarbeitet wurde. Die Version aus dem Jahre 2003 wurde als ISO Norm Nr. 14721:2003 (ISO 2003)⁵⁶ angenommen.

Auch wenn die Ursprünge des OAIS Referenzmodells in der Raumfahrt liegen, liefert es ein allgemeines, theoretisches Modell für die Funktion eines Archivs. Im Referenzmodell selbst werden keine Annahmen über die Art der Daten festgelegt, es kann also bei analogen und digitalen Daten angewendet werden. Jedoch steht digitale Archivierung im Vordergrund. Einige Institutionen haben aber neben dem Archivieren noch weitere Verantwortungen wie „processing and distribution in response to programmatic needs“.⁵⁷ Die Relevanz des OAIS Referenzmodells geht also über den klassischen Aufgabenbereich hinaus:

⁵⁴ Uwe M. Borghoff, *Langzeitarchivierung: Methoden zur Rettung digitaler Datenbestände*, Heidelberg, 2003. S. 25-26.

⁵⁵ CCSDS, <http://www.ccsds.org/>

⁵⁶ ISO-Norm, http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=24683

⁵⁷ Vgl. CCSDS Consultative Committee for Space Data Systems (2002): *Reference Model for an Open Archival Information System (OAIS)*. Blue Book. Document CCSDS 650.0-B-1, S. 1.2. <http://public.ccsds.org/publications/archive/650x0b1s.pdf> 15.05.2012

„The explosive growth of information in digital forms has posed a severe challenge not only for traditional archives and their information providers, but also for many other organizations in the government, commercial and non-profit sectors. These organizations are finding, or will find, that they need to take on the information preservation functions typically associated with traditional archives because digital information is easily lost or corrupted. [...] Because much of the supporting information necessary to preserve this information is more easily available or only available at the time when the original information is produced, these organizations need to be active participants in the long-term preservation effort, and they need to follow the principles espoused in this OAIS reference model to ensure that the information will minimize the lifecycle costs and enable effective long-term preservation of the information.“⁵⁸

OAIS soll als ein Referenzmodell verstanden werden. Es gibt keine genauen Design- und Implementationsvorgaben. Es soll während einer spezifischen Lösungsentwicklung Funktionalitäten und Inhalte zur Verfügung stellen.⁵⁹ Durch das Referenzmodell werden minimale Bedingungen an ein Archiv gestellt. Für die Problematik der Langzeitarchivierung wurden ein Informations- und ein Prozessmodell, welche sich gegenseitig ergänzen, entwickelt.

3.2 Das Informationsmodell

„Information is defined as any type of knowledge that can be exchanged, and this information is always expressed (i.e., represented) by some type of data.“⁶⁰

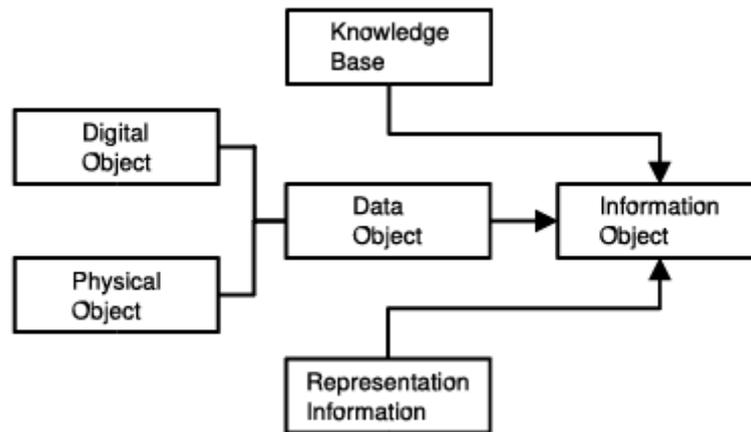
Im Informationsmodell wird zwischen Daten (engl. Data Object) und Informationen (engl. Information Object) unterschieden. Daten können analoge und digitale Objekte sein. Um Daten eine Bedeutung zu geben, müssen sie interpretiert werden. Um diese interpretieren zu können wird ein bestimmtes Wissen vorausgesetzt, welches als *Knowledge Base* bezeichnet wird. Zusätzlich benötigte Informationen werden als

⁵⁸ Ebd., S. 2.1. 15.05.2012

⁵⁹ Ebd. S. 1.3. 15.05.2012

⁶⁰ Ebd. S. 2.3. 15.05.2012

Representation Information bezeichnet. Representation Information beschreibt die Struktur und Semantik des Objekts.⁶¹



Das Informationsmodell⁶²

Representation Information bei INTERLIS2

INTERLIS ist eine Datenbeschreibungssprache und ein Transferformat, welches Geodaten besonders berücksichtigt. Die Hauptaufgabe von INTERLIS besteht darin, ein semantisches Datenmodell zu entwickeln.

Bei INTERLIS 2 wird das Datenmodell der Geodaten gleich zu Beginn des INTERLIS Dokuments in einer formalisierten Sprache beschrieben. Erklärungen zur von INTERLIS verwendeten Syntax befinden sich in einem Referenzhandbuch, welches in diversen Sprachen als PDF verfügbar ist. Im Referenzhandbuch wird die formale Sprache ‚Erweitertes Backus-Naur-Form‘⁶³ (EBNF) kurz beschrieben. Für Einzelheiten wird allerdings auf externe Literatur verwiesen⁶⁴. Damit also das Referenzhandbuch (Representation Information) vollständig verstanden werden kann, wird explizites Fachwissen (Knowledge Base) vorausgesetzt, zum Beispiel ein Handbuch zum Verständnis der EBNF.

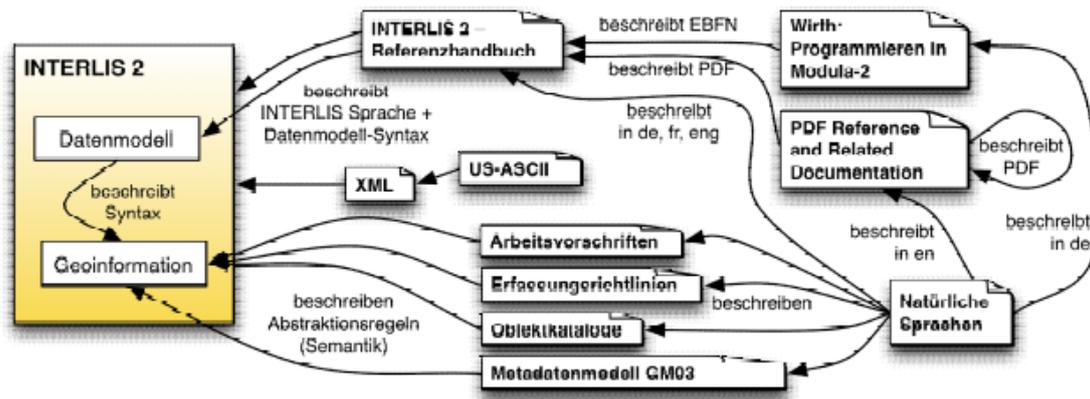
⁶¹ Vgl. Uwe M. Borghoff, Langzeitarchivierung: Methoden zur Rettung digitaler Datenbestände, Heidelberg, 2003, S. 26-29.

⁶² Uwe M. Borghoff, Langzeitarchivierung: Methoden zur Rettung digitaler Datenbestände, Heidelberg, 2003, S. 27.

⁶³ http://de.wikipedia.org/wiki/Erweiterte_Backus-Naur-Form, 17.05.2012

⁶⁴ KOGIS, Analyse Geodatenmark Schweiz, 2006, S.23. http://www.interlis.ch/interlis2/docs23/ili2-refman_2006-04-13_d.zip, 17.05.2012.

Die Regeln, mit welchen die Geoinformationen umgesetzt werden, müssen ebenfalls bekannt sein: Wie wurde gemessen? Wie wurde abgebildet? Um diese Fragen beantworten zu können, müssen Dokumente mit Arbeitsvorschriften, Erfassungsrichtlinien und Objektkatalogen vorhanden sein. Damit diese Dokumente wieder verstanden werden können, werden Kenntnisse des Vermessungswesen und der Geoinformationen benötigt.⁶⁵



Representation Information am Beispiel Interlis⁶⁶

Das Ausmaß einer Representation Information hängt also von der *Designated Community* ab:

„Since a key purpose of an OAIS is to preserve information for a Designated Community, the OAIS must understand the Knowledge Base of ist Designated Community to understand the minimum Representation Information that must be maintained. The OAIS should then make a decision between maintaining the minimum Representation Information needed for ist Designated Community, or maintaining a larger amount of Representation that may allow understanding by a larger Consumer community with a less specialized Knowledge Base. Over time, evolution of the Designated Community’s Knowledge Base may require updates to the Representation Information to ensure continued understanding.“⁶⁷

⁶⁵ Vgl. Christian Gutknecht, Archivierung von Geodaten bei swisstopo, (unveröffentlichte Diplomarbeit HTW Chur), Chur, 2008, S.48-49.

⁶⁶ Ebd., S.30.

⁶⁷ CCSDS Consultative Committee for Space Data Systems (2002): Reference Model for an Open Archival Information System (OAIS). Blue Book. Document CCSDS 650.0-B-1, S. 2.4.

Nach dieser Abgrenzung wird im OAIS Referenzmodell die nächste Informationseinheit modelliert: Ein *Information Package*. Ein Information Package besteht aus zwei Komponenten:⁶⁸

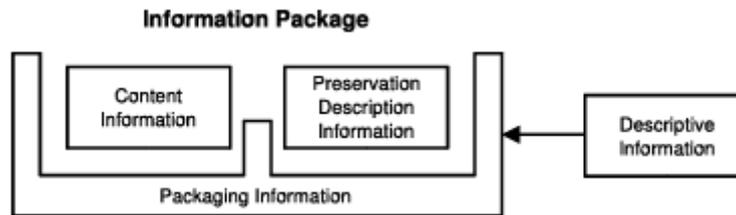
- Die *Content Information* enthält jene Informationen, welche das Archiv eigentlich bewahren möchte. Sie beinhaltet alle Informationen, die zum Verstehen der Daten nötig sind, also Data Object und Representation Information, in diesem Falle also die tatsächliche Geoinformation.
- Als *Preservation Description Information* (PDI) werden alle Informationen bezeichnet, die benötigt werden um die dazu gehörende Content Information zu bewahren. In einem PDI sind die Informationen *Provenance*, *Context*, *Reference*, *Fixity* enthalten:⁶⁹
 - *Provenance describes the source of the Content Information, who has had custody of it since its origination, and its history (including processing history)*
 - *Context describes how the Content Information relates to other information outside the Information Package. For example, it would describe why the Content Information was produced, and it may include a description of how it relates to another Content Information object that is available.*
 - *Reference provides one or more identifiers, or systems of identifiers, by which the Content Information may be uniquely identified. Examples include an ISBN number for a book, or a set of attributes that distinguish one instance of Content Information from another-*
 - *Fixity provides a wrapper, or protective shield, that protects the Content Information from undocumented alteration. For Example, it may involve a check sum over the Content Information of a digital Information Package.*

Die Packaging Information gibt an, wie sich Content Information und PDI tatsächlich aufeinander beziehen.

⁶⁸ Vgl. Uwe M. Borghoff, Langzeitarchivierung: Methoden zur Rettung digitaler Datenbestände, Heidelberg, 2003. S. 26-31.

⁶⁹ Zit. CCSDS Consultative Committee for Space Data Systems (2002): Reference Model for an Open Archival Information System (OAIS). Blue Book. Document CCSDS 650.0-B-1, S. 2.6.

Für die im Archiv gespeicherten Information Packages werden noch Metadaten benötigt. Hierfür ist eine *Descriptive Information* vorgesehen. Descriptive Information beschreibt den Inhalt eines Information Package und ermöglicht das Auffinden im Archiv.



Aufbau eines Information Packages⁷⁰

Granularität der Information Packages

Spezialisierungen eines Archival Information Packages (AIP) sind *Archival Information Units* (AIU) und *Archival Information Collection* (AIC). Mit ihnen sollen Abstufungen innerhalb der Informationsebene möglich sein. Die AIU stellt dabei die kleinste Einheit von Informationen dar, die im Archiv gespeichert wird. In einer AIU ist nur eine Content Information enthalten und eine dazu gehörende PDI. Mehrere AIUs können ein AIC bilden, die wiederum Teil einer anderen AIC sein können.⁷¹ Nach außen muss diese Unterteilung aber nicht streng übernommen werden:

„From an Access viewpoint, new subsetting and manipulation capabilities are beginning to blur the distinction between AICs and AIUs. Content objects which used to be viewed as atomic can now be viewed as containing a large variation of contents based on the subsetting parameters chosen. In a more extreme example, the Content Information of an AIU may not exist as a physical entity. The Content Information could consist of several input files (or pointers to the AIPs containing these data files) and an algorithm which uses these files to create the data objects of interest.

From an information preservation viewpoint, the distinction between AIU and AIC remains clear. An AIU is viewed as having a single Content Information

⁷⁰ Uwe M. Borghoff, Langzeitarchivierung: Methoden zur Rettung digitaler Datenbestände, Heidelberg, 2003, S. 28.

⁷¹ Vgl. Christian Gutknecht, Archivierung von Geodaten bei swisstopo, (unveröffentlichte Diplomarbeit HTW Chur), Chur, 2008, S.52.

*Object that is described by exactly one set of PDI. An AIC Content Information is viewed as a collection of other AICs and AIUs, each of which has its own PDI. In addition, the AIC has its own PDI that describes the collection criteria and process.*⁷²

Das Bestimmen der kleinsten Informationseinheit ist im OAIS-Referenzmodell frei. Zumindest bei Geodaten ist die kleinste Informationseinheit relativ offensichtlich.

Luftbilder

Handelt es sich um ältere Luftaufnahmen, ist das einzelne Photo als kleinste Einheit zu definieren. Bei modernen Luftaufnahmetechniken gestaltet sich die Bestimmung der kleinsten Einheit schon schwierig: Der Luftbildscanner nimmt während des Fluges Streifen in verschiedenen Kanälen (RGB, PCh, NIR) entlang der Fluglinie auf. Schlussendlich liegen die Sensorzeilen als große Binärdatei vor, aus welchen in Nachbearbeitungsprozessen die Luftbilder im Rasterformat extrahiert werden. Für ein AIP kann nun einer dieser extrahierten Luftbildstreifen als kleinste Einheit angesehen werden. Kleinere oder größere AIUs sind jedoch auch möglich.⁷³

Geodatenbanken

Bei Geodatenbanken bieten sich gleichfalls verschiedene Lösungen an. Bei Geodatenbanken handelt es sich in der Regel um objektrelationale Datenbanken. Die Datenbank enthält also viele Elemente, die miteinander in Beziehung stehen, wie zum Beispiel Beziehungsklassen, Feature-Datasets, Feature-Klassen, Objekt-Klassen, Annotationen.⁷⁴ Bei der Speicherung werden miteinander verbundene Tabellen verwendet.

Ist in diesem Fall nun die gesamte Datenbank eine einzelne Tabelle oder sind nur einzelne Werte die kleinste Einheit? Unbedingt muss bedacht werden, dass bei einer

⁷² Zit. CCSDS Consultative Committee for Space Data Systems (2002): Reference Model for an Open Archival Information System (OAIS). Blue Book. Document CCSDS 650.0-B-1, S. 4.38.

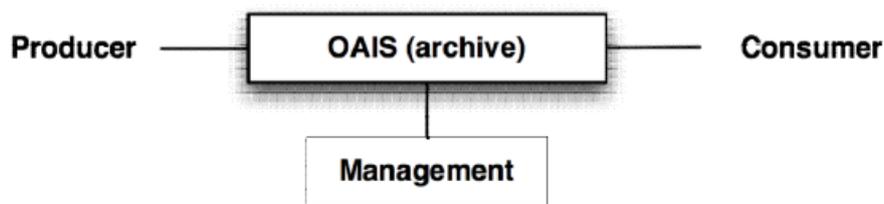
⁷³ Vgl. Christian Gutknecht, Archivierung von Geodaten bei swisstopo, (unveröffentlichte Diplomarbeit HTW Chur), Chur, 2008, S.52-53.

⁷⁴ ESRI, Geodatabase Elemente, 2008. <http://esrgermany.de/products/arcgis/geodatabase/elements.html>, 17.05.2012

zu kleinen Einheit Funktionalitäten und übergreifende Bestandteile gefährdet werden können. Wird hingegen die gesamte Datenbank ausgewählt, so beinhaltet es auch meist das Datenbankmanagementsystem (DBMS), was zu sehr komplexen und großen Information Packages führen kann, welche dann wiederum schwer zu migrieren sind.⁷⁵

3.3 Umgebungs- und Prozessmodell

Die Aufgabe eines Archivs besteht darin, Informationen zu erhalten, welche es von außen erhält und diese schlussendlich Nutzern zur Verfügung stellt. Folglich ist eine Zusammenarbeit zwischen dem Erzeuger, welcher die Informationen liefert und dem und dem Archiv, welches die Daten speichert und einem Nutzer zur Verfügung stellt.



Umgebung des OAI-Archivs⁷⁶

Das OAI Referenzmodell unterscheidet drei verschiedene Information Packages:⁷⁷

- Das Submissive Information Package (SIP), welches vom Erzeuger an das Archiv geliefert wird.
- Das schon beschriebene Archival Information Package (AIP), welches alle die im Archiv gespeicherten Informationen enthält.
- Das Dissemination Information Package (DIP), welches schlussendlich der Archivnutzer erhält.

Das OAI-Referenzmodell unterscheidet sechs Hauptfunktionalitäten. Diese wiederum können in weitere Unterfunktionalitäten aufgeteilt werden:⁷⁸.

⁷⁵ Vgl. Christian Gutknecht, Archivierung von Geodaten bei swisstopo, (unveröffentlichte Diplomarbeit HTW Chur), Chur, 2008, S.53.

⁷⁶ CCSDS Consultative Committee for Space Data Systems (2002): Reference Model for an Open Archival Information System (OAIS). Blue Book. Document CCSDS 650.0-B-1, S.2.2.

⁷⁷ Vgl. Uwe M. Borghoff, Langzeitarchivierung: Methoden zur Rettung digitaler Datenbestände, Heidelberg, 2003, S. 29.

3.3.1 Ingest

Beim Ingest Prozess empfängt das Archiv SIPs von einem Erzeuger und bereitet im Archiv die Speicherung und Verwaltung vor. Zu den Hauptaufgaben gehören das Aushandeln von Verträgen mit dem Erzeuger, Qualitäts-, Vollständigkeit- und Authentizitätsprüfung. Nach der Validierung werden die SIPs in AIPs umgewandelt. Dabei muss bereits bekannt sein, wie ein entsprechendes AIP aussehen soll (Informationsebene, Struktur, Metadaten, Format, etc.). Eventuell muss das SIP noch in ein archivtaugliches Format konvertiert werden. Damit das AIP vollständig wird, muss es noch mit der nötigen Descriptive Information ergänzt werden.

Schlussendlich wird das neu gebildete AIP an den Archival-Storage-Prozess und die dazugehörige Descriptive Information an das Data Management übergeben.

Mit dem Ingest Prozess erfolgt auch die Übertragung der Verantwortung des Produzenten an das Archiv.

3.3.2 Archival Storage

Der Prozess des Archival Storage ist für die Speicherung und Rückgewinnung der AIPs zuständig. Zusätzlich ist die Speicherverwaltung, die Unversehrtheit der AIPs gegenüber Speicherfehlern und der regelmäßige Wechsel der Speichermedien Teil des Prozesses.

Im Archival Storage und im gesamten OAIS-Referenzmodell werden keine Angaben über bestimmte Speichermedien gemacht. Die Entscheidung über die Wahl des Speichermediums und der Speicherart wird vom Archiv getroffen.

3.3.3 Data Management

Im Data Management werden die deskriptiven Informationen und jene Daten verwaltet, die für das Funktionieren des Systems erforderlich sind. Die Daten werden in einer Datenbank gehalten. Für die Fortführung und Administration der Daten und Anfragen an die Archivdatenbank ist der Prozess ebenfalls zuständig.

⁷⁸ Vgl. ebd. S. 29-31.

3.3.4 Administration

Bei diesem Prozess handelt es sich um die Organisationseinheit aller OAIS-Komponenten. Das Funktionieren des gesamten Archivs ist Aufgabe der Administration. Hier werden die Bedingungen ausgehandelt, unter denen die Produzenten die Daten an das Archiv senden und es wird kontrolliert, ob die erhaltenen SIPs auch den Archivstandards, welche ebenfalls hier festgelegt werden, entsprechen. Ebenso werden hier auch die Migrationsstrategien, bevorzugte Datenformate, Zugangsbestimmungen, Benutzerordnung und Vorgaben zur Datensicherheit festgelegt.

3.3.5 Preservation Planning

Hierbei handelt es sich um den eigentlichen Kern der Langzeitarchivierung. Davon ausgehend, dass sich die Umgebung außerhalb des OAIS verändert und die Archivinhalte sich dem Wechsel anpassen müssen, beschreibt es alle Aufgaben, die nötig sind, um den technischen Zugriff auf die im Archiv gespeicherte Informationen zu ermöglichen.

3.3.6 Access

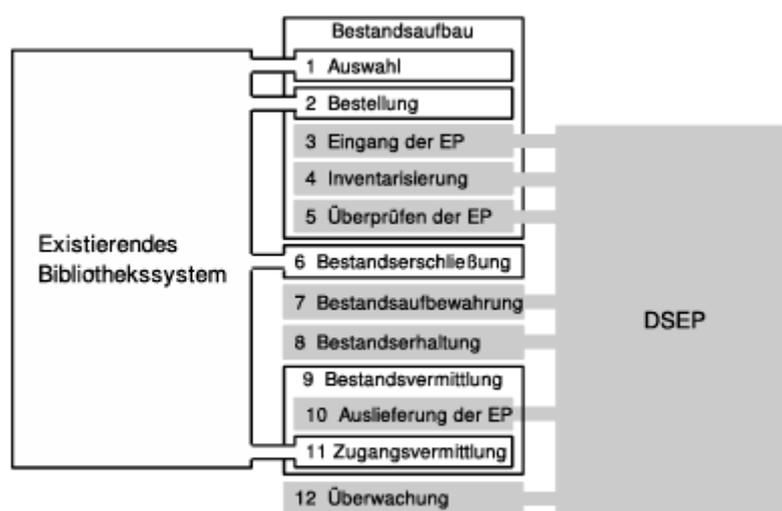
Access stellt die Schnittstelle zwischen dem Archiv und dem Nutzer des Archives dar. Der Benutzer kann im Access Bereich, zum Beispiel über einen Online Katalog, über Metadaten nach den im Archiv gespeicherten Inhalten suchen. Auf eine Benutzeranfrage wird aus dem AIP ein DIP gebildet, welches schlussendlich dann dem Verbraucher zur Verfügung gestellt wird. Bei der Erstellung des DIP kann es zur Durchführung verschiedener Operationen kommen:

„The types of operations, which may be carried out, include statistical functions, sub-sampling in temporal or spatial dimensions, conversions between different data types or output formats, and other specialized processing (e.g., image processing)“⁷⁹

⁷⁹ CCSDS Consultative Committee for Space Data Systems (2002): Reference Model for an Open Archival Information System (OAIS). Blue Book. Document CCSDS 650.0-B-1, S. 4.16.

DSEP ist als eigenständiges Modul eines Bibliothekssystems konzipiert, wie es auch heute schon genutzt wird. DSEP muss also nicht neu entwickelt werden, sondern kann die Funktionen nutzen, welche Bibliothekssysteme bereits bieten.

Bei der Festlegung der Prozesse beschloss man schon 1998, sich auf das OAIS-Referenzmodell zu stützen. DSEP nutzte schon zu Beginn die Vorteile internationaler Standardisierungsprogramme. DSEP verfügt, im Gegenteil zu OAIS, schon über eine Umgebung. Anstelle von Erzeuger und Verbraucher tritt das schon etablierte Bibliothekssystem.



Der Geschäftsgang einer DSEP unterstützten Bibliothek oder Archivs⁸³

Da die Arbeitsabläufe des DSEP unter logisch-funktionalen Gesichtspunkten gegliedert werden, können einzelne Abläufe auf mehreren Ebenen stattfinden: Eine bereits gespeicherte Information wird über den Preservation Prozess migriert und dabei in ein neues Datenformat umgewandelt. Das neu erzeugte Dokument wird wieder an den Ingest Prozess weitergegeben, wo es auf seine Archivtauglichkeit überprüft wird und mit neuen Metadaten bestückt wird. Die Information landet schlussendlich wieder im Archival Storage, während die Metadaten an das Data Management weitergeleitet werden.

⁸³ Uwe M. Borghoff, Langzeitarchivierung: Methoden zur Rettung digitaler Datenbestände, Heidelberg, 2003, S. 33.

Die aus dem OAIS bekannten *Prozesse Ingest, Archival Storage, Data Management, Administration* und *Access* bleiben im DSEP erhalten, wobei beim DSEP einige der Aufgaben bereits vom vorhandenen Bibliothekssystem erledigt werden.

Jedoch kommen zwei weitere Prozesse hinzu. *Delivery & Capture* enthält sämtliche neuen digitalen Publikationen, die ins DSEP aufgenommen werden sollen. Die eingehenden Dokumente liegen in den verschiedensten Datenformaten vor. *Delivery & Capture* transformiert die Dokumente in archivtaugliche SIPs und leitet diese an den *Ingest* Prozess weiter.

Packaging & Delivery vermitteln die Informationen an den Benutzer. Dabei werden die vom *Access* Prozess bereitgestellten DIPs, verarbeitet, ausgepackt und in eine kompatible Form transformiert, sodass die Daten im Bibliothekssystem abgespielt werden können.

Im DSEP Modell wird der *Preservation* Prozess erweitert und in zwei Subprozesse *Preservation Planning* und *Preservation Activities* unterteilt.

Preservation Planning ist für die Erforschung der Langzeitarchivierung zuständig und beinhaltet mehrere Teilprozesse:

- *Develop Preservation Standards & Strategies*: Hier werden Standards und Konzepte entwickelt, damit ein Archiv zukünftigen digitalen Entwicklungen angemessen und flexibel entgegenzutreten kann.
- *Develop Packaging Designs*: Hier wird das Design, nach dem die SIPs, AIPs, und DIPs gebildet werden, entwickelt.
- *Define Reference Platforms*: Reference Platforms umfassen Hardware und Softwarekomponenten, die für den Zugriff und das Ausführen der digitalen Dokumente benötigt werden. Es muss dafür gesorgt werden, dass für alle Dokumente, die sich im Archiv befinden ein passendes Referenzsystem vorhanden ist.
- *Monitor Technology/ Technology Watch*: Damit Maßnahmen ergriffen werden können, muss die sich verändernde Umgebung erst erkannt werden. Das Archiv muss nicht nur die Trends des Technologiewandels im Auge behalten, sondern auch Bewegungen innerhalb der Designated Community verfolgen. Findet ein Formatwandel von einem Datenformat zu einem neuen, von der

Designated Community bevorzugten Datenformat statt, so ist dieser Trend vom Archiv wahrzunehmen.

Der Subprozess Preservation Activities soll die laufenden Aktivitäten des Archivs im Sinne der Langzeitarchivierung koordinieren und überwachen:

- *Create New Reference Platform*: Hier werden die neuen Referenz-Plattformen definiert und zur Speicherung im Archiv in SIPs umgewandelt.
- *Archival Information Update*: Der Prozess behandelt die Aktualisierung der im Archiv gespeicherten AIPs.

3.5 Anforderungen des OAIS-Referenzmodells

Damit ein Archiv OAIS kompatibel ist, muss es folgenden Anforderungen entsprechen:⁸⁴

- *Negotiate for and accept appropriate information from information Producers.*
- *Obtain sufficient control of the information provided to the level needed to ensure Long-Term Preservation*
- *Determine sufficient control of the information provided to the level needed to ensure Long-Term Preservation.*
- *Determinem either by itself or in conjunction with other parties, which communities should become the Designated Community and, therefore, should be able to understand the information provided.*
- *Ensure that the information to be preserved is independently Understandable to the Designated Community. In other words, the community should be able to understand the information without needing the assistance of the experts who produced the information.*
- *Follow documented policies and procedures which ensure that the information is preserved against all reasonable contingencies, and which enable the*

⁸⁴ Zit. CCSDS Consultative Committee for Space Data Systems (2002): Reference Model for an Open Archival Information System (OAIS). Blue Book. Document CCSDS 650.0-B-1, S. 3.1.

information to be disseminated as authenticated copies of the original, or as traceable to the original.

- *Make the preserved information available to the Designated Community*

4. Geodateninfrastruktur

In zahlreichen Diskussionen um den Aufbau von Geoinfrastrukturen, die für immer mehr Anwender einen effizienteren Zugriff auf Geoinformationen erlauben, wurde der Begriff *Spatial Data Infrastructure* (SDI) geprägt. Im deutschsprachigen Raum hingegen setzte sich der Begriff *Geoinfrastruktur* (GDI) durch. Die Gleichsetzung von raumbezogenen Informationen und Geoinformationen ist bestimmt nicht korrekt, jedoch werden die beiden Begriffe SDI und GDI weitgehend als gleichwertig betrachtet.

Groot &McLaughlin⁸⁵ zufolge, umfasst eine GDI vernetzte Geodatenbanken und Funktionalitäten für den Umgang mit den Daten. Zusätzlich beinhaltet sie aber auch den Bereich der institutionellen, organisatorischen, technologischen und wirtschaftlichen Ressourcen, die Entwicklung und Pflege der GDI und den verantwortungsvollen Umgang mit den betreffenden Geoinformationen. Rajabifard, Feeney und Williamson⁸⁶ haben eine ähnliche, aber prozessorientiertere Ansicht: Nutzer, Netzwerk, Regeln, Standards und Daten sind die grundlegenden Bestandteile einer GDI. Das Zusammenspiel von Netzwerk, Regeln und Standards sollen dem Nutzer Zugang zu den Daten ermöglichen.

Die Mechanismen, Regelwerke und Standards sind für den Aufbau und Betrieb der GDI notwendig. Sie sind also gleichzeitig Gegenstand und Voraussetzung für eine GDI. Wird einer der Bausteine entfernt, funktioniert die GDI nicht mehr.⁸⁷

4.1 Wozu GDI

Weltweit sind derzeit große Bemühungen zur Errichtung und Betrieb einer GDI zu beobachten. Sowohl auf regionaler, nationaler und internationaler Ebene, als auch auf Instituts- und Firmenebene werden GDI errichtet und ermöglichen die kooperative Nutzung von GI-Diensten. Vorteil ist, dass die Fachdaten und GI-Dienste für den Ad-

⁸⁵ R Groot, J McLaughlin (eds), Introduction. Geospatial Data infrastructure – Concepts, cases, and good practice, Oxford, 2000, S.1-12.

⁸⁶ A. Rajabifard, M.E. Feeney, I.P.Williamson, Future Directions for SDI Development. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 4(1), 2002, S.11-22.

⁸⁷ Vgl. Lars Bernhard, Joep Crompvoets, Jens Fitzke, Geodateninfrastruktur – ein Überblick, in: Geodateninfrastruktur, Grundlagen und Anwendungen, Heidelberg, 2005, S.3.

hoc-Zugriff an der Stelle gespeichert werden, wo auch die Daten erstellt und fortgeführt werden beziehungsweise die Dienste entwickelt werden. Die Folge ist eine Effizienz- und Qualitätssteigerung.

Rajabifard et al⁸⁸ sehen die Vorteile für den Anwender und Anbieter von Geoinformationen folgendermaßen:

- Reduzierte Kosten der Datenproduktion
- Vermeidung von (unnötigen und teuren) Mehrfacherhebungen und Aufnahmen
- Geringere Aufwände für den Datenzugriff (Zeit- und Kostenersparnisse)
- Verbesserter Datenaustausch zwischen unterschiedlichen Institutionen und Anwendungsdomänen
- Effizientere Datennutzung
- Effizientere Entwicklung von Diensten unter Verwendung existierender Daten und Standards
- Angebot höherwertiger Daten für die Entscheidungsunterstützung
- Verbesserung politischer Beschlüsse unter Verwendung einfach zugänglicher Daten,
- Möglichkeit der Entscheidungsfindung über Zuständigkeits- und Fachbereichsgrenzen hinweg
- Bereitstellung von technischen Anleitungen an Anbieter
- Marktexpansion
- Erleichterung des Wissensaufbaus, der Kommunikation und des Wissenstransfers

4.2 Standards und Technologien für interoperable Geoinformationssysteme

Beim Übergang von geschlossenen Geoinformationssystemen (GIS) zu interoperablen GIS kam es zu einem Paradigmenwechsel bei der Entwicklung von GIS-Standards. Die Standards dienen nicht mehr nur der Beschreibung neuer

⁸⁸Vgl. I.P Williamson, A. Rajabifard, M.-E Feeney (Eds.), Developing spatial data infrastructures, from concepts to reality, London/New York, 2003.

Formate, sondern richten sich auf die Spezifikation der Schnittstellen von GI-Diensten, welche bei einer konkreten Nutzeranfrage die aufbereiteten Geoinformationen (zum Beispiel eine berechnete Route, eine thematische Karte, etc.) liefern. Die Standardisierung von Datenschnittstellen wird durch eine Spezifikation von Dienstschnittstellen abgelöst. Wesentliche Rolle spielt hier das Open GIS Consortium (OGC), welches sich zur wichtigsten Institution für die Schaffung der Schnittstellenspezifikation von interoperabler Geoinformationsdienste entwickelt hat.

Die Internetrevolution war für den Paradigmenwechsel nur fördernd. Es ist also nicht wunderlich, dass die Basisinfrastruktur einer GDI meist als Web Dienst eingesetzt wird.

GDI soll aber traditionelle GIS Systeme nicht ablösen. GIS sind weiterhin Werkzeuge von Geo-Experten für Geo-Experten um räumliche Phänomene zu modellieren und zu analysieren. GDI soll ein GIS ergänzen und adressiert in seiner Anwendergruppe speziell die Nicht-GIS-Experten. Ein GIS ist für die Datenzusammenstellung und Methodenentwicklung zuständig und stellt diese dann der GDI zu Verfügung.⁸⁹

4.3 Verbreitung des GDI Gedankens

Auf globaler Ebene, versuchen derzeit mehr als 30 Nationen eine GDI zu errichten.⁹⁰ Dabei versucht die *Global Spatial Data Infrastructure* Initiative in allen UN-Staaten eine GDI zu errichten, um die internationale Harmonisierung der nationalen GDI zu unterstützen. Für den Aufbau einer GDI ist das sogenannte *Cookbook* vorgesehen.

Die europäische Initiative Infrastructure for Spatial Information in Europe (INSPIRE) zielt auf die Initialisierung und Koordinierung nationaler GDI, mit dem Ziel eine European Spatial Data Infrastructure (ESDI)

⁸⁹ Lars Bernhard, Geodateninfrastruktur – ein Überblick, in: Geodateninfrastruktur, Grundlagen und Anwendungen, Heidelberg, 2005, S.5-6.

⁹⁰ J. Crompvoets, A. Bregt, World status of national spatial data Geoportals, URISA journal, 15 (APA I), 2003, 43-49.

Rajabifard et al⁹¹ versuchte mit einer GDI-Hierarchie der Vielfalt an GDI mit der Verwendung des Maßstabes als konzeptbildendes Merkmal Herr zu werden:⁹²

„Eine bundes- oder landesweite gesetzliche Anforderung an die für eine GDI zu verwendende Standards wird in erheblichem Maße auch die Entwicklung einer kommunalen GDI beeinflussen. Eine nationale GDI (National SDI) wird i.d.R. auf Komponenten der landesweiten und kommunalen Geodateninfrastrukturen (State SDIs, Local SDIs) aufsetzen. Ähnliches gilt für die horizontalen Beziehungen, dass die gegenseitige Beeinflussung der Geodateninfrastruktur zweier benachbarten Kommunen oder benachbarten Länder sicherlich größer ist als im Falle nichtbenachbarter Zuständigkeitsbereiche.“

4.4 OGC, OGC Europe und ISO

OGC ist ein 1994 gegründetes internationales Industriekonsortium mit mehr als 250 Mitgliedern. Die aus der Industrie, Behörden, öffentlicher Verwaltung und Universitäten stammenden Mitglieder haben sich zum Ziel gesetzt, einheitliche und interoperable Zugriffsmethoden auf raumbezogene Informationen zu entwickeln:

„Eine Informationswelt zu schaffen, in der jedermann Geoinformationen und Geodienste über Netzwerk-, Applikations- und Plattformgrenzen hinweg nutzen können.“⁹³

Offene Schnittstellen und Protokolle werden über frei verfügbare Implementierungsspezifikationen (*OpenGIS[®]-Implementation Specification*) definiert. Sie ermöglichen den Zugriff auf komplexe Geoinformationen mittels ortsbezogener und mobiler Dienste. Spezifikationskonforme Produkte und Dienste ermöglichen es dem Anwender, Geoinformationen über Netzwerke und Applikationen auszutauschen und zu nutzen. Durch Interoperabilität der Anwendungen steht es dem Nutzer und

⁹¹ A. Rajabifard et al, Future Directions for SDI Development. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 4(1), 2002, S.11-22.

⁹² Zit. Lars Bernhard, Geodateninfrastruktur – ein Überblick, in: Geodateninfrastruktur, Grundlagen und Anwendungen, Heidelberg, 2005, S.7.

⁹³ Günther Pichler, Martin Klopfer, Spezifikation und Standardisierung – OGC, OGC Europe und ISO in: Geodateninfrastruktur, Grundlagen und Anwendungen, Heidelberg, 2005, S.9.

seiner Anwendungsumgebung frei, diejenigen Anwendungen zu benutzen, welche für seine Zwecke am geeignetsten erscheinen:

„Unsere zentrale Aufgabe ist es, raumbezogene Schnittstellenspezifikationen zu erstellen, die weltweit frei verfügbar sind und unentgeltlich genutzt werden können.“⁹⁴

Informationsanbieter, Anwendungsentwickler und Integratoren sind dadurch mit geringerem Zeit- und Kostenaufwand und höherer Flexibilität in der Lage, dem Konsumenten leistungsfähigere Produkte und Dienste bereitzustellen.

Beim Umsetzen des OGC Gedankens wird an den folgenden Grundsätzen festgehalten:⁹⁵

- *Konsens als Arbeitsziel: OGC arbeitet nach dem Konsensprinzip. Ausgehend von einem gemeinsamen Verständnis der Anforderungen einigen sich Systementwickler, Integratoren und Anwender auf die Spezifikation.*
- *Formalisierung des Spezifikationsprozesses: Die OGC-Mitglieder entwickeln, überprüfen und veröffentlichen OpenGIS-Spezifikationen in strukturierter und abgestimmten Programmen des OGC.*
- *Organisation von Interoperabilitätsprojekten: OGC nutzt eine Reihe von innovativen Techniken, die es Systementwicklern und Integratoren ermöglichen, schnell und effizient Spezifikationen auf Basis von spezifischen Benutzeranforderungen zu testen, zu prüfen und zu dokumentieren.*
- *Erarbeitung von strategischen Geschäftsmöglichkeiten: Mitglieder und Mitarbeiter des OGC beobachten permanent den Markt, um neue Anwendergruppen zu identifizieren, die einen Vorteil aus der Nutzung von raumbezogenen Informationen aus heterogenen Quellen ziehen können, und motiviert diese, bei der Erstellung von OpenGIS Spezifikationen mitzuarbeiten und diese anzuwenden.*
- *Steigerung der Nachfrage nach interoperablen Produkten: OGC arbeitet gemeinsam mit seinen Mitgliedern durch Marketingaktion und Öffentlichkeitsarbeit daran, dass bei den Anwendern Bewusstsein und*

⁹⁴ Ebd., S.9.

⁹⁵ Zit. ebd., S.9-11.

Akzeptanz bezüglich interoperabler GIS generell und speziell für die OpenGIS-Spezifikation erhöht werden.

- *Eingehen von strategischen Partnerschaften mit anderen Standardisierungsorganisation: OGC pflegt intensive Partnerschaften mit anderen internationalen Standardisierungsorganisationen und Industriekonsortien, um die eigenen Ziele im Hinblick auf Interoperabilität verstärkt verfolgen zu können. Dazu gehören u.a. das World Wide Web Consortium (W3C), die Organisation for the Advancement of Structured Information Standards (OASIS), die Object Management Group (OMG) und vor allem die International Organisation for Standardisation (ISO)*

4.4.1 Spezifikationen und Standards im OGC

Bei GIS-Anwendungen handelt es sich um komplexe Spezialanwendungen, welche mit ihrer geschlossenen monolithischen Form und den zahlreichen verschiedenen GIS-Datenformaten die Verarbeitung von raumbezogenen Informationen für Behörden und Unternehmen erschweren. Ein gemeinsames Nutzen von raumbezogenen Informationen zwischen verschiedenen Systemen und Anwendergruppen erfordert einen erheblichen Zeitaufwand und Fachwissen. Standardisierungsbestreben der Vergangenheit bezogen sich vor allem auf:⁹⁶

- Datenformate und Datenaustauschformate
- Datenmodelle und Schemata
- Metadaten

Der Ansatz des OGC unterscheidet sich hier sehr von den traditionellen Standardisierungsansätzen. Die OGC-Spezifikationen zielen auf die von GIS bereitgestellten Funktionen. Über die Implementierungsspezifikationen werden die Zugriffsschnittstellen zu Geoinformationsdiensten (GI-Dienste) definiert, welche eine fest definierte GIS-Funktionalität zusammenfassen. Diese GI-Dienste können als abrufbare Funktion von GIS-Komponenten realisiert werden. Dadurch können unabhängig vom zugrundeliegenden System GI-Dienste beschrieben und für andere Softwaresysteme verfügbar gemacht werden. Der Zugriff auf Datenbestände wird ermöglicht, ohne dass eine Datenkonvertierung notwendig wird.

⁹⁶ Vgl. ebd., S.11.

Veröffentlichte OpenGIS-Spezifikationen sind kostenfrei für jedermann auf der OGC-Webseite verfügbar. Ein solcher Standard wird nach folgenden Kriterien als offen bezeichnet:⁹⁷

- Die Erarbeitung des OGC-Standards ist in offenen, konsensorientierten Verfahren ohne Restriktionen geschehen. Der Standard ist somit nicht proprietär und kann in Revisionsprozessen überarbeitet und funktional erweitert werden.
- Der Standard ist kostenfrei. Bei der Verbreitung und Nutzung, auch im kommerziellen Bereich, fallen keine Lizenzgebühren an.
- Der Standard ist öffentlich und wird vom OGC als Download angeboten. Die weitere Verbreitung wird nicht eingeschränkt.
- Der Standard ist nicht diskriminierend. Das Vorenthalten der Standards an Personen und Personengruppen ist folglich verboten.
- Der Standard ist herstellerunabhängig, womit die Nutzung unabhängig von Basistechnologie oder Benutzerschnittstelle erfolgen kann.

Nach dem erfolgreichen Abschließen eines Konformitätstests kann ein Softwareprodukt als *OGC-konform* bezeichnet werden. Da der Test jedoch kostenpflichtig ist, sind viele Unternehmen für einen solchen Test nicht bereit. Wenn einem Softwareprodukt Interoperabilität zu anderen Herstellern nachgewiesen werden kann, so kann es als *implementiert* bezeichnet werden.

Bestehende und produktiv genutzte Softwarekomponenten können um die Funktionalität der OpenGIS-Spezifikation erweitert werden. Mit diesem sogenannten *wrapping* soll gezeigt werden, dass die entsprechende Softwarekomponente einerseits weiterhin für ihren ursprünglichen Zweck, andererseits aber auch in einer interoperablen Umgebung genutzt werden kann.⁹⁸

⁹⁷ Vgl. ebd., S.12.

⁹⁸ Ebd., S.12-13.

4.4.2 Programme und Aktivitäten

Die Aktivitäten des OGC können in drei Programmen zusammengefasst werden:⁹⁹

Specification Program

Im Specification Program erfolgt der eigentliche Standardisierungsprozess: Vom gemeinsamen Verständnis der themenbezogener Anforderungen bis zum Verabschieden von Spezifikationen werden Prozesse durchlaufen, bei denen mehrere Komitees und Gremien mit einbezogen werden. Die Arbeit ist jedoch theoretisch geprägt: Hier werden Begriffe definiert, Anforderungen festgelegt, die Papiere verfasst, diskutiert und verabschiedet.

Interoperability Program

Das Interoperability Program wurde ergänzend zum Specification Program eingeführt. Hier wird zwischen *Testbeds* (Teststellungen) und *Pilot Projects* unterschieden. Ergebnisse eines Testbeds sind neue Spezifikationen. Pilot Projects prüfen die vorhandenen Spezifikationen anhand von alternativen Fragestellungen.

Outreach and Community Adoptions Program

Ziel des Outreach and Community Adoption Program ist die gezielte Verbreitung von OpenGIS-Entwicklungen und die damit verbundene Aufklärungsarbeit. Das Programm geht dabei speziell auf regionale Anforderungen und Rahmenbedingungen ein.

4.4.3 OGC-Europe

OGC Europe wurde mit folgenden Zielen beauftragt:¹⁰⁰

- *Verbreitung der OpenGIS-Technologien unter spezieller Berücksichtigung der Grundsätze und Anwendungsprinzipien der OpenGISSoftwarearchitektur im Hinblick auf die spezifische Situation in Europa.*

⁹⁹ Vgl. ebd., S.13-15.

¹⁰⁰ Zit. ebd., S.15.

- *Unterstützung von europäischen Organisationen in Projekten, in denen Interoperabilität eine zentrale Rolle spielt oder eine unabdingbare Anforderung darstellt und*
- *Identifikation von neuen, für Europa spezifischen Anforderungen an die OpenGIS-Spezifikation und Weiterleitung an OGC zur Behandlung in den Arbeitsgruppen des Specification Program oder den Testbeds bzw. Pilotprojekten des Interoperability Program.*

OGC Unterstützt Unternehmen bei der Erweiterung von bestehenden Informationssystemen mit dem besonderen Augenmerk auf offenen, interoperablen Infrastrukturen.¹⁰¹

- *Architecture Services*
- *Proof-of-Concept Services und*
- *Procurement Readiness Services*

4.5 INSPIRE – Eine europäische Infrastruktur für raumbezogene Daten

Die von INSPIRE verfolgten Ziele und Prinzipien betreffen nicht nur das Geoinformationswesen, sondern umreißen das gesamte moderne Informationswesen.¹⁰²

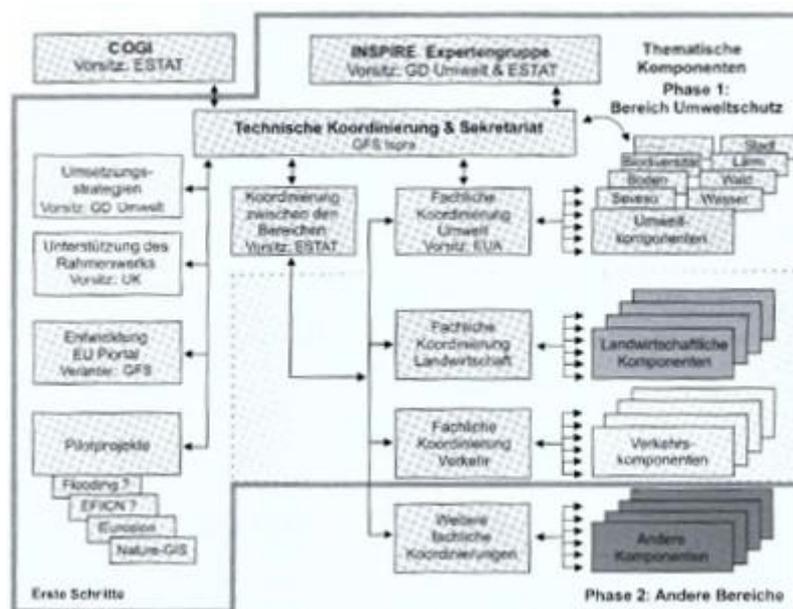
- **Subsidiarität:** Geodaten sollen nur einmal erhoben werden und dort gepflegt werden, wo es am effektivsten durchgeführt werden kann.
- **Die Kombination (Verschneidung) von Geoinformationen verschiedener Quellen** soll für unterschiedliche Anwender und Anwendungen möglich sein (Interoperabilität)
- **Skalierbarkeit:** Informationen die auf einer Ebene erhoben wurden, sollen auf allen anderen Ebenen austauschbar sein.
- **Datenpolitik:** Die für eine effektive und hochwertige Regierungstätigkeit notwendigen Geoinformationen sollen zu akzeptablen Bedingungen auf allen Ebenen verfügbar sein.

¹⁰¹ Vgl. ebd., S.16-17.

¹⁰² Vgl. Michael Bilo, Lars Bernhard, Inspire – Aufbau einer Infrastruktur für raumbezogene Informationen in Europa, in: Geodateninfrastruktur, Grundlagen und Anwendungen, Heidelberg, 2005, S.18.

- Transparenz: Welche Daten zur Verfügung stehen und unter welchen Umständen diese erworben wurden und genutzt werden können.
- Geoinformationen sollen leicht zu interpretieren sein.

INSPIRE zielt darauf, dass Geoinformationen Entscheidungsträgern, Bürgern in aufeinander abgestimmter und hochwertiger Form zur Verfügung stehen. Der Fokus liegt nicht auf der Erfassung von Geodaten, sondern den bereits existierenden Geoinformationen.



Organisationsstruktur von INSPIRE¹⁰³

4.5.1 Probleme beim Aufbau einer GDI

Der Aufbau einer GDI ist jedoch mit Problemen verbunden:¹⁰⁴

- Eines der Hauptprobleme beim Aufbau einer GDI sind die fehlenden Standards. Die auf fachlicher Ebene fehlenden Standards führen zu inkompatiblen Informationen. Auf der technischen Ebene führen sie zu nicht interoperablen Informationssystemen. Die Informationslandschaft ist folglich fragmentiert und die Datengrundlagen überlappen sich.
- Das Fehlen einer erfolgreichen Koordination ist ebenfalls eines der Hauptprobleme. Lange Zeit versuchten Anwender das Problem über

¹⁰³ Ebd., S.22.

¹⁰⁴ Vgl. ebd., S.19-20.

persönliche Kontakte und mit technischer und fachlicher Improvisation zu umgehen. INSPIRE versucht dieses Problem zu lösen. Auf nationaler Ebene wird die Koordination von Behörden und verschiedenen Fach- und Verwaltungsinstitutionen als unabdingbar gesehen, da derzeit die Verwaltungen in weiten Bereichen die zentralen Bereitsteller von Geoinformationen sind.

- Im Allgemeinen fehlen auch die Geodaten. Auch wenn die Wichtigkeit von Geoinformationen erkannt wurde, mangelt es an ihrer Bereitstellung. Der Einsatz von Geoinformationssystemen und deren Datengrundlage weist ebenfalls Nachholbedarf auf. GIS tendieren noch sehr zu geschlossenen Systemen, die nur für Fachpersonal zugänglich sind und vor allem nicht Teil eines modernen Informationsmanagements mit integrierbaren verschiedenen interoperablen Diensten sind. Die Daten sind also schon erfasst, jedoch ist es nicht möglich, auf diese zuzugreifen. Das Fehlen von beschreibenden Metadaten bedingt oft die Mehrfach-Erfassung von Geodaten.
- Die Datenpolitik weist ebenfalls Defizite auf. Auch wenn interoperable Geodaten gefunden werden können, so ist deren Nutzung meist durch Nutzungsbedingungen, Preis- und Lizenzpolitik und Urheberrechtsfragen sehr beschränkt. Meist entstehen diese nicht durch den Datenproduzenten, sondern durch Restriktionen durch die öffentliche Hand. Folglich wird eine Harmonisierung der nationalen und europäischen Datennutzungsvereinbarungen angestrebt.

Eine Vielzahl von fachlichen Fragen wird aufgearbeitet und Schwerpunkte werden folgend gesetzt:¹⁰⁵

- Gemeinsame Referenz und Metadaten
- Architekturen und Standards
- Rechtliche Aspekte und Datenpolitik
- Finanzierung und Umsetzungsstrukturen
- Folgenabschätzung
- Umsetzungsstrategien
- Richtlinienentwürfe

¹⁰⁵ Vgl.ebd., S.21-23.

Nur mittels Rahmenrichtlinien (Framework Directive) kann sich die regulatorische Wirkung entfalten. Eine technische Harmonisierung muss sehr früh geschehen. Fachliche Inhalte sollen später ergänzt werden. Der Mehrwert der Initiative wird durch die erfolgreiche Definition von Schnittstellen und Standards gewonnen.

4.6 Das Dienstmodell

Grundvoraussetzung einer Geodateninfrastruktur ist die Verwendung von standardisierten, interoperablen Diensten in Form von Web-Services. Das *OpenGIS® Reference Model* und das *OWS Common Implementation Specification* legen Anforderungen fest, die für jeden Geo-Dienst gelten. Jeder OGC Service besteht aus einer Menge von Operationen wie z.B. *GetCapabilities* oder Katalogdiensten. Die OGC Web Services können in vier Hauptdienstgruppen unterteilt werden.¹⁰⁶

- Processing Services: Verarbeitung von Daten (z.B. Koordinatentransformationen, Formatkonversionen usw.)
- Data-Services: Datendienste (Rasterdaten, Vektordaten, Karten)
- Library Services: Katalog- und Preisdienste
- Human Interface Services: Clientbeschreibung, mit denen der Anwender interagiert

4.7 Die Bedeutung der GDI Standards und des OGC für ein Geodatenarchiv

Die *OGC Data Preservation Group* wurde vom OGC eingerichtet um sowohl die technischen als auch institutionellen Herausforderungen eines digitalen Archivs auch an andere OGC Arbeitsgruppen weiterzugeben. Das Ziel ist es, einen Dialog zwischen Geowissenschaften und Archivwissenschaften zu schaffen.¹⁰⁷

¹⁰⁶Vgl. Markus Müller, Clemens Portelle, GDI-Architekturmodelle, in: Geodateninfrastruktur, Grundlagen und Anwendungen, Heidelberg, 2005, S.88-90.

¹⁰⁷ <http://www.opengeospatial.org/projects/groups/preservdwg>, 23.07.2012

Die Aufgabenstellungen einer GDI überschneiden sich in vielen Punkten mit denen eines digitalen Archivs:¹⁰⁸

- GML (Geography Markup Language) als standardisiertes archivtaugliches Format einführen.
- Content Packaging:¹⁰⁹
„Geospatial data frequently consists of complex, multi-file, multi-format objects, including one or more data files as well as: geo-referencing files, metadata files, styling or legend files, attribute data, licensing information, and other ancillary documentation or supporting files. The absence of a standard scheme for content packaging can make transfer and management of these complex data objects difficult both for archives and for users of the data.“
- GeoPDF als archivtaugliches Format für endgültige GIS-Analysen und Karten:¹¹⁰
„Geospatial PDF documents present an approach to capturing, in static form, representations that are a result of interactions with services as well as outputs from GIS desktop software environments. PDF is commonly used to provide end-user representations of data in which multiple datasets may be combined and other value-added elements may be added such as annotations, symbolization and classification of the data according to data attributes. While these finished data views, typically maps, can be captured in a simple image format, PDF provides some opportunity to add additional features such as attribute value lookup, added annotations, and toggling of individual data layers.“
- Dauerhafter Zugriff
- Geosemantik:
Understanding the meaning of older data will require not just adequate metadata but also adequate means to interpret attribute and classification information, the meaning of which is grounded in the context of a particular time period.¹¹¹

¹⁰⁸ Vgl. Steven P Morris, Preservation of Geospatial Data: the Connection with Open Standards Development, in: Markus Jobst (Hrsg), Preservation in Digital Cartography – Archiving Aspects, Berlin Heidelberg, 2011, S.138-143.

¹⁰⁹ Zit. ebd., S.139

¹¹⁰ Zit. ebd., S.141.

¹¹¹ Zit. ebd., S.142

- Standardisierte Metadaten
- Rechteverwaltung

5. Methoden der Archivierung:

Bei einer elektronischen Archivierung kommen vor allem Mittel der Informatik zum Einsatz, die Vorteile, aber auch Nachteile für das Archivgut mit sich bringen.

5.1 Migration

Die Methodik der Migration ist weit verbreitet und wird von jedem Benutzer angewendet, der seine Daten und Dokumente aufbewahrt, um z.B. alte und archivierte Daten auf einem neuen Computer oder mit einer neuen Software zu benutzen. Durch das Internet sind jedoch unterschiedliche Computergenerationen mit verschiedenster Soft- und Hardwareausstattung miteinander verbunden. Um in einem solchen Umfeld einen Datenaustausch möglich zu machen, müssen durch Migration Möglichkeiten und Wege gefunden werden, damit die verschiedenen Formate ausgetauscht werden können.

Benutzt eine der Seiten ein Microsoft Word und die andere ein Latex Dokument, so wäre es möglich, beide Dokumente in ein PDF (Post Script) zu migrieren. Beide Benutzer könnten im Anschluss problemlos alle Daten lesen. Bei einem PDF ist jedoch die weitere Bearbeitung sehr mühsam, weswegen oft eine andere Lösung gefunden werden muss. Dabei können Informationen des Dokuments, wie z.B. die Formatierung, verloren gehen. *„Und selbst bei Verwendung von ASCII als >>kleinsten gemeinsamen Nenner>> ist man vor Verfälschung und Nachbearbeitungsaufwand nicht sicher, weil verschiedene Betriebssysteme (Windows, Apple Mac, Linux, Unix) die Zeilenwechsel in Textdateien verschieden codieren.“*¹¹²

Migration findet also auf verschiedenen Ebenen (der Anwendersoftware und der Interpretation der Daten des Betriebssystems) statt. Aufgrund der zahlreichen verschiedenen Dateiformaten ist eine allgemein gültige Migrationsstrategie kaum

¹¹² Zit. Uwe M. Borghoff, Langzeitarchivierung: Methoden zur Rettung digitaler Datenbestände, Heidelberg, 2003, S. 38.

möglich. Unter Migration wird auch kein eindeutiges Verfahren verstanden, sondern „eine Klasse von Vorgehensweisen.“¹¹³

Die *Task Force on Archiving of Digital Information*¹¹⁴ definiert in ihrem Abschlussbericht Migration folgenderweise:¹¹⁵

„Migration ist der periodische Transfer digitalen Materials von einer Hard-/ Softwarekonfiguration zu einer anderen Konfiguration, von einer Generation der Computertechnologie zur nachfolgenden Generation. Das Ziel der Migration ist es, die Integrität von digitalen Objekten zu erhalten. Auf Anwenderseite soll stets gewährleistet sein, dass Daten trotz sich ständig ändernder Technologien empfangen, angezeigt oder anders genutzt werden können.“

Besonders relevant an dieser Definition ist, dass Migration kein einmaliger Vorgang ist, sondern regelmäßig, in Abhängigkeit vom technologischen Fortschritt, durchgeführt werden muss. Es muss also regelmäßig über eigens dafür geschaffene Organisationsstrukturen überprüft werden ob eine Migration notwendig ist. Die Definition zielt vor allem auf das Ziel ab, digitale Dokumente in einer möglichst unverfälschten Form für zukünftige Generationen zugänglich zu machen. Da es nicht möglich ist, die digitalen Originaldokumente in ihrer originalen Abspielumgebung beliebig lange zu erhalten, müssen bei einer Migration die Daten notgedrungen in ein künftiges Datenformat übertragen werden.

Lievesley¹¹⁶ nennt für die Erhaltung von Daten folgende Ziele:

- Physikalische Zuverlässigkeit der Daten, d.h. Erhaltung der Datenmedien sowie Verhinderung von Datenverlusten
- Bewahrung der Daten vor nicht autorisiertem Zugriff,
- Sicherstellung der kontinuierlichen Nutzbarkeit der Daten
- Integration in Informationsvermittlungssysteme.

¹¹³ Zit. ebd., S. 38.

¹¹⁴ Vgl. TFADI, Preserving Digital Information. Final Report.Task Force on Archiving of Digital Information, 1996. <http://www.clir.org/pubs/reports/pub63watersgarrett.pdf>, 13.04.2012.

¹¹⁵ Zit. Uwe M. Borghoff, Langzeitarchivierung: Methoden zur Rettung digitaler Datenbestände, Heidelberg, 2003, S. 38.

¹¹⁶ Denise Lievesley, Strategies for Managing Electronic Resources. JISC/British Library Workshop: Long Term Preservation of Electronic Materials, 1995. <http://www.ukoln.ac.uk/services/papers/bl/rdr6238/paper.html>, 13.04.2012

Da weder zukünftige Wünsche noch Anforderungen an das Archivmaterial absehbar sind, ist es schwierig, eine Migrationsstrategie zu planen.

Der Migrationsschritt selbst kann die Integrität der Daten beeinflussen. Damit sind Form und Struktur (z.B. Auflösung, Genauigkeit, Farbtiefe bei Bildern) als auch der intellektuelle Inhalt betroffen. Der Inhalt soll sowohl in Qualität als auch in seiner Echtheit für den Archivbenutzer erhalten bleiben. Mit den fortschreitenden technischen Möglichkeiten können die Daten aber auch durch eine Migration verbessert werden: Ein aktuelleres Format kann zu verbesserten Nachbearbeitungsmöglichkeiten des digitalen Archivguts führen. Das Hinzufügen von Metadaten ist im weitesten Sinne auch den Verbesserungen anzurechnen.¹¹⁷

5.1.1 Migrationsarten

Das OAIS-Referenzmodell unterscheidet zwischen vier verschiedenen Formen der Migration:¹¹⁸

- *Refreshment: A Digital Migration where a media instance, holding one or more AIPs or parts of AIPs, is replaced by a media instance of the same type by copying the bits on the medium used to hold AIPs and to manage and access the medium. As a result, the existing Archival Storage mapping infrastructure, without alteration, is able to continue to locate and access the AIP.*
- *Replication: A digital Migration where there is no change to the Packaging Information, the Content Information and the PDI- The bits used to convey these information objects are preserved in the transfer to the same or new media-type instance. Note that Refreshment is also a Replication, but Replication may require changes to the Archival Storage mapping infrastructure.*
- *Repackaging: A digital Migration where there is some change in the bits of the Packaging information.*

¹¹⁷ Uwe M. Borghoff, Langzeitarchivierung: Methoden zur Rettung digitaler Datenbestände, Heidelberg, 2003, S. 37-41.

¹¹⁸ Zit. CCSDS Consultative Committee for Space Data Systems (2002): Reference Model for an Open Archival Information System (OAIS). Blue Book. Document CCSDS 650.0-B-1, S. 5.2.

- *Transformation: A Digital Migration where there is some change in the Content Information or PDI bits while attempting to preserve the full information content.*

5.1.2 Datenformate als Migrationsziel: Die Transformation

Viele der Datenformate sind an Programmpakete und Computersysteme gebunden (z.B. Microsoft-Office-Datenformate). Datenformate wie RTF und PDF, deren Beschreibung offengelegt wurde, haben folglich in Export- und Importfiltern von Fremdsystemen Eingang gefunden. Diese werden oft für den Austausch zwischen Systemen genutzt.

Zunehmende Globalisierung und Vernetzung fördern eine Vereinheitlichung der Datenformate und Kommunikationsstandards. Auch die Wirtschaft beteiligt sich an der Entwicklung von Datenstandards. Gute Beispiele liefern Geo-Informationssysteme und deren Umfeld: Datenkonvertierungen werden auf ein Minimum reduziert und über das Anwenden von weitverbreiteten Standards sollen Wartungskosten minimiert werden.

Mit dem Einführen von Standardformaten verringert sich nicht nur die Abhängigkeit von Hardware- und Abspielsystemen, sondern auch die Anzahl der zu verwaltenden Datenformate. Archive und Bibliotheken werden davon nur sehr wenige als Migrationsziel auswählen, womit mehr Übersicht über die verschiedenen Datenformate gewährt ist und folglich auch weniger personalintensives Know-How nötig ist. Da Standardformate meist länger unterstützt werden, verlängern sich die Intervalle, in welchen eine Migration durchgeführt werden muss.¹¹⁹

Folgende Kriterien sollten Standardformate für ein Archiv erfüllen:¹²⁰

- Das Datenformat sollte öffentlich sein, d.h., sowohl Syntax als auch Semantik des Formats sind veröffentlicht.
- Es sollte für das Datenformat einen Standard einer anerkannten internationalen Standardisierungsinstitution wie die International Organization

¹¹⁹ Uwe M. Borghoff, Langzeitarchivierung: Methoden zur Rettung digitaler Datenbestände, Heidelberg, 2003, S. 41-42.

¹²⁰ Vgl. ebd., S. 42.

for Standardization (ISO), American National Standard for Information Sciences (ANSI) oder das World Wide Web Consortium (W3C) geben. Im Bereich Geoinformationen bietet sich in diesem Fall das bereits erwähnte Open Geospatial Consortium (OGC) an.

- Das Datenformat ist anerkannt und wird häufig genutzt. Hierdurch wird sichergestellt, dass es für viele Hardwareumgebungen Abspielsysteme gibt und dass auch für künftige Plattformen Abspielsysteme entwickelt werden.
- Darüber hinaus sollte das Datenformat an sich frei von patent- und lizenzrechtlichen Gebühren sein.

Nach Erfüllen der genannten Kriterien obliegt es dem Archiv oder der Bibliothek, welches Datenformat zur Anwendung kommt.

Metadaten spielen eine doppelte Rolle: Als beschreibende Daten gehören sie zur Datenkapsel dazu. Sie sind also vom Archivierungssystem als Inhalt einzustufen. Des Weiteren werden sie aber auch vom Archivsystem für den Zugriff auf Katalogdaten benötigt. Sie werden meist getrennt vom eigentlichen Dokument gespeichert.

Im OAIS-Referenzmodell wird zwischen einer reversiblen und irreversiblen Transformation unterschieden. Irreversible Transformationen können zwar die Content Information erhalten. OAIS betont jedoch:

„For complex formats, where the meanings and relations among groups are significant, it may be difficult to establish that a Non-Reversible Transformation has adequately preserved the Content Information.“¹²¹

Auf die im Geoinformationswesen bevorzugten Vektorformate trifft dies sicher zu.

5.1.3 Chancen des Migrationsansatzes¹²²

- Datenmigration ermöglicht es, alle gespeicherten Dokumente mit aktuell verfügbaren Anwendungsprogrammen jederzeit anzuwenden. Der Anwender

¹²¹ Zit. CCSDS Consultative Committee for Space Data Systems (2002): Reference Model for an Open Archival Information System (OAIS). Blue Book. Document CCSDS 650.0-B-1, S.5.7.

¹²² Vgl. Uwe M. Borghoff, Langzeitarchivierung: Methoden zur Rettung digitaler Datenbestände, Heidelberg, 2003, S. 55-56.

verwendet beim Betrachten also aktuelle Software und muss sich nicht in alte Anwendersoftware einarbeiten.

- Das Vorliegen der Daten in aktuellen Formaten erlaubt ein weiteres Bearbeiten durch aktuelle Werkzeuge. Des Weiteren können die Daten einfach und ohne Kompatibilitätsproblem publiziert werden.
- Migration bietet mit dem technologischen Fortschritt der Datenformate zusätzliche Darstellungs- und Bearbeitungsoptionen.
- Die Werkzeuge und Mechanismen der Migration sind durch den häufigen Gebrauch Allgemeingut und erfordern nur wenig Schulungsaufwand.
- Aufgrund des großen Bedarfs werden Konvertierungsprogramme stets verfügbar sein.
- Migration erfordert eine andauernde Qualitätssicherung des Archivguts. Dokumente bleiben also in dauernder Erinnerung und damit ‚lebendig‘.

5.1.4 Risiken des Migrationsansatzes¹²³

- Migration ist keine einheitliche Methode, sondern stellt einen Oberbegriff für verschiedene Transformationstechniken dar. Die Anforderungen an die benötigten Werkzeuge hängen in der Regel von den beteiligten Quell- und Zielformaten und deren Strukturverträglichkeit ab. Eine allgemeine Lösung ist nicht absehbar.
- Bei jeder Transformation besteht eine Wahrscheinlichkeit auf Verfälschung. Ohne dem Originaldokument oder einer Dokument-Historie ist eine Rekonstruktion nicht möglich.
- Bei jeder Migration werden alle Dokumente eines Datenformats bearbeitet. Mit dem Zunehmen des Archivguts erweist sich die Migration als ein sehr aufwendiges Verfahren. Selbst bei einer automatischen Transformation stellen qualitätssichernde und restaurative Maßnahmen, die vom Menschen selbst durchgeführt werden müssen, einen enormen Aufwand dar. Bei großen Datenvolumina können solche Maßnahmen also nur bei besonders wertvollen Archivstücken durchgeführt werden.

¹²³ Vgl. ebd., S. 56-57.

5.2 Emulation

„Elektronische Dokumente sind Daten, die von einem Computerprogramm interpretiert werden müssen, damit eine mit den menschlichen Sinnen wahrnehmbare Form entsteht.“¹²⁴

Bei der Mehrzahl dieser Dokumente handelt es sich um visuelle oder akustische Darstellungen. Originaldaten sind besonders mit ihrer ursprünglichen Abspielumgebung verbunden. Aus dieser Beobachtung stammt die Idee des Emulationsansatzes. Diesem zufolge besteht die sicherste und authentischste Form der elektronischen Konservierung für die Nachwelt darin, das Originaldokument zu speichern und dafür zu sorgen, dass stets ein Exemplar der originalen Abspielumgebung vorhanden ist.

Es ist jedoch nicht möglich die Hardware dauerhaft zu erhalten. Darum soll beim Emulationsansatz auf künftigen Computern die Originalabspielumgebung in ihrer Funktionsweise nachgebildet werden. Anstelle von Dokumenten wird bei der Emulation die Abspielumgebung migriert. Damit jedoch Emulation möglich ist, muss die künftige Hardwaregeneration wesentlich leistungsfähiger sein als die vorhergehende, da im Emulationsprozess die Rechenleistung verloren geht.

Die originale Abspielumgebung eines elektronischen Dokuments besteht aus mehreren Schichten:

- Als Basis dient die Hardwareplattform, welche aus dem Rechner und seiner Zusatzausstattung besteht.
- Darauf sitzt die Softwareschicht, welche aus dem Betriebssystem und den erforderlichen Treibern besteht.
- Als letztes folgt die Präsentationsschicht, in der die Anwendungsprogramme, die zum ‚Ausführen‘ der Dokumente benötigt werden, liegen.

Als Gegenstand für eine Emulation bieten sich drei Möglichkeiten an:

- Die Hardwareplattform, also der Rechner.
- Der Rechner mit einem Betriebssystem.

¹²⁴ Ebd., S. 59.

- Die gesamte Abspielumgebung mit Rechner, Betriebssystem und Anzeigeprogramm.

Aufgrund des geringeren Umfangs und der geringeren Komplexität spricht für eine Emulation die erste oben genannte Möglichkeit.

Wesentliches Problem, das zwar bei allen Archivierungskonzepten besteht, aber vor allem beim Emulationsansatz deutlich wird, ist die Abgrenzung und Konservierung eines geeigneten Dokumentkontextes. Bisher wurde von einem abgeschlossenen Hardware- und Softwaresystem ausgegangen. Abspielprogramme greifen aber zunehmend auch auf Daten außerhalb der Ausführungsumgebung zu:

- Bilanzen und Statistiken beziehen ihre Daten aus Datenbanken, die auf anderen Rechnern liegen.
- Hypertexte beziehen sich auf Dokumente, die im Web verfügbar sind.

Und vor allem im Geobereich stellt dies eine große Problematik dar, denn

- GIS Systeme und Karten
- Kartographische Informationssysteme
- und Webmaps

beziehen ihre geometrischen und statistischen Daten meist von Geodatenbanken die auf verteilten eigenen Geodatenservern liegen.

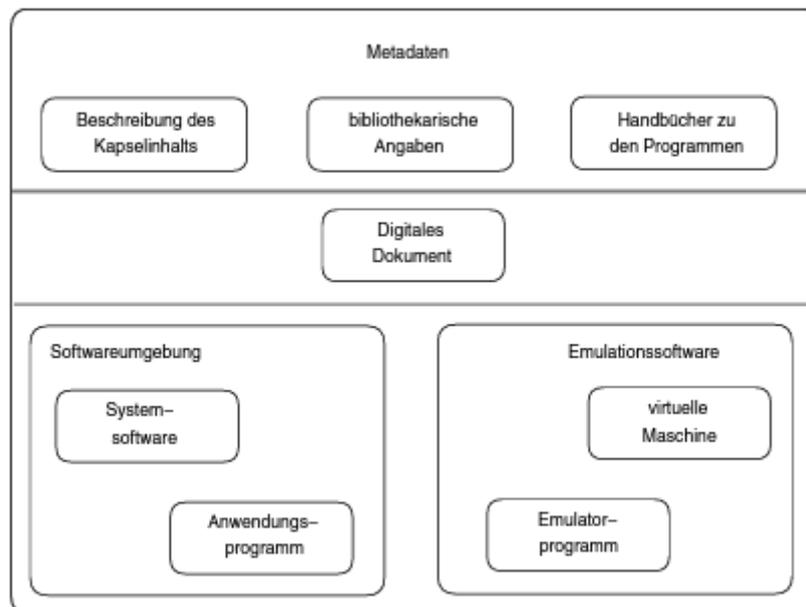
Es ist also vorher zu klären, welche Daten als zum Dokument gehörig anzusehen sind und ob zusätzliche Anzeigeprogramme nötig sind. Schlussendlich müssen die Daten statisch verfügbar gemacht werden und als Kontext zusammen mit dem elektronischen Dokument gespeichert werden.

Um ein digitales Dokument ausführen zu können, müssen also die Emulation der Originalplattform und die originale Softwareumgebung aufbewahrt werden. In der Dokumentkapsel befinden sich allerdings noch die Metadaten die das Dokument und dessen Inhalt beschreiben und auch Hinweise liefern, wie das Dokument zu bedienen ist.

Für die Wiederauffindbarkeit und die Unterstützung von Archivrecherchen sind zumindest ein Teil der Metadaten direkt mit dem Archivierungssystem verbunden.

Die Metadaten selbst sind also im Unterschied zum Rest der Speicherkapsel dem Migrationsprozess unterworfen und müssen stets lesbar bleiben.

Sobald die Abspielumgebung vorliegt besteht die Aufgabe des Archivs darin zu prüfen ob das Dokument tatsächlich ausführbar ist und die benötigten Metadaten zu erfassen und zu standardisieren. Verweise auf die benötigte Softwareumgebung und das passende Emulationsprogramm sind hier nötig.¹²⁵



Eine OAIS Speicherkapsel, im Falle einer Emulation¹²⁶

5.2.1 Chancen der Emulationsstrategie¹²⁷

- Da das originale Dokument im gesamten Archivierungszeitraum unverändert bleibt, bietet eine Emulation das höchstmögliche Maß an Authentizität.
- Unter den unterstützten Datentypen gibt es keine Einschränkungen. Innerhalb des Systems bleibt das dynamische Verhalten von Dokumenten und deren Verarbeitungsmöglichkeiten erhalten.
- Der für den Erhalt erforderliche Aufwand ist nicht von der Datenmenge, sondern von der Anzahl der unterstützten Quell- und Zielplattformen abhängig.

¹²⁵ Ebd., S. 59-81.

¹²⁶ Ebd., S. 78.

¹²⁷ Vgl. ebd., S. 81-82.

Für jede Quellplattform muss eine Emulationssoftware entwickelt werden und auf jede Zielplattform eine virtuelle Maschine portiert werden.

- Beliebige Programmsysteme bleiben für die Nachwelt erhalten.

5.2.2 Risiken der Emulationsstrategie¹²⁸

- Es ist fraglich, ob ausreichend detailgetreue Emulatoren und effiziente Emulatoren mit vertretbarem Aufwand erstellt werden können.
- Durch den langfristigen Einsatz von Anwendungs- und Systemsoftware, kommen urheberrechtliche Probleme auf, die erst geklärt werden müssen. Die entsprechenden Lizenzen an Softwareprogrammen und Emulatoren müssten eventuell erst erworben werden.
- Die Benutzung der elektronischen Dokumente ist in Zukunft nicht geklärt: Die Mensch-Maschine-Schnittstellen wie Maus und Tastatur werden sehr wahrscheinlich nicht ewig die Standardbedienelemente sein. Ohne ein Kontextwissen über die Benutzung der Dokumente wird die Verwendung des Originalen nur ‚Computerarchäologen‘ offen stehen

5.3 Welche Methodik für welche Daten?

GIS sind eine eingebundene Umgebung, welche es dem Benutzer erlaubt, Geodaten und andere Komponenten, welche meist über ein Netzwerk miteinander verbunden sind, abzufragen, darzustellen und zu analysieren.

Die Emulation von heterogenen GIS und kartographischen Applikationen erscheint nicht durchführbar. Die Kosten für die Entwicklung der entsprechenden Emulatoren sind nur schwer tragbar. Des Weiteren ist die Applikation meist nicht mehr in Betrieb, wenn der entsprechende Emulator dafür entwickelt werden kann. Um die Anwendung der verschiedenen Archivierungsmethoden zu ermöglichen, ist eine strikte Trennung der Daten vom Analyseprogramm notwendig. Die Daten könnten folglich getrennt voneinander migriert werden. Auch die Emulationsstrategie ist bei solch einer Trennung anwendbar. Jedoch sollte das Programm eine entsprechend große Menge

¹²⁸ Vgl. ebd., S.82-83.

an Computersystemen unterstützen. Die Trennung der Daten von der Applikation ist jedoch in den meisten Fällen leider nicht möglich.

Im besten Fall ist das Programm komplett unabhängig von der darunter liegenden Hardware. Die Software muss in einer virtuellen Umgebung geschrieben sein, die für den Großteil der Systeme existiert. Somit wäre die Software auf aktuellen und zukünftigen Umgebungen verfügbar. Das Programm könnte, ohne verändert zu werden, Generationen überdauern und müsste nicht auf die Vorteile einer steigenden Leistungsfähigkeit von Umgebung und Daten verzichten.

Die äußerst großen Mengen an Daten, die in der Regel an entsprechende Softwareanwendungen gebunden sind, stellen ein Archiv vor eine große Herausforderung. Dementsprechend groß sind auch die Anstrengungen, standardisierte und auch archivtaugliche Datenformate wie GML zu entwickeln. Für Software Applikationen und die dazugehörenden Daten existieren derartige Standardisierungen und technische Dokumentationen meist noch nicht. Darum wird für den Erhalt derartiger Systeme wohl eine Emulation zur Erhaltung herangezogen werden.

Ein hybrider Ansatz bestehend aus Migration und Emulation wird wohl die zukünftige Archivierungsstrategie für Geodaten und GIS Applikationen sein. Archive selbst werden sich in Zukunft wohl verstärkt, auch unabhängig vom Geo-Bereich, mit dem Erhalt und der Bewertung von Softwareanwendungen beschäftigen müssen.

Im Falle von reinen Geodaten wird jedoch der Migration Vorzug gegeben:

- Steigende Nutzeranforderung: Auch wenn es sich beim Archivgut um Daten der Vergangenheit handelt, profitiert der Nutzer von den neuen Technologien und fordert vom OAIS angepasste Dienste: Mit den zukünftigen neuen Datenformaten, neuer Bearbeitungssoftware und neuen Bearbeitungsmethoden kann der zukünftige Nutzer effektiver die Daten nutzen.
- Medienzerfall: Aufgrund der begrenzten Lebensdauer der Trägermedien werden die darauf gespeicherten Daten zeitbedingt unzuverlässig. Eine Migration der Inhalte wird früher oder später notwendig, um die Daten weiterführen zu können.

- Kosteneffektivität: Die fortschreitende Hard- und Software bietet größere Speicherkapazitäten und schnellere Geschwindigkeiten zu geringeren Kosten.¹²⁹

5.3.1 Significant Properties

Aufgrund der Komplexität der verschiedenen Geodaten ist davon auszugehen, dass mit der Zeit die Migrationsmethode die Content Information nicht zur Gänze erhalten kann. Es ist also wichtig zu definieren, welche Inhalte einer Content Information erhalten werden sollen. Die sogenannten *Significant Properties* werden von Wilson¹³⁰ folgend definiert:

„the characteristics of digital objects that must be preserved over time in order to ensure the continued accessibility, usability, and meaning of the objects, and their capacity to be accepted as evidence of what they purport to record.“

Significant Properties machen den Erfolg eines Migrationsprozesses messbar. Wird also ein Dokument in ein anderes transformiert, so kann anhand der vorher bestimmten Significant Properties bestimmt werden, ob die Transformation den vom Archiv gestellten Forderungen entspricht.

Clarke und Mitcham¹³¹ nennen, bezogen auf Geodaten, folgende Significant Properties:

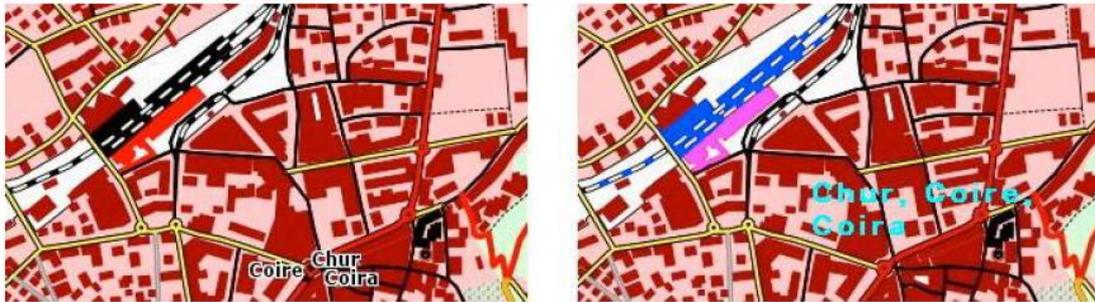
- The spatial description of each feature on each layer (i.e.: as a series of x,y coordinates)
- Content and purpose of each layer or coverage
- Format of each coverage (point, line, polygon, grid, etc)
- Association of any attribute data with its spatial information
- Co-ordinate system used

¹²⁹ Nico Krebs, Uwe M. Borghoff, State of the Art Survey of Long-Term Archiving - Strategies in Context of Geodata/ Cartographic Heritage, in: Markus Jobst (Hrsg), Preservation in Digital Cartography – Archiving Aspects, Berlin Heidelberg, 2011, S.113-123.

¹³⁰ Andrew Wilson, Significant properties of digital objects. Präsentation am JISC Significant Properties Workshop, British Library, 2008, S.15. <http://www.dpconline.org/docs/events/080407sigpropsWilson.pdf>, 21.04.2012.

¹³¹ Vgl. Jo Clarke, Jenny Mitcham, Preservation Handbook. Geographical Information Systems (GIS), 2005, S.6. <http://www.webarchive.org.uk/wayback/archive/20080430164652/http://ahds.ac.uk/preservation/gis-preservation-handbook.pdf>, 21.04.2012.

Die Significant Properties werden natürlich stets mit Hilfe und im Einklang der Designated Community bestimmt.



Ein akzeptabler Informationsverlust? (Manipulation der Vektordaten durch swisstopo)¹³²

¹³² Christian Gutknecht, Archivierung von Geodaten bei swisstopo, (unveröffentlichte Diplomarbeit HTW Chur), Chur, 2008, S.59.

6. Archivarische Bewertung

Unter einer archivarischen Bewertung wird die Ermittlung der Archivwürdigkeit, also das Auslesen und Auswählen aus einem größeren Datenpool, verstanden.

„Archivwürdig sind Unterlagen, die für die wissenschaftliche Forschung, zur Sicherung berechtigter Belange Betroffener oder Dritter oder für Zwecke der Gesetzgebung, Rechtsprechung oder Verwaltung von bleibendem Wert sind.“¹³³

Es muss geklärt werden, zu welchem Zeitpunkt und in welchem Verarbeitungszustand die Geoinformationen vom Archiv übernommen werden., da es die Bewertungsentscheidung maßgeblich beeinflusst. Folgende Abstufungen sind dabei möglich:

- Produktionsdaten (Rohdaten, Messdaten)
- Geobasisdaten/ Geodaten (bereinigte Messdaten, Karten, Auswertungen)
- Gewerbliche Leistungen (Applikationen, Weiterentwicklungen eines Produktes bzw. eines Geo(basis)datensatzes)

Liegt bereits eine kartographische Applikation vor, so müssen nicht nur die Geodaten, sondern auch die gesamte Applikation betrachtet und bewertet werden.¹³⁴

Der historische Wert einer Karte erstreckt sich über dessen kulturellen, informativen und auch geometrischen Wert. Kulturelle Werte zeigen, wie die Karte verstanden wurde und die Inhalte der Kartengraphik abstrahiert und dargestellt wurden.

Geometrische Werte beschreiben die Präzision der Kartendarstellung und deren Relation zur realen Welt. Informative Werte betreffen vor allem die Einflüsse der technischen Prozesse. Alle historischen Werte können einem inhaltlichen oder künstlerischen basierenden Aspekt angerechnet werden. Der inhaltliche Aspekt betrifft Topographie, Topologie und Thematik, während der künstlerische Aspekt vor allem technische Entwicklungen und die gesellschaftliche Wahrnehmung des

¹³³ BayArchivG 1989: Abschnitt I. Art. 2. Abs.2. <http://www.gda.bayern.de/aufgaben/archivgesetz.php>, 23.04.2012

¹³⁴ Swisstopo, Konzeption der Archivierung von Geobasisdaten des Bundesrechts, 2012. <http://www.swisstopo.admin.ch/internet/swisstopo/de/home/topics/geodata/geoarchive.parsysrelated1.29968.downloadList.96117.DownloadFile.tmp/zwischenberichtkonzeptionellipsev1.020120116pdfpublikation.pdf>, 30.04.2012.

Kartenbildes betrifft. Technische Aspekte betreffen vor allem Qualität und Inhaltstiefe.¹³⁵ Die folgenden Überlegungen können zu einer angemessenen Bewertung führen:¹³⁶

- *Merfachüberlieferungen:* Geodaten sind oft zeitgleich in mehreren Systemen vorhanden. Es muss also geklärt werden, wo archivwürdigen Daten und in welcher Form die Daten übernommen werden. Sollen die Daten, abhängig vom Benutzungszweck, in unterschiedlichen Datenformen übernommen werden? (Raster / Vektorgraphik)
- *Inhalt:* Die verschiedenen Schichten im GIS, d.h. natürlich auch die verschiedenen Objektarten wie z.B. Nutzflächen, Straßen und Flüsse müssen zuerst einzeln bewertet werden:
 - Nach der inhaltlichen Relevanz.
 - Nach den Auswertungsbedürfnissen der Benutzer.
 - Nach den funktionalen Abhängigkeiten.
- *Objekte:* Um eine Archivierung zu ermöglichen, müssen die Daten aus ihrem Ursprungssystem entnommen werden und evtl. in ein systemunabhängiges Format transformiert werden. Dadurch kann die Funktionalität der Daten verloren gehen. Darum müssen bereits bei der Bewertung künftige Benutzungsoptionen. *„Bereits bei der Bewertung müssen daher die zukünftigen Benutzungsoptionen als Zielpunkt des archivischen Handelns bedacht werden. Sollen die verschiedenen Schichten einzeln benutzbar sein oder sollen sie zur Vereinfachung der Benutzung zu einem feststehenden Rasterbild zusammengefasst werden?“*¹³⁷
- *Weitere Aspekte:* Neben den inhaltlichen und kulturellen Aspekten können Kosten und Machbarkeit der Archivierung nicht unbedacht bleiben. Die Verknüpfbarkeit mit anderen georeferenzierten Objekten ist ebenfalls ein wichtiges Bewertungscharakteristikum.

¹³⁵ Georg Gartner, Markus Jobst, Structural Aspects for the Digital Cartographic Heritage, in: Markus Jobst (Hrsg), Preservation in Digital Cartography – Archiving Aspects, Berlin Heidelberg, 2011, S.64-66.

¹³⁶ Vgl. Arbeitsgruppe der ARK AG ESys und des ARK ITAusschusses, Handreichung zur Archivierung elektronisch vorliegender Geodaten, 2009, S.10-12.

http://www.bundesarchiv.de/imperia/md/content/bundesarchiv_de/fachinformation/ark/handreichung_geodaten_20090928.pdf, 30.04.2012.

¹³⁷ Ebd., S.12.

Das schweizerische Bundesarchiv BAR und das Bundesamt für Landeskartografie swisstopo entwickelten folgenden Kriterienkatalog.¹³⁸

Rechtliche administrative Bedeutung:

Kriterium	Kommentare / Indikatoren
Rechtliche Relevanz Gewährleistung von Rechtssicherheit	Nachweis völkerrechtlicher Verpflichtungen Nachweis von Eingriffen in Grundrechte (Menschenwürde, Recht auf Leben, persönliche Freiheit, Völkerrecht) Nachweis von Recht setzenden Entscheiden Nachweis von Rechten und Pflichten Unterlagen eignen sich als Beweis in einem Rechtsverfahren
Nachweis der Geschäftspraxis in der Wahrnehmung von Kompetenzen und Aufgaben	Staatspolitische Compliance: Nachvollziehbarkeit der Umstände, die zu einem Entscheid führten: Zuständigkeit, Organisation der Stelle und Verfahrensweisen (ggf. per Auswahl/Muster), insbesondere bei irreversiblen Entscheidungen und/oder bei großer Wirkungsreichweite Nachweis von Strategie und Politikentwicklung Verändernde Wirkung auf die Führung der Geschäfte, insbesondere bei unbestimmten Rechtsbegriffen und der (permanenten) Entwicklung einer Rechtspraxis

Historische und Sozialwissenschaftliche Bedeutung

Kriterium	Kommentare / Indikatoren
Nutzen für die Forschung	Auslegungspotential: Aussagekraft für verschiedene Fragestellungen

¹³⁸ Swisstopo, Konzeption der Archivierung von Geobasisdaten des Bundesrechts, 2012.
<http://www.swisstopo.admin.ch/internet/swisstopo/de/home/topics/geodata/geoarchive.parsysrelated1.29968.downloadList.96117.DownloadFile.tmp/zwischenberichtkonzeptionellipsev1.020120116pdfpublikation.pdf>,
 30.04.2012.

	<p>Verknüpfbarkeit: Relevanz für andere Überlieferungsgebiete, Aggregationspotential</p> <p>Nachfrage: Erfahrungen mit bevorzugten Themen und existierende Forschungsstränge Bestehende Überlieferung (Kohärenz, Kontinuität)</p> <p>Diversität (Vielfalt an Themen und Quellengattungen)</p>
Zeitgenössisches Interesse	<p>Innenpolitische Agenden (Richtliniengeschäfte des Bundesrates, parlamentarische Sessionsprogramme und Planung Koordinationskonferenz)</p> <p>Medieninteresse (Mediendatenbank)</p>
Brisanz	<p>Konfliktpotenzial: berührt umstrittene Themen, organisierte Interessengruppen, Grundrechte, nationale Sicherheit, Souveränität</p> <p>Opportunitätskosten: beanspruchte Ressourcen, Ansehensverlust</p> <p>Ausmaß der (potentiellen) Betroffenheit: Intensität, Ausdehnung, Dauer</p>
Entwicklung / Verlauf	<p>Veränderungen und Wendepunkte: dokumentiert eine Umorientierung oder Zäsur in der Führung der Geschäfte bzw. der Rahmenbedingungen</p> <p>Langzeitperspektive: erlaubt Überblick über einen längeren Zeitraum (30 Jahre und mehr), allein oder in Verbindung mit bestehender Überlieferung</p>
Definitionsmacht	<p>Formende Kräfte: Dokumentiert bestimmenden Einfluss von Individuen, Gruppen oder Institutionen auf Recht und Gesetz, Kultur oder Gesellschaft</p>

7. Entwicklungen und theoretische Anwendungen von Computerkartographie und Geo-Informationssystemen in der Geschichtswissenschaft

Unter *historischer Kartographie* wird unter Historikern nicht nur die Geschichte der Kartographie verstanden, sondern auch das Erstellen von neuen Karten mit historischen Themen:

- Eine Karte ist ein Hilfsmittel, um komplexe und räumlich bezogene Sachverhalte darzustellen. Sie kann z.B. als Übersichts- und Begleitkarte den Informationsfluss verbessern.
- Die Karte kann auch anhand ihrer graphischen Darstellung den Text selbst überflüssig machen oder eine sekundäre Bedeutung zuordnen. Die Karte selbst wird somit zum Hauptgegenstand der Arbeit.
- Die Karte selbst soll als Analyseinstrument herangezogen werden. Mit Hilfe von Kartographie und Geoinformationssystemen können historische Sachverhalte überhaupt erst dargestellt und wahrnehmbar gemacht werden.

Die Anwendung von Computerkartographie und Geoinformationssystemen bietet neue Anreize, Möglichkeiten und Wege. Durch die Anbindung der unterschiedlichsten historischen Daten (Sachdaten) an geographische Grunddaten können viele neue Karten und Kartenserien erstellt werden. Vorteile dabei sind:

- Die direkte Verbindung von historischen Daten (Tabellen, Datenbanken) mit erstellten Grundkarten.
- Schnelles Erstellen von neuen Karten mit großen Variationsmöglichkeiten.
- Simulation von historischen Abläufen.
- Vektordaten sind maßstabsunabhängig.

Den Vorteilen stehen natürlich auch Nachteile gegenüber:

- Die historischen Grunddaten müssen erst digital vorhanden sein, beziehungsweise erst erstellt werden. Dabei sind aufwendige Scan und Digitalisierungsvorgänge notwendig.

- Kartographie bezogene Software und Anwendungen sind teuer und deren Umgang muss erst erlernt werden.¹³⁹

¹³⁹ Andreas Kunz, Verkehrsgeschichte und Computerkartographie in: Historisch-thematische Kartographie, in: Dietrich Ebeling, Historisch-thematische Kartographie, Bielefeld, 1999, S.48-49.

8. ARASS und MAGELLAN – Datenmanagement – und Geoinformationssystem für die historischen Wissenschaften

Das Projekt soll ein historisch-fachspezifisches Datenmanagementsystem schaffen, welches vergleichende Analysen und thematische Kartographie für heterogene Datenbestände anwendbar macht. Es sollen Kriterien entwickelt werden, welche die Integration und Verarbeitung von älteren Datenbeständen in einem modernen Datenbank- und Geoinformationssystem erlauben. Die Anbindung von bereits vorhandenen bzw. sich in der Entwicklung befindlichen digitalen historischen Kartenwerken soll ebenfalls ermöglicht werden. Das System soll verschiedene strukturierte Informationen über historische Ereignisse, Prozesse und Objekte zusammenführen, verwalten und über räumliche, thematische und zeitliche Abfragen einen raschen Zugriff auf die Informationen gewährleisten.¹⁴⁰

Das System besteht aus dem Datenbanksystem ARASS mit einer Recherche- und ‚download‘ Funktion über das Internet und dem Softwaresystem (MAGELLAN) mit Applikationen zum Erfassen, Verwalten, Analysieren und Präsentieren von raumbezogenen Daten. Magellan entspricht dem von Bill erstellten Vier-Komponentenmodell und kann somit als ein vollwertiges GIS bezeichnet werden.¹⁴¹ Neben der wissenschaftlichen Anwendung soll das System mit seinen Funktionalitäten einem möglichst breitgefächerten Anwenderkreis (Lehre, Fortbildung, Planung und Präsentation) die Nutzung von raumbezogenen Daten erlauben.

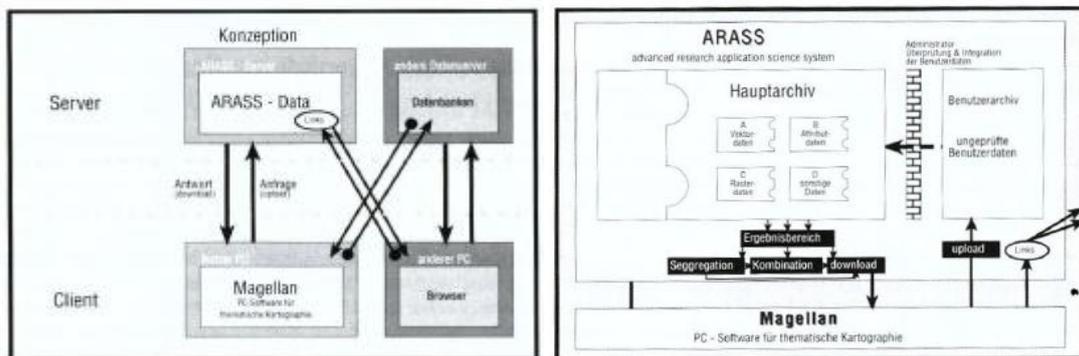
Die kartographische Methode ist an sich in der Geschichtswissenschaft etabliert, jedoch der Umgang mit einem komplexen GIS erfordert einen beträchtlichen zeitlichen und finanziellen Aufwand. MAGELLAN und seine Werkzeuge zur raumzeitlichen Forschung und Präsentation sollen also leicht zu bedienen sein. Das System legt besonderen Wert auf Offenheit gegenüber anderen Systemen. Obwohl MAGELLAN nicht die von anderen GIS bereitgestellten Spezialfunktionen ersetzen

¹⁴⁰ Dietrich Ebeling, Peter Freimuth, Jürgen Nagel, Martin Schmidt, Thomas Stein, ARASS - Ein Datenmanagementsystem als Grundlage eines offenen Geoinformationssystems mit dem Schwerpunkt auf den historischen Wissenschaften, in: Dietrich Ebeling (Hrsg.), Historisch-thematische Kartographie, Bielefeld, 1999, S.181-182.

¹⁴¹ Ralf Bill, Dieter Fritsch, Grundlagen der Geoinformationssysteme - Bd.1: Hardware, Software und Daten, Heidelberg, 1994, S.5.

kann, so beinhaltet es dennoch die wichtigsten Grundfunktionen. Es ermöglicht das Erstellen von Vektorkarten und die Erfassung von Attributdaten.

Zusätzlich sollen auf ARASS auch Metainformationen abgelegt werden. Das Ziel von ARASS besteht darin, verstreute und schwer zugängliche Datenbestände zu sammeln und über das World Wide Web zu Verfügung zu stellen. Aufgrund des vereinfachten Zugangs zu bereits bestehenden Informationen, können vergleichende Studien wesentlich einfacher durchgeführt werden.¹⁴²



Funktionsschema und Zusammenwirken von ARASS und MAGELLAN¹⁴³

8.1 ARASS-Data

Das Datenbanksystem, ARASS-Data, beinhaltet folgende Objekte:¹⁴⁴

- Attributdaten in Datenbankform, die raumbezogene, quantitative und historische Daten beinhalten.
- Vektordaten, welche die Basiskarten für Attributdaten darstellen.
- Bereits erstellte thematische Karten in verschiedenen Rasterformaten.
- Historische Altkarten
- Text, Ton, Filmdokumente

Jeder Datensatz ist mit den entsprechenden spezifischen Metadaten ausgestattet, die das Objekt beschreiben und für die Recherche in der Datenbank notwendig sind.

¹⁴² Dietrich Ebeling et al., ARASS – Ein Datenmanagementsystem als Grundlage eines offenen Geoinformationssystems mit dem Schwerpunkt auf den historischen Wissenschaften in: in: Dietrich Ebeling (Hrsg.), Historisch-thematische Kartographie, Bielefeld, 1999, S.182-183.

¹⁴³ Ebd., S.182,184.

¹⁴⁴ Vgl. ebd., S.183-184.

8.1.1 Attributdaten

Attributdaten werden nach einem quellenkritischen Blickwinkel erstellt und sind über Metadaten erschlossen. Bestände von Attributdaten werden in drei Bereichen von Metadaten beschrieben:

- Thematische Informationen beschreiben und beinhalten
 - den konkreten Inhalt einer Datenbank
 - den übergreifenden Zusammenhang einer Datenbank
 - die Personen oder das Projekt, welches hinter der Datenherstellung steckt.
- Quellenkritische Informationen geben Auskunft über Art und Probleme der betreffenden Informationen
- Technische Informationen, die Systemanforderungen beschreiben.

Die Suchabfragen im Rahmen von Recherchetätigkeiten erfolgen meist über den thematischen und quellenkritischen Teil der Metadaten. Der Nutzer kann nach verschiedenen inhaltlichen Kriterien, vergleichbaren Quellentypen oder den Werken bestimmter Hersteller suchen. Über Auswahl- und Editierfelder können die Suchabfragen durchgeführt werden. Des Weiteren sollen Hotspot-Karten als eine visualisierte Suchhilfe dienen. Die Suchergebnisse werden in einer ‚*listbox*‘ abgelegt und mit einer ‚*preview*‘ - und Info Funktion ausgestattet, über die der Metadatensatz angesehen werden kann.

Nicht jede Information des Metadatensatzes ist über die Suchfunktion abfragbar. Für wissenschaftliche Zwecke sind diese Informationen jedoch notwendig. Dazu gehören Informationen zur Datenqualität, Vollständigkeit, Überlieferungslage, Zuverlässigkeit und Entstehungszusammenhang.

ARASS-Data ermöglicht die Auswahl und Kombination von Variablen und Fällen aus einer Datenbank mit anderen Datenbanken, sofern diese in ihrer Struktur und Beschreibung kompatibel sind. Der Benutzer kann sich somit die Daten entnehmen, die er auch wirklich für seine Zwecke benötigt. Bei den durchgeführten Operationen entsteht eine neue temporäre Datenbank, die heruntergeladen werden kann. Der Originale Datenbestand bleibt somit erhalten, da der Anwender auf diesen keinen Zugriff hat. Folgende Operationen sind möglich:

1. Segregation

- Einzelne Variablen einer Datenbank können ausgewählt werden
- Einzelne Fälle einer Datenbank können ausgewählt werden
- Für einzelne Fälle können einzelne Variablen ausgewählt werden

2. Kombination

- Wenn mindestens eine Variable übereinstimmt, können aus einer Datenbank weitere Fälle in eine andere Datenbank importiert werden.
- Wenn die Datenbanken einheitliche geographische Bezugseinheiten aufweisen, können weitere Variablen aus einer Datenbank in eine andere Datenbank importiert werden.

Im Fall einer Kombination werden die entsprechenden Metadaten der verschiedenen Datenbanken mitgeliefert.¹⁴⁵

8.1.2 Vektordaten

Von einem gewählten Koordinatensystem ausgehend, werden unter Vektordaten die für Punkte, Linien und Flächen vergebenen Koordinaten bzw. Koordinatenpaare und deren Verknüpfung zu entsprechenden Attributdaten verstanden. Vektordaten sind ebenfalls mit einem entsprechenden Metadaten set ausgestattet.¹⁴⁶

¹⁴⁵ Vgl.ebd., S.184-186.

¹⁴⁶ Vgl.ebd., S.186.

Thematische Informationen	
abfragerelevante Informationen	Beispiel
<ul style="list-style-type: none"> • Titel • Teildisziplin • engerer Themenbereich • geographischer Rahmen (grobe Region – enge Region – Verwaltungseinheit) • Zeitrahmen (Epoche – Jahrhundert – Zeitraum/-punkt) • räumliche Bezugseinheit • Projektleiter • Projektmitarbeiter 	<ul style="list-style-type: none"> • französische Bevölkerungslisten des Roer-Departements • Wirtschafts- und Sozialgeschichte • Frühindustrialisierung im Raum • Deutschland – Rheinland – Roer-Departement • Neuzeit – 18./19. Jahrhundert – 1750 bis 1820 • Einzelsiedlungen • Dietrich Ebeling • Jürgen G. Nagel, Martin Schmidt
zusätzliche Informationen	Beispiel
<ul style="list-style-type: none"> • Name und Anschrift des Projektes • Laufzeit des Projektes • Drittmittelgeber/wirtschaftlicher Kooperationspartner • Bearbeiter der konkreten Datenbank • Aufnahmezeit der konkreten Datenbank • Gruppierung von Daten • Transformierung von Daten • Aggregation von Daten • Variablenliste • Codelisten • urheberrechtliche Bestimmungen • Freigabe 	<ul style="list-style-type: none"> • »Gewerbliche Verdichtung und Arbeitsmarkt«, Fachbereich III, Universität Trier, 54286 Trier • 1994 – 1999 • DFG • Jürgen G. Nagel, Martin Schmidt • 1997 – 1998 • Altersangaben in 5-Jahres-Schritten, Berufsgruppierung nach Code-Liste • keine • keine • werden als Text-Datei mitgeliefert • werden als Text-Datei mitgeliefert • keine • für wissenschaftliche Zwecke frei
Quellenkritische Informationen	
abfragerelevante Informationen	Beispiel
<ul style="list-style-type: none"> • Art der Quelle • Entstehungszeit der Quelle • Ersteller der Quelle • Informationsgehalt • Archivstandort 	<ul style="list-style-type: none"> • Zensus • 1812 • französische Verwaltung des Roer-Departements sowie zuständige Bürgermeister • Name, Alter, Konfession, Beruf, Familienstatus • HStA Düsseldorf, Best. Roer-Departement
zusätzliche Informationen	Beispiel
<ul style="list-style-type: none"> • Vollständigkeit • quellenkritische Besonderheiten • Quellenpublikationen 	<ul style="list-style-type: none"> • vollständig für die Arrondissement Aachen und Kleve, unvollständig für das Arrondissement Köln, für das Arrondissement Krefeld nicht überliefert • Abweichungen vom Schema bei einzelnen Mairien • keine
Technische Informationen	
Informationen	Beispiel
<ul style="list-style-type: none"> • Software und Version bei Erstellung • Größe der Datenbank 	<ul style="list-style-type: none"> • SPSS 7.5.1 for WINDOWS • 1,2 MB

Metainformationen zu den Attributdaten¹⁴⁷

¹⁴⁷ Ebd., S.185.

Thematische Informationen

abfragerelevante Informationen

- Titel/Thema
- Naturraum
- Siedlungen
- historisch administrative Einheiten
- moderne administrative Einheiten
- Beschreibung des Inhaltes
- räumliche Bezugseinheiten
- Zeitliche Gültigkeit
- Datenart
- Erhebungsquelle
- Maßstab der Erhebungsquelle
- Datengenauigkeit / Datenqualität
- Fortführungsstand der erhobenen Daten
- Erhebungsstelle (Institution)
- Beschreibung des Koordinatensystem mit allen entsprechenden Angaben
- Transformierung

Zusätzliche Informationen

- Format Name(n) und Version / falls in mehreren Formaten vorhanden
- Programm
- Erhebungsart
- Erhebungszeitraum
- Bearbeiter
- Gebühren- und Copyright-Informationen
- Kontaktadresse der Erhebungsstelle mit Telefon/email/Öffnungszeiten
- Kontaktperson
- Vorschau als GIF vorhanden
- Link auf GIF-Datei
- Geometriedaten m. internen Attributdaten
- Liste der verknüpften Attribute
- Informationen zu den Attributen (Quelle, Genauigkeit, Zuverlässigkeit, Primär- oder Sekundärdaten)
- Verknüpfbare externe Attributdaten
- Liste der externen Attributdaten mit entsprechendem Link auf diese Datei
- Objektschlüsselliste mit Erläuterung
- Beschreibung der Datenstruktur

Beispiel

- Kernraumkarte für das Untersuchungsgebiet des Projektes C7 im SFB 235
- Eifel, Hohes Venn, Aachener Bucht
- Aachen, Düren, Jülich, Monschau
- Roer-Departement, Arrondissement Aachen, Canton Burtscheid
- Nordrhein-Westfalen, Reg. Bez. Aachen, Stadt Aachen
- Straßennetz in acht Qualitätskategorien, nach Verwaltungseinheiten klassifizierte Ortspunkte mit Ortsnamen als Attribut, thematisch generalisiertes Gewässernetz als klassifizierte Objekte
- Straßennetz, Ortspunkte
- 1801 – 1828
- Linien, Punkte
- Gescannte Karten der durch das LVA NRW vertriebenen auf den Maßstab 1:25.000 verkleinerten Reproduktion des Tranchotkartenwerkes, 100 dpi, 256 Graustufen
- 1:25.000
- 30 – 100m horizontal bei 6,3m/Pixel
- 03/98
- SFB235-C7 Universität Trier
- Gauß-Krüger-Zone 2, Bessel Ellipsoid, Koordinaten in m
- Georeferenzierung der gescannten Karten mit Erdas Imaging durch eine Affintransformation mit Polynom 1. Grades auf GK-Zone2

Beispiel

- DHSgeo DGF Version Beta2, ArcView 3.0 SHP
- DHSgeo, ArcView 3.0
- Bildschirmdigitalisierung mit DHSgeo Beta2
- 09/97 – 03/98
- Stefan Klever, Peter Freimuth, Thomas Stein
- Keine
- SFB235-C7, Fachbereich III, Universität Trier, 54286 Trier, 0651/2013331, schmidt@uni-trier.de
- Dietrich Ebeling, Martin Schmidt, Jürgen G. Nagel
- Ja
- Link
- Nein
- —
- —
- Ja
- Linkliste
- Textdatei im RTF-Format
- Textdatei im RTF-Format

Quellenkritische Informationen	
<ul style="list-style-type: none"> • Art der Quelle • Entstehungszeit der Quelle • Ersteller der Quelle • Informationsgehalt • Archivstandort 	<ul style="list-style-type: none"> • Tranchot Müffling Kartenwerk (analog) • 1801 – 1828 • französische Verwaltung des besetzten linken Rheinlandes • Straßennetz, Gewässer, Ortschaften, Flächennutzung, usw. • HStA Koblenz
<p>zusätzliche Informationen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vollständigkeit • quellenkritische Besonderheiten • Quellenpublikationen 	<p>Beispiel</p> <ul style="list-style-type: none"> • — • — • Heinrich Müller-Miny, Die Kartenaufnahme der Rheinlande durch Tranchot und v. Müffling, 1801 – 1828, Teil 2: Das Gelände. Eine quellenkritische Untersuchung des Kartenwerks (= Erläuterungen zum geschichtlichen Atlas der Rheinlande, Bd. 10, Teil 2), Köln, Bonn 1975.
Technische Informationen	
<p>Informationen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Software und Version bei Erstellung • Größe der Datei 	<p>Beispiel</p> <ul style="list-style-type: none"> • DHSgeo Beta2 for WINDOWS • 3,6 MB

Metainformationen zu den Vektordaten¹⁴⁸

8.1.3 Kartenarchiv

Hier werden kartographische Darstellungen raumbezogener Analysen und Untersuchungen als digitale thematische Karten gespeichert. Die meisten der thematischen Karten sind noch nicht digital verfügbar. Sie müssen zuerst gescannt und unter der Benutzung von Bildbearbeitungsprogrammen an die entsprechenden Systemanforderungen angepasst werden. Auch digitale Rasterkarten werden mit einem entsprechenden Metadatensatz ausgestattet.

Die Abfrageoption erfolgt auf mehreren Ebenen und ist mit logischen Operatoren ausgestattet. Folgende Suchoptionen werden angeboten:

1. Urheber und Autor: Die Suchoption bezieht sich auf den Kartenbearbeiter(-autor) oder die produzierenden Unternehmen und Körperschaften.
2. Dargestellter Raumausschnitt:
 - Eine Suche nach Siedlungen nach dem heutigen Namen
 - Eine hierarchische Suche von historisch administrativen Einheiten
 - Eine hierarchische Suche von modernen administrativen Einheiten
 - Die Suche nach Naturräumen
3. Chronologie: Die Suche nach Zeitpunkten oder Zeiträumen

¹⁴⁸ Ebd. S.185.

4. Inhalt der Karte: Bei der Suche kann ein Schwerpunkt bestimmt werden und Kartentitel können anhand einer Titelstichwortsuche abgefragt werden.

Informationen bezüglich der Nutzungsrechte und Nutzungsbedingungen werden ebenfalls in den Metadaten festgehalten.

Basiert die im Archiv gespeicherte Rasterkarte auf Daten, die im ARASS-Data Archiv gespeichert sind, so enthalten die Metadaten auch die entsprechenden Verweise auf diese. Über das MAGELLAN GIS können somit die Karten entsprechend den Wünschen des Anwenders modifiziert werden. So kann z.B. die Karte noch mit anderen Datensätzen erweitert werden.¹⁴⁹

8.1.4 Funktionalitäten

Datenbanken, die in das Datenbanksystem aufgenommen werden, werden in ein ARASS-Data kompatibles Datenformat konvertiert. Die Metadaten, die jedem Datenbestand zugeordnet werden, ermöglichen allen Nutzern den Zugriff auf die Daten.

Upload

Externe Nutzer können ihre Datenbestände in gängigen Text-, Tabellen-, Datenbank-, Vektor-, Bild- und Tonformaten über einen Administrator in ARASS-Data integrieren lassen. Das gelieferte Datenobjekt wird zunächst über servereigene Prozeduren an das Benutzerarchiv geschickt. Damit die Daten jedoch abgefragt werden können, müssen vom Datenlieferanten die entsprechenden Metadaten mitgeliefert werden. Anhand der Angaben werden vom Administrator Versifikationsprüfungen und technische Kontrollen der Daten (Konsistenzprüfung, etc.) durchgeführt. Wird der Test bestanden, werden die Objekte in das Hauptarchiv aufgenommen. Der Administrator übernimmt schlussendlich die Vervollständigung der Metainformationen und die Bereitstellung sämtlicher notwendigen Codelisten und ähnlicher Zusatzinformationen.

¹⁴⁹ Ebd., S.186-190.

Download

Die in ARASS-Data gespeicherten unterschiedlichen Daten werden dem Nutzer über eine Downloadfunktion bereitgestellt. Bei jedem Datentransfer werden die Metadaten in Text-Dateien mitgeliefert. Da die Rechte beim Autor verbleiben, kann der Datenverkehr Restriktionen, wie z.B. Zahlungsverfahren, unterliegen. Die Vorgaben entsprechen hier dem Objektbesitzer.

Im weiteren Prozess können die Daten über MAGELLAN bearbeitet werden. Falls notwendig, können die Daten für die Bearbeitung auch in Softwareprogramme, wie z.B. andere GIS, exportiert werden.¹⁵⁰

8.2 Die Client-Software MAGELLAN

Mithilfe von MAGELLAN können die Anwendungen und Funktionen der digitalen Kartographie und der Geoinformationen genutzt werden. Die digitale Kartographie ermöglicht eine interaktive, dynamische und fragestellungsorientierte Informationsverarbeitung.¹⁵¹ Die Karte ist für die in einer Datenbank gespeicherten räumlichen Daten eine graphische Benutzerschnittstelle. Über Interaktionen wie das Anklicken eines Objektes können die zu den Objekten gespeicherten Attribute angesehen werden. Die Karte selbst stellt ein wichtiges Werkzeug für die räumliche Entscheidungsfindung dar.¹⁵² „*Sie helfen bei der Entscheidung was analysiert werden soll, sie unterstützen das Entwerfen von Entscheidungsmöglichkeiten und die visuelle Kommunikation dieser Entscheidung.*“¹⁵³

An MAGELLAN werden drei Anforderungen gestellt:

- Einfach Handhabung
- Offenheit gegenüber anderen Systemen:

¹⁵⁰ Ebd., S.190-192.

¹⁵¹ Jürgen Bollmann, Geo-Informationssysteme und kartographische Informationsverarbeitung, in: Berthold Hornetz, Dietrich Zimmer (Hrsg), Beiträge zur Kultur und Regionalgeographie. Festschrift für Ralph Jätzold (=Trierer Geographische Schriften, Bd. 9) Trier, 1993, S. 63-74.

¹⁵² Menno-Jan Kraak, Ferjan Ormeling, Cartography. Visualization of Spatial Data, Harlow, 1996, S.204.

¹⁵³ Dietrich Ebeling u.a., ARASS - Ein Datenmanagementsystem als Grundlage eines offenen Geoinformationssystems mit dem Schwerpunkt auf den historischen Wissenschaften, in: Dietrich Ebeling (Hrsg.), Historisch-thematische Kartographie Bielefeld, 1999, S.192.

Mithilfe der offenen Schnittstellen ist ein einfacher und reibungsloser Datenaustausch möglich.

- Modularer Aufbau: Auf diese Weise ist ein schnelles und einfaches Anpassen der Software an Speziallösungen möglich.

8.2.1 Das Modulsystem

Das Internetmodul

Es kann ähnlich einem Browser sogenannte *bookmarks* definieren, bearbeiten und aufrufen. Beim Aufruf wird der bookmark an den Browser übergeben.

Das Import/ Export Modul

Um Raster-, Vektor- und Attributdaten aufbereiten und bearbeiten zu können, werden drei Import- und Exportmodule benötigt.

Rasterdaten

Es können die gängigsten Rasterformate importiert werden (GIF, JPG, BMP, TIF, PSD, PCX). Vektor-Raster-Konvertierungen erfolgen in das GIF und TIF Datenformat. Es werden auch georeferenzierte Rasterformate wie GeoTIFF und ArcInfo BIL/BIP unterstützt. GeoTIFF ist ein Standardformat welches für georeferenzierte Daten verwendet wird. Rasterdaten, die über MAGELLAN georeferenziert wurden, werden ebenfalls im GeoTIFF gespeichert.

Vektordaten

Es ist MAGELLAN möglich MapInfo (MIF), CAD-Format (DXF), ASCII, ESRI-ArcView (SHP), ESRI-ArcInfo (Generate, Coverages, SDE-shapes), AtlasGIS (BNA) und PC-Themak2 (GEO,ASCII) -Daten zu importieren, wobei die verknüpften Attributdaten auch berücksichtigt werden. Amtliche Vermessungsdaten im ATKIS/ALK-EDBS Format können nur importiert werden.

Der Nutzer kann somit auf einen sehr umfangreichen Pool an Vektordaten zugreifen und für seine Arbeiten verwenden. Des Weiteren ist auch ein Transfer zu anderen GIS und Kartenherstellungsprogrammen möglich.

Attributdaten

Attributdaten können aus Standard ODBC-Quellen importiert werden. Der direkte Import und Export von Attributdaten aus Dateien im dBaseIII/IV (DBF), den ASCII Format CSV, FoxPro5.dbf sowie dem Spezialformat Themak2-Klartext ist ebenfalls möglich. Auch bei Attributdaten ist ein hoher Grad an Offenheit gegenüber anderen Programmen auf dem Gebiet der Attributdatenverarbeitung (Tabellenkalkulation, Datenbanken) gewährleistet.

Das Georeferenzierungsmodul

Mit dem Georeferenzierungsmodul können gescannte historische Karten und Vektorgeometrien über Transformationen in einheitliche Koordinatensysteme übertragen werden. Dadurch können historische Daten und Vektorgeometrien in einem sogenannten *map-overlay* über eine andere aktuelle Karte gelegt werden, um z.B. Veränderungen von Straßen, Landnutzung etc. anschaulich darzustellen.

Die Transformation erfolgt entweder über mathematische Gleichungen zwischen bekannten Koordinatensystemen oder anhand von bereits bekannten Passpunkten. Anhand identischer Passpunkte können die geometrischen Beziehungen zwischen der historischen Karte, welche entzerrt werden soll, und den Referenzdaten (eine aktuelle Karte mit einem entsprechenden Koordinatensystem) hergestellt werden, an denen die Transformationsparameter berechnet werden können.

Das Digitalisierungsmodul

Das Modul ermöglicht das Digitalisieren von Punkt, Linien und Flächenobjekten. In den historischen Wissenschaften existiert häufig keine zum Attributdatensatz passende Geometrie. Der Benutzer kann, basierend auf einer gescannten Rasterkarte, am Bildschirm selbst digitalisieren. Er kann Objekte generieren, die nach dem Klasse-Layer-Modell verwaltet werden (Aggregation/ Kapselung). Bestehende Vektorgeometrien können verändert werden.

Das GIS-Modul

Das GIS-Modul beinhaltet die grundlegenden Funktionen eines GIS, wie Vektorschneidungen (Fläche mit Fläche, Fläche mit Linie, Fläche mit Punkt, Linie mit Punkt), Pufferbildung (um Punkt, Linie, Fläche), Berechnungen von Streckenlänge, Entfernung und Fläche. Objekte können über Attribute oder räumlich mit einem Cursor ausgewählt werden.

Das Kartenkonstruktionsmodul

Der Benutzer kann hiermit rasch und einfach thematische Karten erstellen, die für Analysen oder der graphischen Darstellung dienen können. Die Attributdaten sind über Objektschlüssel an die Vektorgeometrien geknüpft. Folgende Kartendarstellungen sind möglich:

- Choroplethen
- Mosaik
- Kreis- und Rechteckdiagramm
- Histogramm
- Quadratraster

Legenden werden entsprechend dem Inhalt automatisch generiert.

Das Statistikmodul

Es enthält die grundlegenden Funktionen, mit denen die Attributtabelle bearbeitet werden können. Es enthält vor allem Anwendungen der deskriptiven Statistik: Median, Mittelwert, Mittelwertvergleich, Standardabweichung/ Standardfehler, Streuungsmaße (Minimum, Maximum, Varianz, Spannweite), Summe, Häufigkeiten, Kreuztabellen und Klassifikation.

Das Verknüpfungsmodul

Es verknüpft Kartenobjekte mit externen Attributdaten. Kartenobjekte können mit mehreren Attributen aus verschiedenen Quellen verknüpft werden.



Aufbau der Module¹⁵⁴

Ein Modul an sich bildet eine geschlossene Einheit. Der Benutzer von MAGELLAN kann diese Module aber miteinander vernetzen, um die von ihm gestellten Fragestellungen beantworten zu können. Die Client-Software MAGELLAN an sich kann auch ohne ARASS bestehen und angewendet werden.¹⁵⁵

8.3 ARASS und MAGELLAN für ein Archiv?

Obwohl die Idee von ARASS und MAGELLAN an sich schon länger in der Vergangenheit zurück liegt, so liefert es doch viele Perspektiven für ein Geodatenarchiv. Der Gedanke, Daten und Dienste über das WWW anzubieten, ist heute präsenter denn je. Die Annäherung beziehungsweise Konformität gegenüber dem OGC ermöglicht dem Benutzer eine rasche und einfache Benutzung des Archivs. Da für die Benutzung der Daten spezielle Software benötigt wird, wird ein Archiv auch ein entsprechendes GIS bereitstellen müssen. Über ein vom Archiv betriebenes (Web-)GIS und weiteren GI-Diensten, können die Daten rasch und effizient abgefragt, (vor)verarbeitet und angefordert werden.

¹⁵⁴ Ebd., S.193.

¹⁵⁵ Ebd., S.192-196.

9. Raumzeitliche Datenbanken für geschichtswissenschaftliche GIS-Anwendungen und Historisierung/ Zeitreihen

„In verschiedensten Anwendungsbereichen von geographischen Informationssystemen (GIS) wird der Nutzen des GIS erheblich durch den Umstand geschmälert, dass ein GIS in keinem seiner grundlegenden funktionalen Komponenten (Dateneingabe, Verarbeitung, Analyse und Präsentation) neben der räumlichen auch die zeitliche Dimension ausreichend behandeln kann. Es wird von einem statischen Datenbestand ausgegangen und bei Datenänderungen, sei es Korrektur des Datenbestandes oder Aufnahme einer Änderung der durch den Datenbestand abgebildeten realen Welt, werden in der Regel die bestehenden Daten überschrieben.“¹⁵⁶

Vor allem bei geschichtswissenschaftlichen Anwendungen, auch als *historische GIS* (HGIS) bezeichnet, spielt die zeitliche Dimension eine essentielle Rolle. Um frühere Zustände oder Veränderungen bestimmen zu können ist bei Datenbanken der Zeitfaktor unerlässlich.

Der Trend von GIS-Anwendungen im Allgemeinen wandert von ad-hoc Problemlösungen zu institutionalisierten, langfristigen Anwendungen, die zunehmend Prozesse anstelle von Zuständen behandeln. Die historischen Abfragen an die Datenbanken stehen bei der Entwicklung von temporalen GIS im Vordergrund. Folgende Abfragemöglichkeiten sind gefordert:¹⁵⁷

- Nach der Lebensspanne eines Merkmals
- Nach einem Zeitschnitt
- Nach der Lebensspanne eines Merkmals und wenn bestimmte Kriterien erfüllt sind, nach einem Zeitschnitt
- Nach einem Zeitschnitt und der Lebensspanne der Merkmale, die bestimmte Kriterien erfüllen
- Nach der Lebensspanne aller Merkmale
- Nach allen Zeitschnitten

¹⁵⁶ Thomas Litschko, Raumzeitliche Datenbanken als Basis für GIS-Anwendungen in der Geschichtswissenschaft, in: Dietrich Ebeling (Hrsg.), Historisch-thematische Kartographie, Bielefeld, 1999, S.167.

¹⁵⁷ Gail Langran, Issues of implementing a spatio-temporal system, in: International Journal of Geographic information Systems, 7, 1993, S.305-314.

Den Abfragetypen liegen vier Abfragetypen zugrunde:¹⁵⁸

- temporale Abfragen: Zustand eines Merkmals zu einem bestimmten Zeitpunkt
- Zeitspannen Abfrage: Veränderung eines Merkmals innerhalb einer zeitlichen Periode
- Raumzeitliche Abfrage: Zustand einer Region zu einem bestimmten Zeitpunkt
- Raum-Zeitspannenabfrage: Veränderung der Region innerhalb einer zeitlichen Periode

9.1 Organisation der Daten in einem temporalen GIS

Die sogenannte *split-data-*, *georelational-data* model hybride Datenorganisation ist die verbreitetste Form bei GIS-Anwendungen. Dabei werden die räumlichen/geometrischen und thematischen Daten in voneinander getrennten eigenen Datenformaten gespeichert. Räumlichen Informationen werden in den entsprechenden proprietären Graphikformaten gespeichert, während die thematischen Daten in relationalen DBMS gespeichert werden. Anhand identischer Identifikationsschlüssel werden die Geodaten mit den Attributdaten verknüpft, womit ein geo-relationales Datenmodell vorliegt.

Mit dem geo-rationalen Modell kommen aber Probleme auf:

- Eine Aufrechterhaltung der Integrität zwischen den beiden Datenbeständen erweist sich als schwierig.
- Die Funktionalitäten eines DBMS können mit dem geo-rationalen Modell nicht vollständig genutzt werden.
- Aufgrund der proprietären Datenformate ist der Anwender oft gezwungen die Daten vertikal in kartographische Schichten zu segregieren.
- Ein Datenaustausch zwischen verschiedenen Anwendungen und Datensammlungen erweist sich oft schwer oder sogar unmöglich.
- Methoden des Zugriffs und der Manipulation hängen sehr von der Datenstruktur der Geodaten ab.

¹⁵⁸ Gail Langran, Time in Geographic Information Systems, London/ Washington, 1993.

Bei einem integriert-georationalen Modell werden sowohl die Geodaten als auch die Attributdaten in nur einem DBMS gespeichert. Mit diesem Modell werden die Probleme eines verteilt-georationalen-Modells aufgehoben. Der komplette Datenbestand eines GIS-Systems ist in nur einer Datenbank integriert und muss nur an einer Stelle gespeichert werden.

Doch es sind nicht nur Fortschritte in der DBMS-Technologie zu verzeichnen, sondern es wird auch der Wunsch nach einem stark integrierten, behördenübergreifenden Geodatenmanagements laut. Hier sieht das bereits erwähnte OGC seine Ziele.¹⁵⁹

9.2 Temporale Datenbanken

Datenbanken bilden Zustände eines Teils der realen Welt ab. Die darin enthaltenen Objekte werden als Entitäten repräsentiert. Infolge von Zustandsänderungen entstehen Versionsfolgen der Objekte. Die Objekte werden von Attributwerten repräsentiert. Durch die sich verändernden Attributwerte und den dazugehörigen zeitlichen Gültigkeitsbereich entstehen temporale Zeitfolgen. Der Zustand eines Objektes zu einem bestimmten Zeitpunkt wird Objektversion genannt.

Entscheidungskriterien für die Konzeption und Implementierung von temporalen Datenbanken sind:

- Die Art der berücksichtigten Zeitattribute und der Typ der temporalen Datenbank
- Das Repräsentationsschema der Objektversionen und die Ereignis- / Aktualisierungsorientierung der Dateneingabe
- Die *dimensionale Dominanz* der Datenabfrage und die daraus resultierenden Folgen für Speicher- und Zugriffsmethoden.¹⁶⁰

¹⁵⁹ Thomas Litschko, Raumzeitliche Datenbanken als Basis für GIS-Anwendungen in der Geschichtswissenschaft, in: Historisch-thematische Kartographie, in: Dietrich Ebeling (Hrsg.), Historisch-thematische Kartographie, Bielefeld, 1999, S.168-170.

¹⁶⁰ Vgl. ebd., S.170.

Bei Datenbanken können drei Zeitkonzepte unterschieden werden:¹⁶¹

- Die valide Zeit (*valid time*): Der Zeitpunkt oder auch Zeitraum, für den die modellierte Realität gültig ist.
- Die Transaktionszeit (*transaction time*): Der Zeitpunkt, an dem die Daten in die Datenbank eingegeben werden.
- Die benutzerdefinierte Zeit (*user-defined time*): Ein nicht näher interpretiertes Zeitattribut.

Durch die getrennte und gemeinsame Verwendung von *valid time* und *transaction time*, der Möglichkeit der historischen Abfrage und der Wiederherstellung (*rollback*) eines früheren Datenbankzustandes können vier verschiedene temporale Datenbanktypen definiert werden:¹⁶²

- *snapshot* (Zeitschnitt) bzw. die statische Datenbank: Explizit werden keine Zeitangaben als *timestamp* benutzt. Sie beschreibt den Zustand einer modellierten Realität zu einem bestimmten Zeitpunkt und ist statisch. Veränderungen der modellierten Realität können nur durch das Anlegen von weiteren statischen Datenbanken mit unterschiedlichen Zeitpunkten, unter Berücksichtigung der *transaction time*, sichtbar gemacht werden. Sowohl Historische Abfragen, als auch *rollback* Operationen sind nicht möglich.
- *rollback* Datenbanken: Über das Benutzen der *transaction time* können frühere Zustände der Datenbank abgefragt werden, womit die modellierte Realität zu einem bestimmten Zeitpunkt wiederhergestellt werden kann. *Rollback*-Operationen sind möglich, historische Abfragen jedoch nur dann, wenn *valid time* und *transaction time* miteinander übereinstimmen.
- Historische Datenbanken verwenden die *valid time* zum *timestamping*. Es wird also ein historischer Zustand pro *timestamp* gespeichert. Historische Abfragen sind also möglich, jedoch ist ein *rollback* nicht möglich.
- Bitemporale Datenbanken unterstützen *valid time* als auch *transaction time*, wodurch historische Abfragen und *rollback*- Operationen möglich sind. Beide Zeitarten können gemeinsam in einer Datenabfrage manipuliert werden, wodurch historische Informationen aus dem Blickwinkel der Kenntnisse zu einem bestimmten Zeitpunkt angesehen werden können.

¹⁶¹ S. Jensen, A glossary of temporal database concepts in: *Sigmod Report*, 21, 1992, S.3.

¹⁶² Benjamin, Cummings, *Temporal databases – Theory Design and Implementation*, London, 1993.

Alle Datenbanktypen verfolgen die sogenannte *non-deletion-policy*. Die bestehenden Daten werden nicht durch neue Daten ersetzt.¹⁶³

Schlüssel	Bereich	Gruppe	Art	Unterart
10000000	Wohnplatz			
11000000	Administration	Wohnplatz/ Siedlung		
11100000			Stadt	
11200000			Dorf	
11300000			Kleinort-/ Teilsiedlung	
11310000				Einzelgehöft
11320000				Hof, Meierei, Mühle, Försterei, Köhlerei, Holländerei, Schäflerei
11330000				Teilsiedlung
11340000				Ausbau
12000000		(admin.) Gebiets- körperschaft		
12100000			Säkular	
12110000				Verwaltungslinie/Hierarchie
12200000			Kirchl.	
12210000				Verwaltungslinie/Hierarchie
13000000		(gerichtl.) Gebiets- körperschaft		
13100000			Säkular	
13110000				Verwaltungslinie/Hierarchie
13200000			Kirchl.	
13210000				Verwaltungslinie/Hierarchie
20000000	Verkehr			
21000000		Wege		
21100000			Wasser	
21110000				Fluß
21120000				Kanal
21130000				Bach
21140000				Seeroute
21150000				Fährverbindung
				Fers-, Flußüberquerung
Objektschlüssel	Objektname	Gültigkeit Start	Gültigkeit Ende	
10000000	Wohnplatz/Administration	01.01.1000	31.12.2000	
11000000	Wohnplatz/Siedlung	01.01.1000	31.12.2000	
11100000	Stadt	01.01.1000	31.12.2000	
11200000	Dorf	01.01.1000	31.12.2000	
11300000	Kleinort-/Teilsiedlung	01.01.1000	31.12.2000	
11310000	Einzelgehöft	01.01.1000	31.12.2000	
113110000	Hof	01.01.1000	31.12.2000	
113120000	Meierei	01.01.1000	31.12.2000	
113130000	Mühle	01.01.1000	31.12.2000	
113140000	Försterei	01.01.1000	31.12.2000	
113150000	Köhlerei	01.01.1000	31.12.2000	
113160000	Holländerei	01.01.1000	31.12.2000	
113170000	Schäflerei	01.01.1000	31.12.2000	
113200000	Teilsiedlung	01.01.1000	31.12.2000	
113210000	Ausbau	01.01.1000	31.12.2000	
120000000	(admin.) Gebietskörperschaft	01.01.1000	31.12.2000	
121000000	Säkular	01.01.1000	31.12.2000	
121100000	Herzogtum	01.01.1200	31.12.1400	
121110000	Herzogtum	01.01.1401	31.12.1648	
121110000	Provinz	01.01.1649	31.12.1818	
121110000	Provinz	01.01.1819	31.12.1927	
121110000	Provinz	01.01.1928	07.05.1945	
121110000	DDR	25.06.1952	30.05.1975	
121110000	BRO	03.10.1990	11.07.1994	

Auszug aus den Objektarten und dem Objektschlüsselkatalog des HGIS Pommern¹⁶⁴

9.3 Geodatenbank Archivierung über ESRI

Der GIS-Hersteller ESRI bietet seit ARGIS 9.2 die Funktion *Geodatabase*

*Archiving*¹⁶⁵ an. Es ist dem Benutzer nun möglich, zeitlich zurückliegende Zustände

¹⁶³ Vgl. Thomas Litschko, Raumzeitliche Datenbanken als Basis für GIS-Anwendungen in der Geschichtswissenschaft, in: Historisch-thematische Kartographie, in: Dietrich Ebeling (Hrsg.), Historisch-thematische Kartographie, Bielefeld, 1999, S.172.

¹⁶⁴ Ebd., S.177.

einer Geodatenbank, hauptsächlich im Vektorbereich, wieder abzurufen. Dies wird durch neue Archivtabellen, in welchen Zustandsänderungen aufgezeichnet werden, ermöglicht.

Die Methodik ist ESRI schon seit 2002 bekannt:

„History has been traditionally achieved through a special archiving strategy or custom application that store deleted features in a special history layer or maintain fields on tablets with active dates for each row. The geodatabase’s versioning model provides an alternative to these methods. A version can be used to represent the state of a database at a specific point of time. The versioning model will maintain the old representation of objects, deleted objects, and the time that these events happened without having to manage special layers or data stamps on features.“¹⁶⁶

Auch hier stellt sich die Frage nach der zeitlichen Einteilung. An sich kann nach jedem Bearbeitungsschritt eine neue Version erstellt werden. Natürlich kann dieser Speicherpunkt auch zu bestimmten Zeitpunkten, wie z.B. in regelmäßigen Intervallen, stattfinden. Auf diese Weise erhält man jedoch nur die bereits bekannten snapshots.

Auch ESRI beschäftigte sich mit der Frage, mit welcher Form der Zeit gearbeitet werden soll und identifizierte dabei drei Abfragearten:¹⁶⁷

- *Show me the database at time ,A‘.*
- *Show me how feature ,Y‘, has changed through time.*
- *Show me what was in the space of feature ,Z‘, at time ,B*

¹⁶⁵ ESRI, ArcGIS 9.2 Webhelp Topic: Archiving data, 2008.

http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/printBooks_topics.cfm?pid=2224, 15.06.2012.

¹⁶⁶ ESRI, Modeling und Using History in ArcGIS. Technical Paper, 2002, S.1.http://downloads2.esri.com/support/whitepapers/ao_/Modeling_and_Using_History_in_ArcGIS.pdf, 15.06.2012.

¹⁶⁷ Zit. ESRI, Land Records Data Archiving. White Paper,2004, S.1.

<http://support.esri.com/index.cfm?fa=downloads.dataModels.filteredGateway&dmid=38>, 15.06.2012.



ESRI Geodatenbankarchivierung¹⁶⁸

¹⁶⁸ ESRI, ESRI Geodatabase Workshop, 2007, S.32.

http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/printBooks_topics.cfm?pid=2224, 15.06.2012

10. Digitale Bildverarbeitung von historischen Karten

Auch historische Karten können einerseits im Rahmen einer Digitalisierung im elektronischen Format vorliegen, andererseits können sie über Methoden der Bildverarbeitung und Informatik auch zu Geoinformationen und digitalen kartographischen Darstellungsformen verwertet werden.

Viele Karten, besonders historische, stellen komplexe Inhalte dar, welche mit einer normalen Zeichenerklärung nicht beschrieben werden können. Darum werden sie in dazu erstellten Textteilen zusätzlich erklärt und abgehandelt. Werden die Daten über ein GIS verwaltet, wird die Trennung von Karte und Textteil aufgehoben. Die Informationen können direkt über das GIS abgerufen und angeordnet werden.

Das Herstellen eines Raumbezugs zu historischen Daten gestaltet sich in vielen Fällen als aufwendig und schwierig: Oft liegt der Raumbezug nur in einer nicht eindeutig interpretierbaren verbalen Ortsangabe vor, der Verlauf einer Grenze zwischen zwei Gebieten ist in einem Zeitraum nur ungenau bekannt, oder die historische Quelle lässt Zweifel an der Zuverlässigkeit aufkommen. Infolge der Unsicherheiten bei der Feststellung des Raumbezuges entstehen auch Unsicherheiten bei der Interpretation der Ergebnisse. Derartige Probleme werden wohl bei EDV Lösungen immer auftreten, da diese präzise Eingaben erfordern. Diese Unsicherheiten tragen jedoch auch dazu bei, Anwendungslösungen für die gestellten Probleme zu finden. Im folgenden Beispiel sollen Methodik und auch Probleme bei der Digitalisierung historischer Karten dargestellt werden.¹⁶⁹

10.1 Die digitale Restaurierung einer historischen Karte

„Carte de la Gaule après le traité d’Andelot en 587“ ist eine Karte von Auguste Longnom aus dem Jahr 1878. Es handelt sich dabei um einen 50x50,5 cm Farbdruck der im Besitz des Römisch-Germanischen Zentralmuseums (RGZM).

Die Karte selbst stellt die regionale Unterteilung Galliens dar und dient als Grundlage aller weiteren Entwicklungen. Sie wird häufig für wissenschaftliche Zwecke

¹⁶⁹ Wolfgang Böhler, Hartmut Müller, Nicole Weis, Bearbeitung historischer Karten mit digitaler Bildverarbeitung, in: Historisch-thematische Kartographie, in: Dietrich Ebeling (Hrsg.), Historisch-thematische Kartographie, Bielefeld, 1999, S.126-127.

herangezogen und weist dadurch entsprechende Abnutzungserscheinungen auf. Um den weiteren Zerfall zu vermeiden, wurde die Karte im Rahmen einer Diplomarbeit¹⁷⁰ digital erfasst und auch in einem vom RGZM finanziertem Projekt vektorisiert, damit der Karteninhalt über ein GIS mit Attributdaten verknüpft werden kann.¹⁷¹



Karte von Lognon¹⁷²

Das Rasterbild

Die Karte wurde über einen Büros scanner, was sich im Nachhinein als ungünstig erwies, eingescannt. Da die Farben zur Trennung der thematischen Inhalte herangezogen worden sind, ist die Verwendung eines leistungsfähigen Scanners mit sehr hoher Auflösung von höchster Bedeutung. Im vorliegenden Fall konnte der Scanner nicht die gesamte Karte erfassen, wodurch sie in sechs Teilbereiche aufgenommen wurde, die sich im Bereich von 10-15 cm überlappten.

Um die entstanden Teilbereiche der Gesamtkarte zueinander referenzieren zu können, mussten Passpunkte in einem übergeordneten Koordinatensystem festgelegt werden. Infolge von inadäquaten Reparaturarbeiten entstanden kleinere Verschiebungen. Da keine Gitterlinien oder Vergleichbares als gemeinsame Referenz herangezogen werden kann, bleiben diese Ungenauigkeiten unberücksichtigt.

¹⁷⁰ Nicole Weis, Aufbereitung einer historischen Karte durch digitale Bildverarbeitung (unveröffentlichte Diplomarbeit, FH Mainz), Mainz, 1997. Und http://www.i3mainz.fh-mainz.de/dipl/d5_05.html 15.05.2012.

¹⁷¹ Vgl. Wolfgang Böhler u.a., Bearbeitung historischer Karten mit digitaler Bildverarbeitung, in: Dietrich Ebeling (Hrsg.), Historisch-thematische Kartographie, Bielefeld, 1999, S.127.

¹⁷² Ebd., S.237.

10.2 Georeferenzierung und Entzerrung von Karten

Analoge oder digitale Rasterkarten müssen über Passpunkte (Kontrollpunkte) bekannter Positionsdaten zu einer in einem GIS oder Bildbearbeitungsprogramm festgelegten Projektion lagertreu positioniert werden. Dieser Prozess wird auch als Georeferenzierung bezeichnet. Jedoch müssen auch Verzerrungen durch andere Projektionen, abweichende Lageungenauigkeiten, ungenaue Kartenzeichnungen, aber auch Papierverzug berücksichtigt werden. Über spezifische Software können die Rasterkarten über eine Rektifikation ausgeglichen und auf annehmbare Restfehler reduziert werden. Die Verzerrungen von Altkarten des 19. Jahrhunderts sind jedoch so groß, dass die verfügbare Software nur bei kleinen Kartenausschnitten zu annehmbaren Entzerrungsergebnissen führen kann.¹⁷³

Mit Hilfe des Bildverarbeitungsprogrammes wie z.B. ERDAS IMAGINE, welches beim genannten Beispiel zum Einsatz kam, werden die Teilbereiche weiter bearbeitet. Dabei werden die Koordinaten in den Teilbereichen der Gesamtkarte bestimmt und über eine Transformation auf das übergeordnete System umgerechnet. Auch im Überlappungsbereich kam es bei der zuvor genannten Karte zu Verschiebungen bei übereinstimmenden Objekten der Teilbereiche. Ursachen dafür können der Kartenverfall, Scanner Ungenauigkeit und eine zu geringe Dichte an ermittelten Passpunkten. Diese Differenzen werden aber erst bei einer starken Vergrößerung sichtbar. Je nach Verwendungszweck des Digitalisats, ob es aus rein anschauungstechnischen Gründen oder vermessungstechnischen Gründen digitalisiert wurde, können die Ungenauigkeiten tragbar oder untragbar sein. Mit der Verwendung des ‚Mosaicking‘ Werkzeugs entstand schlussendlich das Rasterbild der Gesamtkarte.¹⁷⁴

10.3 Klassifizierung des Karteninhalts

Die Klassifizierung des Karteinhalts erfolgt anhand der verschiedenen Farben des Kartenbildes. Dabei werden die Farben in einzelne Bildfolien zerlegt die jeweils nur noch eine Farbe enthalten. Somit ist es später möglich Auszüge und Kombination

¹⁷³ Rolf Plöger, Anwendungen Geographischer Informationssysteme (GIS) für historisch-geographische Aufgabenstellungen, in: Dietrich Ebeling (Hrsg.), Historisch-thematische Kartographie, Bielefeld, 1999, S.17.

¹⁷⁴ Wolfgang Böhler u.a., Bearbeitung historischer Karten mit digitaler Bildverarbeitung, in: Dietrich Ebeling (Hrsg.), Historisch-thematische Kartographie, Bielefeld, 1999, S.127-128.

nach Wahl zu erstellen. Unterscheiden sich die Farben, so sollten im RGB Merkmalsraum deutliche Cluster entstehen, sodass in verschiedene Objektklassen eingeteilt werden kann.

Im vorliegenden Fall der *Carte de la Gaule après le traité d'Andelot en 587* erfüllten sich die Erwartungen aufgrund des ungenauen Scanners nicht. Mischpixel und radiometrisch bedingte Farbschwankungen waren die Folge. Bei geometrischen Verschiebungen kam es dazu, dass sich die Informationen der drei Farbkanäle um fast eine Pixelbreite gegeneinander verschoben. Es entstanden große Varianzen für gleichfarbige Pixel, da die feinsten Linien oft nur ein Pixel groß waren, so dass sich die Klassen im entsprechenden Merkmalsraum einander überlagerten.¹⁷⁵ Scanner höherer radiometrischer Auflösung (800 dpi) sind folglich für eine Klassifizierung notwendig. Unter der Anwendung einer unüberwachten Klassifikation konnte schlussendlich ein akzeptables Ergebnis von dreizehn verschiedenen Objektklassen erreicht werden. Über Filteroperationen konnte das neue Kartenbild von Einzelpixeln befreit werden. Manuelle Eingriffe in das Kartenbild waren dennoch notwendig. Fehlende Elemente wurden nachgezeichnet und fehlerhafte entfernt. Nun konnten durch das zusammensetzen der Objektfolien verschiedene Folienkombination erstellt werden. Erst durch das Zusammensetzen aller hergestellten Objektfolien entstand ein restauriertes Bild des Kartenoriginals.¹⁷⁶

10.4 Bereitstellung der historischen Karte für ein GIS

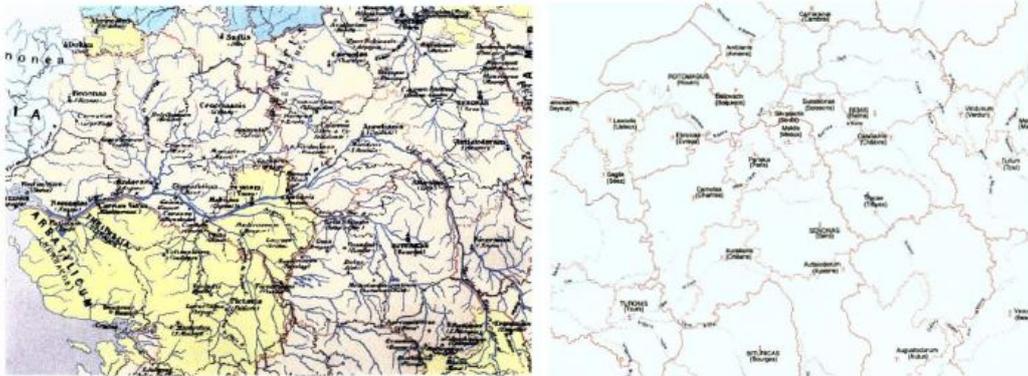
Um das Rasterbild effektiv für ein GIS nutzbar zu machen, muss es vektorisiert werden. Bei einfachen Karten können teilautomatische Vektorisierungsprogramme wie *Arcscan* verwendet werden. Detailreiche und komplexe Karten erfordern jedoch eine direkte manuelle Digitalisierung der Karte, die auf einem Digitalisierungstabledt geschieht. Die wichtigsten und aussagekräftigsten Elemente der Gallien-Karte (Grenzen, Kirchenprovinzen, Flüsse, Küstenlinien) wurden vektorisiert.

Im Anschluss wurden die Vektordaten in ein GIS (ESRI ArcInfo) geladen, um sie mit weiteren Informationen und Abfragemöglichkeiten (ESRI ArcView) verbinden zu

¹⁷⁵ Carlsson, Stenbäck, *Restoring a Historical Map by Digital Image Processing* (unveröffentlichte Diplomarbeit, FH Mainz in Kooperation mit der Högskolan Gävle-Sandviken, Schweden), Mainz, 1998.

¹⁷⁶ Wolfgang Böhler u.a., *Bearbeitung historischer Karten mit digitaler Bildverarbeitung*, in: Dietrich Ebeling (Hrsg.), *Historisch-thematische Kartographie*, Bielefeld, 1999, S.128-130.

können. Auch hier wird die thematische Information in getrennten Objektfolien, in diesem Fall Coverages oder Layer genannt, abgelegt. Diese Coverages können nach Belieben angeordnet und kombiniert werden.¹⁷⁷



Rasterbild nach der Restauration (ohne Schraffur) und vektorisierte Fassung der Lognon Karte¹⁷⁸

10.5 Topologiebildung und Attributdaten

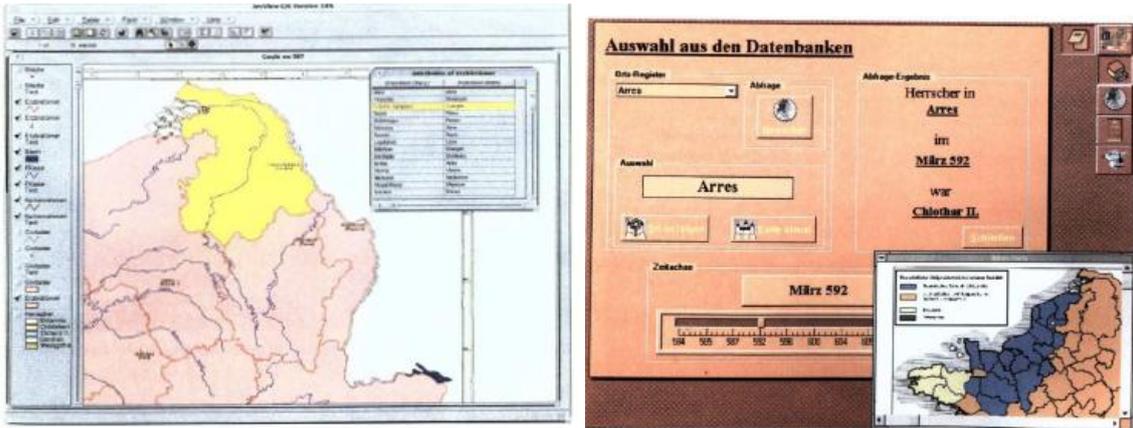
GIS sind in der Lage, Nachbarschaftsbeziehungen zwischen den graphischen Elementen zu beschreiben. Mit Hilfe der von der Software bereitgestellten Werkzeuge können diese sogenannten Topologien hergestellt werden. Die Software erkennt von selbst eindeutige, fragwürdige und fehlerhafte Sachverhalte der Elemente untereinander und teilt diese in Listen mit. Solche Fehler müssen manuell richtiggestellt werden. Die Attributtabelle selbst werden von der Software automatisch angelegt. Die Attributdaten können über eine Relationsspalte mit einer oder mehreren weiteren Tabellen verknüpft und erweitert werden.

Über die vom GIS bereitgestellten Abfrage- und Analysewerkzeuge können sowohl Geodaten, als auch die dahinter stehenden Attributdaten abgefragt und für weitere Analyseverfahren bereitgestellt werden.¹⁷⁹

¹⁷⁷ Ebd., S.129-130.

¹⁷⁸ Ebd., S.237-238

¹⁷⁹ Ebd., 1999, S.130-133.



Abfrageergebnisse, basierend auf Vektor- und Attributdaten¹⁸⁰

¹⁸⁰ Ebd., S.238-239.

11. Geographische Informationssysteme für historisch-geographische Fragestellungen

Die Entwicklung anthropogen geschaffener Kulturlandschaften und deren Pflege sind Gebiete der Historischen Geographie.

„Als historische Raumwissenschaft verfolgt sie einen umfassenden Ansatz, d.h. sie setzt sich ganzheitlich und flächendeckend mit den raumzeitlichen Zusammenhängen und Prozessen auseinander untersucht die raumrelevanten Strukturen der Vergangenheit und inventarisiert und bewertet deren Bestandteile oder Überreste in der heutigen Kulturlandschaft.“¹⁸¹

Die vielen verschiedenen vernetzten Elemente einer Kulturlandschaft stellen funktionale und prozessorientierte Systeme dar, die optisch als Punkt-, Linien und Flächenelemente dargestellt werden.¹⁸² Die Methodik, reale Objekte als Punkt-, Linien und Flächenelemente darzustellen, entspricht der modellhaften Beschreibung einer Kulturlandschaft eines GIS.¹⁸³ Durch entsprechende Datenschemata muss die Modellbildung, in Bezugnahme auf Geometrie und Semantik, konkretisiert und systematisiert werden.¹⁸⁴

11.1 Geometrische Dimension

Die Einteilung der Kulturlandschaftselemente in Punkt-, Linien- und Flächenelemente geschieht einerseits aus einem funktionalen Zusammenhang, andererseits aus einer Abhängigkeit von der thematischen und maßstäblichen Bearbeitungs- und Betrachtungsebene. So kann zum Beispiel ein Verkehrsweg je nach thematischen Zusammenhang und Maßstab als Linien- oder Flächenelement dargestellt werden.¹⁸⁵

¹⁸¹ Rolf Plöger, Anwendungen Geographischer Informationssysteme (GIS) für historisch-geographische Aufgabenstellungen, in: Dietrich Ebeling (Hrsg.), Historisch-thematische Kartographie, Bielefeld, 1999, S.9.

¹⁸² Peter Burggraaf, Der Begriff >Kulturlandschaftspflege< aus der Sicht der Angewandten Historischen Geographie, in: Natur- und Landschaftskunde 32, 1996, S.10-12.

¹⁸³ Ralf Bill, Dieter Fritsch, Grundlagen der Geo-Informationssysteme. Bd.1: Hardware, Software und Daten, Heidelberg, 1994.

¹⁸⁴ Bartelme, Geoinformatik. Modelle, Strukturen, Funktionen, S.18,31, 35-36.

¹⁸⁵ Rolf Plöger, Anwendungen Geographischer Informationssysteme (GIS) für historisch-geographische Aufgabenstellungen, in: Dietrich Ebeling (Hrsg.), Historisch-thematische Kartographie, Bielefeld, 1999, S.9-10.

Die historische Geographie verwendet neben den Kulturlandschaftselementen auch die Begriffe *Muster*, *Struktur* und *Gefüge*.¹⁸⁶

- Muster sind Kulturlandschaftselemente, die aufeinander bezogen wiederkehrende räumliche Verteilungen und Anordnungen aufweisen
- Eine Struktur sind funktional und räumlich zusammenhängende Kulturlandschaftselemente. Dabei werden die Prozesse ihrer Bildung, Beziehungen und Zusammenhänge zwischen den Kulturlandschaftselementen und den von ihnen gebildeten Mustern berücksichtigt.
- Gefüge beschreibt die Gesamtheit der aufeinander bezogenen Kulturlandschaftselemente oder Strukturen in Verteilung, Form, Anordnung und Ausrichtung zueinander.¹⁸⁷

Punkt-, Linien- und Flächenelemente sind in einem GIS sozusagen die Grundbausteine, aus denen sich anhand von räumlichen Beziehungen und Sachdaten Muster, Strukturen und Gefüge zusammensetzen. Muster, Strukturen und Gefüge sind also Produkte von analytischen Betrachtungen.

Die nächste höhere Gliederungsebene sind Kulturlandschaftsbereiche, die über funktional zusammenhängende und miteinander räumlich verbundene Kulturlandschaftselemente/bestandteile definiert werden. (z.B. Naturschutzgebiete, landwirtschaftlich genutzter Raum, Stadtgebiet, etc.)

Die verschiedenen Objekte der unterschiedlichen Gliederungsebenen können im GIS in eigenen GIS-Layern erfasst und abgelegt werden. Je nach Fragestellung können die verschiedenen Layer für eine entsprechende Analyse und Präsentation kombiniert und angeordnet werden.¹⁸⁸

¹⁸⁶ Vgl. ebd., S9-11.

¹⁸⁷ Vgl. Heinz Quasten; Juan Manuel Wagner, Vorschläge zur Terminologie der Kulturlandschaftspflege, in: Winfried Schenk; Klaus Fehn, Dietrich Denecke(Hrsg.), Kulturlandschaftspflege. Beiträge der Geographie zur räumlichen Planung, Stuttgart, Berlin, 1997. S.80-84.

¹⁸⁸ Rolf Plöger, Anwendungen Geographischer Informationssysteme (GIS) für historisch-geographische Aufgabenstellungen, in: Dietrich Ebeling (Hrsg.), Historisch-thematische Kartographie, Bielefeld, 1999, S.11.

11.2 Semantische Dimension

Durch entsprechende Schlüsselfelder werden den Objektgeometrien über relationale Datenbanken Sachdaten zugeordnet. Aus dem Blickwinkel der historischen Geographie sind für die Kulturlandschaftselemente die Merkmale Zeitstellung, Funktion und Erscheinungsbild von höchster Wichtigkeit.

Objektkatalog und Codierung Funktion

Mit Funktion ist der Zweck, die Aufgabe oder die Nutzung eines Kulturlandschaftselements gemeint. Daraus ergibt sich auch das Erscheinungsbild, Aussehen und Gestaltungsform, kurz als *Form* bezeichnet. Des Weiteren sollen auch geomorphologische und geoökologische Elemente eingebracht werden. Um eine systematische Erfassung in Datenbanken zu ermöglichen, sind derartige Merkmale für eine Typisierung und Codierung heranzuziehen.

Dabei werden Funktionsbereiche definiert, innerhalb derer wiederum weitere Gliederungsstrukturen anzutreffen sind, die aus dem Blickwinkel einer kulturlandschaftlichen Gliederung in einer hierarchischen Abstufung nach Objektklassen baumartig zu einem einzelnen Objekt auf unterster Ebene führt. Eine Codierung der Funktionen erfolgt im Hinblick auf die Handhabung von Datenbankfunktionen numerisch. In einem Objektkatalog werden für jeden Funktionsbereich der relevanten GIS-Objekte auf den definierten Gliederungsebenen ein fünfstelliger Code für das Merkmal *Funktion* vergeben.¹⁸⁹

¹⁸⁹ Ralf, Bill, Dieter Fritsch, Grundlagen der Geo-Informationssysteme, Bd.1: Hardware, Software und Daten, Heidelberg, 1994, S.241-242.

	1	2	3	4	5
50000	Land- und Forstwirtschaft				
51000	Landwirtschaft, Agrarlandschaft				
51100	Ackerland				
51200	Grünland				
51300	Sonderkulturen				
51400	Bauten der Landwirtschaft				
51410	Hofanlage				
51411	Wohngebäude				
51412	Wirtschaftsgebäude				
52000	Forstwirtschaft, Waldlandschaft				
52100	Waldarten				
52110	Laubwald				
52200	Waldlage				
52210	Bergwald				
52300	Forstbetriebssystem/Wirtschaftsform				
52310	Hochwald				
52320	Niederwald				
52400	Forstbetriebliche Einrichtungen				
52410	Forsthaus				
53000	Fischereiwirtschaft				
54000	offene Naturlandschaft				
54100	Heide				
54200	Moor				

Gliederungsebenen für den Funktionsbereich ‚Land und Forstwirtschaft‘¹⁹⁰

Anmerkungen zu Objektkatalogen:¹⁹¹

- Gliederungsstruktur und Codierung sind nach unten offen. Fünf Ebenen sind in der Regel genug.
- Das hierarchische Objektklassenprinzip unterstützt funktional orientierte Gruppierungen und Zusammenfassungen.
- Das Zuordnen von Kulturlandschaftselementen zu bestimmten Funktionsbereichen ist nicht immer eindeutig. Sind diese durch Datenbankstrukturen nicht erschließbar, so muss der Anwender wissen, in welchen Ästen der Datenbank seine Objekte enthalten sind.

¹⁹⁰ Rolf Plöger, Anwendungen Geographischer Informationssysteme (GIS) für historisch-geographische Aufgabenstellungen, in: Dietrich Ebeling (Hrsg.), Historisch-thematische Kartographie, Bielefeld, 1999, S.14.

¹⁹¹ Vgl. ebd., S.14-16.

- Bei strengen Objekthierarchien sind die Einordnungen nicht immer die optimale Lösung. Oft muss der Anwender zwischen verschiedenen Möglichkeiten entscheiden oder Kompromisse eingehen.

Codierung Formänderung

Eine Form, also das Aussehen, Erscheinungsbild und Gestaltungsform, der Kulturlandschaftselemente ist mit der Funktion verbunden. Sowohl die Funktion, als auch die Form können sich mit der Zeit verändern.

Formänderungen sollen qualitativ erfasst werden. Diese werden mit einem Bezug auf die Funktion durch qualitative Abstufungen festgelegt und mit einem einstelligen Formcode festgehalten. Über Datenbankabfragen können anhand der Codes kombinatorisch begründbare Abfolgen auf der Zeitachse ermittelt werden.¹⁹²

Formcode	Veränderung der Form
a) vorhergehender Funktionscode bleibt erhalten	
0	erstmalig als GIS-Objekt erfaßtes oder neues Element
1	Relikt: FORM unverändert oder nicht wesentlich verändert
2	Relikt: FORM wesentlich verändert, zerstört
3	Umgestaltung, Überformung: ursprüngliche FORM noch erkennbar
4	Wiederherstellung: verschwundene FORM wiederhergestellt
5	Element verschwunden (Punkt- oder Linienelement) oder wüst gefallen (Flächenelement)
b) vorhergehender Funktionscode ändert sich	
6	Umnutzung: FORM unverändert oder nicht wesentlich verändert
7	Umnutzung: FORM teilweise erhalten, wesentliche Bestandteile übernommen
8	Rekonstruktion: ursprüngliche FORM angestrebt
9	Element von neuer FORM mit historischem Bezug zum verschwundenen Element

Beschreibung des Formcodes mit Bezug auf den Funktionscode¹⁹³

¹⁹² Ebd. S.14-16.

¹⁹³ Ebd., S.15.

11.3 Datenfelder und ableitbare Aussagen

Sowohl die Zeitstellung, als auch die Merkmale Form- und Funktionsänderung sind in Sachdatenbanken zu speichern. Ziel von historisch-geographischen Anwendungen ist es, bei einer fortlaufenden Erfassung, Aussagen zu Zeitschnitten oder Kulturlandschaftswandel über beliebige zeitliche Perioden zu ermöglichen.¹⁹⁴

11.4 Genauigkeit der Digitalisierung

Die Frage nach der Genauigkeit der Digitalisierung bezieht sich nicht nur auf die Lagegenauigkeit und die Stützpunkte der Linien und Flächen (Grad der Generalisierung), sondern auch auf die Auswahl des geometrischen Grundelements. Die Antwort ist anwendungsorientiert und abhängig von der Menge und Komplexität der geometrischen Elemente und Strukturen, dem Maßstab, der historischen Entwicklung des Raumes und der historisch-geographischen Fragestellung. Eine allgemein gültige Aussage kann also nicht gegeben werden.¹⁹⁵

¹⁹⁴ Ebd., S.16.

¹⁹⁵ Ebd., S.18.

12. Gesamtfazit

Obwohl die vorliegende Diplomarbeit keine allgemeine Lösung auf die Problemstellung der Archivierung von digitalen Geodaten und kartographischen Darstellungsformen liefert, bildet sie dennoch eine kleine Vorarbeit für eine umfassendere Problemlösung des Archivproblems.

Klar jedoch ist, dass die Archivierung der Daten vom Archiv nicht alleine bewältigt werden kann. Bei den Recherchen konnte kein Beispiel gefunden werden, bei dem die Archivierung schon beim Produzenten ansetzt. Vor allem die Produzenten von Geodaten und weiterführenden Produkten müssen aktiver in den Archivierungsprozess eingebunden werden. Des Weiteren muss geklärt werden, wie Significant Properties festgelegt werden. Wesentlicher Merkmal einer modernen kartographischen Darstellungsform ist die Beteiligung des Nutzers am Kartenbild. Ist sie auch ein archivwürdiges Charakteristikum und sie hier die Archivierungsstrategie aus? Es bleibt zu hoffen, dass die Aktivitäten der OGC Data Preservation Group bald Wirkung zeigen.

Geodaten können an sich nach dem OAIS Referenzmodell archiviert werden. Dennoch bleiben hier Fragen offen: Wie lassen sich zum Beispiel Geodatenbanken in die Struktur eines Information Packages integrieren? Wie viel Representation Information ist notwendig? Welche Archivierungsmethode wird sich schlussendlich für welche Daten durchsetzen?

Und wer kümmert sich um die Digitalisierung der analogen Altbestände? Wie wird entschieden, ob und was überhaupt digitalisiert werden soll? Müssen dafür Fachkräfte herangezogen werden, oder steigen, im Zuge der Bestandserhaltung, die Anforderungen an die Fachkenntnisse der Archivbeauftragten? Und selbst die Digitalisierungs- und Bereitstellungsverfahren lassen zahlreiche Fragen offen.

Das Themenspektrum von Geoinformationen und Kartographie ist weit gefächert. Spezifische Forschungsfragen an das Archivgut sind wohl erst mit einer archivaren Bewertung möglich. Mit immer präsenter werdenden HGIS-Entwicklungen werden sich jedoch neue und spannende Fragestellungen und Themengebiete entwickeln.

13. Literatur

Andreas Kunz, Verkehrsgeschichte und Computerkartographie in: Historisch-thematische Kartographie, in: Dietrich Ebeling, Historisch-thematische Kartographie, Bielefeld, 1999.

Andrew Wilson, Significant properties of digital objects. Präsentation am JISC Significant Properties Bartelme, Geoinformatik. Modelle, Strukturen, Funktionen, 2008.
<http://www.dpconline.org/docs/events/080407sigpropsWilson.pdf>, 21.04.2012.

Arbeitsgruppe der ARK AG ESys und des ARK ITAusschusses, Handreichung zur Archivierung elektronisch vorliegender Geodaten, 2009.
http://www.bundesarchiv.de/imperia/md/content/bundesarchiv_de/fachinformation/ark/handreichung_geodaten_20090928.pdf, 30.04.2012.

BayArchivG 1989: Abschnitt I, Art 2, Abs.3. <http://www.gda.bayern.de/aufgaben/archivgesetz.php>, 23.04.2012.

BayArchivG 1989: Abschnitt I. Art. 2. Abs.2. <http://www.gda.bayern.de/aufgaben/archivgesetz.php>, 23.04.2012.

Benjamin Cummings, Temporal databases – Theory Design and Implementation, London, 1993.

Carlsson Stenbäck, Restoring a Historical Map by Digital Image Processing (unveröffentlichte Diplomarbeit, FH Mainz in Kooperation mit der Högskolan Gävle-Sandviken, Schweden), Mainz, 1998.

CCSDS Consultative Committee for Space Data Systems (2002): Reference Model for an Open Archival Information System (OAIS). Blue Book. Document CCSDS 650.0-B.
<http://public.ccsds.org/publications/archive/650x0b1s.pdf>, 15.05.2012.

Christian Gutknecht, Archivierung von Geodaten bei swisstopo, (unveröffentlichte Diplomarbeit HTW Chur), Chur, 2008.

Denise Lievesley, Strategies for Managing Electronic Resources. JISC/British Library Workshop: Long Term Preservation of Electronic Materials, 1995.
<http://www.ukoln.ac.uk/services/papers/bl/rdr6238/paper.html>, 13.04.2012.

Denise R. Bleaky, Long-Term Spatial Data Preservation and Archiving. What are the Issues? Sand Report, 2002. <http://prod.sandia.gov/techlib/access-control.cgi/2002/020107.pdf>, 04.05.2012

Dietmar Grünreich, Der Standort der Kartographie im multimedialen Umfeld, in: Kartographie im multimedialen Umfeld. 5. Wiener Symposium, (Wiener Schriften zur Geographie und Kartographie, 8), Wien, 1996.

Dietrich Ebeling, Peter Freimuth, Jürgen Nagel, Martin Schmidt, Thomas Stein, ARASS - Ein Datenmanagementsystem als Grundlage eines offenen Geoinformationssystems mit dem Schwerpunkt auf den historischen Wissenschaften, in: Dietrich Ebeling (Hrsg.), Historisch-thematische Kartographie, Bielefeld, 1999.

Elmar Mittler, Mechthild Schüler, Möglichkeiten der Beschaffung und Bereitstellung von digitaler Karten im Sondersammelgebiet, Göttingen, 2002.

Erich Buhmann, Joachim Wiesel, GIS-Report 2007/08: Software, Daten, Firmen, 2007.

ESRI, ArcGIS 9.2 Webhelp Topic: Archiving data, 2008.

http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/printBooks_topics.cfm?pid=2224, 15.06.2012.

ESRI, ESRI Geodatabase Workshop, 2007.

http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/printBooks_topics.cfm?pid=2224, 15.06.2012.

ESRI, Geodatabase Elemente, 2008.

<http://esrigermany.de/products/arcgis/geodatabase/elements.html>, 17.05.2012.

ESRI, Land Records Data Archiving. White Paper, 2004.

<http://support.esri.com/index.cfm?fa=downloads.dataModels.filteredGateway&dmid=38>, 15.06.2012.

ESRI, Modeling und Using History in ArcGIS. Technical Paper, 2002.

http://downloads2.esri.com/support/whitepapers/ao_/Modeling_and_Using_History_in_ArcGIS.pdf, 15.06.2012.

Ferdinand Mayer, Thematische Kartographie heute – Impulse/ Zukunftsaspekte, in: GIS und Kartographie. Theoretische Grundlagen und Zukunftsaspekte. Wiener Symposium 1991, (Wiener Schriften zur Geographie und Kartographie, 6), Wien, 1993.

Francesca Marini, Canada Land Data System. Interpares Case Study Nr. 6, 2000.

http://www.interpares.org/documents/interpares_cs_06_overview.pdf, 04.05.2012.

Gail Langran, Issues of implementing a spatio-temporal system, in: International Journal of Geographic information Systems, 7, 1993.

Gail Langran, Time in Geographic Information Systems, London/ Washington, 1993.

Georg Gartner, Markus Jobst, Structural Aspects for the Digital Cartographic Heritage, in: Markus Jobst (Hrsg), Preservation in Digital Cartography – Archiving Aspects, Berlin Heidelberg, 2011.
Günter Hake, Kartographie I, 6. Aufl., Berlin, New York, 1982.

Günther Pichler, Martin Klopfer, Spezifikation und Standardisierung – OGC, OGC Europe und ISO in: Geodateninfrastruktur, Grundlagen und Anwendungen, Heidelberg, 2005.

Hartmut Asche, Modellierung und Nutzung elektronischer Karten, in: Kartographie im multimedialen Umfeld. 5. Wiener Symposium, (Wiener Schriften zur Geographie und Kartographie, 8), Wien, 1996.

Heinz Quasten; Juan Manuel Wagner, Vorschläge zur Terminologie der Kulturlandschaftspflege, in: Winfried Schenk; Klaus Fehn, Dietrich Denecke(Hrsg.), Kulturlandschaftspflege. Beiträge der Geographie zur räumlichen Planung, Stuttgart, Berlin, 1997.

<http://geogratias.cgdi.gc.ca/>

http://gisbsc.gis-ma.org/GISBScL1/de/html/GISBSc_VL1_V_lo1.html, 23.04.2012.

<http://www.geodaten.niedersachsen.de>, 23.04.2012

http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=24683

<http://www.news.admin.ch/> 23.04.2012

<http://www.opengeospatial.org/projects/groups/preservdwg> , 23.07.2012

I.P Williamson, A. Rajabifard, M.-E Feeney (Eds.), Developing spatial data infrastructures, from concepts to reality, London/New York, 2003.

Interministerieller Ausschuss für Geoinformationswesen, Geoinformationen und moderner Staat. 2. Aufl., M.: Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, Frankfurt, 2003.

http://www.imagi.de/download/flyer_broschueren/Geoinfomodernerstaat.pdf , 23.04.2012.

J. Crompvoets, A. Bregt, World status of national spatial data Geoportals, URISA journal, 15 (APA I), 2003.

Jeff Rothenberg, Avoiding Technological Quicksand: Finding a Viable Technical Foundation for Digital Preservation, Washington, 1999. <http://www.clir.org/pubs/reports/rothenberg/contents.html>, (24.04.2012).

Jo Clarke, Jenny Mitcham, Preservation Handbook. Geographical Information Systems (GIS), 2005. <http://www.webarchive.org.uk/wayback/archive/20080430164652/http://ahds.ac.uk/preservation/gis-preservation-handbook.pdf>, 21.04.2012.

Jo Maitland, Archiving: finding data in 2050. 2008. <http://www.forrester.com>, 15.07.2008. (nicht mehr abrufbar)

Jürgen Bollmann, Geo-Informationssysteme und kartographische Informationsverarbeitung, in: Berthold Hornetz, Dietrich Zimmer (Hrsg), Beiträge zur Kultur und Regionalgeographie. Festschrift für Ralph Jätzold (=Trierer Geographische Schriften, Bd. 9) Trier, 1993.

Katja Schröder, Schlimm Reinhold, Europakarten für das WWW. Notwendigkeiten und Möglichkeiten der Kartengestaltung und hypermedialen Integration. Kurzfassung eines Vortrags für den Deutsch-Niederländischen Kartographiekongreß Maastricht, 1999. <http://www.geog.fu-berlin.de/eurocis/maastricht99.html> 25.05.2012.

Kenneth Chin, Use a Digital Preservation Plan to Manage Content for the Long Term, 2007. <http://www.gartner.com>, 14.07.2008. (nicht mehr abrufbar)

Klaus Greve, Rolf Lessing, Markus Müller, Operationell nutzbare Metainformationen zur Beschreibung von Raum- und Zeitbezug, in: Josef Strobl, Thomas Blaschke; Gerald Griesebner(Hrsg.), Angewandte Geographische Informationsverarbeitung XIII, Heidelberg, 2001.

KOGIS, Analyse Geodatenmark Schweiz, 2002. <http://www.swisstopo.admin.ch/internet/swisstopo/de/home/docu/pub/kogis.parsys.31452.downloadList.17754.DownloadFile.tmp/marketstudyde.pdf>, 17.05.2012.

KOGIS, Analyse Geodatenmark Schweiz, 2006. http://www.interlis.ch/interlis2/docs23/ili2-refman_2006-04-13_d.zip, 17.05.2012

Lars Bernhard, Geodateninfrastruktur – ein Überblick, in: Geodateninfrastruktur, Grundlagen und Anwendungen, Heidelberg, 2005.

Lars Bernhard, Joep Cromptvoets, Jens Fitzke, Geodateninfrastruktur – ein Überblick, in: Geodateninfrastruktur, Grundlagen und Anwendungen, Heidelberg, 2005.

Markus Müller, Clemens Portelle, GDI-Architekturmodelle, in: Geodateninfrastruktur, Grundlagen und Anwendungen, Heidelberg, 2005.

Mathäus Schilcher Kartographie und Geoinformationssysteme auf dem Weg in die Informationsgesellschaft, Kartographische Nachrichten, 47, H 4, 1997.

Menno-Jan Kraak, Ferjan Ormeling, Cartography. Visualization of Spatial Data, Harlow, 1996.

Michael Bilo, Lars Bernhard, Inspire – Aufbau einer Infrastruktur für raumbezogene Informationen in Europa, in: Geodateninfrastruktur, Grundlagen und Anwendungen, Heidelberg, 2005.

Nico Krebs, Uwe M. Borghoff, State of the Art Survey of Long-Term Archiving - Strategies in Context of Geodata/ Cartographic Heritage, in: Markus Jobst (Hrsg), Preservation in Digital Cartography – Archiving Aspects, Berlin Heidelberg, 2011.

Nicole Weis, Aufbereitung einer historischen Karte durch digitale Bildverarbeitung (unveröffentlichte Diplomarbeit, FH Mainz), Mainz, 1997. http://www.i3mainz.fh-mainz.de/dipl/d5_05.html, 15.05.2012.

Peter Burggraaf, Der Begriff >Kulturlandschaftspflege< aus der Sicht der Angewandten Historischen Geographie, in: Natur- und Landschaftskunde 32, 1996.

R Groot, J McLaughin (eds), Introduction. Geospatial Data infrastructure – Concepts, cases, and good practice, Oxford, 2000.

Rajabifard, M.E. Feeney, I.P.Williamson, Future Directions for SDI Development. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 4(1), 2002.

Ralf Bill, Dieter Fritsch, Grundlagen der Geoinformationssysteme - Bd.1: Hardware, Software und Daten, Heidelberg, 1994.

Ralf Denzer, Reiner Güttler, Integration von Umweltdaten, in: Bernd Page, Lorenz M. Hilty(Hrsg.), Umweltinformatik – Informatikmethoden für Umweltschutz und Umweltforschung. 2. Aufl., 1995.

Ralph Bill, Grundlagen der Geo-Informationssysteme: Analysen, Anwendungen und neue Entwicklungen. Bd.2., Heidelberg, 2008.

Roland Stahl, Dieter Keller-Giessbach, GIS versus CAD versus Datenbank – Was sind die Gegensätze?, in: CAD News. Das unabhängige Computer-Magazin für professionelle CAD-Anwender, 7, H 4, 1999.

Roland Stahl, GIS versus CAD versus Datenbank – Was sind die Gegensätze?, in: CAD News. Das unabhängige Computer-Magazin für professionelle CAD-Anwender, 7, H 4, 1999.

Rolf Plöger, Anwendungen Geographischer Informationssysteme (GIS) für historisch-geographische Aufgabenstellungen, in: Dietrich Ebeling (Hrsg.), Historisch-thematische Kartographie, Bielefeld, 1999.

Rupert Hacker, Bibliothekarisches Grundwissen. München, 2000.

S. Jensen, A glossary of temporal database concepts in: Sigmod Report, 21, 1992.

Sabine Brenner-Wilczek, Getrude Cepl-Kaufmann, Max Plassmann, Einführung in die moderne Archivarbeit, Darmstadt, 2006.

Steven P Morris, Preservation of Geospatial Data: the Connection with Open Standards Development, in: Markus Jobst (Hrsg), Preservation in Digital Cartography – Archiving Aspects, Berlin Heidelberg, 2011.

Susanne Strahinger, Probleme und Gefahren im Umgang mit „Meta“-Begriffen – ein Plädoyer für eine sorgfältige Begriffsbildung, in: Proceedings of the International Knowledge Technology Forum '99, Potsdam, 1999.

Swisstopo, Konzeption der Archivierung von Geobasisdaten des Bundesrechts, 2012.

<http://www.swisstopo.admin.ch/internet/swisstopo/de/home/topics/geodata/geoarchive.parsysrelated1.29968.downloadList.96117.DownloadFile.tmp/zwischenberichtkonzeptionellipsev1.020120116pdfpublication.pdf>, 30.04.2012.

TFADI, Preserving Digital Information. Final Report.Task Force on Archiving of Digital Information, 1996. <http://www.clir.org/pubs/reports/pub63watersgarrett.pdf>, 13.04.2012.

Thomas Litschko, Raumzeitliche Datenbanken als Basis für GIS-Anwendungen in der Geschichtswissenschaft, in: Dietrich Ebeling (Hrsg.), Historisch-thematische Kartographie, Bielefeld, 1999.

Uwe M. Borghoff, Peter Rödiger, Jan Scheffczyk, Langzeitarchivierung: Methoden zur Rettung digitaler Datenbestände, Heidelberg, 2003.

Wolfgang Böhler, Hartmut Müller, Nicole Weis, Bearbeitung historischer Karten mit digitaler Bildverarbeitung, in: Historisch-thematische Kartographie, in: Dietrich Ebeling (Hrsg.), Historisch-thematische Kartographie, Bielefeld, 1999.

Workshop, British Library, 2008. <http://www.dpconline.org/docs/events/080407sigpropsWilson.pdf>, 21.04.2012.

14. Curriculum Vitae

Persönliche Daten

Name, Vorname: Kerschner, Jonas

Staatsangehörigkeit: Österreich

Schulischer Werdegang, Präsenzdienst und Studium

1996 – 2004 BRG Salzburg Akademiestraße

2004 – 2006 Studium der Geschichte u. Slawistik an der Universität Salzburg

2006 Präsenzdienst Schwarzenbergkaserne

2006 – 2008 Fortsetzung Studium der Geschichte – 1. Studienabschnitt an der Universität Salzburg

seit 2008 Fortsetzung Studium der Geschichte – 2. Studienabschnitt an der Universität Wien

Spezialgebiet: Neuere Geschichte, Zeitgeschichte, Kulturgeschichte,
Archivwissenschaft und Erforschung von Kulturgütern
Bestandserhaltung und Dokumentation

Freie Wahlfächer: Geomatik (TU Wien)
Visualisierung räumlicher Thematiken und Raumanalysen
Rekonstruktion des historischen Raums
ArcGIS, QGIS, GRASS GIS
Umgang mit Bild/Animationsprogrammen, Webprogrammierung,
Web(map)server

Sonstige Kenntnisse

-) Office Paket, LaTeX
-) Archiv- und Katalogsysteme
-) Adobe Reihe (Illustrator, Indesign, Photoshop), Freehand, Flash, ERDAS Imagine
-) CMS (Drupal, Joomla)
-) Programmieren: HTML, Javascript, PHP