

Mapserver als Hilfsmittel zur Datenvisualisierung im Internet –

**Erläutert anhand des Internetprojektes AtOS, der
Internetversion des "Atlas Ost- und Südosteuropa"**

DIPLOMARBEIT

zur Erlangung des Magistergrades
der Naturwissenschaften

an der
Fakultät für Human- und Sozialwissenschaften
der Universität Wien
Studienrichtung Geographie
Studienzweig Kartographie

eingereicht von
Christian Fürpaß

Wien, November 2001

Danksagung

Mein aufrichtiger Dank geht an Frau ao. Univ.-Prof. Dr. Ingrid Kretschmer für die Betreuung meiner Diplomarbeit sowie für die fachliche Unterstützung.

Weiters möchte ich auch Univ. Ass. Dr. Andreas Riedl für die fachlichen Ratschläge danken.

Ohne die Mitglieder des "OSI-Teams" wäre der AtOS nie zustande gekommen. Dafür danke ich meinen beiden Kollegen Mag. Christian Resch und Robert Saul, sowie dem "inoffiziellen Mitglied" Mag. Alexander Pucher.

Ein besonders herzlicher Dank geht an meine Eltern, die mich während meiner gesamten Studienzzeit finanziell unterstützt, und mir so diese Ausbildung ermöglichen haben.

Ein liebes Dankeschön geht an meine Freundin Petra, die mich während meiner Studienzzeit immer unterstützt und motiviert hat und mir auch in der letzten Phase meines Studiums mit vielen wertvollen Tipps geholfen hat.

Danke!

Inhaltsverzeichnis

1. Vorwort	5
2. Einleitung	7
3. Kategorien von Webkarten	9
3.1. Vor der Nutzeranforderung vom Kartographen erstellte Karten.....	11
3.1.1. Statische viewonly Karten.....	11
3.1.2. Statische interaktive Karten.....	15
3.1.3. Dynamische viewonly Karten.....	20
3.1.4. Dynamische interaktive Karten.....	21
3.2. Nach der Nutzeranforderung automatisiert erstellte Karten.....	24
3.2.1. Statische viewonly Karten.....	26
3.2.2. Statische interaktive Karten.....	27
3.2.3. Dynamische viewonly Karten.....	29
3.2.4. Dynamische interaktive Karten.....	29
3.3. Abschlussbetrachtung.....	30
3.4. Verfahrensauswahl für den AtOS.....	32
4. Kategorien von Web GIS Anwendungen	33
4.1. Geodaten Server.....	34
4.2. Mapserver.....	35
4.2.1. Definition eines Mapservers.....	36
4.2.2. Gliederungsmöglichkeiten von Mapservern.....	37
4.2.3. Funktionsweise eines Mapservers.....	38
4.2.4. Basisfunktionen eines Mapservers.....	39
4.2.5. Verknüpfung eines Mapservers mit einer Datenbank.....	40
4.3. Kartengestützte Online Auskunftssysteme.....	41
4.4. Online GIS.....	42
4.4.1. Allgemeine Funktionsweise.....	42
4.4.2. Vergleich von Produkten verschiedener Hersteller.....	43
4.5. GIS-Funktions-Server.....	44
4.6. Vergleich zwischen diesen verschiedenen Kategorien.....	45
4.7. Verfahrensauswahl für den Mapserver beim AtOS Projekt.....	46
5. Prototyp der Internetversion des Atlas Ost- und Südosteuropa	47
5.1. Vorstellung des AtOS Projektes.....	48
5.1.1. Anforderungen und Zielsetzungen des Ost- und Südosteuropa-Instituts.....	48
5.1.2. AOS – Analoges Atlas.....	49
5.1.3. AtOS – Elektronischer Internetatlas.....	50
5.1.3.1. Methodischer Aufbau der Applikation.....	51
5.1.3.2. Funktionen des AtOS.....	52
5.1.4. Modularer Aufbau mit Hilfe von Open Source Komponenten.....	56

5.2. Beschreibung der wichtigsten Software Module.....	57
5.2.1. Apache Webserver.....	58
5.2.2. Beschreibung der Programmiersprache PHP	58
5.2.3. Eigenschaften des für den AtOS eingesetzten Mapservers	59
5.2.3.1. Allgemeine Funktionen.....	59
5.2.3.2. Erweiterung der kartographischen Visualisierungsmöglichkeiten durch Verwendung des Map Files	62
5.2.4. Beschreibung der eingesetzten Datenbank	63
5.2.4.1. Allgemeines über MySQL	64
5.2.4.2. Verwendung der Datenbank im AtOS	64
5.3. Arbeitsablauf bei der Erstellung des Prototyps	66
5.4. Ablaufschema der programminternen Kommunikation.....	69
5.5. Einzelne Programme und Funktionen	73
5.5.1. Allgemeine Funktionsweise des Kartenfensters.....	73
5.5.2. PHP, HTML und JavaScript für die Parameterübergabe	75
5.5.3. Mehrsprachiges Benutzerinterface	77
5.5.4. Ein- und Ausschalten der Ebenen.....	78
5.5.5. HTML Funktionen der Navigationstools	80
5.5.6. PHP Funktionen der Navigationstools	82
5.5.7. Navigationsfunktion der Übersichtskarte	87
5.5.8. Suchfunktion nach Attraktionen.....	88
5.5.9. Automatisch generierte Kreissignaturen	93
5.5.10. Informationsabfrage über eine Attraktion	95
6. Zusammenfassung – Ausblick.....	97
7. Anhang	98
7.1. Literaturverzeichnis.....	98
7.2. Abbildungsverzeichnis	104
7.3. Tabellenverzeichnis.....	105
7.4. Links.....	106
7.5. Glossar.....	107

1. Vorwort

Als ich nach meiner Matura in einer HTL für Elektronische Datenverarbeitung und Organisation das Studium der Geographie begann, war ich eigentlich so etwas wie ein Exot in dieser Studienrichtung. Allerdings war damals noch nicht abzusehen, in welche Richtung sich die Kartographie bis heute entwickelt wird. Diese tatsächlich stattgefundenen Veränderungen in der Kartographie, der Umbruch von der Analogen zur Digitalen Kartographie, ist meiner bisherigen Ausbildung allerdings sehr entgegengekommen. Eines meiner Schwerpunktgebiete in meinem Studium war die Kombination der Kartographie als Wissenschaft mit dem Handwerk des Programmierers, welches ich in der HTL gelernt habe.

Daraus ergab sich auch, dass ich meine Diplomarbeit im Bereich der Internetkartographie schreiben wollte, da dies ein Gebiet ist, in dem noch vieles eigenständig programmiert werden muss und nicht schon durch diverse Programme vorgegeben wird. Allerdings reicht es nicht, dass der Kartenhersteller ein ausgebildeter Programmierer ist, er muss zusätzlich auch Kartograph sein, um als Ergebnis seiner Arbeit ein wissenschaftlich hochwertiges, kartographisch korrektes Produkt zu erstellen.

Als mir im März des Jahres 2000 von Dr. Riedl die Frage gestellt wurde, ob ich an einem Forschungsprojekt zur Erstellung eines Internetatlas mitarbeiten möchte, fiel mir die Entscheidung leicht zuzustimmen, da ich dabei die Chance bekam, an einem Projekt mitzuarbeiten, das mich persönlich und fachlich sehr interessierte. Im Laufe dieses Projektes stellte sich heraus, dass wichtige Teilgebiete der Internetkartographie in der Literatur noch nicht explizit beschrieben sind, obwohl sie bereits in verschiedenen Projekten verwendet werden. Durch eine Diplomarbeit in diesem Bereich kann ich die mangelnde wissenschaftliche Dokumentation erweitern.

Das 16 Monate dauernde Forschungsprojekt zwischen dem Institut für Geographie und Regionalforschung der Universität Wien und dem Österreichischen Ost- und Südosteuropa-Institut (OSI) hatte zum Ziel, den Prototyp eines Internetatlas zu erstellen. Dabei sollte eine Machbarkeitsstudie durchgeführt werden und in der Form eines Prototyps festgestellt werden, wieweit der bisher in analoger Form als Printmedium erschienene wissenschaftliche thematische "Atlas Ost- und Südosteuropa" in einer Internetversion veröffentlicht werden kann.

Als Arbeitstitel für den Prototyp wurde AtOS gewählt, um das Internetprodukt vom bisher bestehenden "Atlas Ost- und Südosteuropa" (AOS) abzugrenzen [vgl. FÜRPASS, RESCH, SAUL, 2001].

Anschließend an das Projekt habe ich vom Institut für Ost- und Südosteuropa die Erlaubnis erhalten, Forschungsergebnisse des Forschungsauftrages in meiner Diplomarbeit weiterzuverwenden.

Das Endergebnis des Prototyps ist vom OSI als sinnvoller und tatsächlich durchführbarer Weg empfunden worden und dadurch wurde das Projekt als voller Erfolg abgeschlossen. Der Prototyp wird nach seiner Fertigstellung in eine Vollversion umgewandelt werden und ist unter dem, vom OSI gewünschten, Namen AOS unter der Adresse

<http://www.aos.ac.at>,

oder von der Homepage des OSI unter der Adresse

<http://www.osi.ac.at>

über das Internet für jeden Besucher frei verfügbar.

2. Einleitung

Das Internet und darin speziell der Bereich des World Wide Web (WWW) hat sich zu einem heute nicht mehr fortzudenkendem Medium für die weltweite Verfügbarmachung von Informationen entwickelt. Auch die Kartographie beansprucht einen nicht zu geringen Anteil des gesamten Angebots an dargebotenen Informationen im Internet.

Die Visualisierung eines Großteils dieser kartographischen Informationen erfolgt in der Form von Karten, die Internetkarten oder Webkarten genannt werden. Für diese Karten gelten, da es sich bei ihnen um Bildschirmkarten handelt, außer den bisher für die analoge Kartographie bekannten kartographischen Regeln, noch zusätzlich weitere Regeln für die kartographisch korrekte Visualisierung von Daten über das Internet. Über dieses Problem ist inzwischen in der Literatur ausführlich diskutiert worden, es gibt aber und wird auch immer geben, verschiedene, völlig unterschiedliche Ansätze über die Art der Darstellung von Karten im Internet. Ein sehr oft verwendeter Ansatzpunkt wäre z.B. der Vergleich zwischen Vektorkarten und Rasterkarten.

Nach einem anderen Ansatzpunkt, der bisher eher selten betrachtet wurde, ist die folgende Arbeit entstanden. Im Mittelpunkt der Untersuchung stand nämlich der Zeitpunkt der Erstellung der Karte. Es wurde unterschieden, ob es sich um Karten handelt, die zu einem beliebigen Zeitpunkt erstellt und anschließend im Internet verfügbar gemacht wurden, oder ob die Karten erst nach einer Nutzeranfrage erstellt wurden.

Da sich bisher, auch bei den letzten Internationalen Kartographischen Tagungen, wie z.B. bei der ICA Konferenz 2001 in Peking oder dem Deutschen Kartographentag in Berchtesgaden wenig, bis gar keine Aufsätze mit dieser Thematik befassen, wird in dieser Arbeit der Schwerpunkt auf die Erstellung von Karten erst nach einer vorangegangenen Nutzeranfrage gelegt. Als Hilfsmittel für diese Kartenerstellung, die automatisch nach vom Kartographen vorgefertigten Regeln und Vorschriften erfolgt, wird ein sogenannter Mapservers herangezogen.

Die zentrale Fragestellung, die sich durch die gesamte Arbeit zieht, ist, in welcher Art und Weise ein Mapservers die Arbeit des Kartographen erleichtern kann und welche Vorteile dem Kartographen durch den Einsatz eines Mapservers bei der Erstellung einer Webkarte entstehen. Diese Frage soll sowohl theoretisch wie auch anhand der praktischen Durchführung eines Beispiels mit der Arbeit an einem Mapservers erörtert werden.

Die vorliegende Arbeit kann in zwei große Abschnitte geteilt werden. Der erste Teil besteht aus der kartographischen Theorie, die notwendig ist, um ein allgemeines Verständnis für die Arbeit mit Webkarten und vor allem für die Erstellung von Webkarten mit der Hilfe von Mapservern hervorzurufen. Der zweite, praktische Teil beschreibt den Prototyp der Internetversion des "Atlas Ost- und Südosteuropa" (AtOS). Dabei werden neben einer Vorstellung des AtOS auch die Eigenschaften der dafür verwendeten Software, sowie die technisch und kartographisch korrekte Entwicklung der Funktionen beschrieben.

Der Theoretische Teil setzt sich aus den beiden Kapiteln 3 und 4 zusammen, wobei im Kapitel 3 die heute am häufigsten verwendeten Verfahren beschrieben werden, um Karten im Internet darzustellen. Diese Verfahren werden dabei zur besseren Gliederung in zwei große Bereiche unterteilt. Einerseits gibt es Karten, die zu einem beliebigen Zeitpunkt, unabhängig von einer Nutzeranfrage, erstellt werden und anschließend im Internet verfügbar gemacht werden. Andererseits gibt es aber auch Karten, die erst nach einer erfolgten Nutzerabfrage automatisch generiert werden. Am Ende des Kapitels wird erläutert, welches dieser Verfahren für den Internetatlas Ost- und Südosteuropa (AtOS) gewählt wurde.

Die verschiedenen Kategorien von Web GIS Anwendungen werden im Kapitel 4 untersucht und nach ihren unterschiedlichen Funktionalitäten gegliedert. Nach einer Zusammenfassung und einem Vergleich aller Web GIS Kategorien wird die Auswahl des für den AtOS am geeignetsten Verfahren beschrieben.

Im zweiten Teil der Diplomarbeit steht die praktische Entwicklung des Prototyps im Mittelpunkt. Im Kapitel 5 wird zu Beginn umfassend die Internetversion des Atlas Ost- und Südosteuropa vorgestellt sowie kurz auf die bisherige analoge Version des Atlas eingegangen. Anschließend werden die für den AtOS verwendeten Softwareprodukte mitsamt ihren Vorteilen für die Kartographie beschrieben. Ein weiterer Punkt in diesem Kapitel ist der Programmablauf, sowohl in technischer Hinsicht, wie auch in Hinsicht der Benutzerführung. Im letzten Abschnitt dieses Kapitels werden die verschiedenen, im Prototyp implementierten Funktionen beschrieben und auf ihre kartographisch korrekte Umsetzung eingegangen.

Die grundlegendsten Aussagen werden anschließend an den praktischen Teil im letzten Kapitel noch einmal zusammengefasst, wobei auch ein kurzer Ausblick auf weitere mögliche Entwicklungen durch den Einsatz von Mapservern in der Internetkartographie gegeben wird.

I. Theoretischer Teil

3. Kategorien von Webkarten

Die Entwicklungen der letzten Jahre zeigen einen beinahe exponentiellen Anstieg an weltweit verfügbaren digitalen kartographischen Produkten im Internet [vgl. PETERSON, 1997, 1999, 2001]. Zu Beginn dieser Entwicklung standen statische Karten, welche oft in schlechter Qualität von gedruckten Vorlagen eingescannt wurden. Eine der ersten Möglichkeiten interaktive Karten im WWW anzubieten, wurde mittels „Clickable Maps“ realisiert. Diese Technik kennzeichnete jedoch nur den Beginn der internetbasierten Kartographie und wurde, wie ein Großteil der neuen Internettechnologien (z.B. Flash, SVG, etc.), nicht speziell auf die Visualisierung von Karten abgestimmt [vgl. RICHARD, 1999]. Eines dieser neuen Tools beginnt sich unter der Bezeichnung Mapserver zu etablieren. Im Unterschied zu anderen Technologien erfolgt die Produktion und Distribution von Karten mit Hilfe von Mapservern nur nach Bedarf (Map on Demand) [vgl. DICKMANN, 2000]. Diese Methode bietet den Vorteil, dass Webkarten sofort nach der Speicherung auf dem Webserver für jeden Internetuser verfügbar sind. Zwischen Fertigung und Publikationen vergehen nur mehr Sekunden und nicht mehr Wochen oder Monate, wie dies bei klassischen Printmedien der Fall war [vgl. GREBE et al., 2000].

Die von PETERSON 1997 aufgestellte Gruppierung von kartographischen Produkten im Internet in statische, interaktive und animierte Karten ist durch die Weiterentwicklung der Technologie überholt worden, da es inzwischen ohne Probleme auch möglich ist, animierte Karten mit Interaktionen auszustatten. Es ist also notwendig, eine modernere Definition für die Unterscheidung von Webkarten zu treffen.

KRAAK teilte 2001 Webkarten in folgende Kategorien ein, welche auch in dieser Form in der vorliegenden Arbeit verwendet werden:

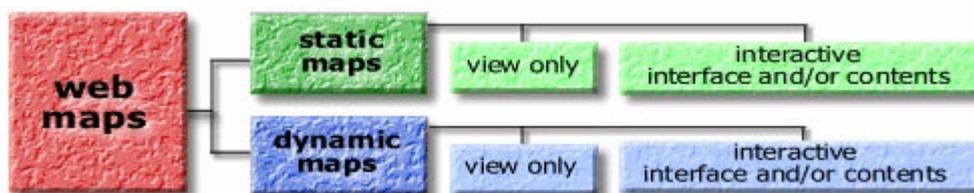


Abbildung 1: Klassifikation von Webkarten nach KRAAK

(Aus KRAAK, 2001, Seite 3 oder

URL: <http://kartoweb.itc.nl/webcartography/webmaps/classification.htm>)

In der vorliegenden Arbeit wird dieser Gliederung noch eine Ebene hinzugefügt, die den Zeitpunkt der Kartenerstellung berücksichtigt:

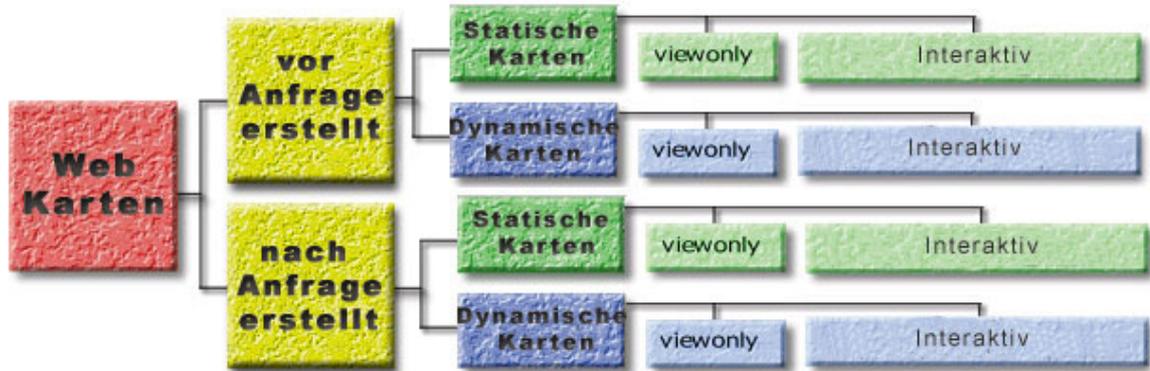


Abbildung 2: In dieser Arbeit verwendete Klassifikation von Webkarten

Demnach werden die verschiedenen Typen von Webkarten in zwei große Kategorien unterteilt:

- Auf der einen Seite gibt es die Kategorie der Karten, die bereits vor einer Anfrage an einen Internetserver, also zu einem beliebigen Zeitpunkt, von einem Kartographen erstellt und erst anschließend im Internet zur Verfügung gestellt werden.
- Auf der anderen Seite gibt es die Kategorie der Karten, die nach Bedarf, also erst nach einer erfolgten Anfrage an einen Internetserver automatisch, nach vom Kartographen vorbestimmten Regeln und Vorschriften, erstellt werden.

Die Einteilung der verschiedenen Karten in die einzelnen Kategorien ist durch unterschiedliche Betrachtungsweisen nicht immer eindeutig zu treffen und auch die Übergänge zwischen den Kategorien sind überlappend zu betrachten [vgl. KRAAK, 1999,2001].

3.1. Vor der Nutzeranforderung vom Kartographen erstellte Karten

Diese Kategorie umfasst alle vorgefertigten kartographischen Produkte, die für Papier oder ein anderes Medium hergestellt wurden und nun im Internet verfügbar gemacht werden. Dies können sowohl analoge Karten, die gescannt wurden, sein, wie auch Karten, die ausschließlich für die Verwendung im Internet konzipiert wurden. Allen gemeinsam ist, dass sie jedoch bereits fertiggestellt wurden, bevor sie im Internet verfügbar gemacht werden.

Das Ergebnis des Produktionsprozesses ist bereits die „fertige“ Karte. Dies steht im Gegensatz zu den automatisch erstellten Karten, bei denen nur die Regeln und Vorschriften, nach denen die Karte erstellt wird, definiert werden.

Im Laufe dieses Unterkapitels werden die vor der Nutzeranfrage hergestellten Karten in Statische, also Karten ohne Bewegung und in Dynamische Karten, also Karten mit Bewegung, unterteilt. Diese beiden Teile werden weiter untergliedert in Karten, die vom Benutzer nur betrachtbar (Viewonly) sind und in Karten, bei denen der Benutzer interaktiv eingreifen kann.

Beim ersten Auftauchen eines für die Kartographie interessanten Dateiformates wird dieses mit seinen grundlegenden Eigenschaften beschrieben.

3.1.1. Statische viewonly Karten

Der häufigste Typ von Karten im Internet fällt zur Zeit in den Bereich der statischen Rasterkarten [vgl. KRAAK, 2001]. Diese Kategorie umfasst alle Karten die keinerlei Interaktionsmöglichkeiten bieten. Dargestellt werden diese Karten ausschließlich im Rasterformat. Zwar ist eine vektorielle Darstellung theoretisch möglich, doch müssten dabei die verschiedenen automatisch integrierten Interaktionsmöglichkeiten (z.B. Zoom, Pan, ...) explizit ausgeschaltet werden, was einer Rasterdarstellung gleichkommen würde. Viele Karten dieser Kategorie sind nur gescannte Abbilder von analogen Vorlagen, die oftmals nicht einmal an die Darstellung im Internet angepasst wurden. Trotzdem kann diese Art der Visualisierung als sehr hilfreich angesehen werden, um z.B. seltene historische Karten über das Internet für viele Nutzer weltweit verfügbar zu machen (siehe Abbildung 3: Gescannte historische Karte).

Ist die Originalvorlage nicht in einem einwandfreien Zustand, ist es jedoch möglich, Falten oder den Hintergrund der analogen Karte durchscheinen zu sehen [vgl. PETERSON, 1997; RICHARD, 1998; KRAAK, 2001]. Um beim Scannen einer Vorlage ein Ergebnis mit einer Auflösung zu erhalten, das auch die Erkennbarkeit von kleinen Schriften und feinen Linien ermöglicht, muss in einer sehr hohen Auflösung gescannt werden. Diese hohe Auflösung hat allerdings zur Folge, dass eine Dateigröße von einigen Kilobyte bis hin zu mehreren Megabyte sehr bald überschritten wird. Dabei gilt, je größer die Datei, desto länger dauert die Übertragung über das Internet. Wird in einer zu geringen Auflösung gescannt, ist das Ergebnis des Scannvorgangs am Bildschirm unscharf und "pixelig" dargestellt, das heißt, man kann einzelne Pixel und sogenannte Treppeneffekte erkennen.

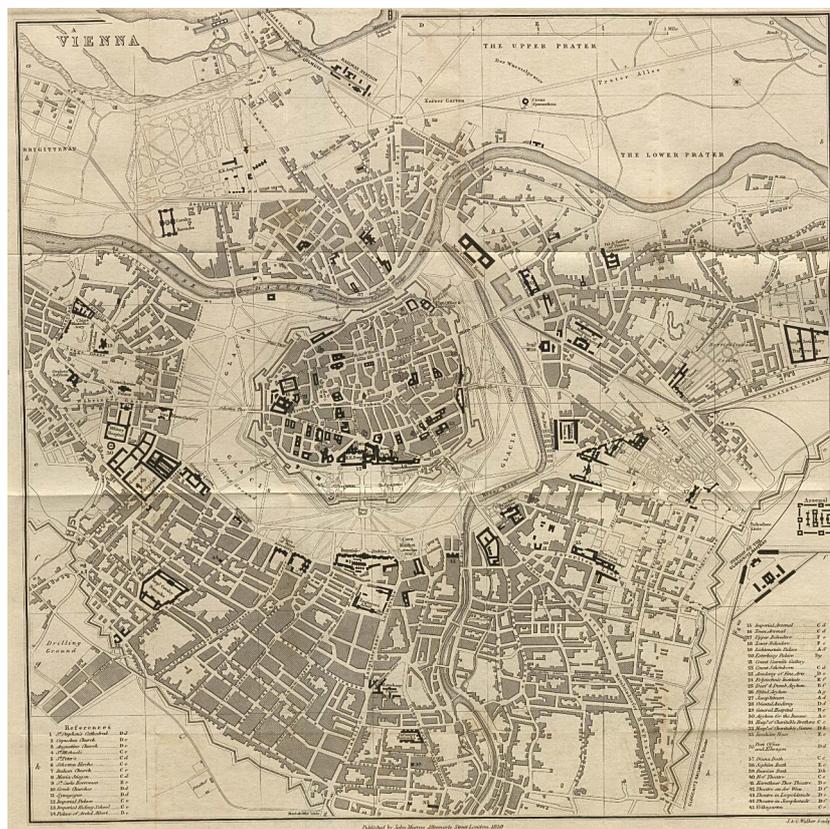


Abbildung 3: Gescannte historische Karte

(Quelle: Perry-Castañeda Library Map Collection: A Handbook for Travellers in Southern Germany, Eight Edition. London John Murray 1858 URL: http://www.lib.utexas.edu/maps/historical/vienna_1858.jpg 1,7MB)

Ein andere Weg, außer dem Scannen von Vorlagen, Rasterkarten für die ausschließliche Verwendung im Internet zu erstellen, ist der Export dieser Karten aus Graphikprogrammen

(z.B. Freehand, ...). Dazu zählt auch die Exportfunktion eines GIS, die aus den enthaltenen Vektordaten eine Rasterkarte erstellt.

Statische Webkarten sind nur für die Betrachtung am Bildschirm konzipiert. Das Ausdrucken einer Rasterkarte ist nur unter großem Informationsverlust in geringer graphischer Qualität möglich.

Als Graphikformate dieser Rasterkarten stehen dem Kartographen dabei folgende Dateiformate zur Verfügung:

- GIF (Graphical Interchange Format)
- JPG / JPEG (Joint Photographic Experts Group)
- PNG (Portable Network Graphics)

GIF Format:

GIF Bilder sind 8 Bit Bilder, bei denen 256 verschiedene Farben gleichzeitig dargestellt werden können. Bei GIF Bildern ist es auch möglich, eine Farbe als Transparent, das heißt, der Hintergrund der Karte scheint durch das Bild, darzustellen. Ein weiterer Vorteil von GIF Bildern ist die Darstellung von GIF-Animationen, welche in den Bereich der animierten Webkarten (siehe Kapitel 3.1.3 Dynamische viewonly Karten) fällt. Das Recht an der Publikation einer Graphik im GIF Format ist jedoch im Besitz der Amerikanischen Firma Unisys (<http://www.unisys.com>). Seit einigen Jahren hat diese Firma die freie Verwendung des GIF Formates eingeschränkt und es müssen Lizenzgebühren für die Verwendung gezahlt werden. Da sich aber das GIF Format bereits vor dieser rechtlichen Einschränkung zum gängigsten Graphikformat im Internet entwickelt hat und auch weiterhin jedes Bildbearbeitungsprogramm den uneingeschränkten Export von GIF Bildern erlaubt, ist das GIF Bild weiterhin das häufigste Bildformat im Internet.

Um diese Lizenzgebühr zu umgehen, trotzdem aber die Vorteile des GIF Bildes zu erhalten, wurde das PNG Format aus einer Kombination der Vorteile des GIF und des JPG Bildes entwickelt.

Für jedes GIF Bild existiert eine sogenannte Farbtabelle. Diese enthält alle Farben, die in einem Bild vorkommen. Das müssen nicht Farben aus jedem Farbbereich sein, sondern können auch 256 ähnliche Farben aus dem gleichen Farbton sein. Bei der Verwendung einer Karte mit so einer eigens für dieses Bild erstellten Farbtabelle begibt sich der Kartograph aber in die Gefahr, dass die Farbdarstellung der Karte auf jedem Rechner eines Betrachters ein anderes Aussehen hat. Dies wird durch unterschiedliche Betriebssysteme (Unix, Linux, Windows, Macintosh), durch unterschiedliche Bildschirme (Röhrenmonitor, LCD-Display), durch die Einstellungen der Graphikkarte (8 Bit, 24 Bit), durch die

persönlichen Monitoreinstellungen (Helligkeit, Kontrast) und durch den Lichteinfall auf den Monitor hervorgerufen [vgl. GREBE et al., 2000]. Um diese Unterschiede in der Farbdarstellung so gering wie möglich zu halten, wurde eine eigene Farbtabelle mit dem Namen "Web Colors" von verschiedenen Hardwareanbietern gemeinsam für das Internet entwickelt.

Karten im GIF Format sind besonders gut für die Darstellung von großflächigen Farbverteilungen, wie sie etwa in thematischen Karten vorkommen, geeignet.

JPG Format:

JPG Bilder erlauben eine Darstellung von 24 Bit Bildern, da mehr als 16 Millionen Farben dargestellt werden können. Bilder in diesem Format sind auch unter dem Namen "Fotorealistische Bilder", oder als "True Color" Bilder bekannt.

Diese große Anzahl von Farben ist für Karten mit Farbverläufen wichtig, da die Darstellung eines Farbverlaufes mit 256 Farben, etwa für eine topographische Karte, für die Kartographie ein unbefriedigendes Ergebnis liefern würde. Auch bei gescannten Bildern mit Farbübergängen eignet sich dieses Bildformat [vgl. GARTNER, 1999].

Allerdings ist JPG, im Gegensatz zu GIF, ein verlustkomprimiertes Dateiformat. Das bedeutet, dass das Ausgangsbild komprimiert gespeichert wird, wobei der Ersteller der Karte angeben kann, wie hoch der Komprimierfaktor des Bildes sein soll. Hier gilt der Grundsatz je kleiner die Datei, desto höher ist der Verlust der Genauigkeit. Durch Experimentieren kann aber oft eine Einstellung gefunden werden, welche zufriedenstellende Ergebnisse in der Dateigröße, wie auch in der optischen Auflösung des Karteninhalts ergibt. Das JPG Format lässt keine Farbe als transparente Farbe darstellen und es gibt auch keine Möglichkeit, Animationen mit diesem Format zu erstellen.

PNG Format:

Bei den PNG Bildern gibt es sowohl eine 8 Bit wie auch eine 24 Bit Version. In diesem Bildformat können bis zu 256 verschiedene Transparenzstufen definiert werden. Allerdings ist für das Betrachten von PNG Dateien in älteren Versionen von Internetbrowser ein Plugin notwendig. Alle aktuellen Browser (ab Netscape Navigator 6.1, Internet Explorer 6.0) haben die Möglichkeit PNG Bilder anzuzeigen bereits im Programmcode eingebunden und benötigen somit kein Plugin mehr.

Die folgende Tabelle fasst die drei für die Kartographie am häufigsten eingesetzten Rasterbildformate mit ihren Eigenschaften zusammen:

Format	Farbtiefe	Anzahl der Farben	Transparenzstufen	Animation	Ältere Browser ohne Plugin	Aktuelle Browser (NN 6.1, IE 6.0)
GIF	8 Bit	256	1	Ja	Ja	Ja
JPG/JPEG	24 Bit	16 777 216	0	Nein	Ja	Ja
PNG 8	8 Bit	256	256	Nein	Nein	Ja
PNG 16	24 Bit	16 777 216	256	Nein	Nein	Ja

Tabelle 1: Vergleich der häufigsten Rasterbildformate

Zusammenfassend kann man die Eigenschaften der Rasterkarten folgendermaßen beschreiben:

- Die Anzahl der Farben ist abhängig von der verwendeten Farbtiefe.
- Die Darstellung der Farben der Karte ist bei Verwendung der sogenannten "Web Colors" Farbtabelle nur in geringem Maß beeinflussbar.
- Rasterkarten sind ausschließlich für die Betrachtung am Bildschirm erstellt.
- Die Auflösung der Karte ist ohne Qualitätsverlust, wie z.B. dem Auftreten von Treppeneffekten, nicht veränderbar.
- Die Dateigröße ist abhängig vom verwendeten Graphikformat und der gewählten Pixel Ausdehnung.

[vgl. WINTER, 2000]

Die Arbeitsschritte, die nötig sind, um eine Karte im Rasterformat für die Verwendung im Internet zu produzieren, sind im Aufsatz von Schlimm beschrieben [vgl. SCHLIMM, 1998].

3.1.2. Statische interaktive Karten

Wenn Karten in einem gewissen Medium publiziert werden, sollten auch die technischen Möglichkeiten dieses Mediums ausgenutzt werden. Im Internet trifft dies vor allem auf die Interaktionsmöglichkeiten mit einer Karte zu. Der Kartennutzer soll aktiv die angezeigte Karte selbst beeinflussen können.

"The interactive map is characterized by an intuitive user interface consisting of graphical icons, a pointing device and the near instantaneous display of maps. The interactive map includes "tools" to further zoom in on the map or "open-up" different areas and may include "video clips" of places with pictures and sound" [PETERSON, 1995, Seite 45].

Alle Vektorformate bieten standardmäßig Interaktionsmöglichkeiten an, aber auch mit Rasterkarten lässt sich, durch entsprechende Programmierung, ein gewisses Maß an Interaktion durchführen. Jede Vektorkarte bietet die Möglichkeit des Vergrößerns oder Verkleinerns eines Kartenausschnitts an. Dabei wird jedoch oft nur der Kartenausschnitt optisch vergrößert dargestellt, so dass der Inhalt der Karte in jedem Maßstab gleich bleibt. Dieses Vergrößern bewirkt aber oft, dass die in der Standardauflösung kaum erkennbare Schrift lesbar wird [vgl. RICHARD, 1998].

Der größte Nachteil bei den Vektorformaten ist, dass für die Darstellung der Vektorkarte ein Plugin benötigt wird. Ein Plugin ist ein Programm, welches den Funktionsumfang eines Internetbrowsers erweitert. Oftmals können sie gratis über das Internet heruntergeladen werden und übermitteln so dem Browser die Fähigkeit, verschiedene modernere Datenformate zu verarbeiten. Plugins gibt es sowohl im Graphikbereich, wie auch im Musikbereich oder für ganz andere, der Kartographie fremde Bereiche. Beim Herunterladen eines Plugins ist jedoch die Größe ausschlaggebend, denn bei einer langsamen Internetverbindung ist kein Benutzer erfreut, wenn er mehrere Minuten warten muss, um ein Plugin auf seinem Rechner zu installieren, nur um eine Internet Seite zu betrachten [vgl. RICHARD, 1998; WINTER, 2000]. Zwar werden die meisten aktuellen Versionen der Internetbrowser bereits mit den gängigsten Plugins angeboten, aber trotzdem gibt es sehr viele Anwender in der ganzen Welt, die nicht diese aktuellsten Versionen, oder die vorletzten Versionen, sondern teilweise veraltete Versionen der Internetbrowser verwenden. Rasterbilder können auch von veralteten Versionen von Internetbrowsern angezeigt werden und somit ist es für viele Benutzer nicht notwendig, ihren Browser auf eine neuere Version umzustellen.

Dafür existieren bei den Vektorkarten mannigfaltige Vorteile gegenüber der Rasterkartographie: Eine interessante Fähigkeit bei der Verwendung einer Vektorkarte besteht darin, alle Daten bereits vor Verwendung, an den Browser des Benutzers zu übertragen. Das hat zwar den Nachteil, dass durch die Menge dieser Datenübertragung eine längere Wartezeit entsteht, allerdings gibt es dadurch während der Interaktion mit der Karte keine weiteren Wartezeiten mehr.

Vektorkarten bieten dem Benutzer weiters ein gewisses Ausmaß an Interaktivität. So ist oft das stufenlose Zoomen oder Verschieben des Kartenausschnitts sowie das Ausführen einer Suchfunktion möglich. Bei einigen Plugins ist auch die verlustfreie Ausgabe der Karte auf dem Drucker möglich.

Im Bereich der Webkarten, die vom Kartographen zuerst als Vektorgraphik erstellt wurden, um erst anschließend im Internet veröffentlicht zu werden, haben sich die folgenden Formate durchgesetzt:

- Applets
- PDF (Portable Document Format)
- Flash Format
- SVG Format (Scaleable Vector Graphics)

Applets:

Ein Applet ist ein Programm, welches von einem Server geladen wird und innerhalb eines Browsers läuft. Damit ist eine völlig andere Art der Präsentation von Webkarten möglich. Das Applet stellt dabei die übertragenen Daten in Vektorform dar. Oftmals sind Applets in der Programmiersprache Java implementiert, wodurch sie auch unter dem Namen Java-Applets bekannt sind.

Das Applet selber ermöglicht dem Benutzer die Interaktion mit der Karte, wobei nicht auf die wenigen, eingeschränkten Möglichkeiten von HTML oder JavaScript zurückgegriffen werden muss, sondern durch die eigene Programmierung auch umfangreichere Funktionen, wie etwa eine Abfragefunktion, implementiert werden können [vgl. KOCH, SCHRÖDER, 2000].

PDF Format:

PDF ist eines der ältesten Vektorformate. Es ermöglicht die Darstellung einer Vektorkarte durch ein Plugin von der Firma Adobe. Dieses Format wurde von Adobe bereits vor der Entwicklung des Internets für einen plattformunabhängigen Datenaustausch geschaffen und ist somit nicht primär für die Verwendung im Internet vorgesehen. Die Generierung einer PDF Karte kann aus verschiedensten Programmen durch eine Exportfunktion erfolgen. Die Betrachtung der PDF Karte ist mit dem Programm Acrobat Reader, welches gratis über das Internet bezogen werden kann möglich [vgl. GREBE, 2000]. Die Vorteile einer PDF Karte liegen darin, stufenloses Zoomen und Hyperlinks in einem Dokument anzubieten, welches außerdem in sehr guter Qualität gedruckt werden kann. Außerdem hat eine PDF Karte weitaus kürzere Ladezeiten als eine vergleichbare Rasterkarte. Dadurch wird die Wartezeit des Kartennutzers beim Laden der Karte verringert, und geringe Ladezeiten haben im gesamten Internet eine wichtige Bedeutung [vgl. RICHARD, 1998; WINTER, 2000].

Flash Format:

Flash ist ein von der Firma Macromedia entwickeltes Vektorformat und hat sich seit seiner Einführung 1997 zu einem Standard im Multimedia Webdesign entwickelt. Durch Verwendung von Flash war es zum ersten Mal möglich, Vektorgraphiken bildschirmfüllend ohne lange Wartezeiten darzustellen. Flash wird hauptsächlich für Werbeseiten und Multimediaanwendungen verwendet. Die Programmierfähigkeiten von Flash bedeuten für die Kartographie eine Erstellung von Interaktionsmöglichkeiten, da Zoomen oder Verschieben des Kartenausschnitts möglich wird, ohne eine weitere Datei vom Server zu laden. Dadurch, dass Vektoren statt einer Rastergraphik gezeichnet werden, benötigt das Endprodukt auch weitaus weniger Speicher als eine Rastergraphik. Dabei muss aber beachtet werden, dass die Darstellung einer Flashkarte mit unzähligen kleinen Vektoren, wie z.B. bei einem Innenstadtplan, mehr Speicherplatz benötigen kann, als die gleiche Karte im Rasterformat. Flash Karten können aus Produkten der Firma Macromedia (Flash, Director, Freehand, ...) sowie auch aus einigen anderen aktuellen Graphikprogrammen (CorelDraw, ...) erstellt werden [vgl. GREBE, 2000]. Um Flash Dateien im Browser betrachten zu können, benötigt der Browser aber ein Plugin, welches kostenlos von der Macromedia Homepage heruntergeladen werden kann.

Ein Nachteil bei der Verwendung von Flash für die Kartographie ist, dass Flash sehr zeitorientiert ist, das heißt, ein grundlegendes Element bei der Erstellung einer Flash Karte ist die Verwaltung der Zeitleiste [vgl. WINTER, 2000].

Viele mit Flash erstellten Karten fallen auch in die Kategorie der animierten Webkarten, (siehe Kapitel 3.1.4 Dynamische interaktive Karten) da die Erstellung von Animationen mit Hilfe der unzähligen Funktionen von Flash sehr einfach zu gestalten ist.

SVG Format:

1999 wurde die erste Arbeitsgrundlage von SVG vom World Wide Web Konsortium (W3C) vorgestellt und am 2. August 2000 wurde die erste offizielle Version von SVG veröffentlicht. SVG definiert sich als eine standardisierte, in XML formulierte Sprache zur Beschreibung von 2D-Graphik mittels Vektorgraphik, Text und eingebetteten Rastergraphiken und ist dabei, sich als der zukünftige Standard der Vektordarstellung im Internet zu etablieren. Bei der Entwicklung und Standardisierung waren unter anderem folgende Firmen, die im Graphikbereich tätig sind, beteiligt: Adobe, Apple, Autodesk, Corel, Hewlett-Packard, IBM, Kodak, Macromedia, Microsoft, Netscape, Quark, Sun-Microsystems, W3C und Xerox. Aus dieser großen Anzahl verschiedener, oftmals großer Konkurrenzfirmen, lässt sich die Bedeutung, die SVG in der Zukunft zugemessen werden soll, erkennen [vgl. WINTER, 2000].

Bei den derzeit aktuellsten Browsern ist das SVG Plugin bereits standardmäßig inkludiert, Benutzer älterer Browser müssen sich dieses Plugin erst von der Adobe Seite herunterladen [vgl. GREBE, 2000]. Für die Erstellung von SVG Dateien, sind außer einem Texteditor keine weiteren Programme notwendig. Erst auf dem Computer des Benutzers wird diese Textdatei durch das Plugin in eine Vektorkarte umgewandelt.

Ähnlich wie beim Flash Format ist mit SVG sowohl das Zoomen der Karte, wie auch diverse Interaktionen möglich, ein Drucken der mit SVG erstellten Karte ist nur über Umwege möglich.

Um diese oben genannten Möglichkeiten der Interaktivität auch bei Rasterkarten zu erreichen, muss auf vorhandene HTML Befehle, die durch JavaScript Funktionen erweitert werden, zurückgegriffen werden [vgl. MÜNZ, 1998]. So ist es mit Hilfe von sogenannten "Clickable Maps" möglich, Teile einer Karte mit besonderen Bereichen, sogenannten Hyperlinks, zu verknüpfen. Durch einen Mausklick auf einen so definierten Kartenausschnitt wird ein weiteres Dokument in den Browser geladen. Dieses Dokument kann sowohl eine detailliertere Karte als auch andere Informationen enthalten, die mit der Karte in Verbindung gebracht werden können [vgl. RICHARD, 1998]. Mit Hilfe dieser Funktion kann ein Zoomen in einer Karte simuliert werden, doch dabei werden nur verschiedene, vom Kartographen erstellte Karten, in einem immer größer werdenden Maßstab geladen.

Nicht nur für das Zoomen, auch für das Ein- und Ausblenden von Kartenebenen gibt es in HTML Funktionen. Durch Verwendung von sogenannten HTML Layern, das sind Ebenen, die am Bildschirm absolut positioniert und deren Sichtbarkeit einzeln gesteuert werden kann, ist es möglich, mehrere Kartenebenen übereinander am Bildschirm darzustellen. Diese Ebenen können durch Verwendung einer einfachen JavaScript Funktion einzeln sichtbar oder unsichtbar geschaltet werden. Dabei ist wichtig, dass eine Bildschirmlkarte aus mehreren Graphikdateien besteht, wobei jede Datei nur die Elemente einer einzigen Kartenebene enthalten darf. Der Rest der Karte muss transparent definiert sein. Durch diese Kombination von Kartenelementen und transparenten Flächen ist es möglich, einzelne Kartenebenen in einer Rasterkarte ein- oder auszublenden.

Es ist jedoch übertrieben bei diesen beiden Funktionen von einer wirklichen Interaktion bei Rasterkarten zu sprechen, da nur verschiedene einzeln vorbereitete Karten, einer gewissen, vom Kartographen vordefinierten Logik folgend, einzeln oder gemeinsam dargestellt werden.

3.1.3. Dynamische viewonly Karten

Dynamische Karten zeigen Veränderungen in einer oder mehreren der dargestellten graphischen Variablen. Durch diese Anwendung von sogenannten Animationen, ergeben sich in der digitalen Kartographie Möglichkeiten, die in der analogen Kartographie nicht erreichbar waren. Der wichtigste Aspekt bei einer kartographischen Animation ist, dass durch die Animation etwas dargestellt wird, was bei einer einzelnen Betrachtung aller Karten nicht sichtbar wird.

"[...] what happens between each frame is more important than what exists on each frame" [PETERSON, 1995, Seite 48].

Die Animation von Karten hat einen sehr engen Zusammenhang mit der Veränderung der dargestellten Faktoren innerhalb einer gewissen Zeitspanne. Beispiele für animierte Internetkarten sind die sehr häufig zu findenden Animationen von sich drehenden Globen, oder die auf jeder Wetterseite abrufbaren Animationen der Wetterveränderung der letzten Stunden.



Abbildung 4: Animierter Globus

Quelle: Virtuelle Globen, Animierte GIFs, URL: <http://www.geog.fu-berlin.de/globes/>

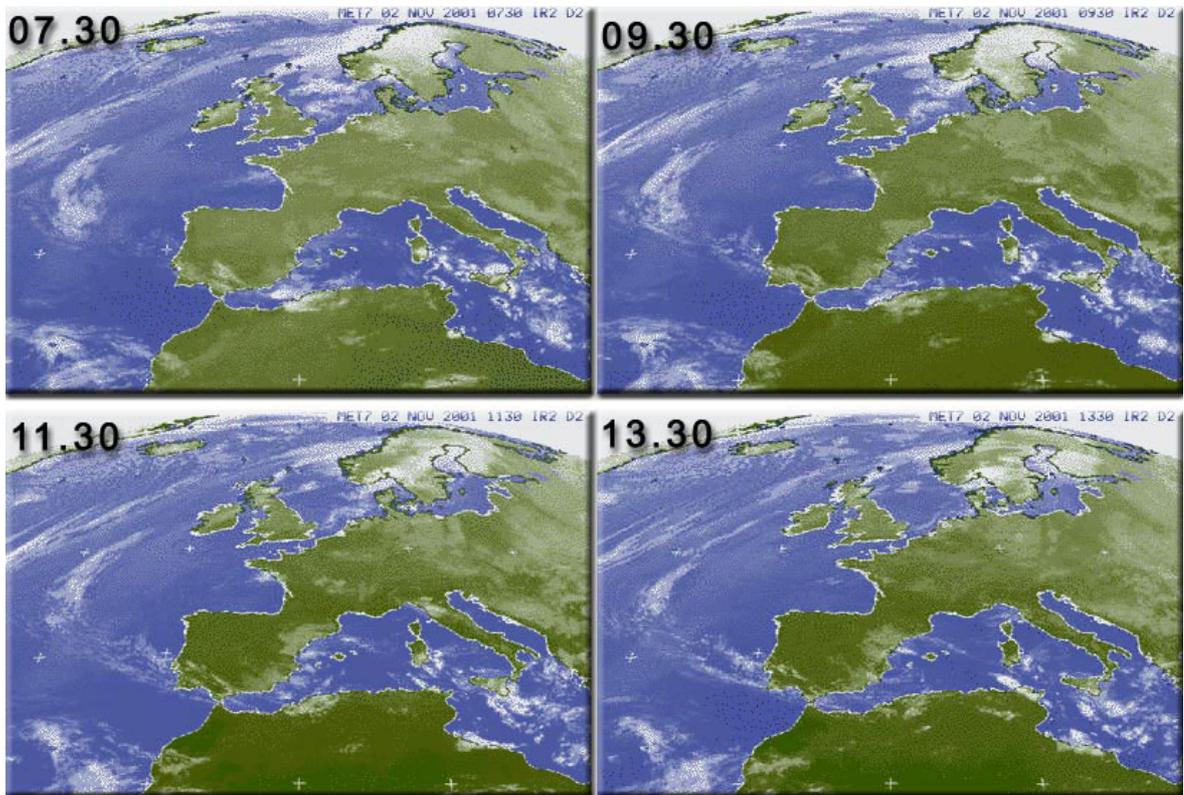


Abbildung 5: Auszug einer Animation einer Wetterkarte vom 02.11.2001

Quelle: <http://www.wetteronline.de>

Die einfachste Möglichkeit, animierte Karten ohne Interaktionsmöglichkeiten herzustellen, ist mittels einer sogenannten GIF Animation. Andere Dateiformate für das Abspielen von Filmen, wie z. B. AVI, MPEG oder das Quicktime Format, können nur durch Plugins innerhalb eines Browsers ablaufen. Durch ihre beschränkten Interaktionsmöglichkeiten (Start, Stop, Pause, Vorwärts, Rückwärts) zählen sie aber auch zur Kategorie der statischen Karten.

GIF Animation:

Eine besondere Eigenschaft des GIF Graphikformates ist die Speicherung von mehreren Bildern in einer einzigen Datei. Bei Betrachtung dieses Bildes laufen die Einzelbilder dabei wie in einem Daumenkino ab. Durch diesen schnellen Wechsel der Bilder entsteht der Eindruck einer Animation. Bei der Erstellung dieser animierten Karten kann der Kartograph bestimmen, wie lange ein einzelnes Bild angezeigt wird. Außerdem kann er definieren, wie oft sich die Animation nach einem erfolgten Durchlauf wiederholen soll, oder ob sie nach einem erfolgten Durchlauf beendet sein soll.

3.1.4. Dynamische interaktive Karten

Mit Hilfe von verschiedenen Vektorformaten ist die Erstellung dynamischer interaktiver Webkarten möglich. Die beiden am häufigsten eingesetzten Vektorformate sind dabei:

- SVG (Scaleable Vector Graphics)
- Flash

Für den 3-D Bereich gibt es für diese Kategorie noch die Dateiformate VRML und QuicktimeVR. Damit können Virtuelle Überflüge über Landschaften gestaltet werden, bei denen sich der Benutzer in beliebiger Höhe und in beliebige Richtungen durch virtuelle Landschaften bewegen kann. Ein Beispiel dieser Animationen sind die sehr oft verwendeten "Fly-through" Modelle. Dabei wird ein Flug über einer vom Kartographen erstellten Landschaft simuliert. Als Landschaftsmodelle dienen dazu digitale Höhenmodelle, die mit irgendeiner Art von Karten, oftmals Luft- oder Satellitenbilder, überzogen werden.

Flash Animation:

Da Flash aus dem Bereich Multimedia Webdesign kommt, ist die Erstellung von animierten Karten sehr einfach. Mit Hilfe von Flash können folgende Animationsvariablen verändert werden:

- Größe: Die Veränderung der Größe kann zum Vergleichen verschiedener thematischer Werte von Ländern untereinander verwendet werden.
- Form: Die Form einer Fläche kann verändert werden, um zum Beispiel die Veränderung der flächenhaften Darstellung eines Landes in unterschiedlichen Projektionen zu vergleichen.
- Position: Ein Punkt kann auf der Karte seine Position verändern, um Bewegungen eines Objektes in seiner Lage darzustellen.
- Geschwindigkeit: Die Geschwindigkeit, mit der die Animation abläuft, kann auch innerhalb des gesamten Ablaufes modifiziert werden.
- Viewpoint: Der Betrachtungspunkt der Karte kann verändert werden, um besonderes Augenmerk auf bestimmte Teile der Karte zu legen.
- Distanz: Die Distanz des Betrachters zu der Karte kann verändert werden, um Änderungen des Maßstabs zu simulieren.
- Hintergrund: Bei der Überblendung einzelner Szenen können verschiedene visuelle Effekte verwendet werden, um die Animation flüssiger zu gestalten.
- Textur, Füllung, Schattierung, Farbe: Diese graphischen Variablen können verändert werden, um Veränderungen in der Perspektive eines Drei-Dimensionalen Objektes darzustellen.

[vgl. PETERSON, 1995, Seite 52]

SVG Animation:

Durch die Verwendung der Funktionen, die SVG anbietet, ist es auch mit diesem Vektorformat möglich, Animationen zu erstellen. Dies ist zwar nicht so einfach wie mit Flash, trotzdem ist eine Animation aller im vorherigen Abschnitt erwähnter Animationsvariablen möglich [vgl. WINTER, 2000].

Als Beispiel einer Formveränderung, eines sogenannten Morphings, kann eine Karte dienen, die von Andreas NEUMANN produziert wurde, bei der sich die Staatsgrenze Österreichs in die Staatsgrenze der Schweiz verwandelt. Als Füllung des Länderpolygons ist dabei zu Beginn der Animation die Österreichische Flagge und am Ende die Schweizer Flagge zu sehen (siehe <http://www.carto.net/papers/svg/animation/>). Diese Animation birgt zwar keine wissenschaftlich relevante Aussage, es ist jedoch eine der ersten Animationen mit SVG, wenn nicht überhaupt die erste kartographische Animation mit diesem Dateiformat.

Zusammenfassung aller vor der Nutzeranfrage generierten Karten

Karten, die bereits vor der Nutzeranfrage erstellt werden, können in den verschiedensten Teilbereichen der Internetkartographie eingesetzt werden, wobei die Einsatzgebiete dieser Karten genauso vielfältig sind, wie die dafür verwendeten Dateiformate.

Alle diese Formate haben verschiedene Vor- und Nachteile, die der Kartograph vor der Verwendung beachten muss. Die größten Unterschiede bestehen zwischen Raster- und Vektorformaten, wobei der große Vorteil der Rasterformate darin liegt, dass diese Browser unabhängig eingesetzt werden können. Jedes Vektorformat benötigt ein eigenes Plugin, welches erst in einiger Zeit bei allen neuen Browserversionen standardmäßig mitgeliefert wird. Es muss immer beachtet werden, dass nicht jeder Kartennutzer einen Browser, der mit allen aktuellen Plugins ausgerüstete ist, verwendet. Benutzt ein Benutzer einen älteren Browser und hat keine Möglichkeit, ein Plugin zu installieren, so nimmt ein Kartograph, der dies nicht berücksichtigt, ihm die Möglichkeit, eine Karte zu betrachten, wenn er die Karte ausschließlich im Vektorformat anbietet.

Ein weiterer Unterschied zwischen Raster- und Vektorformaten besteht darin, dass Rasterformate standardmäßig keine Interaktionsmöglichkeiten bieten. Bei den Vektorformaten ist diese Möglichkeit bereits ansatzweise gegeben, obwohl oftmals das Zoomen einer Karte nur aus einer rein optischen Vergrößerung der zu erst übertragenen Karte besteht.

Der dritte Unterschied besteht darin, dass Vektorformate teilweise ohne Qualitätsverlust zum Drucken ausgegeben werden können. Rasterformate sind hingegen oftmals nur für die Darstellung am Bildschirm bestimmt und können ausgedruckt ein Bild von mangelhafter Qualität ergeben.

3.2. Nach der Nutzeranforderung automatisch erstellte Karten

Alle Karten in diesem Kapitel werden erzeugt, indem ein Programm aus den vorhandenen Geodaten sowie den vom Kartographen entworfenen Regeln und Vorschriften erst nach einer erfolgten Nutzeranfrage die geforderte Karte erstellt.

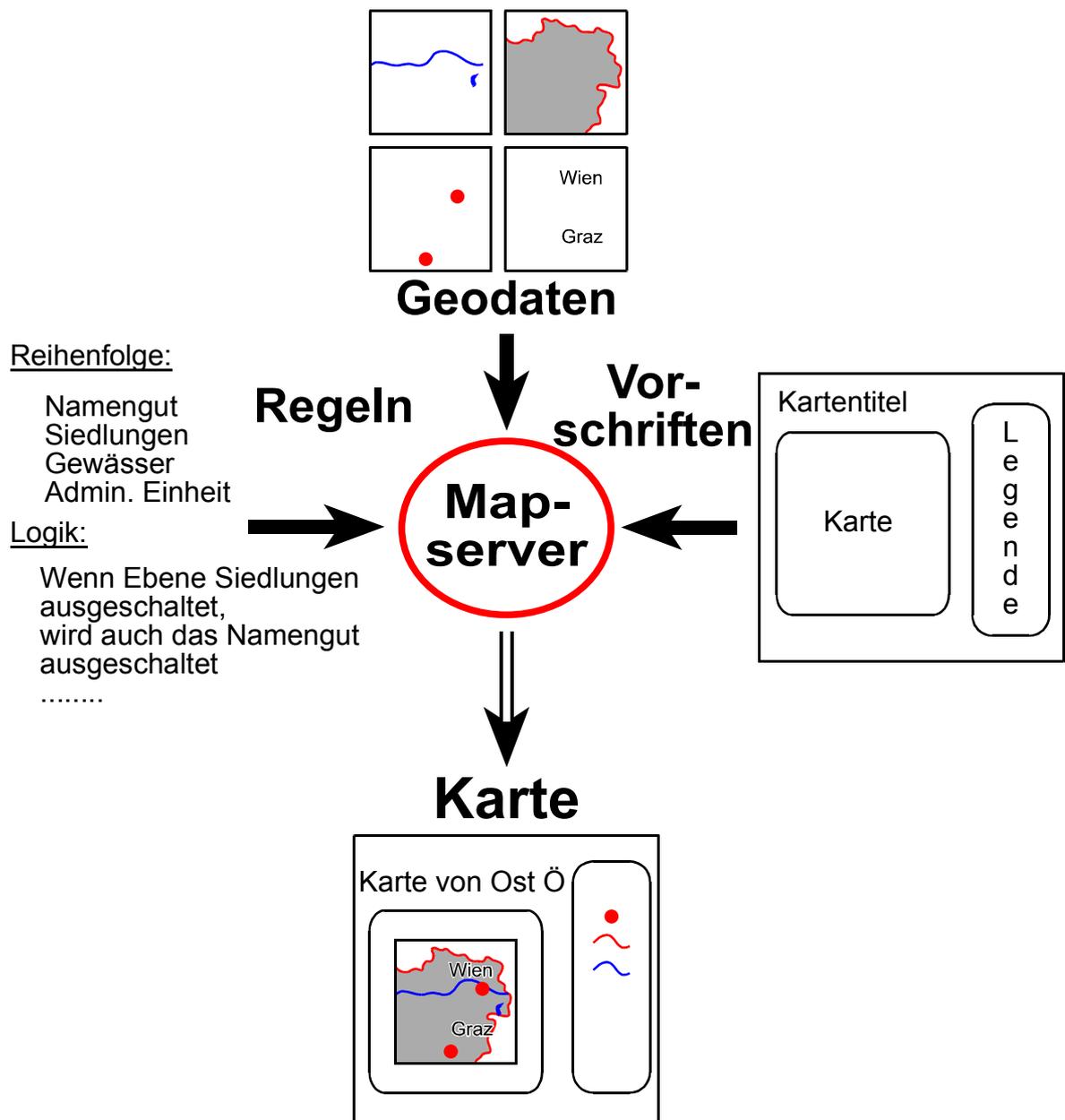


Abbildung 6: Automatische Erstellung einer Karte durch Regeln und Vorschriften

Die vordefinierten Regeln umfassen nicht nur die kartographisch korrekte Darstellung der verschiedenen Ebenen, sondern auch weitere, die gesamte Karte betreffenden Parameter,

wie die maximale Ausdehnung des dargestellten Kartenausschnitts, den möglichen Maßstabsbereich der Karte, sowie die verschiedenen Kombinationsmöglichkeiten der unterschiedlichen Ebenen.

Die festgelegten Vorschriften bestimmen, wie das Ergebnis einer Anfrage im Internet dargestellt werden soll. Bei dem Entwurf dieser Vorschriften werden alle kartographischen Variablen für alle Objekte in der Karte bestimmt, so wird z.B die Farbe der Siedlungen mit Rot und die der Gewässer mit Blau bestimmt.

Der große Vorteil bei dieser Kombination aus Regeln und Vorschriften sowie einer darauf aufbauenden automatisierten Erstellung einer Karte ist, dass erst zum tatsächlichen Erstellungsvorgang der Karte bekannt sein muss, in welchem Maßstab, mit welchem Ausschnitt, oder mit welchen thematischen Inhalten die Karte erstellt werden soll. Diese Parameter werden vom Benutzer der Karte vor deren Erstellung getroffen und über das Internet an ein Kartenerstellungsprogramm, einen sogenannten Mapserver, geschickt. Erst der Aufruf dieser speziellen Kartenerstellungsprogramme berechnet als Ergebnis der Anfrage die automatisiert erstellte Karte aus den vorhandenen Daten und den vom Kartographen erstellten Regeln und Vorschriften.

Alle Karten, die in diesem Kapitel vorgestellt werden, fallen in den großen Bereich der Web GIS Anwendungen [vgl. FITZKE, 1997]. Dieser Bereich umfasst heute bereits unzählige kartographische Applikationen, wie Online Stadtpläne, Routenplaner oder Internet Atlanten [vgl. PETERSON, 1999], bei denen die verwendeten Karten erst nach der Anfrage erstellt werden. Leider stellen alle Anbieter solcher Produkte unterschiedliche Qualitätsanforderungen an ihre Karten, so dass sich Karten in völlig unterschiedlichen Erscheinungsformen im Internet finden.

Eine Unterteilung dieser Applikationen in verschiedene Gruppen von Web GIS Anwendungen wurde von FITZKE 1997 getroffen (siehe Kapitel 4 Kategorien von Web GIS Anwendungen).

Den typischen Ablauf einer Anfrage an einen Webserver, welcher als Ergebnis eine Karte liefert, erklärt folgende Graphik:

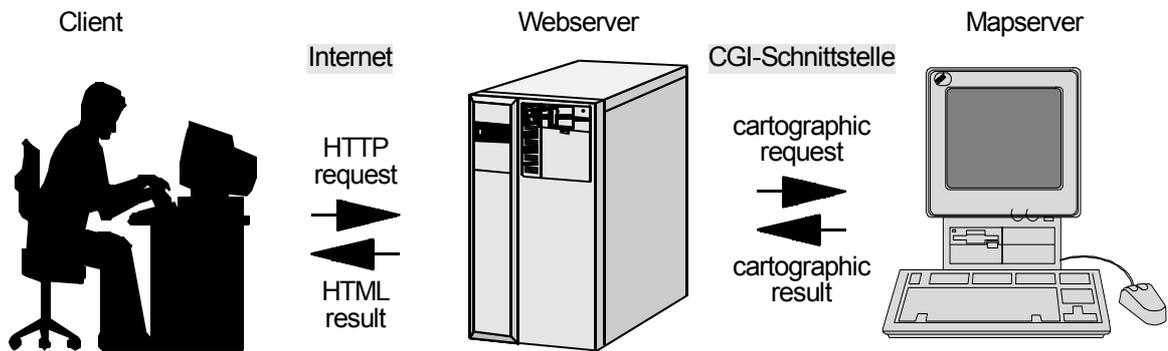


Abbildung 7: Ablauf einer Anfrage an eine automatisch erstellte Karte

Auf der linken Seite befindet sich der Kartennutzer, der über das Internet eine Anfrage an einen Webserver stellt. Diese Anfrage läuft genau wie der Aufruf einer normalen HTML-Seite über das HTTP Protokoll. Der Webserver wandelt nun diese Anfrage in den Aufruf eines Programms um, welches die Karte auf dem Server generiert. Die Übergabe der Parameter für die Erstellung der Karte erfolgt dabei über die CGI (Common Gateway Interface) Schnittstelle, das ist eine genormte Schnittstelle, welche es erlaubt, Programme auf einem Webserver auszuführen. Das Programm, welches die auf dem Server gespeicherten Geodaten in eine Karte umwandelt, wird oftmals als Mapserver bezeichnet. Dieses Programm kann entweder auf dem gleichen Computer wie der Webserver oder, wie in der Graphik dargestellt, auf einem anderen Computer laufen. Das Ergebnis einer Anfrage an einen Mapserver wird über die CGI Schnittstelle wieder dem Webserver zur Verfügung gestellt, welcher dieses über das Internet zurück an den Kartennutzer schickt.

Es folgt nun, wie bereits im Kapitel 3.1 (Vor der Nutzeranforderung vom Kartographen erstellte Karten) durchgeführt, eine Aufteilung der automatisch erstellten Karten in die vier von KRAAK [vgl. KRAAK, 1999,2001] definierten Kategorien von Webkarten.

3.2.1. Statische viewonly Karten

Automatisch erstellte Karten dieses Typs werden in der Praxis sehr selten eingesetzt, da Karten, die durch Benutzereingaben erstellt werden, meistens auch mit Interaktionsmöglichkeiten ausgestattet werden. Daher fallen die meisten dieser Karten bereits in den Bereich der statischen interaktiven Webkarten.

3.2.2. Statische interaktive Karten

Der sich derzeit am schnellsten verändernde Bereich der Internetkartographie betrifft die automatisierte Erstellung von interaktiven Karten. Dabei gibt es zwei unterschiedliche Verbreitungsmöglichkeiten. Einerseits setzen sich immer mehr Karten in verschiedenen Vektorformaten durch, andererseits werden aber auch immer öfter sogenannte Mapserver zur Erstellung der Karten verwendet.

Zu den Vektorformaten ist aber anzumerken, dass Dateiformate, die in einem Jahr als zukunftsorientiert gelten, im nächsten Jahr schon von einem anderen Format abgelöst worden sein können. Zu den zukunftssträchigsten Formaten, die derzeit existieren, zählt das SVG Format (Scaleable Vector Graphics), da es ein vom World Wide Web Konsortium (W3C) standardisiertes Format ist.

Der größte Anwendungsbereich der automatisiert erstellten statischen interaktiven Karten findet sich derzeit jedoch bei den Mapservern, welche oft Rasterkarten über die CGI Schnittstelle erstellen.

Folgende Möglichkeiten werden für die automatisierte Erstellung statischer interaktiver Karten hauptsächlich angewendet:

- Programme, die Karten über die CGI Schnittstelle erstellen
- Applets
- Flash Format
- SVG (Scaleable Vector Graphics)

Programme, die Karten über die CGI Schnittstelle erstellen:

Der vermutlich am schnellsten wachsende Bereich der automatisiert erstellten statischen interaktiven Karten ist der, der Karten über die CGI (Common Gateway Interface) Schnittstelle des Webservers mit Hilfe eines sogenannten Mapservers erzeugt. Diese Schnittstelle existiert seit der Entwicklung des Internets, sie hat aber bis heute ihre Bedeutung nicht verloren. So werden auch die Programme, die Karten erzeugen, über die CGI Schnittstelle ausgeführt. Der Webserver sendet, anschließend an die Erstellung der Karte, diese zum Browser des Kartennutzers zurück. Häufig erstellen Mapserver Rasterkarten in den drei schon erwähnten Rasterformaten GIF, JPG oder PNG (siehe Kapitel 3.1.1 Statische viewonly Karten).

Ein Mapserver hat aber mehr Aufgaben, als ausschließlich Karten aus Geodaten zu erstellen. Er ist auch für die Interaktivität der Karte verantwortlich, indem er die für die

Interaktivität notwendige Navigationsfunktionen (Pan, Zoom, ...) zur Verfügung stellt (siehe Kapitel 4.2.4 Basisfunktionen eines Mapservers). Weiters darf er keine Anfragen erfüllen, die fehlerhafte Ergebnisse liefern würden, wie z.B. eine Anfrage nach einer Karte in einem Maßstab, der außerhalb des vom Kartographen definierten Maßstabsbereiches liegt. Eine genauere Beschreibung von Mapservern erfolgt im Kapitel 4.2 Mapserver.

Applets:

Applets werden oft von den großen GIS Software Anbietern für ihre Mapserver Lösungen eingesetzt. Mit ihnen ist eine einfache Übertragung von Daten direkt aus dem GIS über das Internet zum Browser des Benutzers möglich. Beinahe jeder große GIS Hersteller bietet derzeit eine Lösung an, wie seine Daten einfach im Internet publiziert werden können. Ein einfacher Weg, dieses Vorhaben zu gestalten aber trotzdem nicht auf die Vorzüge eines GIS verzichten zu müssen, besteht darin, ein eigens für diesen Zweck programmiertes Applet zu verwenden [vgl. ŠKRLEC, et.al., 1999]. Bei einer solchen Verwendung muss der Kartograph allerdings darauf achten, dass er die Benutzeroberfläche seiner Anwendung nach von ihm gewünschten Vorgaben gestalten kann und nicht die Vorgaben des Herstellers übernehmen muss. Sonst kommen Produkte auf den Markt, die sich nur nach dem Inhalt ihrer Karten und nicht nach der Benutzeroberfläche unterscheiden, was der Akzeptanz einer eigenen Karte im Internet nicht sehr dienlich ist. Kann der Benutzer einer Webkarte an keinem Faktor erkennen, aus welchem Softwaresystem die Daten für eine Karte stammen, dann hat der Kartograph seine Aufgabe, eine Karte für das Internet zu erstellen, gut gelöst.

Der Ablauf beim Aufruf eines Applets ist ähnlich wie bei den bereits vor der Anfrage erstellten Karten (siehe Kapitel 3.1.4 Dynamische interaktive Karten). Bei der Kommunikation zwischen Applet auf der Seite des Benutzers und Webserver auf der anderen Seite, wird eine Funktion aufgerufen, welche direkt mit dem GIS kommunizieren kann. Dadurch werden sowohl die Daten des GIS für die Erstellung einer Karte verwendet, wie auch die Funktionen des GIS für die verschiedenen Berechnungen innerhalb der Karte ausgenutzt.

Flash Format:

Mit Hilfe von Flash und einer Datenbank-Anbindung können auch Flash-Karten erst nach einer Anforderung erstellt werden. Dabei müssen Vorlagen in der Flash Animation definiert werden, die vor der Präsentation im Internet mit Daten aus der Datenbank ersetzt werden. Durch diese Kommunikation zwischen Interaktionsmöglichkeiten auf der Seite von Flash und Verwaltungsmöglichkeiten auf der Seite einer Datenbank hat der

Kartograph ein sehr mächtiges Werkzeug in der Hand, um interessante und vielfältige Webkarten zu erstellen [vgl. DANGL, 2001].

SVG Format:

Auch Karten im SVG Format können erst nach einer erfolgten Anforderung erstellt werden. Dabei kommt es nur darauf an, dass die Datei, welche die Definitionen für die angeforderte Karte enthält, erst vor der Übertragung an den Browser des Benutzers erstellt wird. Eine einfache Möglichkeit, eine Karte erst zur Laufzeit zu erstellen, bietet sich mit verschiedenen Programmiersprachen, wie z. B. Perl oder PHP an. Dabei werden von einer HTML Seite Parameter an den Server geschickt, welcher aus diesen Parametern und den vorhandenen Daten für die Karte eine SVG Datei erstellt, die anschließend an den Browser des Benutzers zurück übertragen wird.

3.2.3. Dynamische viewonly Karten

Die Verwendung von dynamischen Karten bei automatisiert generierten Webkarten ist ein Bereich der Internetkartographie, der erst ganz am Beginn seiner Entwicklung steht. Animierte Karten gibt es zwar seit einigen Jahren, aber diese Karten werden in der Regel bereits vor der Anfrage eines Internetnutzers erstellt.

Karten in dem Typ der animierten Webkarten fallen fast ausschließlich in den Bereich der beiden Vektorformate Flash und SVG (Siehe Kapitel 3.1.3 Dynamische viewonly Karten). Beide Formate können aus einer Verbindung zu einer Datenbank, die dort enthaltenen Daten in die Erstellung der neuen Karte einfließen lassen.

Auch bei der automatisierten Erstellung dynamischer viewonly Karten gilt, dass bereits die Anforderung einer Karte als Interaktivität bezeichnet werden kann und deshalb zählen diese Karten zu den dynamischen interaktiven Karten.

3.2.4. Dynamische interaktive Karten

Wie bereits im letzten Kapitel erwähnt, steht die Entwicklung von automatisiert hergestellten dynamischen Karten noch ganz am Anfang.

Die Entwicklungen in den nächsten Jahren werden zeigen, inwieweit die Erstellung von automatisiert generierten, dynamischen Webkarten weitere Verbreitung finden wird.

Zusammenfassung der nach einer Nutzeranforderung erstellten Karten

Zusammenfassend zum Bereich der automatisch, erst nach einer Anforderung erstellten Webkarten kann erwähnt werden, dass die Kategorie der interaktiven Karten derzeit den am schnellsten wachsenden Anwendungsbereich der Internetkartographie umfasst. Es gibt zur Zeit unzählige Applikationen im Internet, die in diese Kategorie fallen und ständig werden es mehr. Das liegt daran, dass immer mehr Kartographen die Bedeutung des Internet als Medium für die Verbreitung von Karten akzeptieren und auch anwenden. Dazu kommt auch noch eine Vereinfachung der technischen Möglichkeiten, eine automatisiert erstellte interaktive Webkarte zu erstellen, da bereits jetzt einige Geographische Informationssysteme (GIS) Möglichkeiten bieten, Karten mit wenigen Mausklicks im Internet zu publizieren.

3.3. Abschlussbetrachtung

Eine Einteilung der verschiedenen, in der Kartographie verwendeten Dateiformate ist in der derzeitigen Phase der Entwicklung und Festlegung zukünftiger Standards im Internet nicht immer einfach zu treffen. Ausschließlich in die Kategorien der Rasterkarten und Vektorkarten zu unterteilen, ist eine nicht mehr zulässige Kategorisierung. Zu groß sind bereits die Unterschiede innerhalb beider Kartenformate.

Viele Dateiformate, besonders einige Vektorformate, müssen erst im gesamten Internet, in einem breiten Anwendungsspektrum eingesetzt werden, um sich auch in der Kartographie durchsetzen zu können. Derzeit werden diese Vektorformate oftmals nur von einzelnen Personen in kleinen Projekten eingesetzt, die aber forschungsmäßig an der Spitze der Entwicklung der Internetkartographie stehen. Die breite Masse der Internetanwender nutzt diese Formate aber noch nicht. Wie sich die Entwicklung dieser Dateiformate in der Zukunft fortsetzen wird, kann gegenwärtig noch nicht vorhergesagt werden.

Die folgende Tabelle stellt eine von mir getroffene Einteilung der derzeit am häufigsten in der Kartographie verwendeten Dateiformate dar, wobei eine Unterteilung in die im letzten Kapitel untersuchten unterschiedlichen Kartentypen erfolgt. Die Anzahl der Kreuze drückt dabei aus, wie häufig die Verwendung ist, oder ob die Verwendung zwar theoretisch möglich ist, in der Praxis aber nie durchgeführt wird.

		ERSTELLUNGSZEITPUNKT								
		Datei Format	Karte VOR Anforderung erstellt				Karte NACH Anforderung erstellt			
			Statisch		Dynamisch		Statisch		Dynamisch	
			View only	Inter activ	View only	Inter activ	View only	Inter activ	View only	Inter activ
TYP DER KARTE	Rasterkarten	Karte im GIF Format	XXX	XXX	XXX		X	XXX	X	
		Karte im JPG Format	XXX	XXX			X	XXX		
		Karte im PNG Format	XX	XX			X	XX		
	Vektorkarten	Karte aus einem Applet	X	XXX	X	XXX	X	XXX	X	X
		Karte im PDF Format		XXX						
		Karte im Flash Format	X	XXX	X	XXX	X	XXX	X	XX
		Karte im SVG Format	X	XXX	X	XXX	X	XXX	X	XX

XXX	Häufig eingesetzte Anwendungsart
XX	Selten eingesetzte Anwendungsart
X	Praktisch nicht eingesetzte Anwendungsart

Tabelle 2: Vergleich der möglichen Anwendungsgebiete der am häufigsten in der Web-Kartographie verwendeten Dateiformate

3.4. Verfahrensauswahl für den AtOS

Der Verfahrensauswahl für den AtOS gingen tiefgehende Untersuchungen an anderen Kartographischen Internetanwendungen voraus. Dabei wurde nicht das Aussehen der Applikation sondern die Eignung der unterschiedlichen Dateiformate für die Erfüllbarkeit der vom OSI gestellten Anforderungen beurteilt. Diese Anforderungen beinhalten zusammengefasst die diversen Interaktionsmöglichkeiten des Benutzers mit dem Atlas (siehe Kapitel 5.1.1 Anforderungen und Zielsetzungen des Ost- und Südosteuropa-Instituts).

Durch diese Anforderungen war eindeutig definiert, dass die Karten dieses Atlas in die Kategorie der interaktiven Webkarten fällt, Karten ohne Interaktivität (viewonly) konnten also gleich zu Beginn ausgeschlossen werden. Ebenso waren auch keine dynamischen Inhalte vorhergesehen, dadurch konnten statische interaktive Karten als Lösung für den AtOS gewählt werden.

Nicht alle der vom OSI geforderten Anforderungen wurden von beiden übergeordneten Kategorien (Vor oder Nach der Nutzeranfrage erstellt) der statischen interaktiven Karten gleich gut erfüllt. Es stellte sich bald heraus, dass für einen innovativen Internetatlas nur eine automatisierte Erstellung der angeforderten Karten möglich ist. Alle anderen Lösungen, die auf Karten zurückgreifen, die bereits vor der Anfrage erstellt worden sind, erwiesen sich als zu aufwendig und für die Erfüllung der vom OSI gestellten Anforderungen ungeeignet. Wäre als Lösung z. B. eine "Clickable Map" gewählt worden, hätte für jeden Maßstab eine eigene Karte vorbereitet werden müssen. Dabei hätte eine Einschränkung auf eine gewisse Anzahl von Zoomstufen durchgeführt müssen, und das sprach gegen eine der Vorgaben des OSI.

4. Kategorien von Web GIS Anwendungen

Ein immer größer und unüberschaubarer werdender Teil des Internets besteht bereits jetzt aus einer rapide wachsenden Anzahl von Anwendungen, welche mit Geographischen Daten interagieren. Leider hat sich bis jetzt noch keine einheitliche Terminologie durchgesetzt, wodurch es oftmals zu einer Überdefinition von Begriffen kommt. Wo liegen die Unterschiede zwischen GIS online und Internet-GIS? Was kann ein Produkt, das unter dem Namen Web GIS angeboten wird, mehr oder was kann es weniger als ein Produkt, welches unter dem Namen Net GIS vertrieben wird? Welcher Vorteil entsteht dem Anwender, wenn ein Distributed GIS (dt. Verteiltes GIS) eingesetzt wird? Oder sind alle zuletzt genannten Begriffe Synonyme für das gleiche Produkt?

Die meisten dieser Begriffe sind Synonyme für gleichbedeutende Programme, die von unterschiedlichen Entwicklern her stammen. In dieser Arbeit wird Web GIS als Oberbegriff für alle GIS Anwendungen, die über das Internet miteinander kommunizieren, eingesetzt.

In einer Untersuchung von FITZKE 1999 wird der große Bereich des Web GIS mit folgenden Eigenschaften beschrieben [vgl. FITZKE, 1999]:

- Web GIS hat nach außen ein vielfältiges, aber nach innen, also technisch betrachtet, ein extrem heterogenes Erscheinungsbild.
- Der gesamte Bereich des Web GIS ist im Internet nur schwer zu überblicken und abzugrenzen.
- Der Bereich des Web GIS wird gleichermaßen von kommerziellen Produkten, wie auch von produktspezifischen Lösungen bestimmt.
- Im ganzen Bereich des Web GIS haben sich bis jetzt, ausgenommen das Mapserver Konzept [vgl. LADSTÄTTER, 2000, OGC, 2001], noch kaum Standards entwickelt oder durchgesetzt.

In den folgenden Kapiteln wird dieser nahezu unüberschaubare Bereich von Web GIS Anwendungen untergliedert. Eine solche Anwendung kann von einer reinen Lieferung von Geographischer Daten, über eine Visualisierung von Geodaten in Form von Karten, bis hin zum Erhalten von Ergebnissen komplexer Analysen mit den eigenen Geodaten reichen. Für die folgende Gliederung von Web GIS Anwendungen wurde die 1997 aufgestellte Kategorisierung von FITZKE, RINNER und SCHMIDT leicht modifiziert angewandt. Die verwendete Kategorisierung orientiert sich an den gewählten Bezeichnungen der Web GIS Anbieter, an Versuchen früherer Kategorisierungen [vgl. STAHL, 1997, STROBL 1997]

und am intuitiven Verständnis der Bezeichnungen, wie sie im heutigen Sprachgebrauch häufig verwendet werden [vgl. FITZKE, RINNER, SCHMIDT, 1997].

Die Übergänge zwischen den folgenden Kategorien sind jedoch als fließend zu betrachtenden und nicht alle derzeit existierenden kartographischen Produkte sind eindeutig einer einzelnen Kategorie zuzuordnen. Diese Problematik besteht darin, dass derzeit durch eine stetig wachsende Weiterentwicklung der Funktionalitäten innerhalb der Kategorien eine Angleichung in Richtung höherwertiger Kategorien vor sich geht [vgl. FITZKE, 1997].

4.1. Geodaten Server

Geodaten Server stellen die einfachste Kategorie im Bereich der Web GIS Anwendungen dar. Sie liefern Geographische Daten über das Internet zur Offline Weiterverarbeitung auf dem Computer des Benutzers. Dabei setzt sich dieser Dienst aus zwei verschiedenen Punkten zusammen. Einerseits ist eine geordnete und übersichtliche Darstellung der verfügbaren Daten zwingend notwendig, andererseits muss auch die Übermittlung dieser Daten bewerkstelligt werden.

Ein Beispiel eines Geodaten Servers ist auf der Homepage des United States Geological Survey (USGS) (<http://www.usgs.gov>) zu finden. Das USGS stellt dort verschiedene Geodaten gratis zum Download bereit.

Eines der bekanntesten Geodaten Sets ist dabei das weltweit verfügbare digitale Höhenmodell GTOPO30, das in einer einheitlichen Zellengröße von 30 Bogensekunden (ca. 1 Kilometer), von einem FTP Server des USGS heruntergeladen werden kann.

Dabei kann über eine Clickable Map ausgewählt werden, welcher Gebietsausschnittes in einem DEM Format (Digital Elevation Model) auf die eigene Festplatte geladen werden soll.

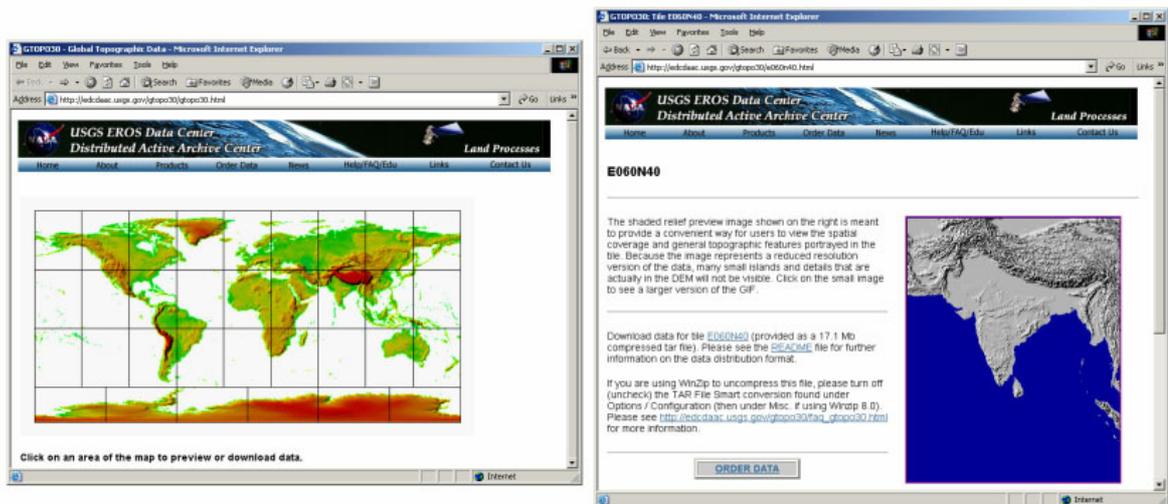


Abbildung 8: USGS GTOPO30 Clickable Map
(URL: <http://edcdaac.usgs.gov/gtopo30/gtopo30.html>)

Andere Beispiele aus dieser Kategorie finden sich auf den Homepages einzelner Vermessungsämter oder verschiedener Nationaler Vermessungsbehörden. Dort werden oft Auszüge aus ihrem Angebot an Geodaten gratis zum Download zur Verfügung gestellt.

Weitere Geodaten Server, die gratis Daten im Internet anbieten, sind das GIS-Data-Depot (<http://www.gisdatadepot.com/catalog/>) für Daten aus der ganzen Welt sowie GeoDaten-Online (<http://www.geodaten-online.de>) für Daten aus Deutschland.

Auch die meisten großen Anbieter von Geographischen Informationssystemen bieten verschiedene Demodatensätze in ihren jeweiligen Dateiformaten zum Download an.

4.2. Mapserver

Die zweite Kategorie der Web GIS Anwendungen befasst sich mit der Kategorie der Mapserver. Bis heute gibt es keine eindeutige Definition für einen Mapserver, da dieser Begriff in vielerlei Bedeutung verwendet wird. In den nächsten Unterkapiteln wird versucht, eine Definition für den Begriff eines Mapservers zu finden, und es werden die verschiedenen Gruppen von Mapservern erläutert. Anschließend wird auf die Funktionsweise eines Mapservers eingegangen und schließlich werden noch die Basisfunktionen eines solchen Mapservers untersucht. Im letzten Unterkapitel werden die Vorteile der Anbindung einer Datenbank an einen Mapserver beschrieben.

4.2.1. Definition eines Mapservers

"Map-Server übermitteln Karten zur Online-Visualisierung" [FITZKE, 1997].

Dieser Erklärungsversuch ist, so kurz er auch ist, heute immer noch gültig, sollte aber um die Vorteile eines Mapservers hervorzuheben, auf Folgendes erweitert werden:

Ein Mapserver ist ein Programm, welches der interaktiven, individuellen und unmittelbaren Erstellung und Visualisierung von geographischen Informationen in Form von Karten über das Internet dient.

Nach dieser Definition kann folgendes festgelegt werden:

- Interaktivität entsteht dabei durch die Kommunikation des Benutzers mit dem Mapserver. Sie beschränkt sich aber nicht nur auf eine Anfrage und ein Ergebnis, sondern umfasst den andauernden Dialog ohne vorher festgelegte Abfolgeschritte. So muss es dem Benutzer möglich sein, sich jederzeit jeden beliebigen Kartenausschnitt in jedem von ihm gewählten Maßstab, innerhalb des festgelegten Maßstabsbereiches, anzusehen.
- Individualität erlaubt dem Benutzer, Eingriffe in der Erstellung der Karte durchzuführen. Sie entsteht dadurch, dass der Benutzer vor der Erstellung jeder Karte, dem Mapserver bekannt geben kann, welche Informationen er wie dargestellt haben will. Bei einer individuell erstellten Karte kann der Benutzer angeben, welche Kartenebenen er betrachten will, oder teilweise sogar, in welchen Farben er eine von ihm gewählte Klassifizierung thematischer Inhalte betrachten will.
- Die Erstellung und Visualisierung der Karte erfolgt unmittelbar nach der Anfrage des Benutzers, so dass die entstehenden Wartezeiten hauptsächlich durch den Transport über das Internet entstehen und nicht durch einen Verzug bei der Verarbeitung der Anfrage.
- Das Medium für die Verbreitung der vom Mapserver erstellten Karte ist das Internet.

Anders ausgedrückt kann ein Mapserver auch als das Bindeglied zwischen Geodatenbestand auf der Seite des Servers und erstellter Internet Karte auf der Seite des Clients bezeichnet werden.

4.2.2. Gliederungsmöglichkeiten von Mapservern

Der Begriff Mapserver ist nicht eindeutig definiert. Es wird oft in unterschiedlichen Zusammenhängen von einem Mapserver gesprochen. Zunächst ist zu unterscheiden, ob es sich bei einem Mapserver um einen eigenen Computer, also um Hardware, oder ob es sich um ein Programm, also um Software, handelt.

- **Mapserver als Hardware:** Bei Systemen mit mehreren Rechnern. Läuft ein Mapserver auf einem eigenen nur für diesen Zweck konfigurierten Computer, unabhängig vom Webserver, nennt man dieses System Mapserver [vgl. DICKMANN 1999, 2000].
- **Mapserver als Software:** Bei Systemen mit nur einem Rechner. Wenn Webserver und Mapserver auf einem System laufen, spricht man nur bei der Software, die für die Erstellung der Karten zuständig ist, von einem Mapserver.

Bei einem Mapserver als Software kann aufgrund des Umfangs der angebotenen Funktionen zwischen Statischen Mapservern, Visualisierungs-Mapservern oder Interaktiven Mapservern unterschieden werden. Selbst eine eigene Kategorie der Web GIS Anwendungen, das Online GIS (siehe Kapitel 4.4 Online GIS), wird oftmals auch als Mapserver bezeichnet.

- **Statische Mapserver:** Bei dieser Art der Mapserver wird eine zuvor erstellte Rasterkarte angeboten, welche typischerweise aus einem GIS exportiert wurde. Der Mapserver bietet dabei dem Kartennutzer nur eine Auswahl aus verschiedenen vorgefertigten Karten an [vgl. FITZKE, 1997].
- **Visualisierungs-Mapserver:** Visualisierungs-Mapserver sind Mapserver ohne GIS im Hintergrund, die nur aus den Basisfunktionen bestehen und somit hauptsächlich für die Umwandlung und die kartographische Visualisierung von Geodaten über das Internet zuständig sind. Bei jeder Anfrage an diesen Typ von Mapservern wird eine Karte nach den vom Kartographen vorgegebenen Regeln und Vorschriften neu erstellt.
- **Interaktive Mapserver:** Bei einem interaktiven Mapserver kann der Benutzer, zusätzlich zur Visualisierung von Geodaten, verschiedene Parameter vor der Erstellung der Karte verändern, wie z.B. die dargestellten Ebenen oder die Farbe von einzelnen Ebenen. Nach einer Anfrage an diese Art von Mapserver, wird die Karte nach diesen benutzerdefinierten Eingaben und den vom Kartographen definierten Regeln und Vorschriften neu erstellt.

- **Online GIS:** Als Online-GIS werden Mapserver bezeichnet, die zusätzlich zu den Basisfunktionen eines Mapservers mit einem GIS auf einem Webserver zusammenarbeiten. Damit können auch alle raumbezogenen Funktionen des GIS im Internet verfügbar gemacht werden.

Eine weitere Unterscheidungsmöglichkeit bei Software Mapservern sind ökonomische Gesichtspunkte:

- **Kommerzielle Produkte:** Diese mittlerweile von allen GIS Herstellern vertriebenen Produkte stellen oft alle GIS Funktionen über das Internet zur Verfügung und sind deswegen meist sehr teuer [vgl. CECCONI et al., 2000]. Die meisten dieser Produkte fallen in die Kategorie des Online GIS.
- **Freie Mapserver:** Diese Produkte sind, oftmals sogar mit Source Code, frei über das Internet verfügbar. Entstanden sind sie teilweise aus Forschungsprojekten verschiedener Universitäten, die jetzt als Open Source Projekte weiterentwickelt werden [vgl. RICHARD, 1999]. Die meisten dieser freien Mapserver zählen zu der Kategorie der Visualisierungs-Mapserver oder der Interaktiven Mapserver.

4.2.3. Funktionsweise eines Mapservers

Der Internetuser kommuniziert nicht direkt mit dem Mapserver, sondern indirekt über einen Webserver. Er stellt eine Anfrage an den Webserver, welcher diese an den Mapserver weiterleitet. Dieser generiert die entsprechende „Antwort“ – in der Regel eine Karte – aus den vorhandenen Geodaten und schickt sie wieder über den Webserver zurück an den User.

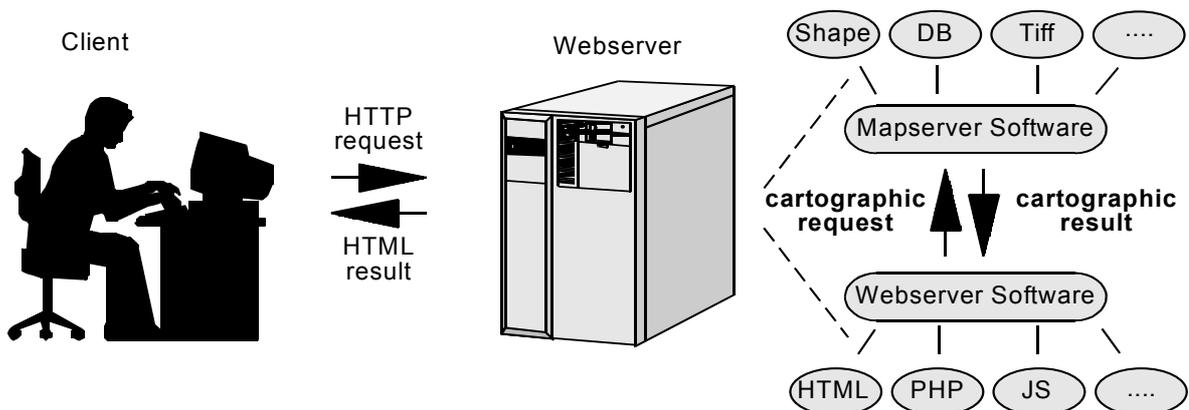


Abbildung 9: Schema der Funktionsweise eines Mapservers

Die Aufgabe des Webservers ist es, die Übertragung von HTML Dateien, Graphiken, oder Programmiersprachen wie z.B. JavaScript über das Internet an den Browser des Clients zu gewährleisten. Der Mapserver hingegen generiert die Karten lokal aus Geodaten (z.B. ESRI Shape Files), aus Datenbanken oder aus Rasterbildern (z.B. TIFF) und fügt das Ergebnis in eine HTML Seite ein. Das bedeutet, dass bei jedem Aufruf des Mapservers eine neue Karte generiert wird, die auf dem Webserver nur temporär während der Übertragung zum Client gespeichert wird. Nach dieser Übertragung ist die angeforderte Karte auf dem Webserver nicht mehr ansprechbar [vgl. FÜRPASS, RIEDL, et.al., 2001]. Webserver und Mapserver können auf dem gleichen Computer laufen oder auf getrennten Geräten installiert sein [vgl. CAMMACK, 1999].

4.2.4. Basisfunktionen eines Mapservers

Ein Mapserver ist in seinem Kern eine Schnittstelle, welche als Bindeglied zwischen Geodatenbestand auf der Serverseite und WWW-Browser auf der Clientseite fungiert. Über diese Schnittstelle kann dem Benutzer eine kartographiegerechte Aufbereitung und Präsentation der Daten zur Verfügung gestellt werden. Weiters übernimmt der Mapserver grundlegende räumliche und thematische Navigationsfunktionen, um die Interaktivität der Karte herzustellen, sowie bestimmte Abfragefunktionen um Zusatzinformationen der Karten verfügbar zu machen. Diese drei Punkte kann man als die Basisfunktionen eines Mapservers ansehen:

- **Geodaten-Visualisierung:** Ein Mapserver generiert aus Geodaten, die sowohl in Form von Vektor- wie auch von Rasterdaten vorliegen können, den gewünschten Kartenausschnitt und wandelt diesen in ein internetfähiges Format (z.B. GIF, JPG,...) um. Dabei wird nicht auf vorbereitete Karten zugegriffen, sondern die Webkarten werden automatisiert, entsprechend der von Kartographen vordefinierten inhaltlichen Regeln und Vorschriften, generiert. Diese neu erstellten Webkarten werden an den Browser des Benutzers übertragen.
- **Navigation:** Ein Mapserver stellt bestimmte Funktionen zur Verfügung, die zur Navigation in der kartographischen Internetapplikation nötig sind. Diese bestehen auf der einen Seite aus Tools zur räumlichen Navigation, wie Zoomfunktionen für Maßstabsänderungen im gewünschten Kartenausschnitt, oder Panfunktionen zum Verschieben des Ausschnitts. Auf der anderen Seite gibt es Tools zur thematischen Navigation, wie die Möglichkeit um einzelne Ebenen einer Karte ein- und auszublenden.

- **Abfrage-Funktionalität:** Ein Mapserver stellt auch Abfragefunktionen zur Verfügung, wodurch die Geometriedaten, aus denen die Karten bestehen, sowie weitere Zusatzinformationen dem Benutzer zugänglich gemacht werden können. Damit können beispielsweise Informationen, die der Kartennutzer bei gedruckten Karten nur durch das Heranziehen von begleitender Literatur erhält, mit Hilfe eines Mapservers im Zusammenhang mit der Karte abrufbar gemacht werden (z.B. durch Mouse-Over Funktionen).

Diese oben genannten Funktionen bilden die Grundstruktur, welche normalerweise jeder Mapserver zur Verfügung stellt. Mapserver mit umfangreicheren Funktionen werden insbesondere von großen GIS Software Herstellern vertrieben. Diese erweiterten Mapserver stellen oftmals die von herkömmlichen Desktop GIS Anwendungen bekannten Analysefunktionalitäten (wie z.B. Pufferung, Verschneidung, Berechnung des kürzesten Weges,...) zur Verfügung (siehe Kapitel 4.4 Online GIS).

4.2.5. Verknüpfung eines Mapservers mit einer Datenbank

Die allgemeine Aussage, dass Karten nur so gut sein können wie die Qualität der im Hintergrund stehenden Daten, hat ihre Gültigkeit nicht nur für analoge Karten, sondern auch im Fall der Web-Kartographie. Hierbei kommt als äußerst wichtiger Faktor allerdings noch dazu, wo und wie diese Daten gespeichert sind. In der Web-Kartographie ist daher nicht nur die inhaltliche Richtigkeit von großer Bedeutung, sondern auch die transparente, schnelle und flexible Speicherungsmöglichkeit ist entscheidend. Die Transparenz dient zur Erkennbarkeit von Strukturen und Zusammenhängen der einzelnen Daten. Die Schnelligkeit ist von essentieller Bedeutung, da aus den Daten, bei jeder Anfrage an den Mapserver, eine neue Karte erstellt werden muss. Flexibel müssen die Speicherungsmöglichkeiten sein, um Änderungen in der Struktur oder im Inhalt der Datenbank ohne großen Aufwand durchführen zu können [vgl. PUCHER, 2001].

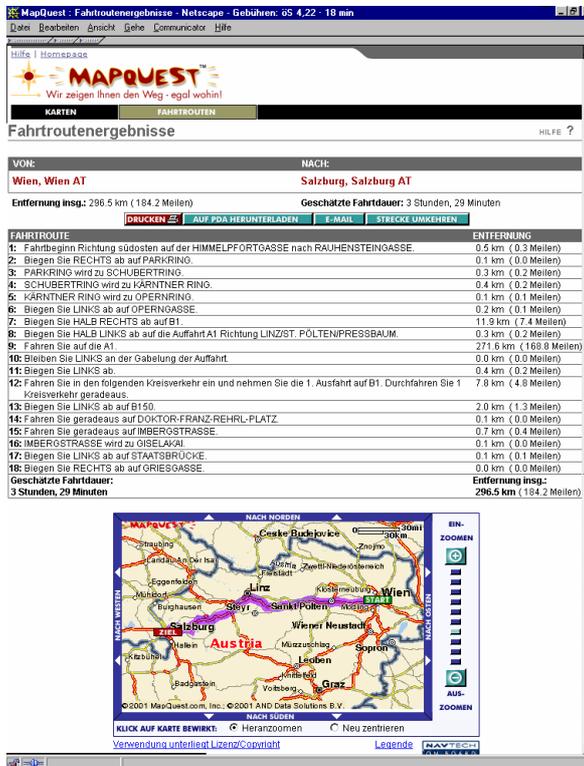
Diese Kriterien werden von Geo-Datenbanken in der Regel erfüllt. Aus diesen Datenbanken kann der Mapserver die Daten, die er zur Erstellung der gewünschten Karte benötigt selektieren.

Auch ein GIS besteht zu einem Teil aus einer Datenbank, welche um verschiedene geographische Analysefunktionalitäten erweitert worden ist. Bei einem Online-GIS stehen diese Funktionen dem Benutzer auch über das Internet zur Verfügung.

Um auch bei Verwendung eines Mapservers auf Analysefunktionen, wie sie sonst nur im Online-GIS (siehe Kapitel 4.4 Online GIS) vorkommen, zugreifen zu können, müssen diese eigens programmiert werden. Um beispielsweise ohne ein GIS, eine Abfrage zu erstellen, welche Punkte innerhalb eines Polygons liegen (Point in Polygon Abfrage), wird zu jedem Punkt der Schlüsselcode des ihn umgebenden Polygons in der Datenbank zusätzlich gespeichert. Somit kann diese typische GIS Abfrage über ein einfaches SQL Statement erfolgen:

z.B. `select * from Punkte where NR="UmgebungsPolygonNR"`

4.3. Kartengestützte Online Auskunftssysteme



Online Auskunftssysteme bieten dem Benutzer zusätzlich zur Möglichkeit der Visualisierung verschiedene thematische oder raumbezogene Abfragemöglichkeiten. Diese Abfragen können sowohl durch Texteingaben wie auch direkt interaktiv in einer Karte erfolgen [vgl. FITZKE, RINNER, SCHMIDT, 1997]. Als Beispiele in dieser Kategorie können verschiedene Online Routenplaner genannt werden, bei denen nach Eingabe eines Start- und eines Zielortes, die gesuchte Fahrtroute ausgegeben wird. Dabei kann der Benutzer zusätzlich auch oft angeben, ob die kürzeste oder die schnellste Strecke gesucht werden soll.

Abbildung 10: Beispiel eines Routenplaners
(Quelle: Mapquest, URL: <http://www.mapquest.de>)

Die Auswahl von Start- und Zielort kann, je nach Programm über Texteingabemasken oder durch Anklicken direkt in der Karte gewählt werden.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass im Vergleich zu Mapservern, der Schwerpunkt bei der Abfrage von Sachdaten aus einer Datenbank liegt.

4.4. Online GIS

Die Software eines Geographischen Informationssystems (GIS) besteht aus Programmteilen, die für die Erfassung, Verwaltung, Verarbeitung und Visualisierung von Daten zuständig sind. Der Unterschied zu einem Desktop GIS liegt darin, dass bei einem Online GIS, alle der zuvor genannten Programmfunktionen dem Anwender über das Internet zur Verfügung gestellt werden. Außerdem kann durch Ausnutzung der WWW Technologien durch Verwendung eines Online GIS ein kostengünstiger GIS Arbeitsplatz erstellt werden [vgl. LEUKERT et. al., 1999].

FITZKE, RINNER und SCHMIDT schrieben 1997, dass dabei nur auf Daten zugegriffen werden kann, die auf dem Server gespeichert sind und Daten auf dem Computer des Benutzers nicht weiter verarbeitet werden können. Dies ist aber heute im Rahmen von sogenannten Distributed (dt. Verteilten) GIS auch möglich.

Jeder große GIS Hersteller verkauft heute bereits eine eigene Version eines Online GIS, die mehr oder weniger viele GIS Funktionen über das Internet ermöglichen. Die großen Unterschiede bei den Herstellern von Online GIS Anwendungen liegen darin, wieweit der Entwickler der Kartographischen Applikation über Eingriffsmöglichkeiten in das Erscheinungsbild eines Online GIS verfügt. Alle Online GIS haben nur ihren sehr hohen Preis von mehreren 1.000 \$ gemeinsam.

Es folgt nun eine Einweisung in die allgemeine Funktionsweise eines Online GIS, sowie ein kurzer Vergleich von Produkten verschiedener bekannter GIS Hersteller.

4.4.1. Allgemeine Funktionsweise

Bei der Kategorie des Online GIS gibt es unterschiedliche Funktionsweisen, wie es zu einer Verbindung zwischen GIS auf der Seite des Servers und dem Computer des Benutzers, also dem Client kommt. Als Schnittstelle zwischen Client und Internet dient dabei der Internetbrowser.

Grob können zwei Verfahren zur Anbindung des Servers mit dem Client unterschieden werden:

- Serverseitige Anbindung
- Clientseitige Anbindung

Bei der Serverseitigen Anbindung wird bei jeder Interaktion ein Kontakt zum Server hergestellt, der diese ausführt und das Ergebnis an den Client zurückliefert. Damit es bei diesem Verfahren zu keiner Überlastung des Online GIS und dadurch zu längeren Wartezeiten bei einer Interaktion kommt, muss der Server den Anforderungen entsprechend mit erweiterter Hardware (schneller Prozessor, mehr Hauptspeicher,...) ausgerüstet sein.

Bei der Clientseitigen Ausführung hingegen, wird bereits vor den Interaktionen des Clients mit dem Server, auf dem Computer des Clients ein zusätzliches Programm (Plugin, Applet,...) installiert, welches die Kommunikation mit dem Server übernimmt. Dieses Programm kann mit wesentlich mehr Funktionen als der Browser ausgestattet sein, sodass nicht mehr für jede Interaktion des Benutzers ein Kontakt zum Server notwendig ist. So kann z.B. das Hervorheben eines Objektes durch Überfahren mit der Maus vollkommen am Client berechnet werden [vgl. LEUKERT, 1999,2000].

4.4.2. Vergleich von Produkten verschiedener Hersteller

Mittlerweile haben alle großen GIS Anbieter die Notwendigkeit eines Online GIS erkannt und bieten verschiedenste Varianten für die Integration ihres GIS in das Internet an [vgl. LEUKERT, 1999,2000].

Es hat sich als sehr schwierig herausgestellt, einen Überblick über die technischen Möglichkeiten und das Funktionsangebot dieser Vielfalt von angebotenen Programmen zu bekommen. Einerseits wird oftmals aus wirtschaftlichen oder marktpolitischen Entscheidungen heraus eine neue Versionen eines Online GIS herausgegeben, die sich nur durch geringfügige Änderungen von der vorhergehenden Version unterscheidet. Andererseits werden unabhängig von den GIS Anbietern, neue Versionen von Internetbrowsern veröffentlicht, die neue Funktionen unterstützen oder neue Plugins inkludiert haben.

Einen ausführlichen Vergleich der Eigenschaften von verschiedenen kommerziellen Online GIS befindet sich im Internet auf folgender Seite:
<http://www.geoplace.com/gr/webmapping>.

Die wichtigsten Inhalte dieser umfassenden Auswertung sind in folgender Tabelle zusammengefasst:

GIS Hersteller	Produktname	Pan / Zoom / Buffern / Point in Polygon	Server OS	Data Formats	Base Server Cost
Autodesk	MapGuide Release 5	Y/Y/Y/Y	NT	SHP,DWG,TIFF, MrSID,...	\$ 9.990
Earth Resource Mapping	Image Web Server	Y/Y/~/~	NT, Win9x	~	\$ 4.950
ESRI	ArcIMS	Y/Y/Y/Y	NT, UNIX	SHP,ARC,DXF, TIFF,MrSID,...	\$ 7.500
GE Smallworld	Internet Application Server	Y/Y/Y/Y	NT, UNIX Win9x,	SHP,DXF,DWG, DGN,TIFF,MrSID,...	Server abhängig
Intergraph	GeoMedia Web Map	Y/Y/Y/Y	NT	SHP,ARC,DXF, DWG,DGN,TIFF,...	\$ 10.000
MapInfo	MapXtreme Java	Y/Y/Y/Y	NT,UNIX Win9x,	SHP,DWG,TIFF,...	Server abhängig
MicroImages	TNTServer	Y/Y/N/Y	NT	SHP,ARC;DXF, DGN,TIFF,...	\$ 5.000

Tabelle 3: Vergleich der Produkte einiger ausgewählter Online GIS Anbieter

Quelle: <http://www.geoplace.com/gr/webmapping>

4.5. GIS-Funktions-Server

In diese Kategorie fallen GIS Server, die nur ihre vielfältigen Funktionen über das Internet zur Verfügung stellen, nicht aber dazu verwendet werden um Daten zu visualisieren. Ein Benutzer eines solchen Servers muss nicht nur eine Anfrage an den Server stellen, er muss auch die Daten, auf die er die Anfrage bezieht mitsenden. Diese Daten werden von dem GIS Server nach seinem Wunsch bearbeitet und das Ergebnis wird wieder an den Auftraggeber zurück übermittelt, es kommt also dabei zu einer serverseitigen Verarbeitung von Daten des Clients. Während dieser Bearbeitungsschritte wird sogar oftmals auf eine graphische Visualisierung der Daten, wie sie in den anderen Kategorien verwendet wird, verzichtet.

Ein Beispiel in dieser Kategorie wäre das KAPRO (KARTEN PROJektions) Programm der ETH Zürich zu nennen, bei dem Daten des Benutzers in eine von derzeit 140 verschiedenen Kartenprojektionen umgerechnet werden können. Der Benutzer muss nur seinen Datensatz im "Arc/Info Generate Format" auf den Server laden und diverse Projektionsparameter definieren. Als Ergebnis erhält er die umprojizierte Karte entweder als PDF Datei oder im SVG Format [vgl. BRANDENBERGER, 2001].

4.6. Vergleich zwischen diesen verschiedenen Kategorien

Eine Web GIS Anwendung soll genauso wie jedes Desktop GIS möglichst viele der Grundfunktionen eines GIS, nämlich die Erfassung, Verwaltung, Abfrage, Analyse und Darstellung von geographischen Daten beherrschen. Einen Überblick über das Vorkommen diese Grundfunktionen in den Kategorien der Web GIS Anwendungen gibt die folgende Tabelle:

Kategorie	Dienste				
	Erfassung	Verwaltung	Abfrage	Analyse	Darstellung
Geodaten Server	X	X			
Statische Map Server	X	X			X
Interaktive Mapserver	X	X	X		X
Auskunftssystem	X	X	X	(X)	X
Online GIS	X	X	X	X	X
GIS Funktions-Server			X	X	(X)

Tabelle 4: Vergleich der Dienste der Web GIS Anwendungen
(modifiziert nach FITZKE, RINNER, SCHMIDT, 1997)

Die folgende Tabelle stellt einen Überblick dar, welche Art von Information ein Benutzer nach einer Anfrage an eine Web GIS Anwendung zurückgeliefert bekommt:

Kategorie	Lieferung		
	Daten	Graphik	Funktionen
Geodaten Server	X		
Statische Mapserver		X	
Interaktive Mapserver		X	
Auskunftssystem		X	
Online GIS		X	
GIS Funktions-Server		(X)	X

Tabelle 5: Überblick der gelieferten Funktionen eines Web GIS
(modifiziert nach FITZKE, RINNER, SCHMIDT, 1997)

4.7. Verfahrensauswahl für den Mapserver beim AtOS Projekt

Nach einem Vergleich der geforderten Anforderungen des Auftraggebers und der technischen Realisierbarkeit wurde die Entscheidung zu Gunsten eines Interaktiven Mapservers getroffen. Ein Produkt aus dieser Gruppe der Web GIS Anwendungen erfüllt genau die geforderten Anforderungen und bietet keinen Überschuss an Funktionen, wie dies bei einem Online GIS der Fall wäre. Diese nicht benötigten GIS Funktionen würden das Produkt nur teurer machen, was nicht im Sinne einer wirtschaftlichen Rechnung des AtOS liegt. Außerdem gibt es in der Kategorie der Mapserver auch die Möglichkeit ein Open Source Produkt zu wählen, um die Ausgaben für das Projekt gering zu halten. Eine solche Lösung ist im Bereich der Online GIS nicht möglich. Eine Anwendung aus dieser Kategorie ist nur zu sehr hohen Kosten erhältlich, die für das OSI auf Dauer nicht tragbar wären.

Als Mapserver für den AtOS wurde der Mapserver der Universität von Minnesota gewählt (siehe Kapitel 5.2.3 Eigenschaften des für den AtOS eingesetzten Mapservers).

II. Praktischer Teil

5. Prototyp der Internetversion des Atlas Ost- und Südosteuropa

Im Zeitraum zwischen April 2000 und Juli 2001 wurde in einer Zusammenarbeit zwischen dem Österreichischen Ost- und Südosteuropa-Institut (OSI) und dem Institut für Geographie und Regionalforschung der Universität Wien (IfGR) der Prototyp eines modernen Internetatlas erstellt.

Beteiligt waren dabei:

- Auf der Seite des OSI:
 - Univ. Doz. Dr. Peter Jordan und Mag. Florian Partl
- Auf der Seite des IfGR:
 - Univ. Ass. Dr. Karel Kriz und Univ. Ass. Dr. Andreas Riedl
 - Zuständig für die Erstellung des Prototyps:
 - Christian Fürpaß für die Programmierung des Mapservers
 - Mag. Christian Resch für die Aufbereitung der Geodaten
 - Robert Saul für die Gestaltung des Benutzerinterfaces

Im Laufe des Projektes wurden die bearbeiteten Daten der beiden Karten

- Internationale Tourismusattraktionen in Mittel- und Südosteuropa
- Umweltsituation in Mittel- und Südosteuropa um 1995

vom OSI für die Integration in den AtOS zur Verfügung gestellt. Anhand dieser beiden Karten des bisher nur in gedruckter Form vorliegenden Atlas, wurden vor allem die funktionellen Möglichkeiten einer internetbasierten Präsentation länderübergreifend behandelte Themen aufgezeigt.

Das Kapitel 5 enthält eine Vorstellung des gesamten AtOS Projektes, wobei zu Beginn auf die Anforderungen des OSI an den gewünschten Internetatlas eingegangen wird. Es wird kurz der bisher existierende gedruckte Atlas beschrieben, der in dieser Form immer neben dem digitalen Internetatlas weiterbestehen wird. Anschließend an diese Beschreibung wird eine genaue Einweisung in die Funktionen der digitalen Version des "Atlas Ost und Südosteuropa" gegeben.

Nach einer Erklärung der verwendeten Software, in der auf die einzelnen Programmpakete und ihrer Verwendung für die Kartographie eingegangen wird, wird das Ablaufschema der Entstehung des Prototyps dargelegt. In diesem Kapitel wird beschrieben wie der AtOS zu

seinem jetzigen Aussehen gekommen ist. Mehr über die Gestaltung der graphischen Benutzeroberfläche des AtOS wird in der Diplomarbeit von Robert SAUL behandelt werden.

Als letzter Punkt in diesem Kapitel wird die programminterne Kommunikation des AtOS untersucht, wobei einige, für die kartographische Gestaltung wichtigen Funktionen genauer beschrieben werden.

5.1. Vorstellung des AtOS Projektes

Die Entwicklung des AtOS setzte gewisse Rahmenbedingungen und Vorgaben an den Internetatlas von Seiten des OSI voraus. Diese sind im nächsten Unterkapitel angeführt. Weiters wird auf den bisher erstellten analogen Atlas und auf den Prototyp des neu erstellten digitalen Internetatlas eingegangen.

5.1.1. Anforderungen und Zielsetzungen des Ost- und Südosteuropa-Instituts

Da sich das AtOS Projekt über eine Dauer von 16 Monaten erstreckte und auch in Zukunft, bei Erfolg des Prototypen, weiter verfolgt werden sollte, gab es ziemlich genaue Anforderungen über die Funktionen eines digitalen Internetatlas von Seiten des OSI.

Die wichtigsten dieser Anforderungen waren:

- Alle derzeitigen und zukünftigen Kartenblätter des Atlas Ost- und Südosteuropa sollen in den Internetatlas aufgenommen werden.
- Die Vergleichbarkeit zwischen den einzelnen Blättern muss hergestellt werden.
- Eine Kombination von verschiedenen thematischen Inhalten muss möglich werden.
- Die Verwendung unterschiedlicher Navigationsfunktionen muss unterstützt werden.
- Die Darstellung muss in beliebigen unterschiedlichen Zoomstufen erfolgen.
- In jeder Zoomstufe müssen unterschiedliche Ebenen dargestellt werden.
- Es muss eine maßstabsabhängige Darstellung von Kartenelementen erfolgen.
- Das Ein- und Ausblenden von Ebenen muss möglich sein.
- Die Beschriftung der Elemente soll nach Wunsch wählbar sein.
- Bei Abfrage eines Elementes werden Zusatzinformationen ausgegeben.
- Die Darstellung soll auch komplexe thematische Inhalte ermöglichen.

Mit der Entwicklung einer Internetversion des AtOS werden von Seiten des OSI die folgenden Absichten verfolgt:

- Den Atlasnutzern sollen durch interaktives Eingreifen und dem Zugriff auf die Daten hinter den Signaturen zusätzliche Informationsmöglichkeiten gegeben werden.
- Es soll eine ständige Aktualisierung der vorhandenen Daten und Karten ermöglicht werden.
- Der Nutzerkreis des analogen Atlas soll erweitert werden.

In Zukunft soll der AtOS weit mehr als eine Informationsquelle über das östliche Europa sein. Er soll sich durch das Einfügen von Hyper-Links zu einem Portal für raumbezogenen Informationen über das östliche Europa entwickeln [vgl. OSI, 2001].

5.1.2. AOS – Analoger Atlas

Der Atlas Ost- und Südosteuropa (AOS) ist ein wissenschaftlicher Großraumatlant, der in Form einer gedruckten Kartenserie seit 1989 publiziert wird. Das Ziel des Atlas ist es aktuelle Information über jenen Teil Europas zu vermitteln, der bis 1989 kommunistisch war. Gerade diese Länder befinden sich seit damals auf dem Weg in Richtung Marktwirtschaft, zu westlichen demokratischen Strukturen und zu der Integration in die politischen Strukturen Europas. Der Atlas informiert in thematischen Karten hauptsächlich über die Themenbereiche Umwelt, Bevölkerung und Wirtschaft. Sein Hauptziel ist es durch Rahmenkarten in den Maßstäben 1 : 3 Millionen und 1 : 6 Millionen länderübergreifende Vergleiche, bei zugleich detaillierter Raum- und Sachgliederung zu bieten. Dies begründet seinen Mehrwert gegenüber National- und Regionalatlanten. Der Atlas enthält aber auch Karten von einzelnen Ländern und sogar von Teilgebieten einzelner Länder, die in der Art von Fallstudien spezielle Probleme hervorheben [vgl. JORDAN, 1993,1994].

In der Zukunft sollen alle Daten und Aussageschichten, die im Rahmen des AOS neu bearbeitet werden, in den Internetatlas inkludiert werden. Neben der Internetversion wird der Atlas aber auch weiterhin als Druckwerk publiziert werden.

5.1.3. AtOS – Elektronischer Internetatlas

Der AtOS ist aus einzelnen Softwaremodulen aufgebaut, die für verschiedene Aufgaben verwendet werden. Das Betriebssystem steuert die Funktion des ganzen Rechners, der Webserver ist für die Übertragung der Dateien über das Internet zuständig, der Mapserver erstellt die Karten, in der Datenbank sind die Daten und Beschreibungen der Attraktionen gespeichert und der PHP Interpreter ermöglicht die automatische Erstellung von HTML-Seiten. Jedes dieser Softwaremodule kann ausgetauscht und durch ein anderes ersetzt werden. So kann z.B jederzeit auf ein anderes Betriebssystem umgestiegen werden, auf dem ebenfalls PHP und der Mapserver zur Verfügung stehen, ohne das Projekt in irgendeiner Art zu verändern.

Dieses modulare Bausteinsystem ergibt ein völlig offenes System bezüglich der Erweiterungsmöglichkeiten. Es ist derzeit nicht vorhersagbar, welche Möglichkeiten zukünftige Softwareprodukte bieten, deshalb wurde dieser Weg der einfachen Austauschbarkeit und Erweiterbarkeit gewählt.

Für den AtOS wurden durchgehend Produkte aus dem Bereich der Open Source Anwendungen gewählt, die aber jederzeit durch kommerzielle Produkte ersetzt werden können. Als Beispiel für ein weiteres modernes Datenbanksystem für geographische Daten sei an dieser Stelle nur PostGreSQL (<http://www.postgresql.org>) erwähnt.

In den folgenden Kapiteln wird auf die Benutzerführung während eines Besuches des AtOS, sowie auf die Funktionen, die ein Benutzer zur Interaktion mit dem Mapserver ausführen kann, eingegangen.

5.1.3.1. Methodischer Aufbau der Applikation

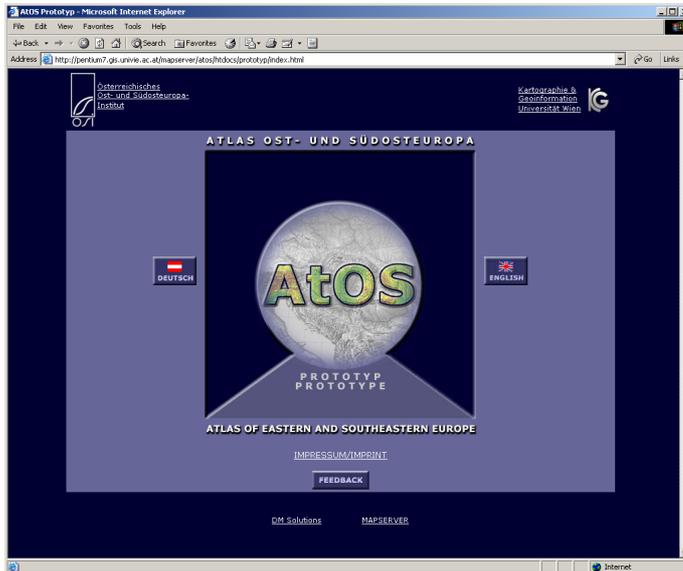


Abbildung 11: Startseite des AtOS

Nach Aufruf der Applikation im Internetbrowser wird der Benutzer auf die Startseite des AtOS geleitet. Von dort hat er die Möglichkeit entweder den AtOS zu starten oder auf die Homepage der Ersteller (IfGR, OSI) zu wechseln. Auch die Homepages der Entwickler des Mapservers sowie des "PHP MapScript" Moduls sind durch einen Link erreichbar.

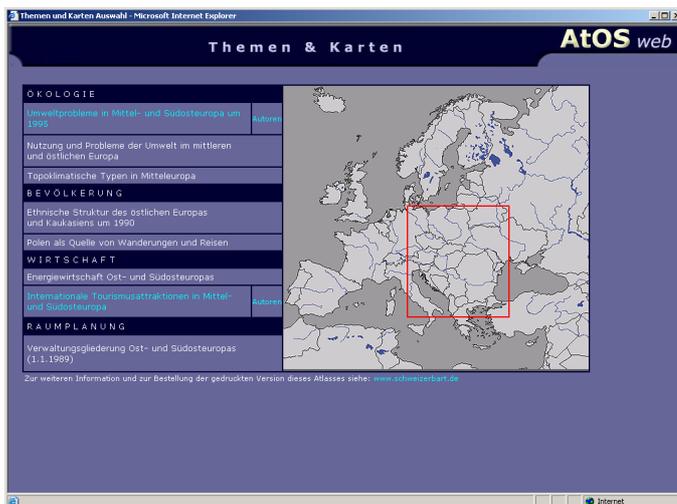


Abbildung 12: Auswahlseite der Karten des AtOS

Nach Auswahl der Sprache (Deutsch oder Englisch), öffnet sich ein neues Fenster, in dem der Benutzer eine Liste aller im AtOS enthaltenen Karten bekommt. Auf einer Übersichtskarte wird die Ausdehnung der einzelnen Kartenblätter angezeigt.

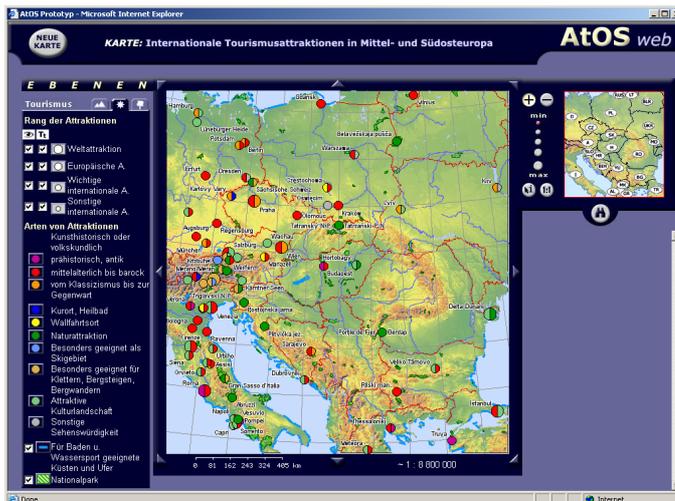


Abbildung 13: Kartenfenster des AtOS

Nach einer weiteren Auswahl der gewünschten Karte bekommt der Benutzer das von ihm angeforderte Kartenblatt angezeigt. Auf dieser Seite kann der Benutzer alle Funktionen des Mapservers ausführen (Pan/Zoom...), oder er hat die Möglichkeit wieder zur Kartenauswahlseite zurückzukehren, um eine andere Karte zu betrachten.

5.1.3.2. Funktionen des AtOS

Im AtOS Projekt wurden nicht nur die drei Basisfunktionen eines Mapservers implementiert, es wurde auch an einer Erweiterung der Suchfunktion gearbeitet, sodass nun auch komplexe Abfragen, welche die Tourismusattraktionen betreffen, durchgeführt werden können. Nach einer erfolgten Suche kann ein Ausschnitt der Karte mit der gefundenen Attraktion angezeigt werden.

Im Bereich der räumlichen Navigation stehen dem Benutzer des AtOS mehrere Navigationstools zur Verfügung. Es sind dies:

- ein Button zum Vergrößern der Karte (Zoom-In)
- ein Button zum Verkleinern der Karte (Zoom-Out)
- ein Button, um Informationen abzufragen (Query) und
- ein Button, um die Karte wieder im kleinsten Maßstab, also dem den maximalen Ausdehnungsbereich (Full-View) ansehen zu können.



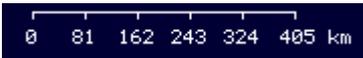
Diese vier Buttons befinden sich in der Navigationsleiste zwischen Karte und Übersichtskarte.



Weiters sind rund um die Karte sogenannte Panpfeile positioniert, mit denen der Benutzer den Kartenausschnitt in die Richtung des Pfeils verschieben kann. Als dritte Möglichkeit der räumlichen Navigation besteht noch die Möglichkeit durch einen Mausklick in der Übersichtskarte das Zentrum des aktuellen Kartenausschnitts neu festzulegen.

Wie der Name schon aussagt, kann der Benutzer mit dem "Zoom-In Button" bestimmen, welchen Kartenausschnitt er als nächstes sehen will. Die Funktion wird in der Karte entweder durch einen Mausklick, oder durch das Aufziehen eines Rahmens ausgelöst. Das heißt dass der Benutzer den Mauscursor über die Karte bewegt und nach Betätigung der linken Maustaste durch eine Auf- oder Abwärtsbewegung der Maus einen Rahmen aufzieht. Die Maustaste muss dabei gedrückt bleiben. Dabei ist es egal in welche Richtung der Rahmen aufgezogen wird, er wird programmtechnisch so umgewandelt, dass er von Linksoben nach Rechtsunten geht. Bei einem Mausklick wird die neue Karte mit verdoppeltem Maßstab und neuem Mittelpunkt am Punkt des Mausklicks berechnet, bei Aufziehen eines Rahmens wird genau dieser geforderte Ausschnitt im größtmöglichen Maßstab für diese Ausdehnung angezeigt.

Beim Hinauszoomen ist es egal ob ein Klick erfolgt, oder ein Rahmen aufgezogen wird, die neue Karte wird mit halbiertem Maßstab aber mit gleichem Mittelpunkt wie die aktuelle Karte gezeichnet.

Für die Maßstabsanzeige sind drei verschiedene Funktionen vorhanden. Es gibt eine graphische Maßstabsanzeige  , sowie eine numerischen Maßstabsanzeige .

Bei dieser werden der Übersicht halber die einzelnen Maßstabszahlen auf jeweils 100.000 genau gerundet. Da es sich aber um eine Bildschirmkarte handelt, darf auch der angegebene graphische Maßstab nur als ein Näherungswert betrachtet werden. Beide Maßstabsangaben dürfen auf keinen Fall für etwaige Längen oder Flächenberechnungen verwendet werden.

Die dritte Art der Maßstabsangabe ist eine Funktion, die nur einen groben Überblick über den Maßstab der aktuellen angezeigten Karte gibt. Dabei wird in einer Graphik mit verschieden großen Kreisen, die als Synonym für den Maßstab gelten, je nach Maßstab ein anderer Kreis hervorgehoben dargestellt. Der oberste Kreis wird aktiviert dargestellt, wenn die Karte im kleinsten Maßstab angezeigt wird und der größte Kreis wird dann aktiviert dargestellt, wenn die aktuelle Karte im größten möglichen Maßstab betrachtet wird. Die mittleren Kreise werden abhängig von Minimal- und Maximalmaßstab interpoliert hervorgehoben.





Im Bereich der Thematischen Navigation kann sich der Benutzer durch Selektion von einzelnen Ebenen der Legende, seine eigene von ihm gewünschte Karte zusammenstellen. Dabei ist zu beachten, dass die Legende in drei Bereiche unterteilt ist, von denen immer nur ein teil sichtbar ist. Diese Dreiteilung ist einerseits der Übersichtlichkeit wegen, andererseits auch aus Platzmangel entstanden. Dass bei der Erstellung einer neuen Karte nicht alle möglichen Kombinationen erlaubt sind, wird durch die eigens entwickelte Legenden-Logik kontrolliert. Schaltet ein Benutzer z.B. eine Attraktionsklasse aus, wird auch die Beschriftung dieser Klasse ausgeblendet, schaltet er bei ausgeschalteter Attraktionsebene die Beschriftung ein, wird auch die Ebene selber aktiviert. Ein weiteres Beispiel wäre, dass Ortschaften entweder als Punktsignaturen oder als Flächensignaturen gezeichnet werden, aber nie in beiden Formen.

Die dritte Basisfunktion eines Mapservers betrifft die Abfragefunktionalität. Dabei werden entweder durch einen Klick in der Karte, oder durch das Aufziehen eines Rahmens, Informationen zu allen Attraktionen die sich innerhalb des gewählten Ausschnitts befinden, in dem Informationsframe angezeigt.

Nun kann sich der Benutzer entweder zusätzliche Informationen über die gewünschte Attraktion ansehen, oder er kann den Mittelpunkt der Karte auf die Position der Attraktion zentrieren. Dabei wird auch der Maßstab der aktuellen Karte auf den größtmöglichen Maßstab verändert.

Befindet sich die Attraktion am Rand der Karte wird sie natürlich nicht in der Mitte angezeigt, sondern so, dass der Kartenausschnitt nicht überschritten wird.



Eine Funktion, die genau in die andere Richtung der Abfragefunktion wirkt, ist die Suchfunktion. Damit kann über verschiedene Auswahl- und Einschränkungskriterien die Suche nach Tourismusattraktionen durchgeführt werden. Es kann entweder nach dem Staat, dem Rang der Attraktion, der Art der Attraktion oder nach dem Namen der Attraktion gesucht werden. Dabei sind auch alle Kombinationsmöglichkeiten mit diesen vier Parametern erlaubt.

Bei jeder gefundenen Attraktion hat der Benutzer die Möglichkeit, die Attraktion in der Karte im größten möglichen Maßstab zentriert darzustellen.

Die folgende Tabelle fasst alle Interaktionen des Benutzers mit dem AtOS übersichtlich nach Funktionen gegliedert zusammen:

Zusammenfassung der im Prototyp AtOS implementierten Funktionen	
Funktion	Ausführung
RÄUMLICHE NAVIGATION	
Übersichtskarte	
aktuellen Kartenausschnitt in Übersichtskarte zeichnen	Automatisch
Aktuellen Kartenausschnitt verschieben	Klick in Übersichtskarte
Karte	
Pan (neuer Ausschnitt - um 1/4 verschieben)	Klick auf Panpfeil
Zoom in (beliebiger neuer Ausschnitt)	Rahmen über Karte aufziehen
Zoom in (1 Stufe)	Klick in Karte
Zoom out (1 Stufe)	Klick in Karte
Navigationstools	
Aktuelle verwendete Navigationsmöglichkeiten optisch hervorheben	Automatisch
Zoom out (Maximalausschnitt)	Klick auf Button
Maximale Darstellung (Full-View)	Klick auf Button
Übersichtsmaßstabs	Automatisch
INHALTLICHE NAVIGATION	
Interface	
Auswahl der Karte	Textauswahl
Darstellung des Gebietsausschnitts der Karte	Automatisch
Start der Karte/Legende/Übersicht mit Standardeinstellungen	Automatisch
Legende	
Wahl der Legende (Topographie, Thema, Ergänzungen)	Klick auf Button
Hinzufügen von dargestellten Ebenen	Klick auf Checkbox
Entfernen von dargestellten Ebenen	Klick auf Checkbox
ÄNDERUNG IN DER DARSTELLUNG	
Änderung des Mauszeigers je nach Funktion	Automatisch
ABFRAGE	
Abfrage von Objekten durch Mausklick	Klick auf Button
Auswahl von Objekten durch Texteingabe und Menü	Durch eigenes Suchfenster
HILFE	
Hilfe über Buttons durch Maus-Over	Automatisch

Tabelle 6: Überblick über die implementierten Funktionen des AtOS

5.1.4. Modularer Aufbau mit Hilfe von Open Source Komponenten

Die Entwicklung der Internetversion des Atlas Ost- und Südosteuropa war an gewisse finanzielle Rahmenbedingungen, welche die Hardware, Software und Geodaten betreffen gebunden. Die Hardware war durch die Ausstattung des Instituts für Geographie vorgegeben. Bei der Software hingegen war zu Beginn des Projektes noch unklar, welche Lösung angestrebt werden sollte. Die Ausgaben für die Software sollten auf alle Fälle so gering wie möglich sein und deshalb wurde eine Lösung mit Hilfe von Open Source Produkten angestrebt. Die Geodaten waren bereits digital am Ost- und Südosteuropa-Institut in geometrisch-topologischer Struktur vorhanden und mussten für den verwendeten Mapserver nur mehr geringfügig aufbereitet werden. Schlussendlich wurden für den Prototypen AtOS folgende Komponenten verwendet:

- **Hardware:** Als Server, auf dem die Applikation laufen sollte, stand ein Intel Pentium 3 mit einem 700 MHz Prozessor und 500 MB RAM zur Verfügung. Auf diesem Rechner sollten sowohl der Webserver, als auch der Mapserver und die Datenbank laufen.
- **Software:**
 - Als Betriebssystem des Servers wurde Linux (<http://www.linux.org>) in Kombination mit einem Apache Webserver (<http://www.apache.org>) gewählt, da diese reibungslos zusammenarbeiten und so ein stabiles System ergeben. Außerdem ist diese Kombination aus Open Source Produkten weltweit eine der häufigsten eingesetzten Konfigurationen eines Internetwebservers.
 - Der Webserver wurde um die Programmiersprache PHP Hypertext Preprozessor (PHP) (<http://www.php.net>) erweitert, um damit HTML-Seiten automatisch erstellen zu können.
 - In dem Open Source Mapserver der Universität von Minnesota (<http://mapserver.gis.umn.edu>) wurde ein Visualisierungs-Mapserver gefunden, in dem alle für den Prototypen erforderlichen Kriterien erfüllt sind und der außerdem kostenlos erhältlich ist.
 - Als Datenbank wurde MySQL (<http://www.mysql.com>) eingesetzt, da diese Datenbank alle Vorzüge einer Relationalen Datenbank unterstützt, Abfragen mehrerer User gleichzeitig verwalten kann, schnell, robust und einfach im Gebrauch ist, problemlos sowohl mit dem Webserver, als auch mit dem Mapserver zusammenarbeitet und nicht zuletzt ohne Zusatzkosten bzw.

Lizenzgebühren über das Internet als Open Source Lösung frei verfügbar ist.

- Das Java Applet "Mapplet" von Stephen Lime wurde benötigt, um einen Rahmen über der Karte aufziehen zu können, damit mit den Navigationsfunktionen nicht nur durch einen Klick in der Karte gezoomt werden kann, sondern auch ein rechteckiger Bereich ausgewählt werden kann.
- Frei erhältliche Open Web Tools der Kanadischen Firma DM Solutions (<http://www.dmsolutions.ca>), wie das "PHP MapScript Modul" und die "OWTChart Engine", dienten zur Ergänzung der technischen Funktionalität und der Visualisierungsfunktionen des Mapserver:
 - Das "PHP MapScript Modul" übernimmt die Kommunikation der HTML Seiten der Applikation auf dem Browser des Users und dem Mapserver auf dem Server mit Hilfe der Skriptsprache PHP.
 - Die "OWT Chart Engine" wird benötigt, um automatisch generierte Kreisdiagramme zu erstellen.
- **Basisbestand an Geodaten:**
 - Die Vektordaten (Attraktionen, Grenzen, Staaten, etc.) des gedruckten Produktes lagen in ESRI Shape Files vor und mussten für den Internetprototypen nur mehr geringfügig aufbereitet werden.
 - Rasterbilder (Schummerung, Höhenstufen) wurden aus dem GTOPO30 Modell des USGS berechnet und liegen nun in georeferenzierten TIFF Bildern vor.

Das ganze System besteht somit aus frei erhältlichen Open Source Software Modulen, die jedoch bei Bedarf einzeln ausgetauscht werden können, ohne dass das Gesamtkonzept dadurch verändert werden muss. Diese Konfiguration ist einerseits eine sehr ökonomische Variante und stellt andererseits eine zufriedenstellende Lösung in Hinblick auf die Erweiterbarkeit des Projektes dar.

5.2. Beschreibung der wichtigsten Software Module

Für die Verwirklichung eines Projektes in der Größenordnung des AtOS wurden verschiedene Softwaremodule für verschiedene Aufgaben benötigt. Für die Übertragung der Daten über das Internet bzw. die Kommunikation des Benutzers mit dem AtOS ist ein

Webservers zuständig, die Karten werden von einem Mapserver erstellt und die Informationen des Begleitbandes über die Tourismusattraktionen sind in einer Datenbank gespeichert, auf die mittels der Programmiersprache PHP zugegriffen werden kann. In den folgenden Kapiteln werden die einzelnen Softwaremodule erklärt.

5.2.1. Apache Webserver

Ein Webserver ist zuständig für die Kommunikation zwischen dem Browser des Benutzers, dem sogenannten Client, auf der einen Seite und dem eigentlichen Webserver auf der anderen Seite, auf dem die zu übertragenden Daten gespeichert sind. Zwischen diesen beiden Rechnern besteht eine Verbindung über das Internet. Dabei übernimmt der Webserver die vollständige Kontrolle über alle durch das HTTP Protokoll empfangenen Anfragen und alle als HTML zu sendenden Antworten. Dazu zählt natürlich auch die Kontrolle und Koordinierung der gesendeten Daten bei einem zeitgleichen Zugriff von verschiedenen Clients auf den gleichen Webserver. Diese Kommunikation zwischen Client und Server läuft folgendermaßen ab:

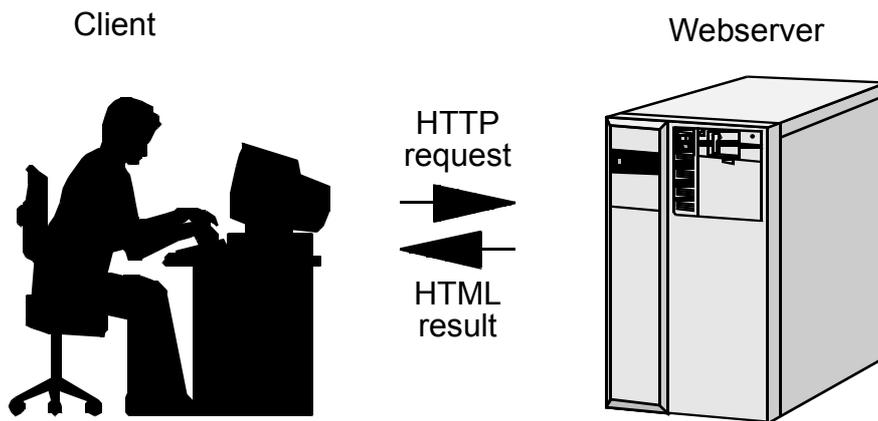


Abbildung 14: Kommunikation zwischen Client und Server

5.2.2. Beschreibung der Programmiersprache PHP

PHP, das Akronym für das rekursive "PHP Hypertext Preprocessor" (www.php.net) ist eine serverseitig interpretierte, in HTML eingebettete Skriptsprache, deren Syntax ähnlich zu C, Java und Perl ist. Sie wird durch eigene Funktionen wie z.B. Kommandos zur Integration von Datenbanken erweitert. Bei der Verwendung von PHP übersetzt ein Interpreter auf dem Webserver bereits vor Übertragung der HTML Datei an den Browser des Clients, die im HTML Code eingefügten PHP Funktionsaufrufe. Auf dem Server wird also bei jedem Zugriff das zu sendende Dokument teilweise neu erstellt, der Client

bekommt allerdings immer nur reinen HTML Code übertragen. Mit Hilfe der Skriptsprache PHP ist es möglich, wesentliche Bestandteile der Internetapplikation bei jedem Aufruf neu zu generieren und dadurch die vorhandenen Funktionalitäten dem Benutzer zur Verfügung zu stellen. So kann auf der Serverseite eine größere Variabilität durch eine einzige Datei erreicht werden, ohne dass der Client etwas davon bemerkt. Das "PHP MapScript Modul" der Firma DM Solutions stellt alle Funktionen des Mapservers in der Skriptsprache PHP zur Verfügung. Somit kann die Funktionalität des Mapservers durch im HTML Code eingebettete PHP Funktionsaufrufe gesteuert werden. Ein vereinfachtes Beispiel wie PHP arbeitet, ist in folgender Graphik erkennbar:

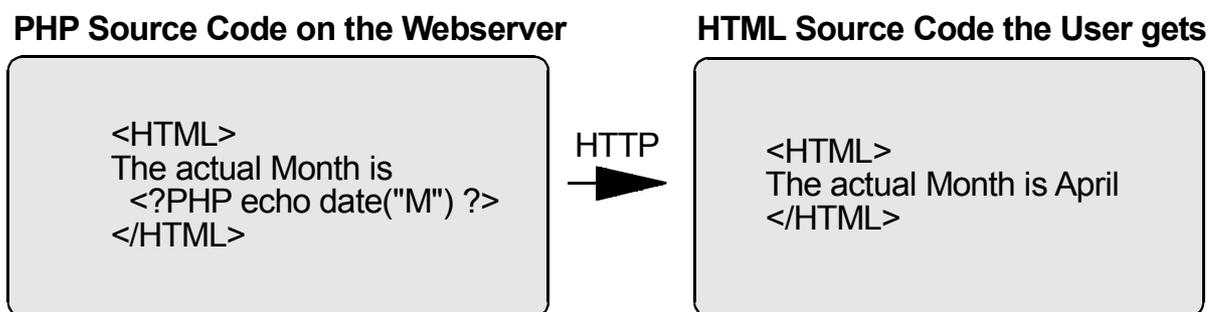


Abbildung 15: Funktionsweise von PHP

5.2.3. Eigenschaften des für den AtOS eingesetzten Mapservers

Der Mapserver des AtOS ist für die Erstellung der Karten aus den Geodaten und die Abfrage von Attraktionen zuständig. Für die kartographisch korrekte Darstellung benötigt er ein sogenanntes Mapfile, in dem alle Parameter zur Erstellung der Karte enthalten sind. Eine genaue Beschreibung der Parameter dieses Mapfiles erfolgt nach der allgemeinen Beschreibung des Mapservers in diesem Kapitel.

5.2.3.1. Allgemeine Funktionen

Für den AtOS wurde der Open Source Mapserver der Universität von Minnesota gewählt, (<http://mapserver.gis.umn.edu>) welcher gratis über das Internet verfügbar ist. Entstanden ist er aus einer Zusammenarbeit zwischen der Universität von Minnesota (UMN), der NASA und dem Minnesota Departement of Natural Resources (MNDNR). Erweitert wurde er durch das MNDNR und das Minnesota Land Management Information Center (LMIC). Die derzeitige Erweiterung und Fortführung der Software erfolgt durch das TerraSIP (<http://terrasip.gis.umn.edu>) Projekt, ein von der NASA bezahltes Projekt

zwischen der Universität von Minnesota und einem Konsortium von Regionalen Verwaltungsinteressen.

Bei der Erstellung des Mapserver wurden auch andere bekannte Open Source oder Freeware Produkte verwendet wie z.B. Shapelib (<http://gdal.velocet.ca/projects/shapelib/>), FreeType (<http://www.freetype.org>), Proj.4 (<http://remotesensing.org/proj/>), libTIFF (<http://www.libtiff.org>) oder die GD Graphik Bibliothek (<http://www.boutell.com/gd/>). Der Mapserver wurde so programmiert, dass er als CGI Anwendung sowohl auf Linux und Unix, wie auch auf Windows Plattformen läuft.

Als wichtigsten Bestandteil des Mapservers für den AtOS ist das MapScript Modul zu sehen, welches dem Programmierer die verschiedenen Mapserver Funktionen zur Verfügung stellt. Dieses Modul wurde in verschiedenen Programmiersprachen (Perl, Python, Tk/Tcl,...) entwickelt, um den Programmierern der Applikationen genügend Spielraum bei der Wahl seiner eigener Entwicklungsumgebung zu geben. Auch die Programmiersprache PHP wurde durch das PHP MapScript Modul der Kanadischen Firma DM Solutions in die verschiedenen unterstützen Möglichkeiten des Mapservers integriert. Dieses Modul wurde für die Erstellung des Prototypen herangezogen, wobei auch jedes andere Modul hätte verwendet werden können. Die Vorteile der Programmiersprache PHP waren aber auch über die Verwendung des Mapservers hinaus so überzeugend, dass nur dieses PHP Modul in Frage kam und alle anderen Module von Anfang an ausgeschlossen werden konnten.

Die derzeit aktuelle veröffentlichte Version des Mapservers ist die Version 3.3.011. Für den AtOS wurde jedoch die Version 3.4 verwendet, da diese neuere Version einige Erweiterungen enthält, die für die Entwicklung des AtOS unbedingt notwendig waren. Die Version 3.4 ist als ein Zwischenschritt zur nächsten offiziellen Version (3.5) veröffentlicht worden. Diese Version ist aber trotzdem eine auf Fehlerrfreiheit getestete, voll funktionierende, aber nur teilweise dokumentierte Version. Im Open Source Bereich ist es oft so, dass ungerade Versionsnummern eine offizielle Version anzeigen und gerade Nummern einen abgeschlossenen Zwischenschritt in der Erstellung der neuen Version bedeuten. Das heißt aber nicht, dass diese geraden Versionsnummern nicht verwendet werden sollen oder unvollständig sind. Oft enthalten sie Funktionen oder Erweiterungen, die in der eigenen Anwendung dringend benötigt werden, und daher ist es unumgänglich, auch diese geraden Versionen zu verwenden.

Weiters ist es auch möglich von der Mapserver Homepage jederzeit die aktuellste Version, das heißt die Version, an der täglich weiterprogrammiert wird, herunterzuladen. Diese Version ist aber weder auf Fehlerfreiheit, noch auf absturzsicheres Verhalten getestet und somit für das AtOS Projekt nicht zu gebrauchen.

Der Mapserver an sich ist kein vollständiges Geographisches Informationssystem, aber er bietet genug Funktionen an, um ein großes Spektrum an kartographischen Internet Applikationen abzudecken. Neben der Visualisierung von Karten ermöglicht er auch die Abfrage der hinter diesen Karten stehenden Sachdaten. Somit werden dem Benutzer Daten in vielfältiger Weise angeboten.

Einige der Eigenschaften des UMN Mapservers sind:

- Unterstützte Vektor Formate: ESRI Shape Files, ESRI ArcSDE
Da die gesamten Geodaten des AtOS im ESRI Shape File Format gespeichert sind, ist hier keine Konvertierung nötig. In der zukünftigen Version des Mapservers sollen auch andere Dateiformate unterstützt werden.
- Unterstützte Raster Formate: TIFF/GeoTIFF, GIF, PNG, ERDAS, JPEG und EPPL7
Die Rasterbilder des AtOS mussten in 8 Bit TIFF Format gespeichert werden, da der Mapserver nur 8 Bit Bilder unterstützt. Um das TIFF Bild georeferenziert darzustellen, muss ein sogenanntes "World File", in dem die Ausdehnung des TIFF Bildes gespeichert ist, im Dateiformat ".TFW" existieren.
- Abfragemöglichkeiten durch Punkt- oder Flächenselektion, oder durch den Inhalt einer Variablen:
Im Kartenfenster des AtOS können durch einen Mausklick Attraktionen an einer bestimmten Position abgefragt werden, oder es kann ein Rahmen aufgezogen werden und alle Attraktionen, die sich innerhalb dieses Rahmens befinden, werden abgefragt. Eine weitere Möglichkeit Abfragen durchzuführen, ist nach einem bestimmten Wert einer Variable zu suchen. Diese Funktion wurde jedoch im Prototyp nicht verwendet.
- Unterstützung von TrueType Schriftarten:
Um die benötigten diakritischen Zeichen und die diversen Sonderzeichen darstellen zu können, müssen TrueType Schriftarten verwendet werden, in denen diese Zeichen enthalten sind [vgl. RESCH, 2001, <http://www.unicode.com>].

- Unterstützung geteilter Raster Bilder oder geteilter Vektor Daten:
Werden sehr große Raster- oder Vektordateien verwendet, ist die Speicherung in sogenannten geteilten Dateien möglich, sodass die Performance der Applikation steigt.
- Automatische Generierung von Zeichenschlüssel und graphischem Maßstab:
Zeichenschlüssel und graphischer Maßstab können vom Mapserver automatisch generiert werden. Da aber dabei die Eingriffsmöglichkeiten des Benutzers sehr gering sind, wurde im AtOS Projekt nur der automatisch generierte Maßstab verwendet. Der automatische Zeichenschlüssel war allerdings für den komplexen AtOS unbrauchbar. Soll aber für einen anderen Zweck eine Applikation sehr schnell erstellt werden, die zwar verschiedene Ebenen hat, diese Ebenen jedoch nicht einzelnen ein- und ausschaltbar sein sollen, dann leistet der automatisch generierte Zeichenschlüssel hierfür auch gute Dienste.
- Maßstabsabhängige Darstellung von Ebenen:
Je nach dargestelltem Maßstab können Ebenen graphisch unterschiedlich dargestellt werden.
- Automatische Beschriftung mit Algorithmus zur Kollisionsverhinderung:
Punkte, Linien und Flächen können automatisch beschriftet werden, wobei der Mapserver verhindert, dass sich Beschriftungen überlagern. Wenn sich nun mehrere Beschriftungen überlagern würden, werden automatisch so viele weggelassen, dass es zu keinen Beschriftungskollisionen mehr kommt. Dieses Automatische Verfahren liefert natürlich nicht die Qualität, die von einer manuellen Positionierung des Namengut erwartet wird, aber das Problem einer fehlerfreien optimalen automatischen Positionierung ist bis heute noch nicht gelöst worden.

5.2.3.2. Erweiterung der kartographischen Visualisierungsmöglichkeiten durch Verwendung des Map Files

Die Konfigurationsdatei des Mapservers wird Mapfile genannt. Es ist eine Textdatei mit der Endung ".MAP", in der sich alle Parameter zur Steuerung des Mapservers befinden. Zur Konfiguration des Mapfiles befindet sich eine sehr gute englischsprachige Hilfedatei auf der Homepage des Mapservers, in welcher alle Parameter einzelnen mit allen Möglichkeiten erläutert sind.

Das Mapfile besteht aus mehreren Abschnitten, welche die Parameter für die verschiedenen Ebenen enthalten. Der erste dieser Abschnitte betrifft die gesamte Applikation wie z. B. die Größe der zu erstellenden Karte in Pixeln, die Koordinaten der

Eckpunkte, also die maximale Ausdehnung der Karte, Minimal- und Maximalmaßstab, Parameter zur Definition der Übersichtskarte, Erstellung der Legende, usw.

Die weiteren Abschnitte beschränken sich auf einzelne Kartenebenen. Jede Ebene wird durch einen sogenannten LAYER definiert, wobei der im ".MAP" File zuerst definierte Layer in der Karte zu unterst gezeichnet wird. In jedem Layer werden wiederum Parameter, die nur für diese Ebene gelten, definiert. Diese Parameter sind der Name der Ebene, ob die Ebene bei dem ersten Aufruf sichtbar ist, ob die Ebene abgefragt werden kann, Minimal- und Maximalmaßstab für diese Ebene, usw. Soll eine Ebene in sich noch weiter unterteilt und in diesen Gliederungen anders dargestellt werden, z. B. bei den Flüssen mit unterschiedlichen Flussbreiten, wird der Layer in einzelne Klassen geteilt, die im Mapfile CLASS heißen. Jede Klasse kann nun eine eigene Farbe, eine eigene Symbolgröße oder ähnliches enthalten. Über einen Parameter EXPRESSION in jeder Klasse und einem Parameter CLASSITEM zu Beginn der Klasseneinteilung kann unterschieden werden, in welche Klasse ein Element der Shape Datei fällt.

Das Mapfile kann durch komplexe Karten sehr groß und unübersichtlich werden, daher sollte zu Beginn jeder Ebene ein Kommentar stehen, der bei späterer Bearbeitung hilft, die einzelnen Ebenen zu identifizieren. Das Mapfile der Umweltkarte des AtOS ist knapp 2.000 Zeilen lang und das Mapfile der Tourismuskarte ist sogar noch um 800 Zeilen länger.

5.2.4. Beschreibung der eingesetzten Datenbank

Die Datenbank stellt einen wesentlichen Bestandteil des AtOS dar, da der Begleittext, welcher Informationen über die Tourismusattraktionen enthält, auf jeden Fall in den AtOS inkludiert werden musste. Als Datenbank wurde MySQL gewählt, da sie als Open Source Produkt sehr einfach in Kombination mit den anderen Komponenten zusammenarbeitet und auch sehr leicht über PHP ansprechbar ist. In den folgenden Kapiteln wird zunächst die Datenbank MySQL vorgestellt und anschließend wird auf Besonderheiten in der verwendeten Struktur der Datenbank des AtOS eingegangen.

5.2.4.1. Allgemeines über MySQL

MySQL ist ein, von einer schwedischen Firma, entwickeltes freies relationales Datenbanksystem. Die für einen Zugriff über das Internet optimierte Datenbank ist vollkommen auf eine Online Bearbeitung abgestimmt [vgl. MYSQL, 2001]. Die Erstellung und vor allem die Wartung der einzelnen Tabellen kann über das Internet erfolgen, was für den AtOS von großem Vorteil ist, da diverse Änderungen der Attraktionsbeschreibungen direkt von den Mitarbeitern des OSI durchgeführt werden können.

Ein weiterer wichtiger Punkt ist die einfache Ansprechbarkeit der Datenbank über die PHP Programmierschnittstellen. Dadurch konnte die Suche nach Tourismusattraktion über die Funktionen, die der Mapserver von sich aus anbietet, erweitert werden.

Als dritter Punkt spielte für die Auswahl der Datenbank auch die Kostenfrage eine Rolle. Da aber MySQL frei über das Internet erhältlich ist und ohne weitere Kosten verwendet werden darf, wurde MYSQL als Datenbank für den AtOS ausgewählt.

Im Laufe des Projektes zeigte sich auch, dass es durch den Einsatz der Datenbank zu keinen großen Performanceeinbußen kommt, obwohl bei einer Suchabfrage über 2200 verschiedene Attraktionen durchsucht werden müssen.

"Gerade beim Einsatz von interaktiv zu gestaltenden Karteninhalten erweist sich diese Tatsache als sehr positiv, da die Bearbeitungszeit einer Anfrage so deutlich reduziert werden kann" [PUCHER, 2001].

Durch diese schnelle Abfragemöglichkeit kann die Datenbank ohne Probleme bei der Erstellung von Karten des AtOS verwendet werden.

5.2.4.2. Verwendung der Datenbank im AtOS

In der nachfolgenden Graphik ist die Datenbank des AtOS in einem Entity-Relationship Diagramm dargestellt. Besonders hervorgehoben ist in den einzelnen Tabellen die redundante Speicherung des Schlüssels "StaatenNR". In jeder Tabelle, die diesen Schlüssel enthält, kann von einer Zeile auf den dazugehörenden Staat geschlossen werden. Diese, in einem GIS durch die dort vorhandenen Funktionen (Point in Polygon Abfrage) überflüssige Speicherung, ermöglicht auch mit einem Mapserver eine Abfrage, in welchem Staat die jeweilige Zeile einer Tabelle (See, Küste, Bahn,...) liegt.

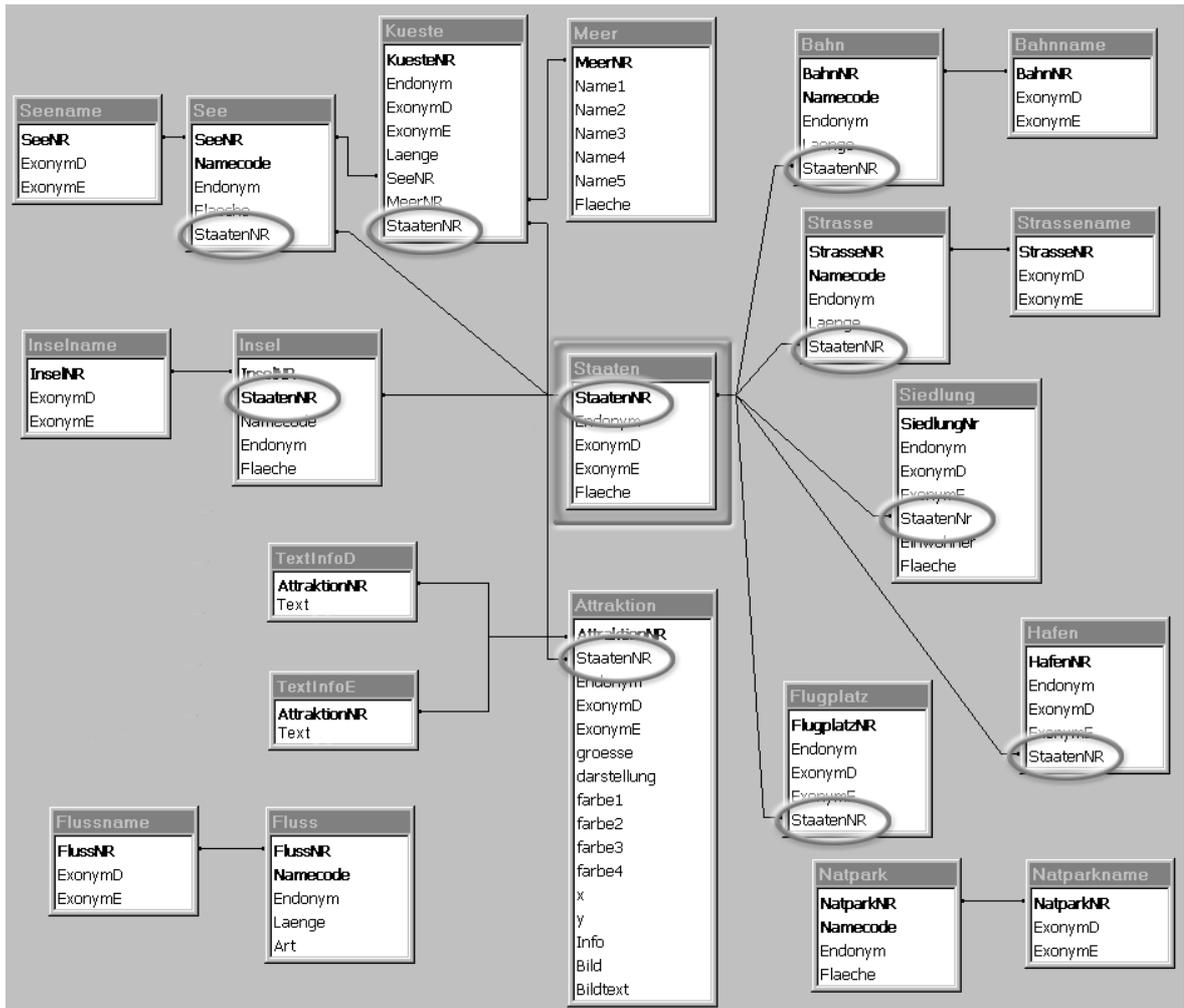


Abbildung 16: Diagramm der AtOS Datenbank

Die Struktur dieser Datenbank wurde für den Prototypen vollständig erstellt, jedoch wurden nur die Tabellen mit Daten gefüllt, die auch im Rahmen des Prototyps Verwendung finden. Es sind dies nur die Tabellen STAATEN, ATTRAKTION, TEXTINFOD und TEXTINFOE. Diese Tabellen werden in der Such- und in der Abfragefunktion benötigt. Bei der Suche werden diese miteinander verknüpften Tabellen durchsucht und die Ergebnisse präsentiert. Bei der Informationsabfrage einer Attraktion werden nur die Tabellen ATTRAKTION und je nach Sprache, die ausgewählte TEXTINFO Datei, nach der gewünschten Attraktion durchsucht und die Attraktionsinfo mit eventuell vorhandenen Bildern ausgegeben.

5.3. Arbeitsablauf bei der Erstellung des Prototyps

Die Erstellung eines Projektes in der Größe des vorliegenden Prototyps konnte nicht in einem Durchgang durchgeführt werden, so gab es verschiedene Zwischenstufen. Grundsätzlich ist zu sagen, dass der Prototyp aus drei Komponenten besteht, von denen jede eigens entwickelt wurde und auch jederzeit ausgetauscht werden kann:

1. Dem Interfacedesign für die Benutzeroberfläche [vgl. SAUL, et. al., 2001]
2. Dem Mapfile, welches die Regeln und Vorschriften für die Darstellung der Karte enthält (siehe Kapitel 5.2.3.2 Erweiterung der kartographischen Visualisierungsmöglichkeiten durch Verwendung des Map Files).
3. Der Technischen Funktionalität für den fehlerfreien Programmablauf [vgl. FÜRPASS, et. al., 2001]

Es wurde schrittweise an der Adaptierung des Produktes von der ersten Version mit einer ganz einfachen graphischen Oberfläche bis hin zum aktuellen Stand gearbeitet. Diese Veränderungen erfolgten in vier Schritten, die auch als Versionen bezeichnet werden können, unabhängig von der Entwicklung des Interfaces:

- 1. Version: Die Karte wurde mit einer einfachen kartographischen Gestaltung in einer Form visualisiert, in der nur die grundlegenden Navigationsfunktionen vorhanden waren.
- 2. Version: Die Applikation wurde von einer Variante mit einem Frame auf eine Variante mit mehreren Frames verändert.
- 3. Version: Durch eine Verbesserung des Interface wurde eine verbesserte Darstellung der Benutzeroberfläche erreicht. Die meisten inhaltlichen Funktionen laufen bereits fehlerfrei, weiters wurde die kartographische Darstellung der Karte mit einem inhaltlich erweiterten Mapfile verbessert.
- 4. Version: Der technische Prototyp wurde mit dem gesondert entwickelten Interface Prototyp kombiniert und die Darstellung der Karte erfolgte mit dem endgültigen Mapfile.

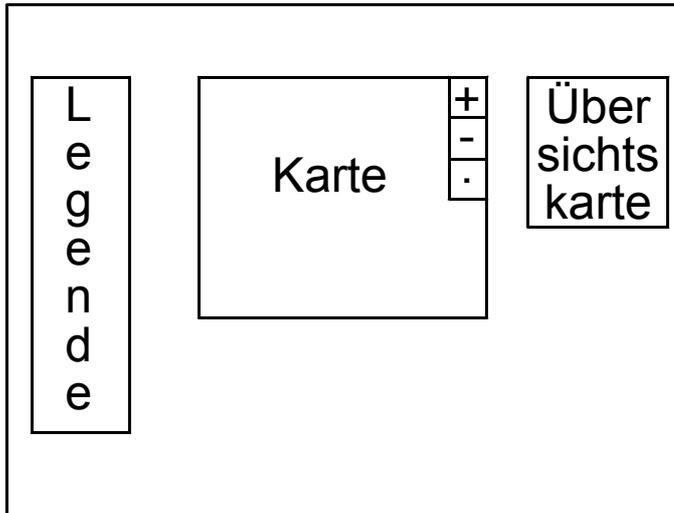


Abbildung 17: Version 1 des AtOS

Die erste Version hatte das Ziel, die Geodaten, die dem AtOS zugrunde liegen, mittels der Mapserver Funktionen automatisch zu visualisieren, wobei kein Augenmerk auf besondere kartographische Gestaltungsregeln gelegt wurde. Um dies auf möglichst einfachem Weg zu erreichen, wurde die Beispielapplikation, die von DM Solutions zur Demonstrationszwecken zur Verfügung gestellt wird, so verändert, dass anstatt der dort verwendeten

Beispieldaten, die Geodaten des AtOS zum ersten Mal in einer Webkarte angezeigt wurden. Die für die Navigationsfunktionen notwendigen Koordinaten wurden vom Rosa Applet der Firma DM Solutions ermittelt. Dieses Applet war auch für das Aufziehen eines Rahmens über der Karte notwendig. Das Ergebnis dieser Version war eine Applikation, die alle Funktionen der Beispielapplikation hatte, aber schon die Karte des AtOS anzeigte. Allerdings war in dieser Beispielapplikation nur ein Frame vorhanden und so wurde bei jeder Änderung in der Karte der ganze Bildschirm neu aufgebaut.

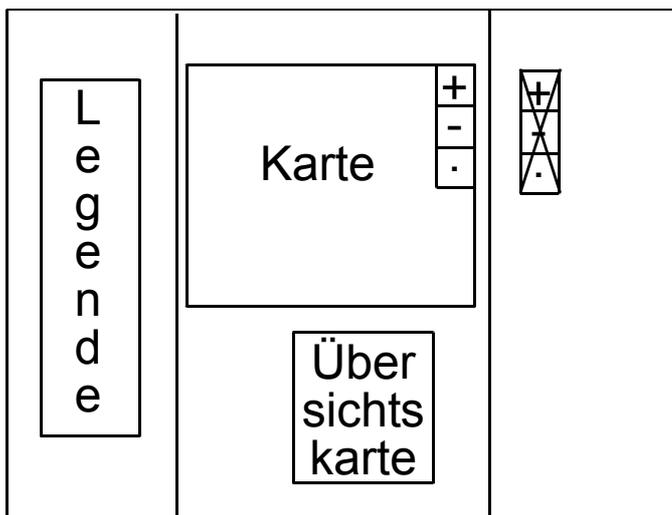


Abbildung 18: Version 2 des AtOS

Um diesen Umstand zu verändern wurde die zweite Version produziert. Dabei wurde der Hauptframe in drei Frames unterteilt: Einer für die Legende, einer für die Karte und einer für die Navigationsfunktionen. Es wurden nur mehr die Frames neu aufgebaut, in denen sich die Darstellung aufgrund einer Interaktion änderte. Das betraf einerseits den Kartenframe, in dem nach jeder

Navigationsfunktion, die Karte neu angezeigt wird und andererseits den Legendenframe, der nach jeder Zoomfunktion neu aufgebaut wird, um in dem aktuellen Maßstab nicht sichtbare Ebenen deaktiviert darzustellen.

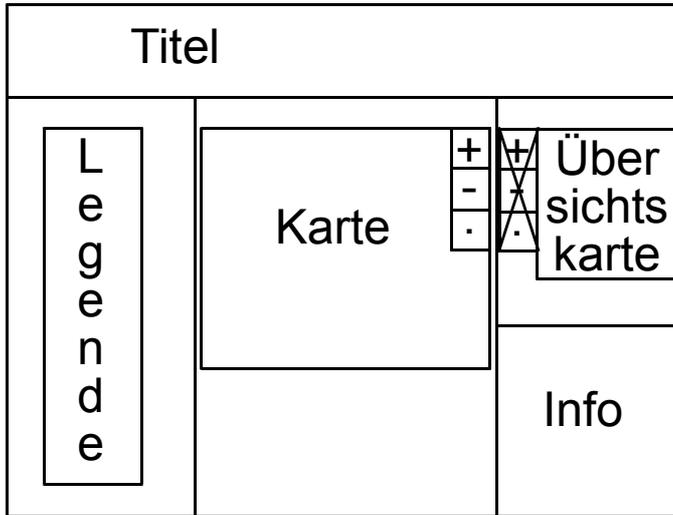


Abbildung 19: Version 3 des AtOS

abgefragte Informationen aus der Karte dargestellt werden können. Dies war die erste Version, die durch Angleichung an das Layout dem endgültigen Prototyp bereits sehr ähnlich sah. Bis auf die Legende hatten alle Frames bereits ihr endgültiges Aussehen erhalten. Als Java Applet für das Aufziehen eines Rahmens wurde immer noch das Rosa Applet verwendet, welches nur Buttons innerhalb der Karte unterstützte.

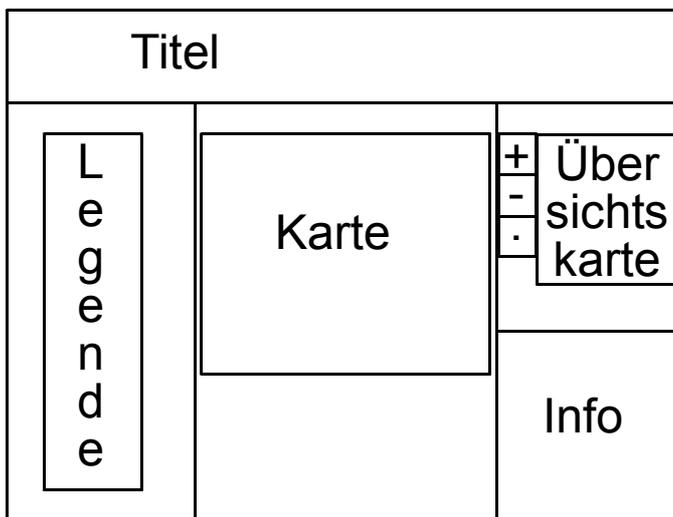


Abbildung 20: Version 4 des AtOS

Aufgrund technischer Probleme war es in dieser Version noch nicht möglich die Navigationstools im rechten Frame zu verwenden, und so wurden stattdessen weiterhin die Funktionen des Rosa Applet verwendet.

In der 3. Version wurden notwendige Fehlerabfragen implementiert, um den AtOS stabil zu gestalten. Weiters wurden zwei weitere Frames eingeführt, einer für den Kartentitel und ein Informationsframe, in dem

In der vierten und derzeit aktuellen Version wurde der Legendenframe kartographisch richtig gestaltet dargestellt. Für jede Darstellungsebene wurde jetzt eine entsprechende Signatur verwendet, und außerdem wurde die Legende in drei Ebenen gegliedert. Anstatt des Rosa Applets wurde das Java Applet "Mapplet" verwendet, welches die für den Prototyp benötigten Funktionen der Kartennavigation (Aufziehen eines Rahmens über der Karte)

ermöglicht und auch von Buttons außerhalb der Karte gesteuert werden kann. Auch die kartographische Gestaltung der Karte wurde durch ein komplexes und aufwendig gestaltetes Mapfile verbessert.

Diese Entwicklungsprozedur über vier Versionen wurde nur bei der Erstellung der ersten Karte durchgeführt. Um die zweite Karte in den AtOS zu integrieren, wurden nur die neuen Daten der zweiten Karte in das vorhandene Syntaxgerüst integriert. Auch bei allen zukünftigen Karten ist nur mehr diese Adaptierung notwendig.

5.4. *Ablaufschema der programminternen Kommunikation*

Der Benutzer des AtOS muss über eine Menüstruktur die gewünschte Karte auswählen. Ein direkter Einstieg auf eine zuvor schon bekannte Karte ist nicht möglich. Nach Aufruf der Startseite "index.html" kommt der Benutzer auf einen Begrüßungsschirm. Auf diesem wird er noch einmal ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es sich um einen Prototypen und nicht um eine endgültige Version des Internetatlas handelt. Auf dieser Startseite kann sich der Benutzer auch Informationen über die verantwortlichen Hersteller des Prototypen ansehen, weiters wird er aufgefordert ein Feedback oder Anregungen für die Fortführung des AtOS abzugeben. Die Startseite ist die einzige Seite des Prototyps die mehrsprachig gestaltet wurde, da zu Beginn der Applikation noch nicht bekannt ist, in welcher Sprache der Benutzer die Applikation betrachten möchte. Um zur Kartenauswahl zu kommen, muss sich der Benutzer für eine der beiden derzeit implementierten Sprachen, Deutsch oder Englisch, entscheiden. Nach dieser Sprachauswahl werden alle Seiten in der gewünschten Sprache angezeigt. Durch Auswahl der gewünschten Sprache wird ein Parameter an die "auswahl.phtml" Datei gesendet, welcher die ausgesuchte Sprache enthält. Es öffnet sich ein neues Fenster, in dem der Benutzer aus allen Karten auswählen kann. Nur die bereits implementierten Karten sind als Hyperlinks definiert und führen zur eigentlichen Karten-Applikation weiter. In diesem Auswahlfenster ist es auch möglich, Informationen über die Autoren der jeweiligen Karte zu bekommen. Nach Auswahl der gewünschten Karte wird die Datei "start.phtml" mit zwei Parametern aufgerufen. Einer davon ist die gewünschte Sprache und der andere ist der Name der ausgewählten Karte.

Damit bei einer Benutzerinteraktion nur ein Teil der HTML-Seiten des AtOS neu geladen werden musste, wurde bei der Gestaltung der Atlasseiten mit Frames gearbeitet [vgl. MÜNZ, 1998]. Dadurch braucht nicht bei jeder Interaktion mit dem AtOS die ganze Seite neu geladen werden, wodurch auch die zu übertragende Datenmenge geringer wird

Allerdings entstehen durch einen Einsatz von Frames auch Nachteile. Um die Anwendung optimal an den Bildschirm anpassen zu können, musste die maximale Fenstergröße auf 1024 x 768 Pixel beschränkt werden. Dadurch kann die Seite aber nicht mehr verkleinert werden, wodurch Benutzer mit einer kleineren Bildschirmauflösung als 1024 x 768 nicht mehr in der Lage sind, die Applikation zu betrachten. Allerdings können heute die meisten modernen Bildschirme diese Auflösung ohne Probleme darstellen.

Ein weiterer Nachteil, der allerdings nur den Programmierer trifft, ist das für die Programmierung einer Anwendung mit mehreren Frames, JavaScript verwendet werden muss. Durch den Einsatz von JavaScript kann die Programmierung fehleranfälliger werden, da JavaScript Befehle nicht von jedem Browser (Internet Explorer, Netscape Navigator, ...) gleich interpretiert werden. Die dadurch entstehenden Inkompatibilitäten müssen vom Programmierer zeitaufwendig ausgeglichen werden [vgl. RICHARD, 1997].

Diese Datei "start.phtml" enthält die Frame-Definition für das eigentliche Kartenfenster, die sich wie folgt aufteilt:

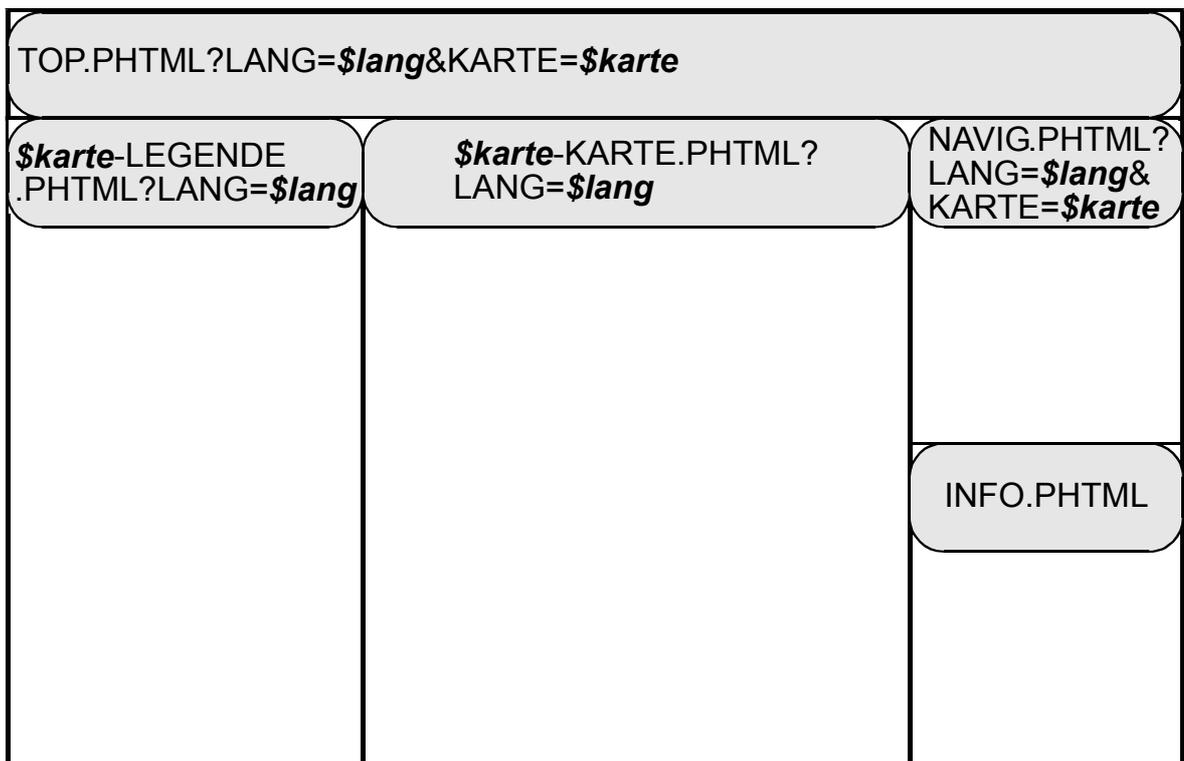


Abbildung 21: Aufteilung der Frames durch die Datei "start.phtml"

Die fett gedruckte Bezeichnung "\$lang" steht für die Variable der ausgewählten Sprache und "\$karte" ist die Variable für den Namen der ausgewählten Karte.

Bei der Tourismuskarte kann aus dem Navigationsfenster die Suchfunktion gestartet werden, wobei sich ein eigenes Fenster mit der Suchmaske öffnet. Die Datei "info.phtml" umfaßt beim ersten Start der Anwendung noch keine Daten. Erst nach einer durchgeführten Informationsabfrage wird sie mit Hilfe der Programmiersprache PHP aus den Ergebnissen dieser Abfrage erstellt. Aus dieser automatisch erstellten Datei ist es möglich, Informationen über die gewünschten Attraktion abzurufen. Dabei wird ein neues Fenster mit der Datei "tourismus-attraktion.phtml" geöffnet.

Aus dem obersten Frame, welcher nur den Kartennamen enthält, ist es jederzeit möglich, wieder zur Kartenauswahl zurückzukehren.

Das folgende Diagramm stellt diesen Ablauf graphisch dar:

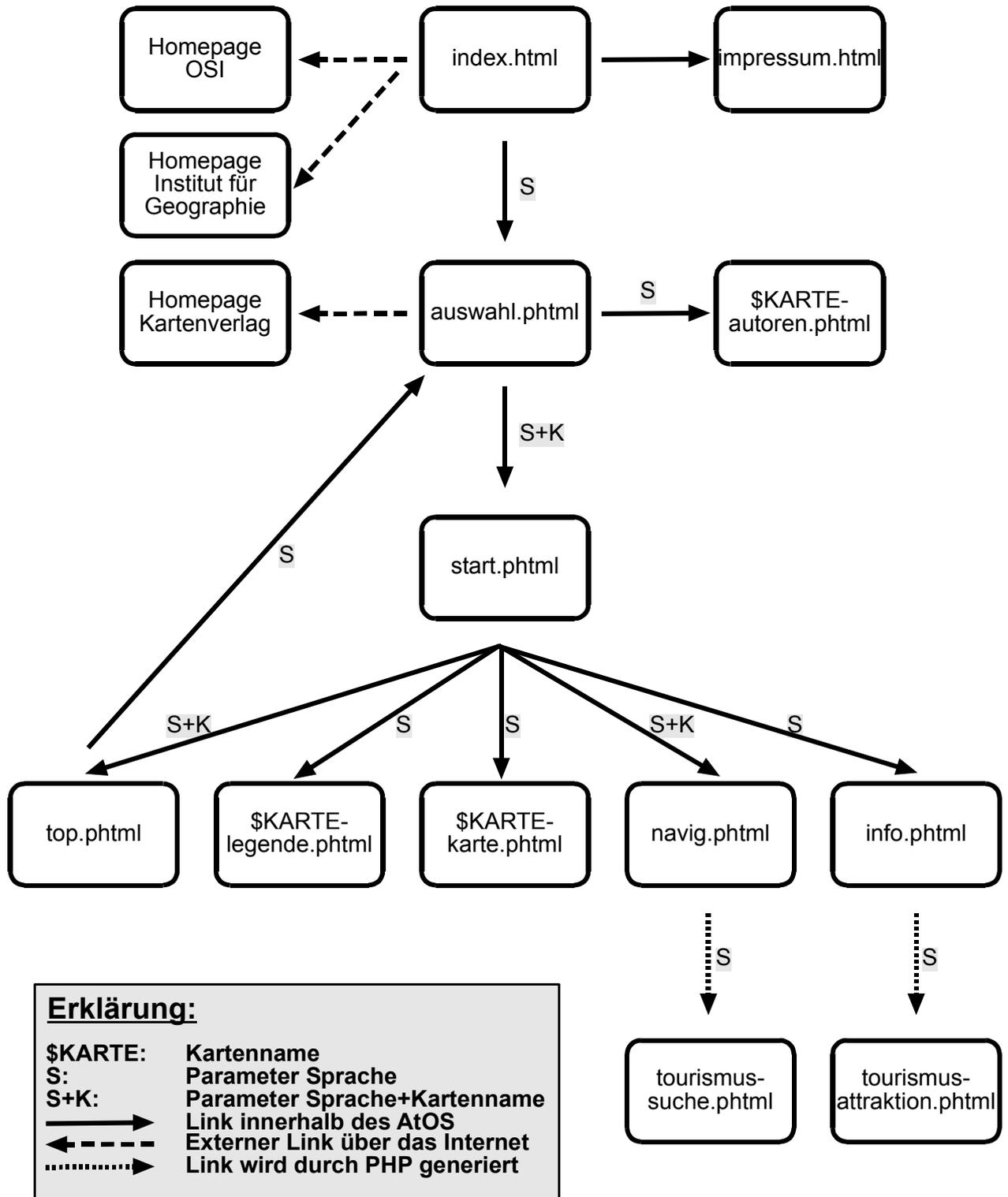


Abbildung 22: Ablaufschema

5.5. Einzelne Programme und Funktionen

In dem folgenden Kapitel werden die wichtigsten selber programmierten Funktionen des AtOS näher erläutert. Dabei wird der geschriebene Text beispielhaft durch Source Code Ausschnitte unterstützt.

5.5.1. Allgemeine Funktionsweise des Kartenfensters

Die Applikation läuft durch ein Zusammenspiel von mehreren Frames und einer PHP Datei, welche die Funktionen enthält, die für die Kommunikation mit dem Mapserver notwendig sind. Die einzelnen Frames kommunizieren über HTML Form Variablen und diese Variablen sind auch in den PHP Funktionen vorhanden.

In HTML ist ein Form ein eigener Bereich, der für die Eingabe und Ausgabe von Variablen zuständig ist. Dabei gibt es verschiedene Form Variablen, wobei nur zwei Typen im AtOS verwendet wurden. Einerseits den Typ der "Checkbox" in der Legende, die auf "Wahr" oder "Falsch" abgefragt werden kann und die sogenannten "Hidden" Form Felder, in denen Text gespeichert werden kann. Ein weiterer Unterschied zwischen diesen beiden Variabelntypen ist, dass Checkboxes in einer HTML Seite am Bildschirm erscheinen, Hidden Felder aber nur im HTML Code stehen und nicht am Bildschirm angezeigt werden. Der wichtigste Frame ist der Kartenframe, das ist der Frame, der die Karte enthält. Dieser Frame wird nach jeder Interaktion mit dem Mapserver neu aufgebaut. Alle anderen Frames werden entweder gar nicht, oder nur bei Bedarf neu aufgebaut. Dies verleiht der Applikation ein ruhigeres Bild, da sich nicht nach jeder Interaktion mit dem Mapserver der ganze Bildschirm neu aufbaut, sondern nur ein kleiner Teil davon.

Dieser Kartenframe ruft, während die Seite geladen wird, mehrere PHP Funktionen auf, die nach Überprüfung verschiedener Variablen die geforderte Karte erstellen.

Grobstruktur des Kartenframes

```
<HTML>
  Diverse Includes
  PHP Funktion "CheckClick()"
  <HEAD>
    Definition der JavaScript Funktionen
  </HEAD>
  <BODY>
    <FORM der nach Submit die gleiche Datei aufruft>
      Definition der Hidden Parameter
      HTML Elemente für Kartenrahmen
      PHP Funktion "GMapDrawMap()"
    </FORM>
  </BODY>
</HTML>
```

Abbildung 23: Grobstruktur des Kartenframes

In der Graphik ist erkennbar, dass noch vor der Definition des <HEAD> bereits die PHP Funktion "CheckClick()" aufgerufen wird. In dieser Funktion werden die HTML Form Variablen überprüft und die gewünschten Befehle ausgeführt. Mit der PHP Funktion "GMapDrawMap()" wird ein Tag eingefügt, der auf das Bild der neu berechneten und erstellten Karte verweist.

Im HTML <FORM> Tag sind für alle Variablen, die bei der Erstellung der Karte benötigt werden, versteckte Variablen angelegt.

PHTML Datei "tourismus-Karte.phtml":

```
<input type="hidden" name="PanRichtung" value="">
```

Als Variablen, die nur bei Verwendung mit Werten gefüllt werden, sind hier definiert:

- Die Sichtbarkeit jeder einzelnen Ebene
- Die Art des Navigationsbefehls (Pan, Zoom,...)
- Die Ausdehnung eines Rahmens oder die Position eines Klicks in der Hauptkarte
- Die Position eines Klicks in der Übersichtskarte
- Die Richtung der Verschiebung der Karte (Panpfeile rund um die Karte)
- Parameter für die Erstellung der Übersichtskarte

Der HTML <FORM> wurde so definiert, dass nach einem Submit dieselbe Seite noch einmal aufgerufen wird.

PHTML Datei "tourismus-karte.phtml":

```
<form action="tourismus-karte.phtml?lang=<?php echo $lang; ?>"
      method="POST" name="myform">
```

Allerdings enthalten bei diesem weiteren Aufruf die versteckten Form-Variablen bereits die neuen Werte, und dadurch wird bei einem neuerlichen Aufruf der PHP Funktion "CheckClick()" bereits die neue, vom Benutzer gewünschte Aktion durchgeführt.

In diesem Frame befindet sich auch das Java Applet "Mapplet" von Stephen Lime, dem Programmierer des Mapservers. Es ist ebenfalls Open Source Software und somit frei für den AtOS verfügbar. Dieses Applet ist dafür zuständig, dass der Benutzer über der Karte einen Rahmen aufziehen kann und nicht nur durch einen Klick auf der Karte den Mittelpunkt der neuen Karte bestimmen kann. Mit Hilfe dieses Applets sind beide Möglichkeiten im AtOS implementiert, wobei ein Rahmen, dessen Ausdehnung kleiner als 10 Pixel ist, als ein Klick interpretiert wird. Das Applet fügt die Koordinaten der Position des Klicks oder des Rahmens in die beiden Form Variablen "imgxy" und "imgbox" ein, und somit können diese Variablen von PHP gelesen und vom Mapserver verarbeitet werden. Diese beiden Variablen müssen diese Namen tragen, da dies eine Vorgabe des Applets ist.

5.5.2. PHP, HTML und JavaScript für die Parameterübergabe

Um in PHP Variablen verwenden zu können, die Werte aus einer HTML Seite enthalten, müssen diese Variablen in HTML als <FORM> Variablen definiert sein. Mittels JavaScript kann der Inhalt einer so definierte HTML Variable während der Laufzeit einer HTML Seite verändert werden. Diese Manipulation der Inhalte der Variablen ist im AtOS eine der grundlegenden Funktionen, um die gewünschte Funktionalität zu erreichen.

Das folgende Beispiel soll einen kleinen Überblick geben:

HTML Datei:

```
<form action="demo1.phtml" method="POST" name="form1">
  <input type="hidden" name="PanRichtung" value="Süd">
  <input type="checkbox" name="gitter" CHECKED> Gitter anzeigen
```

```
</form>

<script language="JavaScript">
    document.form1.PanRichtung.value="Nord";
    document.form1.gitter.checked=false;
</script>
```

Mit Hilfe dieser beiden Form Variablen können nun von einer HTML Seite aus Variablen an PHP Funktionen übergeben werden, um dort ausgewertet zu werden. Nach Aufruf einer PHP Funktion steht dort die Variable zur Verfügung.

PHP3 Datei:

```
<?php_track_vars?>
<?PHP
    if (sizeof($HTTP_POST_VARS) > 0)
        $HTTP_FORM_VARS = $HTTP_POST_VARS;
    reset( $HTTP_FORM_VARS );
    $PanRichtung=$HTTP_FORM_VARS["panRichtung"];
    echo "$PanRichtung;"
?>
```

→ "Nord" wird ausgegeben

Die zweite Möglichkeit HTML Variablen an PHP zu übergeben, läuft über die normale HTML Parameterübergabe beim Aufruf einer neuen Seite:

PHTML Datei:

```
<a href="navig.phtml?lang=E&karte=TOURISMUS">
```

Dabei muss nach dem aufgerufenem Dateinamen ein Fragezeichen "?" gesetzt werden, nach dem eine Liste von Parametern, getrennt durch "&" übergeben werden kann. Diese übergebenen Parameter können in der aufgerufenen Datei wie ganz normal definierte PHP Variablen verwendet werden:

PHTML Datei:

```
<?PHP echo "$karte"; ?>
```

→ "TOURISMUS" wird ausgegeben

5.5.3. Mehrsprachiges Benutzerinterface

Das Benutzerinterface des Prototyps ist in einer englischen und in einer deutschen Version verfügbar. Den Kern dieser Mehrsprachigkeit bildet eine eigene sogenannte "Sprachdatei", welche über PHP ansprechbar ist. In dieser Datei sind alle Phrasen, die in der Applikation vorkommen, in allen Sprachen enthalten. Hervorzuheben ist hierbei, dass nur das Benutzerinterface, nicht aber das geographische Namensgut mehrsprachig dargestellt werden kann.

PHP Datei "sprache.phtml":

```
$text [1] [D] = "Gitternetz";  
$text [1] [E] = "Grid";  
$text [2] [D] = "Gewässer";  
$text [2] [E] = "Seas, Lakes and Rivers";  
$text [3] [D] = "Staatsgrenze";  
$text [3] [E] = "Border";
```

Durch den Aufruf einer PHP Funktion wird dann die richtige Sprache in den HTML Dateien eingesetzt.

PHP Datei "sprache.phtml":

```
function aus_text ($nr, $lang)  
{ global $text;  
  return $text [$nr] [$lang];  
}
```

HTML Datei:

```
<?php include ("sprache.php3");?>  
<?php echo aus_text (1, $lang)?>
```

→ Je nach gewählter Sprache wird entweder "Gitternetz" oder "Grid" ausgegeben

Im Falle der Erweiterung um eine oder mehrere neue Sprachen müssen nur wenige Änderungen erfolgen. Auf der einen Seite muss die "Sprachdatei" um alle neuen Phrasen erweitert werden, auf der anderen Seite muss die Funktion, die für den Wechsel der Sprachen zuständig ist, in den HTML Dateien adaptiert werden. So bekommt jeder

Benutzer den HTML Code mit der von ihm gewünschten Sprache übertragen, ohne dass alle HTML Seiten mehrfach erstellt und am Server abgelegt werden müssen.

Da in der Applikation auch Bilder enthalten sind, die Text beinhalten, wie z. B. der Kartentitel, muss auch der HTML Code für die Anzeige dieser Bilder in die Sprachdatei aufgenommen werden. Dabei wurde der Übersicht wegen ein eigenes Array für diese Bilder erstellt. Dadurch musste auch eine eigene PHP Funktion für die Ausgabe dieser Bilder erstellt werden, die aber gleich der Textausgabe Funktion ist. Im PHTML Code wurde durch diesen PHP Funktionsaufruf zur Bildausgabe genauso verfahren, wie durch den PHP Funktionsaufruf der Textausgabe.

PHP Datei "sprache.phtml":

```
$bild[1][D]='';  
$bild[1][E]='';
```

5.5.4. Ein- und Ausschalten der Ebenen

Im linken Frame des Kartenfensters befindet sich die Legende. Diese unterteilt sich in drei Legendenebenen die übereinander liegen. Dabei ist immer nur eine Ebene sichtbar, die beiden anderen sind unsichtbar. Durch einen Klick auf einen der drei Karteireiter kann zwischen den drei Legendenebenen umgeschaltet werden.

Hinter jedem der drei Reiter befinden sich verschiedene Ebenen der Karte. Um die Karte interaktiv zu gestalten, wurde nun jede Kartenebene um eine HTML Checkbox erweitert. Ist die Checkbox aktiviert, das bedeutet, dass sich ein Häkchen in der Box befindet, wird die entsprechende Ebene in der Karte dargestellt, ist kein Häkchen in der Box, wird die Ebene nicht dargestellt. Klickt der Benutzer auf die Checkbox, wird eine JavaScript Funktion aufgerufen die überprüft, ob es durch Veränderung des Sichtbarkeitsstatus einer Ebene zu Konflikten mit einer anderen Ebene kommen kann.

Folgende Konflikte, die durch eine eigene Legendenlogik unterbunden wurden, traten auf:

- Aktivierung von mehr als einem Rasterhintergrundbild.

LÖSUNG: Immer das zuletzt gewählte Rasterbild wird aktiviert.

- Anzeige von mehr als einer gleichrangigen Punktsignatur (entweder Städte oder Tourismus Attraktionen, aber nicht beide gleichzeitig).
LÖSUNG: Bei Aktivierung einer der Ebenen, die Konflikte hervorrufen können, müssen die anderen Ebenen, die mit dieser in Konflikt kommen können, deaktiviert werden.
- Darstellung von Siedlungen entweder als Punkte oder als Flächen, aber nicht beides gleichzeitig.
LÖSUNG: Bei Aktivierung der Punktsignaturen müssen die Flächensignaturen deaktiviert werden, und bei Aktivierung der Flächensignaturen müssen die Punktsignaturen deaktiviert werden.
- Die Hierarchie in einer Ebene muss durch Ausschalten einer Stufe gewahrt bleiben (z.B Wenn das Flussnetz in drei Stufen gegliedert ist und die Flüsse mittlerer Breite deaktiviert werden, müssen auch die schmalen Flüsse deaktiviert werden.).
LÖSUNG: Bei Aktivierung einer Stufe in der Hierarchie müssen immer alle höherrangigen Stufen ebenfalls aktiviert werden. Bei Deaktivierung einer Stufe müssen alle niederrangigeren Stufen ebenfalls deaktiviert werden.
- Beschriftung ohne zu beschriftende Objekte
LÖSUNG: Wird eine Ebene unsichtbar geschaltet, wird automatisch auch die Beschriftung deaktiviert, wird bei einer unsichtbaren Ebene die Beschriftung eingeschaltet, wird auch die Ebene selber aktiviert.

Durch die Programmierung dieser logischen Regeln kann es bei der Erstellung der individuellen Karte des Benutzers zu keinen Konflikten und kartographisch nicht korrekten Darstellungen kommen.

Im folgenden Beispiel ist die vereinfachte Logik bei der Aktivierung der flächenhaften Darstellung der Siedlungen erklärt:

PHTML Datei "tourismus-legende.phtml":

```
function SiedlFlChanged()  
{  
    if (document.forms[0].siedlfl.checked==true)  
    {  
        document.forms[0].siedlpu.checked=false;  
        document.forms[0].siedlpuname.checked=false;
```

```
}  
  
MitteSetzen();  
parent.mitte.document.myform.submit();  
}
```

Mittels JavaScript werden die im Legenden Frame definierten Form Variablen überprüft und der Logik entsprechend neu gesetzt. Danach wird die JavaScript Funktion "MitteSetzen()" aus der Datei "tourismus-scripts.js" aufgerufen. In dieser Funktion werden die Inhalte der Form Variablen des Legenden Frames in die Form Variablen des Kartenframes übertragen. Dabei werden die Wahrheitswerte der Checkboxes, die nur "TRUE" oder "FALSE" annehmen können, in "Y" oder "N" in den "Hidden" Variablen umgewandelt.

JavaScript Datei "tourismus-scripts.js":

```
function MitteSetzen()  
{  
    if (parent.linkerframe.document.linksform.siedlfl.checked==false)  
        parent.mitte.document.myform.siedlfl.value="N";  
    else  
        parent.mitte.document.myform.siedlfl.value="Y";  
}
```

Durch diese Funktion erhalten die Form Variablen des Kartenframes den aktuellen Inhalt des Legendenframes.

Anschließend an die Funktion "MitteSetzen()" wird mittels JavaScript ein HTML "Submit" des Kartenframes durchgeführt, wodurch die Karte neu erstellt wird, da bei einem Aufruf des Kartenframes die Karte immer neu berechnet wird.

5.5.5. HTML Funktionen der Navigationstools

Der rechte obere Frame enthält die Navigationstools und die Übersichtskarte in der Datei "navig.phtml". Diese Datei existiert für den AtOS nur einmal und wird im Gegensatz zu dem Kartenfenster und dem Legendenfenster von beiden derzeit implementierten Karten verwendet. Durch den Parameter "\$Karte", der beim Aufruf dieser Seite übergeben wird, wird dem Fenster mitgeteilt welche Karte angezeigt wird und welche Funktionen zur Verfügung stehen sollen. Die Verwendung von einer einzigen Datei für mehrere Karten

erhöht die Erweiterbarkeit des Projektes und verringert den Wartungsaufwand bei der Erstellung weiterer Karten.

Als Navigationsbuttons sind ein ZOOM-IN, ein ZOOM-OUT, ein QUERY und ein FULLVIEW Button definiert. Die beiden ZOOM Buttons werden zum Vergrößern oder Verkleinern des Maßstabs benötigt, der QUERY Button zur Informationsabfrage der Tourismusattraktionen und der FULLVIEW Button erstellt die Karte im kleinstmöglichen Maßstab, so dass die maximale Ausdehnung des Kartenblattes sichtbar ist. Weiters gibt es in der Tourismuskarte noch einen Suchbutton, der ein eigenes neues Fenster zur Suche von Tourismusattraktionen öffnet. Jeder Button ist zur besseren Erkennbarkeit mit einer "Mouse-Over" Funktion belegt. Das bedeutet, dass bei Überfahren des Buttons mit dem Mauscursor dieser Button farblich hervorgehoben wird. Außerdem verändert sich dabei auch der Mauscursor in ein Handsymbol, um die Interaktionsmöglichkeit des Benutzers noch deutlicher hervorzuheben.

PHTML Datei "navig.phtml":

```
<script language="JavaScript">

function MouseInside(name) {
    if (parent.mitte.document.myform.CMD.value!=name) {
        switch(name) {
            case "ZOOM_IN":
                parent.rechterframe.document.ZoomInButton.src =
                    "jpg/b_zoomin_r.jpg";
                break;
            case "ZOOM_OUT":
                parent.rechterframe.document.ZoomOutButton.src =
                    "jpg/b_zoomout_r.jpg";
                break;
        }
    }
}
```

Als Parameter wird bei dieser Funktion der Name des überfahrenen Buttons übergeben. Dadurch existiert diese Funktion in der Datei nur einmal und es muss nicht für jeden Button eine eigene, inhaltlich zu den anderen Funktionen aber identische Funktion, erstellt werden. Diese Zusammenfassung von Funktionen reduziert die Dateigröße und dieser Effekt verringert die Dauer der Übertragung der Datei vom Server zum Client. Bevor der

mit dem Mauscursor überfahrene Button durch einen anderen ersetzt wird, muss überprüft werden, ob dieser Button bereits selektiert worden ist, denn dann braucht er nicht mehr hervorgehoben zu werden. Genauso wie beim Überfahren des Buttons mit dem Mauscursor eine Funktion aufgerufen wird, muss auch beim Verlassen des Buttons mit dem Cursor eine Funktion aufgerufen werden, welche die Graphik des Buttons, wenn er nicht durch einen Klick selektiert wurde, wieder auf den normalen Status zurücksetzt.

PHTML Datei "navig.phtml":

```

```

Aufgerufen werden diese beiden Funktionen direkt vom HTML Tag des Buttons aus. Dort wird auch die Funktion definiert, die bei einem Klick aufgerufen wird. Diese Funktion setzt im Kartenframe die Variable "CMD" auf den Status des Buttons, da nur die Variablen dieses Frames vom „PHP MapScript Modul“ gelesen werden. Diese Parameterübergabe ist notwendig, um nach einem HTML "Submit" des Kartenframes auch die richtige Funktion ausführen zu können.

5.5.6. PHP Funktionen der Navigationstools

Bei jedem Aufruf des Kartenframes wird die Funktion "CheckClick()" aus der PHP Funktionsdatei ausgeführt. Für jede Karte existiert eine eigene PHP Datei, welche alle PHP Funktionen, die für die Kommunikation mit dem Mapserver notwendig sind, enthält.

Die Funktion "CheckClick()" hat dabei die wichtigste Aufgabe. Jede einzelne HTML Form Variable wird ausgewertet und nach ihrem jeweiligen Inhalt werden die verschiedenen Funktionen des Mapservers ausgeführt. Als Erstes werden die Variablen, die die Sichtbarkeit der einzelnen Ebenen enthalten, überprüft. Enthält eine dieser Variablen den Wert "Y", dann bedeutet das, dass eine Ebene sichtbar ist. Bei allen anderen Werten wird die Ebene für den Mapserver als unsichtbar definiert.

PHP3 Datei "tourismus-php3.php3":

```
$poLayer = $gpoMap->getlayerbyname(meer);
if ($HTTP_FORM_VARS["meer"]=="Y")
    $poLayer->set("status", 1);
else
```

```
$poLayer->set("status", 0);
```

Jede Ebene, die in dem Navigationsframe durch eine Checkbox ein- oder ausgeschaltet werden kann, wird so wie das obenstehende Beispiel zeigt abgefragt. Dabei können mehrere Ebenen der Karte auch zusammengefasst werden, wenn es kartographisch und programmtechnisch nur sinnvoll ist, diese Kombination von mehreren Ebenen ein- und auszuschalten.

Das reine Mapserver, ist in der Form, wie er im AtOS verwendet wird, nur ein Programm, welches die ESRI Vektor Dateien in Raster Bilder konvertiert. Alle anderen Funktionen eines Mapservers werden vom "PHP Mapscript Modul" übernommen, dessen Funktionen ausschließlich in den PHP Funktionsdateien der beiden Karten verwendet werden. Eine genaue Aufschlüsselung und Dokumentation zu allen Funktionen dieses „PHP MapScript Moduls“ findet man auf der Homepage des Anbieters DM Solutions oder auf der Homepage des UMN Mapservers.

Nach der Überprüfung der Sichtbarkeit der Ebenen, werden von der Funktion "CheckClick()" einige Steuerungsvariablen des Mapservers, auf die der Benutzer des AtOS keinen Einfluss hat, überprüft. Der anschließende Block von Variablen enthält die Abfrage der Panpfeile rund um die Karte. Wurde einer dieser Pfeile selektiert, wird die dazugehörige Variable mit einem bestimmten vordefiniertem Wert gesetzt, der die Richtung der Verschiebung angibt. Nach Abfrage dieser Variable wird der Kartenausschnitt in die gewünschte Richtung verschoben. Befindet sich der Kartenausschnitt bereits am Rand des maximal möglichen Kartenausschnitts, wird der Panpfeil deaktiviert dargestellt, und eine Verschiebung des Kartenausschnitts in diese Richtung ist nicht mehr möglich.

PHP3 Datei "tourismus-php3.php3":

```
if ($HTTP_FORM_VARS["PanRichtung"] == "NW")  
{  
    PanMap($dfWidthPix, $dfHeightPix,  
           $dfMinX, $dfMinY, $dfMaxX, $dfMaxY,  
           (($dfWidthPix/2)-($dfWidthPix/4)),  
           (($dfHeightPix/2)-($dfHeightPix/4)) );  
}
```

Bei einer Selektion eines der Panpfeile rund um die Karte wird dabei der Ausschnitt so versetzt, dass der neue Mittelpunkt der Karte in der Hälfte der Strecke vom alten Mittelpunkt bis zum dargestellten Kartenrand liegt. Das folgende Beispiel soll die

Verschiebung des Mittelpunktes des aktuellen Kartenausschnitts durch einen Panbefehl nach "Nordwesten" zeigen:

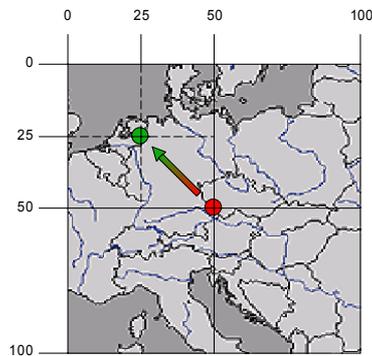


Abbildung 24: Verschiebung des Mittelpunktes durch Pan in Richtung NW

Die nächste Variable gibt Auskunft, ob in der Übersichtskarte ein Mausklick erfolgte. Wenn dieser Klick erfolgte, werden in den Variablen "KEYMAP_x" und "KEYMAP_y" die Bildschirmkoordinaten dieses Klicks übertragen. Diese Koordinaten werden in das Koordinatensystem der aktuellen Karte umgewandelt, und danach wird die Position des neuen Kartenmittelpunktes bestimmt. Dabei muss beachtet werden, dass sich der neue Kartenausschnitt nicht außerhalb des maximalen Kartenausschnitts befinden darf. Wenn das der Fall ist, muss der neue Kartenausschnitt in den gültigen Bereich verschoben werden. Dieser gültige Bereich wird durch die im Mapfile definierten Eckkoordinaten der Karte begrenzt.

Als letzte Variablen werden in der Funktion "CheckClick()" die Variablen der Navigationstools, ZOOM-IN, ZOOM-OUT, QUERY und FULLVIEW überprüft. Dabei wird die HTML Form Variable "CMD", die den Namen des gedrückten Buttons enthält und die Variable "imgbox", die durch Beistriche getrennt die vier Koordinaten einer Navigationsinteraktion des Benutzers enthält, überprüft. Durch das Aufziehen eines Rahmens über der Karte, entsprechen diese vier Koordinaten den Eckpunkten für X1, Y1, X2, Y2. Bei einem Klick in der Karte sind die Koordinaten für X1 und X2, sowie für Y1 und Y2 identisch. Falls der Benutzer den Rahmen nicht von links oben nach rechts unten aufgezogen hat, muss dieser Status durch Vertauschen der Koordinaten hergestellt werden. Anschließend wird, je nach Inhalt der Variable "CMD", ein anderer Befehl an das "PHP MapScript Modul" zur Erstellung der neuen Karte geschickt.

PHP3 Datei "tourismus-php3.php3":

```
if ($HTTP_FORM_VARS["CMD"] == "ZOOM_IN") {
    if ($bRectangleInput==1) {
        $gpoMap->zoomrectangle($oPixelRect, $dfWidthPix, $dfHeightPix,
                               $oGeorefExt, $oGeorefMaxExt);
    }
    else {
        $gpoMap->zoompoint(2, $oPixelPos, $dfWidthPix, $dfHeightPix,
                           $oGeorefExt, $oGeorefMaxExt);
    }
}
```

Das "PHP Mapscript Modul" erkennt bei einer Zoomoperation automatisch, ob der im Mapfile definierte Maßstabsbereich über- oder unterschritten wird und verändert in so einem Fall den angeforderten Kartenausschnitt so, dass sich das Ergebnis wieder im erlaubten Maßstabsbereich befindet. Auch bei einer Anforderung an einen Kartenausschnitt außerhalb des im Mapfile definierten maximalen Ausschnitts greift das Modul so ein, dass sich der zurückgelieferte Kartenausschnitt im erlaubten Bereich befindet.

Beim Verkleinern des Maßstabs, also dem Hinauszoomen aus der Karte, wird als neuer Mittelpunkt immer der Punkt definiert, an dem der Benutzer mit der Maus die Karte angeklickt hat. Wird beim Hinauszoomen ein Rahmen gezeichnet, wird der Mittelpunkt des Rahmens als neuer Kartenmittelpunkt definiert. Der neue Maßstab nach solchen negativen Zoomaktion beträgt das doppelte des alten Maßstabs.

PHP3 Datei "tourismus-php3.php3":

```
if ($HTTP_FORM_VARS["CMD"] == "ZOOM_OUT") {
    $oPixelPos->setxy($dfWidthPix/2.0, $dfHeightPix/2.0);
    if (!$gpoMap->zoompoint(-2, $oPixelPos, $dfWidthPix,
                            $dfHeightPix,
                            $oGeorefExt, $oGeorefMaxExt))
    {
        $gpoMap->setExtent($dfMapExtMinX, $dfMapExtMinY, $dfMapExtMaxX,
                           $dfMapExtMaxY);
    }
}
```

Falls in der "CMD" Variable der Wert "FULL" enthalten ist, wurde vom Benutzer eine Anfrage an eine Karte mit der maximalen Ausdehnung gestellt. Dies wird durch Verändern des angeforderten Kartenausschnitts auf die im Mapfile definierten maximalen Eckkoordinaten bewirkt.

PHP3 Datei "tourismus-php3.php3":

```
if ($HTTP_FORM_VARS["CMD"] == "FULL")
{
    $gpoMap->setExtent(435000,64000,2040000,1774000);
}
```

Durch eine "QUERY" Abfrage wird an das "PHP Mapscript Modul" die Anforderung gestellt, alle Objekte, die im Mapfile als abfragbar definiert sind, im vom Benutzer aufgezogenen Rahmen abzufragen. Das Ergebnis dieser Abfrage ist in einer Variable enthalten, wobei mit Hilfe dieser Variable beim Aufbau der HTML Seite eine Funktion aufgerufen werden kann, welche die Ergebnisse dieser Anfrage als eine eigene HTML Datei ausgibt.

Auch diese Funktion zur Erstellung der Ausgabe der QUERY Abfrage namens "GMapDumpQueryResults()" befindet sich in der PHP Datei. Sie ermittelt aus den ".DBF" DBASE Dateien der ESRI Shapefiles den Schlüssel der Tourismusattraktionen, die abgefragt wurden. Mit diesen Schlüsseln werden aus der MySQL Datenbank die richtigen Datensätze selektiert, die weitere Informationen über diese Attraktionen enthalten. Mittels PHP wird die Datei "infofenster.phtml", welche die Ergebnisse dieser Informationsabfrage enthält, nach jeder QUERY Abfrage neu erstellt und im Informationsframe angezeigt.

PHP3 Datei "tourismus-php3.php3":

```
echo "<script language=javascript>";
echo "top.infoframe.location.href =
\"/ms_tmp/infofenster.phtml\"";
echo "top.infoframe.focus()";
echo "</script>";
```

5.5.7. Navigationsfunktion der Übersichtskarte

In rechten oberen Frame, dem Navigationsframe, der durch die Datei "navig.phtml" erstellt wird, befindet sich neben den Navigationstools auch die Übersichtskarte. In dieser Karte wird durch einen roten Rahmen der aktuelle Kartenausschnitt der Hauptkarte dargestellt. Dieser Ausschnitt kann durch einen Klick in der Übersichtskarte neu positioniert werden. Dabei wird die Position des Klicks in der Übersichtskarte als neuer Mittelpunkt der Karte im Kartenframe festgelegt. Die Position wird in den Variablen "KEYMAP_x" und "KEYMAP_y" des Kartenframes gespeichert und ist somit in PHP verfügbar.

Da der Mapserver nur 8 Bit Bilder erzeugen kann, die Darstellung der Übersichtskarte aber in einem 24 Bit Bild erforderlich war, wurde eine eigene Lösung zur Erweiterung der vorhandenen Funktion des "PHP MapScript Moduls" entwickelt. Standardmäßig wird im Mapfile der Dateiname der Übersichtskarte angegeben. In diese Datei fügt der Mapserver den Rahmen des aktuellen Kartenausschnitts ein und generiert das Bild im 8 Bit Format neu. Um ein 24 Bit Bild verwenden zu können, wurde die Übersichtskarte als 24 Bit JPG Bild in der Datei "navig.phtml" als HTML Tag definiert. Zusätzlich wurde, unter Zuhilfenahme der HTML Layer Technik, ein transparentes 8 Bit GIF Bild, in der exakt gleichen Ausdehnung wie das 24 Bit JPG, genau über die Übersichtskarte gelegt.

PHTML Datei "navig.phtml":

```
<div style="position:absolute; top:39; left:63px;">
  <IMG SRC="jpg/keymap-transp.gif" name="KEYMAP"
  style="cursor:hand"
      border=0 width="151" height="161" align="center"
      onclick="KartenKlick()">
</div>
```

Im Mapfile wurde in der Variable der Übersichtskarte dieses transparente 8 Bit GIF Bild definiert. Der Mapserver fügt nun bei jedem Aufruf in dieses transparente Bild einen Rahmen ein und dadurch, dass beide Bilder an exakt der gleichen Position dargestellt werden, entsteht der Eindruck, dass der Rahmen in einem 24 Bit Bild gezeichnet wird.

5.5.8. Suchfunktion nach Attraktionen

Die Möglichkeit der Suchabfrage ist im Prototyp des AtOS auf die Tourismusattraktionen beschränkt. In einer späteren Ausbaustufe wird auch die Suche nach anderen Objekten (z.B. Flüsse) oder sogar kombinierten Objekten (z.B. Flüsse in Gebieten mit erhöhter Umweltbelastung) möglich sein. Durch einen Klick auf den Suchbutton öffnet sich ein weiteres neues Fenster, in dem die Suche nach Attraktionen eingeschränkt werden kann. Als Einschränkungskriterien stehen dem Benutzer zur Verfügung:

- Land der Attraktion
- Rang der Attraktion
- Kategorie der Attraktion
- Name der Attraktion

Bei der Auswahl der Kategorie der Attraktion kann auch noch angegeben werden, ob die gesuchten Attraktionen nur zum Teil in die ausgewählte Kategorie fallen soll, oder ob sie vollständig zu dieser Kategorie zählt. Dies hilft bei der Suche nach Attraktionen die ausschließlich in eine Kategorie fallen.

Nach Öffnen der Suchmaske erscheint eine Liste aller Länder, die über eine Checkbox selektiert werden können.

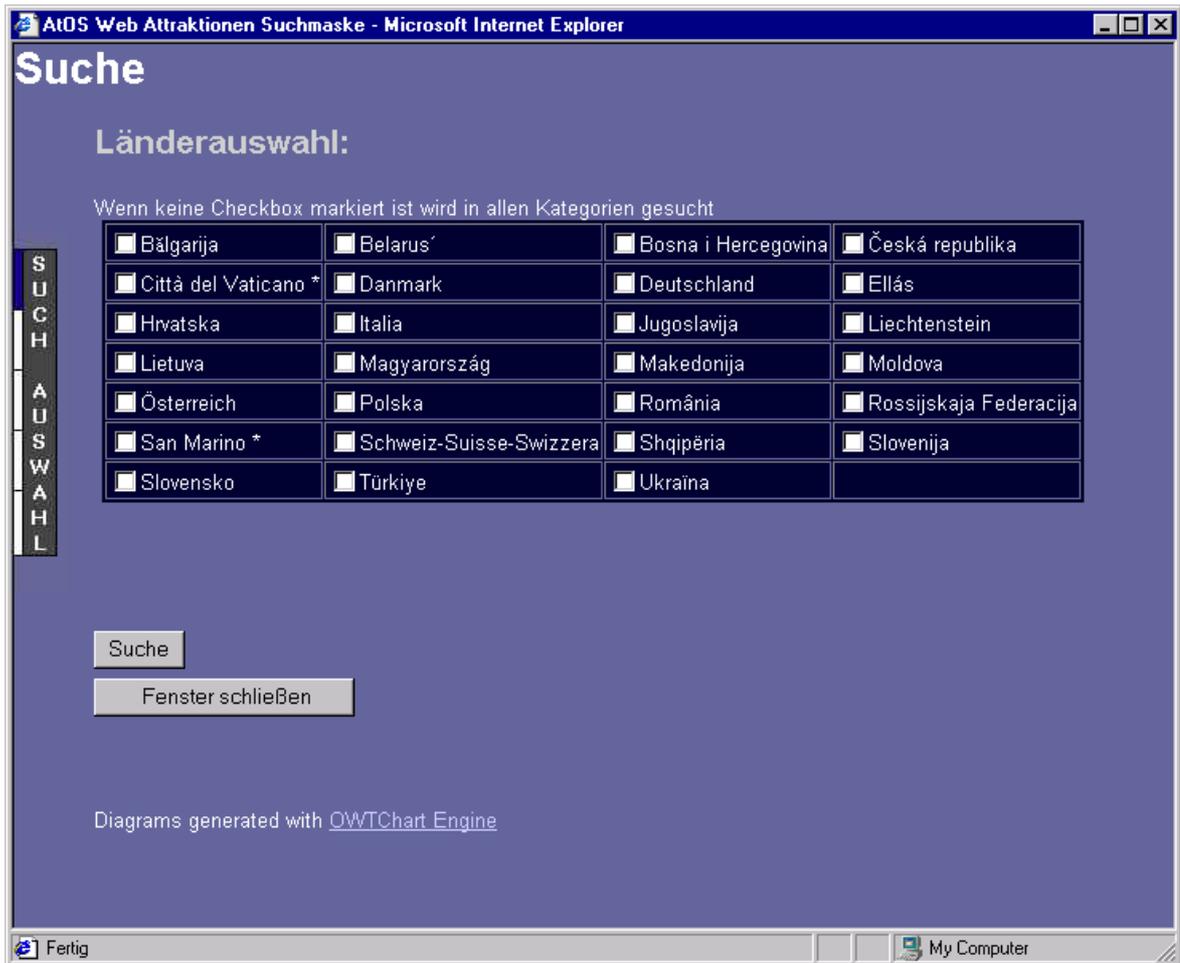


Abbildung 25: Startseite des Suchfensters

Ist keine Checkbox selektiert, wird in allen Ländern gesucht. Bei Auswahl von einem oder mehreren Ländern wird nur in diesen Ländern nach Attraktionen gesucht. Genauso ist es auch bei dem Rang und der Kategorie der Attraktionen. Wird nach dem Namen der Attraktion gesucht, werden nach Eingabe eines Buchstabens alle Attraktionen mit diesem Anfangsbuchstaben gesucht. Nach Eingabe mehrer Buchstaben, werden alle Attraktionen mit diesen Zeichen zu Beginn gesucht. So liefert eine Suche nach "Bad" unter anderem Baden, Bad Gastein und Bad Tatzmansdorf. Durch ein Menü, welches sich am linken Rand des Suchfensters befindet, aber nur vollständig sichtbar wird, wenn die Maus an den linken Rand des Bildschirms geführt wird, können die verschiedenen Suchkriterien gewechselt werden.

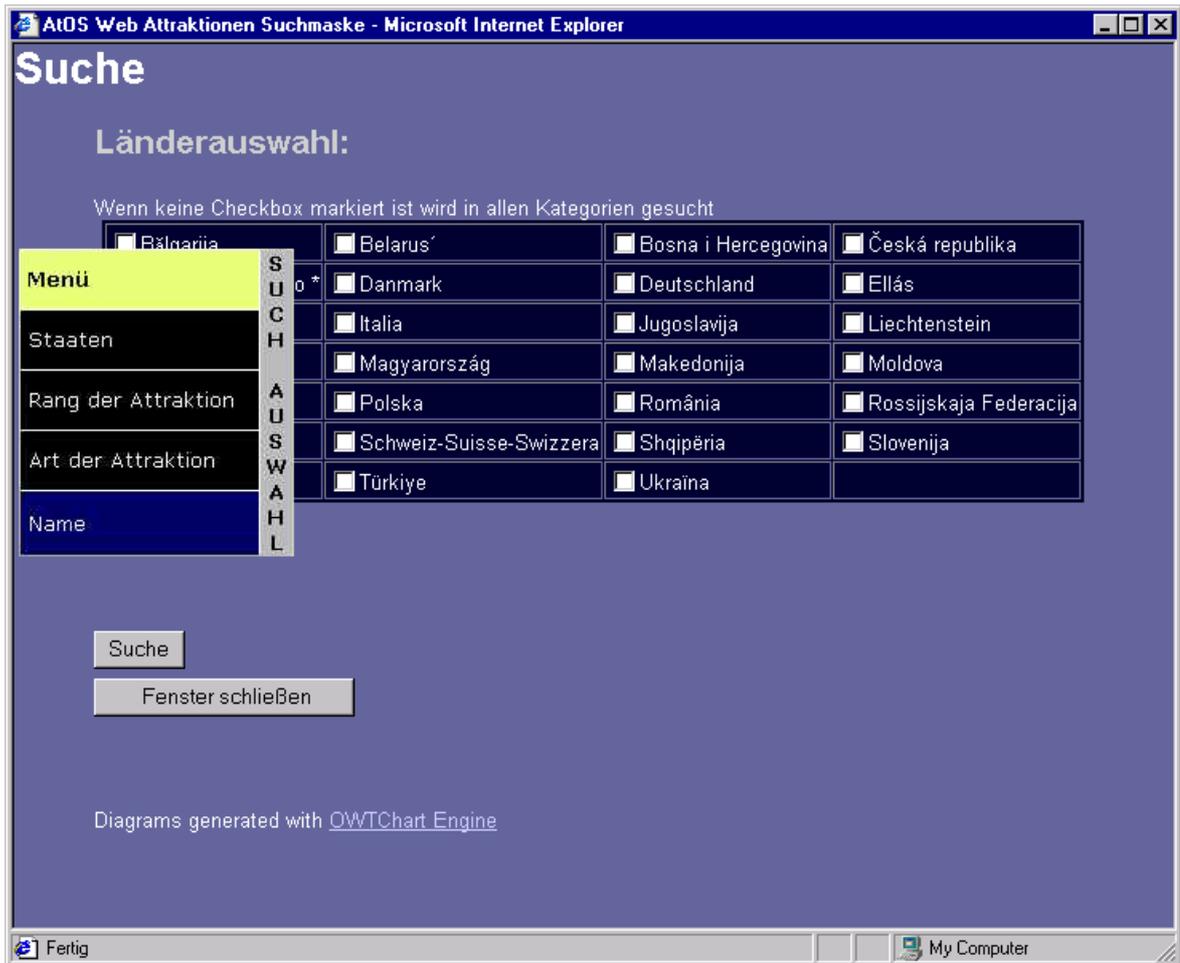


Abbildung 26: Suchfenster mit eingblendetem Suchmenü

Durch dieses platzsparende Menü können anderen Suchkriterien ausgewählt werden.

Das ganze Suchfenster ist mittels HTML Layertechnik programmiert worden. Damit können Ebenen absolut am Bildschirm positioniert und diese Ebenen auch wahlweise sichtbar oder unsichtbar geschaltet werden. Alle vier Auswahlkategorien befinden sich an der gleichen Bildschirmposition, nur die Sichtbarkeit der einzelnen Ebenen ist unterschiedlich.

PHTML Datei "tourismus-suche.phtml":

```
<div id="tab1" style="position:absolute; top:50px; left:50px; visibility:visible; z-index:1">
```

In diesem Beispiel wird ein sichtbarer Layer mit dem Namen "Tab1" an die Position 50 Pixel vom oberen Fensterrand gemessen und 50 Pixel vom linken Fensterrand gemessen sichtbar positioniert.

Das Menü, welches sich von links in das Suchfenster schiebt, ist ein freies Skript aus dem Internet. Es besteht aus zwei Dateien, von denen eine für die Programmierung zuständig ist und die andere die Parameter für das Design enthält. Diese zweite Datei enthält auch die Funktionen, die bei Selektion eines Menüpunktes aufgerufen werden. Diese zweite Datei muss im AtOS einmal für jeder Sprache existieren. Das Skript wurde in DHTML programmiert und für den AtOS so adaptiert, dass nach Auswahl eines Menüpunktes, die JavaScriptfunktion welche die Sichtbarkeit der verschiedenen Ebenen verändert, gestartet wird.

JavaScript Datei "tourismus-scripts.js":

```
function TabAend (name1,name2)
{
    window.document.layers[name1].visibility = "show";
    window.document.layers[name2].visibility = "hide";
}
```

Unterhalb der Felder zur Selektion der Suchkriterien befindet sich ein Button, durch den die Suche gestartet wird. Durch Selektion dieses Buttons wird noch einmal die gleiche Datei geladen und zusätzlich eine PHP Funktion ausgeführt, welche nach Tourismusattraktionen sucht und die gefundenen in einer Tabelle ausgibt.

PHTML Datei "tourismus-suche.phtml":

```
<?php if (isset($submitsuche)) liestabelle(); ?>
```

Dadurch, dass der Benutzer bereits eine Auswahl getroffen hat, indem er verschiedene HTML Checkboxen selektierte, muss zwischengespeichert werden, welche Checkbox vor dem neuerlichen Aufruf der Seite selektiert war. Nach diesem weiteren Aufruf muss der vorherige Status der Checkboxen wieder hergestellt werden. Diese Funktion wird mit Hilfe von PHP und einer sogenannten "Seriellen Liste" gewährleistet. Dabei werden alle selektierten Checkboxen mit einem Namen versehen und die Namen dieser selektierten Checkboxen werden zu einem langen String zusammengesetzt. Um mit Hilfe einer PHP Funktion reguläre Ausdrücke zu identifizieren, werden diese Strings wieder in ihre Einzelteile zerlegt. Die Syntax der Namensgebung der unterschiedlichen Checkboxen lautet dabei in regulärer Schreibweise [l,r,a][0-9][0-9]. Das bedeutet, dass der Name einer Checkbox mit einem der drei Buchstaben "l", "r", oder "a" beginnt und dann zwei Zahlen zwischen 0 und 9 kommen. Somit kann eindeutig identifiziert werden, welche Checkbox selektiert war.

PHTML Datei "tourismus-suche.phtml":

```
<input type="Checkbox" name="r01" value="1"
<?php if (checkstaatenliste(r01)) echo "CHECKED"; ?>>
Weltattraktion
```

Für das Feld, in dem der Name der zu suchenden Attraktionen gespeichert wird, ist die Speicherung einfacher, hier wird ein normales Textfeld verwendet.

Dadurch dass alle Felder eines HTML Forms als PHP Variablen verfügbar sind, wird die Serielle Liste bei jedem neuerlichen Aufruf des Suchfensters neu erstellt.

PHTML Datei "tourismus-suche.phtml":

```
while ( list( $key, $val ) = each( $HTTP_FORM_VARS ) )
{
    if (ereg("[l,r,a][0-9][0-9]", $key))
        $serielle_staatenliste.="|$key";
}
```

Durch diese Schleife wird aus allen Parametern, die in der Syntax [l,r,a][0-9][0-9] sind, eine Serielle Liste, also ein String getrennt durch "|", erstellt.

Das Ergebnis der Suche wird mit Hilfe von PHP direkt in die vorhandene Seite eingefügt. Die Funktion "liestabelle()", welche sich in der Datei "tourismus-suche.php3" befindet, durchsucht die MySQL Datenbank. Dabei wird zuerst aus den übergebenen Variablen der selektierten Checkboxen ein SQL Statement erstellt. Dieses SQL Statement setzt sich aus den selektierten Parametern der Staaten, des Ranges und der Kategorie, sowie aus dem Feld in das der Anfang des Namens der Attraktion eingegeben werden kann, zusammen.

PHP Datei "tourismus-suche.php3":

```
$staat=0;
while ( list( $key, $val ) = each( $HTTP_FORM_VARS ) )
{
    if (ereg("l[0-9][0-9]", $key))
    {
        if ($staat==0)
        {
            $staat=1;
            $auswahl.=" and ( Attraktion.StaatenNR = '". $val. "%' ";
        }
        else $auswahl.=" or Attraktion.StaatenNR = '". $val. "%' ";
    }
}
```

```
        $staatenliste[$key]=1;
    }
}
if ($staat==1) $auswahl.=" )";
```

Dieser Source Code Ausschnitt zeigt, wie in der Variable "\$auswahl" der SQL Abfragestring zusammengesetzt wird. Nachdem der String vollständig zusammengesetzt ist, wird eine Verbindung zu der MySQL Datenbank hergestellt und das erstellte "SQL Select" Statement an diese Datenbank abgeschickt. Das Ergebnis dieser Abfrage wird in einer nach der Wichtigkeit der Attraktionen und bei gleichem Rang alphabetisch sortierten Tabelle visualisiert. Dabei ist es auch möglich, die gefundenen Attraktionen in der Karte anzuzeigen. Dazu werden die Koordinaten einer gefundenen Attraktion mittels JavaScript in die Form Variablen des Kartenframes geschrieben und in diesem Kartenframe wird ein HTML "Submit" ausgelöst. Daraufhin wird die Karte mit der gesuchten Attraktion im Mittelpunkt und im größten möglichen Maßstab neu erstellt.

5.5.9. Automatisch generierte Kreissignaturen

In der gedruckten Ausgabe des Atlas werden Tourismusattraktionen mittels Kreissignaturen unterschiedlicher Farbfüllung dargestellt, die durch ihre Größe Auskunft über den Rang der Attraktion geben. Im AtOS sind die Attribute zur Erstellung dieser Diagramme in einer Tabelle der Datenbank gespeichert.

Tabelle Attraktionen								
AttraktionNR	...	Groesse	Darstellung	Farbe1	Farbe2	Farbe3	Farbe4	...
101	...	1	3	1	3			...
102	...	2	2	3	4			...
103	...	2	5	1	3	4	5	...
104	...	3	3	2	3			...

Tabelle 7: Auszug aus der MySQL Tabelle Attraktionen

Mit der Hilfe von PHP werden diese Attribute aus der Datenbank selektiert und anschließend so ausgewertet, dass die richtige Kreissignatur gezeichnet wird. In der Datei "tourismus-suche.php3" ist die Funktion "kreiszeichnen()" implementiert, die dafür

zuständig ist, dass die Signaturen richtig gezeichnet werden. Die übergebenen Parameter werden dafür verwendet, die aus der Tabelle selektierten Werte (z.B. `groesse=1`) in die für die Signatur notwendigen Werte (z.B. `W=90&H=90`) umzukonvertieren. Dies wird durch die Verwendung einer PHP "switch" Auswahlabfrage für jeden übergebenen Parameter durchgeführt.

PHP Datei "tourismus-suche.php3":

```
switch ($row[$g])
{
  case 1: $groesW=90;  $groesH=90;
         break;
  case 2: $groesW=80;  $groesH=80;
         break;
  case 3: $groesW=70;  $groesH=70;
         break;
  case 4: $groesW=60;  $groesH=60;
         break;
}
```

Anschließend wird die Signatur, mit Hilfe des Programms OWTChart der Firma DM Solutions, automatisch erzeugt. Dabei wird die Signaturen nur temporär auf dem Server gespeichert, da sie bei jedem Aufruf neu generiert wird. Es wird ein HTML Tag definiert, der aber nicht auf ein Bild verweist, sondern auf den zur Laufzeit generierten OWTChart Aufruf. Dieser wandelt die übergebenen Parameter in ein GIF Bild um.

PHTML Datei "tourismus-suche.phtml":

```

```

Um die Erstellung der Kreise automatisch zu ermöglichen, wurde das Diagramm immer in vier Sektoren geteilt, wobei die für das aktuelle Diagramm nicht benötigten Sektoren in ihrer Größe auf null und in ihrer Farbe auf schwarz gesetzt wurden. Somit konnte immer die gleiche Syntax für alle verschiedenen Diagramme verwendet werden.

OWTChart kann über die CGI Schnittstelle automatisch Kreis-, Balken- oder Liniendiagramme erzeugen. Diese dynamische Generierung der Kreissignaturen hat den Vorteil, dass bei Aktualisierungen oder Ergänzungen neuer Tourismusattraktionen, nicht alle vorhandenen Signaturen neu erzeugt werden müssen. Außerdem ist der Zeitbedarf zur Erstellung der Kreissignaturen sehr gering. Die meiste Zeit bei einer Abfrage verschiedener Tourismusattraktionen beansprucht der Transport der GIF Bilder zum Browser des Benutzers.



Abbildung 27: Eine Auswahl der über 2200 verschiedenen Kreissignaturen

5.5.10. Informationsabfrage über eine Attraktion

Durch Selektion des QUERY Buttons und Abfrage von Tourismusattraktionen durch Aufziehen eines Rahmens, oder durch einen Klick in der Karte, wird eine Informationsabfrage über eine oder mehrere Attraktionen gestartet. Die Ergebnisse dieser Abfrage werden im rechten unteren Frame, dem Informationsframe, angezeigt. Für diese Anzeige wird durch eine PHP Funktion, eine neue Datei erzeugt, die eine Tabelle mit den gefundenen Attraktionen enthält. Dabei wird neben jeder Attraktion ein Informationsbutton dargestellt, über den der Benutzer Informationen in Text oder Bildform erhalten kann. Durch einen Klick auf diesen Button wird ein neues Fenster ("tourismus-attraktion.phtml") geöffnet, welches diese Information enthält. Diese Datei, welche vollständig aus PHP erstellt wird, wird bei jedem Aufruf neu erzeugt. Als Parameter werden bei jedem Aufruf die Sprache und der Code der gesuchten Attraktion übergeben. Mit Hilfe dieser beiden Parameter wird aus der MySQL Datenbank die Beschreibung der Attraktion in der richtigen Sprache selektiert.

PHTML Datei "tourismus-attraktion.phtml":

```
<?php
....
    switch ($lang)    {
        case "D": $tabelle="TextInfoD"; break;
        case "E": $tabelle="TextInfoE"; break;
    }
    $sql="select * from $tabelle where NR = $code";
....
?>
```

Um die Anzeige der Informationen der gesuchten Tourismusattraktion zu vervollständigen, wird auch von dieser Seite aus die Funktion "kreiszeichnen()" aufgerufen, welche die Kreissignatur der Attraktion aus den Werten in der Datenbank erstellt.

In diesem Fenster ist auch die Anzeige von Bildern der Attraktionen möglich. Diese Bilder sind jedoch nicht in der Datenbank enthalten, sondern sie sind in einem eigenen Datenverzeichnis auf dem Webserver im JPG 24 Bit Bildformat abgespeichert. In der MySQL Datenbank sind nur die Namen dieser Bilder, sowie die dazugehörigen Beschreibungen bei den jeweiligen Tourismusattraktion gespeichert.

Durch Selektion dieser Namen und Bildtexte können diese Bilder ebenfalls als Ergebnis der Informationsabfrage ausgegeben werden.

PHTML Datei "tourismus-attraktion.phtml":

```
echo "<img src=\"..\..\bilder\"$bild[$i]\" alt=\"$bildtext[$i]\">
```

Die Datei "tourismus-attraktion.phtml" zeigt sehr deutlich, welche große Erleichterung in der Erstellung von HTML Dokumenten mittels der Programmiersprache PHP erreicht werden kann. Ohne diese Möglichkeiten müsste für jede Attraktion eine eigene HTML Datei in jeder Sprache erstellt werden. Das wäre bei mehr als 2200 verschiedenen Tourismusattraktion ein sehr großer Verwaltungs- und Zeitaufwand.

6. Zusammenfassung – Ausblick

Betrachtet man den Prototyp des AtOS nach seiner Fertigstellung kritisch, stellt sich meiner Meinung nach heraus, dass sich das Ergebnis ohne weiteres mit anderen kommerziell hergestellten Produkten im Internet vergleichen kann. Sowohl das Interfacedesign, als auch die implementierten technischen Funktionen sind sehr gut umgesetzt worden. Selbst Stephen Lime, der Programmierer des Mapservers, lobte die Applikation in einem E-Mail mit den Worten "*One of the best, i have ever seen!*".

Natürlich muss ausdrücklich darauf hingewiesen werden, dass es ohne die Homogenisierung der Daten, die vom OSI schon für den gedruckten Atlas durchgeführt worden ist, nie zu einem digitalen Produkt von einer so hohen Datenqualität kommen konnte.

Als allgemeine Zusammenfassung von Mapservern als Hilfsmittel zur Datenvisualisierung kann Folgendes gesagt werden:

Durch die Verwendung eines Mapservers als Visualisierungstool raumbezogener Informationen über das Internet wird dem Kartographen, der seine Karten weltweit vertreiben will, ein wirkungsvolles Werkzeug in die Hand gegeben. Mapserver haben sowohl im kommerziellen, wie auch im nichtkommerziellen Bereich eine immer größer werdende Bedeutung.

„Die Vorzüge von Internet Mapservern liegen in der graphischen Aufarbeitung und Präsentation räumlicher Sachverhalte, was einer schnellen und optisch ansprechenden Informationsvermittlung im Internet dienlich ist“
[DICKMANN, 1999].

Der ganz große Durchbruch der Mapserver liegt aber noch in naher Zukunft, wenn neue Schnittstellen entwickelt werden, die Zugriffe auf verteilte Daten erlauben. Eine solche Schnittstelle ist bereits vom Open GIS Consortium (OGC) entwickelt worden, wobei damit Karten erstellt werden können, bei denen jede Kartenebene von einem anderen Server geladen und trotzdem bei jeder Benutzerinteraktion eine neue Karte mit allen geforderten Ebenen erstellt wird [vgl. LADSTÄTTER, 2000; OGC, 2001].

7. Anhang

7.1. Literaturverzeichnis

BRANDENBERGER C. (2001), A New On-Line Facility for Projection Computation. In: ICA (Hrsg). Proceedings of the 20th International Cartographic Conference, Peking, Volume 4, S. 2284-2296.

CAMMACK R. (1999), New Map Design Challenges: Interactive Map Products for the World Wide Web. In: CARTWRIGHT W., PETERSON M., GARTNER G. (1999), Multimedia Cartography. Berlin, Heidelberg, New York Springer, S. 155-172.

CECCONI A., SHENTON C., WEIBL R. (1999), Tools for Cartographic Visualization of Statistical Data on the Internet. In: ICA (Hrsg). Proceedings of the 19th International Cartographic Conference, Ottawa, CD-ROM.

CECCONI A., SHENTON C., WEIBL R. (2000), Verwendung von Java für die kartographische Visualisierung von statistischen Daten auf dem Internet. In: Kartographische Nachrichten, Jg. 50, H. 4, S. 151-162.

CECCONI A. (1999), Kartographische Darstellung von statistischen Informationen im Internet. Dipl. Arbeit, Universität Zürich.

DANGL R. (2001), Visualisierung dynamischer Sachverhalte durch interaktive Animation. Dipl. Arbeit, Universität Wien.

DICKMANN F. (1997), Kartographie im Internet. In: Kartographische Nachrichten, Jg. 47, H. 3, S. 87-95.

DICKMANN F. (1999), Internet Map Server – Zur Funktionalität und Anwendung eines neuen kartographischen Mediums. In: Erdkunde – Archiv für wissenschaftliche Geographie, Bd.53, S. 65-75.

DICKMANN F. (2000), Geodaten im Netz – Die Bedeutung von Geodatenservern für Kartographie und Fernerkundung. In: Kartographische Nachrichten, Jg. 50, H. 4, S. 169-175.

FITZKE J., RINNER C., SCHMIDT D. (1997), GIS-Anwendungen im Internet. In: GIS-Zeitschrift für raumbezogene Information und Entscheidungen, 6/97. Auch in: <http://www.giub.uni-bonn.de/webgis/artikel.htm> (17.10.2001).

FITZKE J. (1999), GIS im Internet / GIS online, <http://www.gis-tutor.de> (17.10.2001).

FÜRPAß C., RIEDL A., KRIZ K., JORDAN P., PARTL F. (2001), Suitability of a Mapserver from a Cartographic Perspective. In: ICA (Hrsg). Proceedings of the 20th International Cartographic Conference, Peking, Volume 4, S. 2371-2379

FÜRPAß C., RESCH, C., SAUL R. (2001), Endbericht des Forschungsprojektes AtOS. Projektbericht, Institut für Geographie der Universität Wien.

GARTNER G. (1999), Multimedia GIS and the Web. In: CARTWRIGHT W., PETERSON M., GARTNER G. (1999), Multimedia Cartography. Berlin, Heidelberg, New York Springer, S. 305-314.

GARTNER G. (1999), Interaktive Karten im Internet. In: KRETSCHMER I., KRIZ K. (Hrsg.) (1999), 25 Jahre Studienzeig Kartographie. Wien, Institut für Geographie der Universität Wien (= Wiener Schriften zur Geographie und Kartographie, Band 12). S. 105-110.

GREBE U., SCHARLACH H., MÜLLER, J C. (2000), WebKartographie – Optimierung Thematischer Karten im Internet. In: Kartographische Nachrichten, Jg. 50, H. 4, S. 162-168.

JORDAN, P., RESCH, C., FÜRPAß, C., KRIZ, K., PARTL, F., RIEDL, A., SAUL, R. (2001), Umweltbezüge in einem webbasierten länderübergreifenden Atlas. In: BUZIN R., WINTGES T. (Hrsg) (2001), Kartographie 2001 – multidisziplinär und multidimensional. Beiträge zum 50. Deutschen Geographentag, Heidelberg, Wichmann, S. 152-163

JORDAN, P. (1993), Editing an international map series – specifics and problems. In: Proceedings, Volume 1 of the 16th International Cartographic Conference Cologne/Köln 3-9 May 1993, ed. by Peter Mesenburg, Bielefeld, S. 273-282.

JORDAN, P. (1994), Die redaktionelle Arbeit an einer internationalen Kartenserie. Besonderheiten und Probleme. In: Kartographische Nachrichten, 44/3, Bonn, S. 96-104.

KOCH M, SCHRÖDER D. (2000), Java Technologien zur Erstellung eines Rahmenwerkes für ein internetbasiertes Auskunftssystem. In: STROBL, BLASCHKE, GRIESEBNER (Hrsg) (2000), Angewandte Geographische Informationsverarbeitung XII Beiträge zum AGIT Symposium Salzburg 2000, Heidelberg Wichmann, S. 263-270.

KRAAK M. J., HOOTSMANS R. (1999), National Mapping Organisations and the World Wide Web, challenges and opportunities . In: ICA (Hrsg). Proceedings of the 19th International Cartographic Conference, Ottawa, CD-ROM.

KRAAK, M. J., BROWN A. (2001), Web Cartography – developments and prospects. Taylor & Francis, London.

KRAAK, M. J. (2001), Trends in Cartography. In: KRAAK, M. J., BROWN A. (2001), Web Cartography – developments and prospects. Taylor & Francis, London, S. 9-20.

LADSTÄTTER P., REHBINDER O. (2000), Die OGC Web Map Server Interface Specification - Hintergrund und Implementation. In: STROBL, BLASCHKE, GRIESEBNER (Hrsg) (2000), Angewandte Geographische Informationsverarbeitung XII. Beiträge zum AGIT Symposium Salzburg 2000, Heidelberg Wichmann S. 281-286.

LEUKERT K., REINHARDT W. (2000), GIS-Internet Architectures. In: IAPRS, Vol. XXXIII, Amsterdam.

LEUKERT K., REINHARDT W., SEEBERGER S., (1999), GIS-Internet Architekturen. In: "Management von Umweltinformationen in vernetzten Umgebungen", (2. Workshop des Arbeitskreises "Hypermedia im Umweltschutz", 8. Workshop der Fachgruppe "Betriebliche Umweltinformationssysteme" der Gesellschaft für Informatik (GI)), Nürnberg, S. 203-210.

MÜNZ S. (1998), Selfhtml 7.0. Die Energie des Verstehens: HTML-Dateien selbst erstellen, Auch in: <http://www.teamone.de/selfhtml> (17.10.2001).

MySQL (2001), Technical Information. URL: <http://www.mysql.com/information>. (17.10.2001).

NEUMANN A., RICHARD D. (1999), Internet Atlas of Switzerland – New developments and improvements. In: ICA (Hrsg). Proceedings of the 19th International Cartographic Conference, Ottawa, CD-ROM.

OGC (OpenGIS®Consortium, Inc.) (2001), URL: <http://www.opengis.org>. (17.10.2001).

OSI Homepage, (2001), Beschreibung des AOS. URL: <http://www.osi.ac.at/atlas.htm> (17.10.2001)

PETERSON M. (1994), Spatial Visualization through Cartographic Animation: Theory and Practice, aus dem Web. <http://www.odyssey.maine.edu/gisweb/spatdb/gis-lis/gi94078.html> (17.10.2001).

PETERSON M. (1995), Interactive and Animated Cartography. Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice Hall 257 S.

PETERSON M., (1997) Cartography and the Internet: Introduction and Research Agenda. In: Cartographic Perspectives, 26, Auch in: <http://maps.unomaha.edu/NACIS/CP26/aarticle1.htm> (17.10.2001).

PETERSON M. (1997), Trends in Internet Map Use. In: ICA (Hrsg). Proceedings of the 18th International Cartographic Conference, Stockholm. Auch in: <http://maps.unomaha.edu/MP/Articles/Sweden.pdf> (17.10.2001)

PETERSON M. (1999), Elements of Multimedia Cartography. In: CARTWRIGHT W., PETERSON M., GARTNER G. (1999), Multimedia Cartography. Berlin, Heidelberg, New York Springer, S. 31-40.

PETERSON M. (1999), Trends in Internet Map Use – A Second Look. In: ICA (Hrsg). Proceedings of the 19th International Cartographic Conference, Ottawa 1999 Section 5, S. 25-34.

PETERSON M. (2001) The Development of Map Distribution Through the Internet. In: ICA (Hrsg). Proceedings of the 20th International Cartographic Conference, Peking, Volume 4, S. 2306-2313.

PUCHER A., KRIZ K. (2001), Open-Source Internet-Mapping. In: STROBL, BLASCHKE, GRIESEBNER (Hrsg) (2001), Angewandte Geographische Informationsverarbeitung XIII. Beiträge zum AGIT Symposium Salzburg 2001, Heidelberg Wichmann, S. 380-386

PUCHER A. (2001), Datenbankgestützte kartographische Visualisierung im Internet. Dipl. Arbeit, Universität Wien.

RESCH C., JORDAN P., RIEDL A., KRIZ K., PARTL F. (2001), Characteristics in Data Management within a Scientific Multinational Internet Atlas. In: ICA (Hrsg). Proceedings of the 20th International Cartographic Conference, Peking, Volume 2, S. 884-893.

RICHARD D. (1997), Entwicklung eines Internet Atlas der Schweiz. In: Geoinformatik-Online 3/97, <http://gio.uni-muenster.de>

RICHARD D. (1998), Web Maps – Karten im Internet. In: Vermessung Photogrammetrie Kulturtechnik, Heft 8/98. Auch in: http://www.vpk.ch/VPKOL_doswebgis.html#1 (17.10.2001).

RICHARD D. (1999), Web Atlases – Internet Atlas of Switzerland. In: CARTWRIGHT W., PETERSON M., GARTNER G. (1999), Multimedia Cartography. Berlin, Heidelberg, New York Springer, S. 113-118.

RIEDL A. (1999), Neue Medien und deren Einfluss auf die Kartographie. In: KRETSCHMER I., KRIZ K. (Hrsg.) 25 Jahre Studienzeig Kartographie. Wien, Institut für Geographie der Universität Wien (= Wiener Schriften zur Geographie und Kartographie, Band 12). S. 57-67.

RIVEST S., BROOKS R., JOHNSON B. (1999), Making practical and effective electronic aeronautical charts. In: ICA (Hrsg). Proceedings of the 19th International Cartographic Conference, Ottawa, CD-ROM.

SAUL R., KRIZ K., RIEDL A., JORDAN P., PARTL F. (2001), Interface Design Aspects of an Interactive Atlas. In: ICA (Hrsg). Proceedings of the 20th International Cartographic Conference, Peking, Volume 3, S. 1790-1796.

SCHLIMM R. (1998), Aufbau eines Kartographischen Informationssystems im World Wide Web. In: Kartographische Nachrichten, Jg. 48, H. 1, S. 1-8; Auch in: <http://www.geog.fu-berlin.de/~rschlimm/kiv/KN-1-98.html> (17.10.2001).

ŠKRLEC D., KRAJCAR S. (1999), Web Based Cartography in Croatia. In: ICA (Hrsg). Proceedings of the 19th International Cartographic Conference, Ottawa, CD-ROM.

STAHL, R. (1997), GIS und Internet Tutorium. Abschnitt GIS-Online. <http://www.gis-tutor.de/> (17.10.2001).

STROBL, J. (1997), Geo-Datenbanken und Karten im WWW. Folien zum Vortrag auf der AGIT 1997 in Salzburg, <http://www.sbg.ac.at/geo/agit/agit97/p/str/sld001.htm> (17.10.2001).

SYKORA P. (2000), Orientierung im Hochgebirge mit Karte und GPS. Dipl. Arbeit, Universität Wien.

Unicode Consortium (2001), <http://www.unicode.org> (17.10.2001).

WINTER A. M. (2000), Internetkartographie mit SVG – Prototyp für einen thematischen Atlas. Dipl. Arbeit, Universität Wien.

7.2. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Klassifikation von Webkarten nach KRAAK.....	9
Abbildung 2: In dieser Arbeit verwendete Klassifikation von Webkarten	10
Abbildung 3: Gescannte historische Karte	12
Abbildung 4: Animierter Globus	20
Abbildung 5: Auszug einer Animation einer Wetterkarte vom 02.11.2001.....	20
Abbildung 6: Automatische Erstellung einer Karte durch Regeln und Vorschriften.	24
Abbildung 7: Ablauf einer Anfrage an eine automatisiert erstellte Karte	26
Abbildung 8: USGS GTOPO30 Clickable Map	35
Abbildung 9: Schema der Funktionsweise eines Mapservers	38
Abbildung 10: Beispiel eines Routenplaners	41
Abbildung 11: Startseite des AtOS.....	51
Abbildung 12: Auswahlseite der Karten des AtOS.....	51
Abbildung 13: Kartenfenster des AtOS	52
Abbildung 14: Kommunikation zwischen Client und Server	58
Abbildung 15: Funktionsweise von PHP.....	59
Abbildung 16: Diagramm der AtOS Datenbank.....	65
Abbildung 17: Version 1 des AtOS.....	67
Abbildung 18: Version 2 des AtOS.....	67
Abbildung 19: Version 3 des AtOS.....	68
Abbildung 20: Version 4 des AtOS.....	68
Abbildung 21: Aufteilung der Frames durch die Datei "start.phtml"	70
Abbildung 22: Ablaufschema.....	72
Abbildung 23: Grobstruktur des Kartenframes	74
Abbildung 24: Verschiebung des Mittelpunktes durch Pan in Richtung NW	84
Abbildung 25: Startseite des Suchfensters.....	89
Abbildung 26: Suchfenster mit eingeblendetem Suchmenü.....	90
Abbildung 27: Eine Auswahl der über 2200 verschiedenen Kreissignaturen	95

7.3. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Vergleich der häufigsten Rasterbildformate	15
Tabelle 2: Vergleich der möglichen Anwendungsgebiete der am häufigsten in der Web-Kartographie verwendeten Dateiformate.....	31
Tabelle 3: Vergleich der Produkte einiger ausgewählter Online GIS Anbieter.....	44
Tabelle 4: Vergleich der Dienste der Web GIS Anwendungen.....	45
Tabelle 5: Überblick der gelieferten Funktionen eines Web GIS.....	45
Tabelle 6: Überblick über die implementierten Funktionen des AtOS	55
Tabelle 7: Auszug aus der MySQL Tabelle Attraktionen.....	93

7.4. Links

(Alle Links am (17.10.2001) überprüft)

DM Solutions Free PHP Mapsript:	< http://www.dmsolutions.ca >
ETH Zürich:	< http://www.karto.ethz.ch >
Free Mapserver of the University of Minnesota:	< http://mapserver.gis.umn.edu >
FreeType:	< http://www.freetype.org >
GD:	< http://www.boutell.com/gd/ >
Geoplace Geographic Information Systems:	< http://www.geoplace.com/gr/webmapping >
GTOPO30 Modell des USGS:	< http://edcdaac.usgs.gov/gtopo30/gtopo30.html >
HTML:	< http://www.html.com >
Institut für Geographie und Regionalforschung der Universität Wien:	< http://www.gis.univie.ac.at/karto >
KAPRO Programm der ETH Zürich:	< http://www.karto.ethz.ch/cgi-bin/projection.pl >
libTIFF:	< http://www.libtiff.org >
Linux:	< http://www.linux.org >
MySQL Database:	< http://www.mysql.com >
Österreichisches Ost- und Südosteuropa Institut:	< http://www.osi.ac.at >
Perry-Castañeda Library Map Collection:	< http://www.lib.utexas.edu/Libs/PCL/Map_collection >
PHP:	< http://www.php.net >
PostGreSQL:	< http://www.postgresql.org >
Programmiersprache JAVA:	< http://www.java.com >
Programmiersprache JavaScript:	< http://www.javascript.de >
Programmiersprache Perl:	< http://www.perl.com >
Programmiersprache PHP:	< http://www.php.net >
Proj.4:	< http://remotesensing.org/proj/ >
Shapelib:	< http://gdal.velocet.ca/projects/shapelib/ >
TerraSIP Projekt:	< http://terrasip.gis.umn.edu >
The Apache Software Foundation:	< http://www.apache.org >
Unicode Consortium	< http://www.unicode.org >
Unisys:	< http://www.unisys.com >
United States Geological Survey:	< http://www.usgs.gov >
W3C Consortium:	< http://www.w3c.org >

7.5. **Glossar**

AOS:	<u>A</u> tlas von <u>O</u> st- und <u>S</u> üdosteuropa
ATOS:	Projektitel der Internetversion des <u>A</u> tlas von <u>O</u> st- und <u>S</u> üdosteuropa
CGI:	<u>C</u> ommon <u>G</u> ateway <u>I</u> nterface
DEM:	<u>D</u> igital <u>E</u> levation <u>M</u> odel
ESRI:	<u>E</u> nvironmental <u>S</u> ystems <u>R</u> esearch <u>I</u> nstitut
FTP:	<u>F</u> ile <u>T</u> ransfer <u>P</u> rotocol
GIF:	<u>G</u> raphical <u>I</u> nterchange <u>F</u> ormat
GIS:	<u>G</u> eographisches <u>I</u> nformationssystem
HTML:	<u>H</u> ypertext <u>M</u> arkup <u>L</u> anguage
HTTP:	<u>H</u> yper <u>T</u> ext <u>T</u> ransfer <u>P</u> rotocol
JPG:	<u>J</u> oint <u>P</u> hotographic Experts <u>G</u> roup
KAPRO:	<u>K</u> arten <u>P</u> rojktions-Programm
OSI:	<u>O</u> st- und <u>S</u> üdosteuropa <u>I</u> nstitut
PDF:	<u>P</u> ortable <u>D</u> ocument <u>F</u> ormat
PHP:	<u>P</u> HP <u>H</u> ypertext <u>P</u> reprocessor
PNG:	<u>P</u> ortable <u>N</u> etwork <u>G</u> raphics
SVG:	<u>S</u> caleable <u>V</u> ector <u>G</u> raphics
TIFF:	<u>T</u> agged <u>I</u> mage <u>F</u> ile <u>F</u> ormat
UMN:	<u>U</u> niversity of <u>M</u> innesota
UMN:	<u>U</u> niversity of <u>M</u> innesota
USGS:	<u>U</u> nited <u>S</u> tates <u>G</u> lobal <u>S</u> urvey
VRML:	<u>V</u> irtual <u>R</u> eality <u>M</u> odeling <u>L</u> anguage
W3C:	<u>W</u> orld <u>W</u> ide <u>W</u> eb <u>C</u> onsortium
WWW:	<u>W</u> orld <u>W</u> ide <u>W</u> eb