

Dynamische Online-Visualisierung thematischer Karten im Internet

Diplomarbeit

von

Torsten Ullrich

unter der Leitung von

Prof. Dr.-Ing. Günter Hell

www.FlashMapped.com

Fachhochschule Karlsruhe - Hochschule für Technik
Fachbereich Geoinformationswesen
Studiengang Kartographie und Geomatik
Studienschwerpunkt Geoinformatik

November 2003



ERKLÄRUNG

Hiermit versichere ich, dass ich diese Diplomarbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe.



DANKSAGUNG

An dieser Stelle möchte ich mich bei all denen bedanken, die mir bei der Diplomarbeit durch ihre Ratschläge und Geduld, die sie während dieser Zeit für mich aufbrachten, geholfen haben.

Ein ganz besonderer Dank gilt meinem Vater, der mich bis zum heutigen Tag stets unterstützt hat und mir mit seinem Rat und seiner Hilfe zu jeder Zeit zur Seite stand.



INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	I
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	IV
TABELLENVERZEICHNIS	VI
1 EINLEITUNG	1
1.1 Problemstellung	1
1.2 Zielsetzung	2
1.2.1 Geometrische Grundlagen thematischer Karten	3
1.2.2 Darstellungsmethoden thematischer Karten	3
1.2.3 Darstellungsqualität thematischer Karten	3
1.2.4 Datenmenge einer Online-Karte	3
1.2.5 Kommerzieller Nutzen	4
1.2.6 RGB-Farbmischer	4
1.3 Aufbau der Arbeit	4
2 THEMATISCHE KARTEN IM INTERNET	6
2.1 Rasterdatenformate	6
2.1.1 GIF	7
2.1.2 (JPEG) JFIF	8
2.1.3 PNG	9
2.1.4 Vor- und Nachteile von Rasterdatenformaten	10
2.2 Vektordatenformate	11
2.2.1 ShockWave FLASH	11
2.2.2 SVG	12
2.2.3 PDF	14
2.2.4 Vor- und Nachteile von Vektordatenformaten	15
2.3 Web-GIS	15
2.3.1 Vor- und Nachteile von Web-GIS	16
3 THEORETISCHER AUFBAU DER WEB-APPLIKATION	18
3.1 Plattform- und Browserunabhängigkeit	18
3.1.1 Plattformen (Betriebssysteme)	18
3.1.2 Browser	19
3.1.3 FlashDetection	19
3.2 Modularität	20
3.2.1 Erweiterbarkeit	22
3.2.2 Einfache Realisierung von Änderungen	22
3.3 Datenstruktur	22
3.3.1 Web-Applikation	23
3.3.2 Geometriedaten	24
3.3.3 Statistische Daten	25
3.3.4 Darstellungsoptionen	26
3.4 Sicherheit der Web-Applikation	27
3.4.1 Passwortschutz	27
3.4.2 PHP	27



3.4.3	Zugriffsrechte	28
3.4.4	Datenverschleierung	28
3.4.5	ActionScript Obfuscator	29
3.4.6	BackUp-Dateien	31
3.5	Usability	32
3.5.1	Design	32
3.5.2	GUI - Graphische Benutzeroberfläche	33
3.6	Statistische Klassenbildungsmethoden	35
3.6.1	Gleiche Intervalle	36
3.6.2	Quantile	36
3.6.3	Durchschnitt - Standardabweichung	37
3.6.4	Grösste Brüche	39
3.6.5	Vor- und Nachteile Dieser Klassenbildungsmethoden	40
3.6.6	Anwendungsbereich der Klassenbildungsmethoden	41
3.7	Darstellungsmethoden	42
3.7.1	Dichtemosaik	43
3.7.2	Streifenkartogramm	44
3.7.3	Kreis(sektoren)diagramm	45
3.8	Farbmischer	45
3.8.1	RGB-Farbmischer verschiedener Zeichenprogramme	46
3.8.2	Didaktischer Nutzen des RGB-Farbmischers	47
4	PRAKTISCHE AUSFÜHRUNG	49
4.1	PHP	49
4.1.1	Datei-Upload	49
4.1.2	Geometrie-Schnittstelle	50
4.1.2.1	Das PostScript-Dateiformat	51
4.1.2.2	Die Aufbereitung der Geometriedaten	52
4.1.3	Datenspeicherung	52
4.1.4	Administration	53
4.2	ActionScript	54
4.2.1	Transformation kubischer Bézierkurven zu Polygonzügen	54
4.2.2	Vergabe von IDs und Objektnamen	58
4.2.3	Ausblendung von Objekten	59
4.2.4	Verknüpfung von Objekten	59
4.2.5	Positionierung von Signaturen	60
4.2.6	Datenimport	61
4.2.7	Darstellungsoptionen	63
4.2.7.1	Dichtemosaik	63
4.2.7.2	Streifenkartogramm	64
4.2.7.3	Kreis(sektoren)diagramm	65
4.2.8	Optimierung von Klassengrenzen	66
4.2.9	Dynamische Legendenerzeugung	67
4.2.10	Tooltips	67
4.2.11	Anzeige von Objektinformationen	68
4.2.12	Farbmischer	68
4.3	HTML und JavaScript	69
4.3.1	Karten-Viewer	71
4.3.2	Hilfe-System	72
4.4	Probleme	73
4.4.1	Zeilenenden auf verschiedenen Plattformen	73
4.4.2	Uneinheitlichkeit des PostScript-Formates	74



4.4.3 Fehler des Flash-PlugIns	76
4.4.4 JavaScript	77
4.4.5 Wünschenswerte Änderungen in zukünftigen Macromedia Flash-Versionen.....	77
5 ABSCHLIESENDE BETRACHTUNG	79
6 AUSBLICK	80
6.1 Wünschenswerte Erweiterungen	80
6.2 Kommerzieller Nutzen	81
7 VERWENDETE ARBEITSMITTEL	82
7.1 Hardware	82
7.2 Software	82
8 LITERATURVERZEICHNIS.....	84
9 VERZEICHNIS DER INTERNETQUELLEN.....	86



ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1:	Legende des Ablaufdiagrammes in Abbildung 2 (Quelle: Eigene Darstellung)	20
Abbildung 2:	Konzeptionelles Ablaufdiagramm des Prototyps der Web-Applikation (Quelle: Eigene Darstellung).....	21
Abbildung 3:	Verzeichnisstruktur des Hauptverzeichnisses (Quelle: Ausschnitt eines Screenshots der Software WS FTP Pro Explorer)	22
Abbildung 4:	Verzeichnisstruktur eines Geometriezeichnisses (Quelle: Ausschnitt eines Screenshots der Software WS FTP Pro Explorer)	24
Abbildung 5:	Verzeichnisstruktur eines Geometriezeichnisses mit statistischen Daten (Quelle: Ausschnitt eines Screenshots der Software WS FTP Pro Explorer)	26
Abbildung 6:	Verzeichnisstruktur eines Kartenzeichnisses (Quelle: Ausschnitt eines Screenshots der Software WS FTP Pro Explorer)	26
Abbildung 7:	Zugriffsrechte einer Datei des Web-Servers (Quelle: Ausschnitt eines Screenshots der Software WS FTP Pro)	28
Abbildung 8:	Die graphische Oberfläche der Web-Applikation (Quelle: Ausschnitt eines Screenshots der Web-Applikation)	34
Abbildung 9:	Werteverteilung und Klassenbildung mit vier unterschiedlichen Methoden (Quelle: Eigene Darstellung orientiert an SLOCUM 1999, S. 65).....	40
Abbildung 10:	Dichtemosaik (Quelle: Eigene Darstellung)	44
Abbildung 11:	Streifenkartogramm (Quelle: Eigene Darstellung).....	44
Abbildung 12:	Kreisdiagramm mit quantitativer Aussage (Quelle: Eigene Darstellung).....	45
Abbildung 13:	RGB-Farbmischer aus den Programmen Adobe Illustrator 10.0 (1), Corel Draw 11.0 (2), Macromedia FreeHand 10.0 (3) und Macromedia Flash MX (4) (Quelle: Screenshots aus verschiedenen Zeichenprogrammen)	46
Abbildung 14:	Palettenfenster zur Farbwahl (Quelle: Ausschnitt eines Screenshots der Web-Applikation).....	48
Abbildung 15:	Unterschiede im Aufbau von Bézierkurven (Quelle: Eigene Darstellung).....	54
Abbildung 16:	Darstellung der Transformationsergebnisse (Quelle: Eigene Darstellung)	55
Abbildung 17:	Palettenfenster zur Vergabe von IDs und Namen (Quelle: Ausschnitt eines Screenshots der Web-Applikation)	58
Abbildung 18:	Palettenfenster zur Ausblendung von Objekten (Quelle: Ausschnitt eines Screenshots der Web-Applikation)	59
Abbildung 19:	Palettenfenster zur Verknüpfung von Objekten (Quelle: Ausschnitt eines Screenshots der Web-Applikation)	60



Abbildung 20:	Mittelpunkte unterschiedlich geformter Objekte (Quelle: Eigene Darstellung)	60
Abbildung 21:	Veränderung der Position von Objektmittelpunkten (Quelle: Ausschnitt eines Screenshots der Web-Applikation)	61
Abbildung 22:	Palettenfenster des Datenimports zur Kontrolle des importierten Beispieldatensatzes (Quelle: Ausschnitt eines Screenshots der Web-Applikation)	62
Abbildung 23:	Palettenfenster zur Festlegung von Farben- und Klassenanzahl, sowie Farbtönen eines Dichtemosaiques (Quelle: Ausschnitt eines Screenshots der Web-Applikation) ...	64
Abbildung 24:	Palettenfenster der statistischen Klassenbildungsmethoden eines Dichtemosaiques (Quelle: Ausschnitt eines Screenshots der Web-Applikation)	64
Abbildung 25:	Palettenfenster der Darstellungsoptionen eines Streifenkartogrammes (Quelle: Ausschnitt eines Screenshots der Web-Applikation)	65
Abbildung 26:	Palettenfenster der Darstellungsoptionen eines Kreis(sektoren)diagrammes (Quelle: Ausschnitt eines Screenshots der Web-Applikation)	66
Abbildung 27:	Anzeige des Tooltips einer Schaltfläche (Quelle: Ausschnitt eines Screenshots der Web-Applikation)	67
Abbildung 28:	Palettenfenster zur Anzeige von Objektinformationen (Quelle: Ausschnitt eines Screenshots der Web-Applikation)	68
Abbildung 29:	Palettenfenster zur Farbwahl (Quelle: Ausschnitt eines Screenshots der Web-Applikation)	69
Abbildung 30:	Oberfläche des Karten-Viewers (Quelle: Screenshot der Web-Applikation)	71
Abbildung 31:	PopUp-Fenster zur Anzeige des Hilfe-Systems (Quelle: Screenshot des PopUp-Fensters)	72
Abbildung 32:	Darstellungsfehler innerhalb der Darstellung eines Streifenkartogrammes (Quelle: Ausschnitt eines Screenshots der Web-Applikation)	77



TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Eigenschaften von Raster- und Vektordaten (Quelle: Eigene Darstellung orientiert an OLBRICH, QUICK und SCHWEIKART 2002, S. 131)	6
Tabelle 2:	Lexikalische Veränderungen des Quellcodes durch die Software 'Genable ActionScript Obfuscator'. (Quelle: Eigene Darstellung orientiert an http://www.genable.com/aso/preview.html).....	30
Tabelle 3:	Ermittlung der Ober- und Untergrenzen der Klassen bei Verwendung der Klassenbildungsmethode 'Gleiche Intervalle'. (Quelle: Eigene Darstellung)	36
Tabelle 4:	Ermittlung der Ober- und Untergrenzen der Klassen bei Verwendung der Klassenbildungsmethode 'Quantile'. (Quelle: Eigene Darstellung)	37
Tabelle 5:	Ermittlung der Ober- und Untergrenzen der Klassen bei Verwendung der Klassenbildungsmethode 'Durchschnitt - Standardabweichung'. (Quelle: Eigene Darstellung orientiert an SLOCUM 1999, S. 69)	38
Tabelle 6:	Ermittlung der Ober- und Untergrenzen der beiden mittleren der Klassen bei Verwendung der Klassenbildungsmethode 'Durchschnitt - Standardabweichung' und gerader Klassenanzahl. (Quelle: Eigene Darstellung)	38
Tabelle 7:	Ermittlung der größten Abstände zwischen zwei benachbarten Werten innerhalb des Wertebereiches eines Datensatzes bei Verwendung der Klassenbildungsmethode 'Größte Brüche'. (Quelle: Eigene Darstellung)	39
Tabelle 8:	Ermittlung der Grenzwerte bei Verwendung der Klassenbildungsmethode 'Größte Brüche' (Quelle: Eigene Darstellung)	39
Tabelle 9:	Beispieldatensatz mit statistischen Kenngrößen (Quelle: Eigene Darstellung)	40
Tabelle 10:	RGB-Farbwerte der acht Ecken des Farbwürfels (Quelle: Eigene Darstellung).....	47
Tabelle 11:	Beispieldatensatz eines Tabellenkalkulationsprogramms (Quelle: Eigene Darstellung)..	62



1 EINLEITUNG

Die Idee zu dieser Diplomarbeit entstand im Jahre 2001, als thematische Karten im Internet noch fast ausschließlich mit Hilfe von Rasterdatenformaten dargestellt wurden. Diese konnten jedoch nie auch nur geringen Qualitätsansprüchen genügen. Des Weiteren waren kartographische Ansprüche zumeist nicht einmal ansatzweise erkennbar, da scheinbar in den meisten Fällen Personen mit diesen Arbeiten beauftragt wurden, deren Kenntnis-schwerpunkte in anderen Bereichen lagen.

Schon damals war abzusehen, dass sich Macromedia Flash in eine Richtung entwickeln würde, die es ermöglicht, komplexe Anwendungen zu entwickeln und innerhalb eines handelsüblichen Web-Browsers darzustellen. Die Unterschiede zu den Rastergraphiken liegen vor allem in der Qualität der Darstellung, da Macromedia Flash ein Vektor orientiertes Zeichnen ermöglicht, und in der Interaktivität einer solchen Anwendung, die schon seit der dritten Version des PlugIns gewährleistet wird. Aus diesen Gründen wurde der Entschluss gefasst, sich im Rahmen der Diplomarbeit mit dieser Thematik auseinanderzusetzen.

Die Möglichkeiten zur Programmierung einer komplexen Applikationslogik in ActionScript sind in der Version 6 (MX) weiter ausgebaut worden und haben einen objektorientierten Stand erreicht, der ActionScript zu einer vollwertigen Programmiersprache erhebt.

Innerhalb Europas ist der Großteil der universitären Forschung im Bereich der Kartographie auf **Scalable Vector Graphics (SVG)** und **Web-Geographische Informationssysteme (GIS)** ausgelegt. Dies scheint auf schlechten Erfahrungen mit früheren Versuchen und dem mangelnden Wissen über die Weiterentwicklung von ActionScript zu beruhen, denn Macromedia Flash bietet dem Entwickler alles Nötige, um auch anspruchsvolle Applikationen zu verwirklichen.

Unter anderem soll mit dieser Diplomarbeit diesem allgemeinen Trend entgegengewirkt werden, da mit Macromedia Flash auch viele andere Projekte im Bereich der Kartographie umgesetzt werden könnten. Das **ShockWave Flash-Format (SWF)** wird im Rahmen dieser Diplomarbeit der Einfachheit halber als 'Macromedia Flash' bezeichnet, da sich diese Verwendung des Namens seit vielen Jahren eingebürgert hat. Genau genommen ist dies jedoch nur der Name der Entwicklungsumgebung.

1.1 PROBLEMSTELLUNG

Für die Online-Publikation einer thematischen Karte im Internet sollte der Bearbeiter grundsätzlich ein hohes Maß an kartographischem Fachwissen besitzen und es zusätzlich verstehen, dieses Wissen, das sich vor allem auf die Publikation von Printmedien bezieht, auf das Medium Internet zu transformieren. Die Betrachtung der heutigen Online-Publikationen zeigt deutlich, dass die Transformation dieses Wissensgebietes auf das relativ neue Medium Internet in der Kartographie bis jetzt nur unzureichend vollzogen wurde. Zum einen gibt es



kartographisch gelungene Produkte, deren Transformation für Online-Medien jedoch schlecht umgesetzt wurde, zum anderen gibt es gelungene Umsetzungen von Karten für das Internet, denen wiederum die kartographischen Grundlagen fehlen.

1.2 ZIELSETZUNG

Mit dieser Diplomarbeit soll versucht werden, den in der Einführung dieses Kapitels angesprochenen Missständen entgegenzuwirken. Die grundsätzliche Idee besteht dabei darin eine Möglichkeit zu schaffen, die es sowohl einem Laien als auch einem Experten erlaubt, thematische Karten kostengünstig und vor allem ansprechend im Internet zu publizieren. Dies soll unabhängig von dem jeweiligen Betriebssystem geschehen, da der Macintosh-PC insbesondere in der Kartographie eine große Verwendung findet.

Diese Möglichkeit soll in Form einer Web-Applikation geschaffen werden, die in allen heute gängigen Web-Browsern lauffähig ist. Auf Grund der begrenzten Zeit, die zur Anfertigung einer Diplomarbeit zur Verfügung steht, soll lediglich ein lauffähiger Prototyp dieser Applikation realisiert werden, der beispielhaft alle Funktionalitäten beinhaltet. Allerdings liegt der Schwerpunkt dieser Diplomarbeit auf der praktischen Umsetzung des Prototyps.

Um die Funktion des Prototyps innerhalb realer Bedingungen testen zu können, wurde die Internetadresse '<http://www.FlashMapped.com>' beim Web-Hoster und Provider Netbeat (<http://www.netbeat.de>) angemietet, die auch für einen späteren Betrieb der Web-Applikation genutzt werden soll.

Für die Online-Publikation einer Karte innerhalb der Web-Applikation müssen lediglich Geometriedaten in einem Zeichenprogramm (z.B. MacroMedia FreeHand, Adobe Illustrator, Corel Draw, usw.) und dazugehörige statistische Daten in einem Tabellenkalkulationsprogramm (z.B. Microsoft Excel, StarOffice, Lotus, usw.) erstellt werden. Diese beiden Softwaretypen sind bei fast allen PC-Nutzern, die thematische Karten erstellen, anzutreffen und gegebenenfalls auch als Share- oder Freeware erhältlich.

Die Publikation einer Karte soll dann im Wesentlichen aus nur vier Schritten bestehen:

- Upload der Geometriedaten
- Einfügen der statistischen Daten per 'Copy&Paste'
- Verknüpfung der Geometrie mit den statistischen Daten
- Wahl der Visualisierungsmethode

Derartige Anwendungen sind im Internet zurzeit nicht verfügbar, wobei durch die französische Firma eMc3 eine Online-Anwendung mit einem ähnlichen Anspruch betrieben wird.

Allerdings sind die angebotenen Leistungen mit Preisen von bis zu € 20.000,- weder kostengünstig noch kann der Auftraggeber selbstständig Karten erzeugen. Unter <http://www.eMc3.fr> bzw. <http://www.GeoClip.net> kann ein Überblick über die bisher realisierten Projekte gewonnen werden.



1.2.1 GEOMETRISCHE GRUNDLAGEN THEMATISCHER KARTEN

Als Grundlage einer thematischen Karte wird eine vektorisierte Geometrie bestimmter Areale verstanden. Diese Areale stellen zumeist eine administrative Gliederung des darzustellenden Gebietes dar, allerdings sind auch andere Gliederungsarten (z. B. Natur- oder Sprachräume) vorstellbar. Diese Geometriedaten werden im Normalfall durch die Digitalisierung einer Grundkarte in einem Zeichenprogramm gewonnen.

Innerhalb des Prototyps der Web-Applikation muss eine Möglichkeit geschaffen werden, die den Import solcher Daten aus allen gängigen Zeichenprogrammen realisiert.

1.2.2 DARSTELLUNGSMETHODEN THEMATISCHER KARTEN

Für den Prototyp sollen exemplarisch drei Darstellungsmethoden realisiert werden, welche die Visualisierung von qualitativen und quantitativen Daten ermöglichen. Eine flächenhafte sowie eine signaturielle Wiedergabe von statistischen Daten sollen verdeutlichen, dass theoretisch auch andere Darstellungsformen implementierbar sind.

Da die analoge sowie auch die digitale Visualisierung eines Streifenkartogrammes eine der aufwendigsten Darstellungsmethoden der thematischen Kartographie ist, soll diese im Prototyp realisiert werden, um dessen Leistungsfähigkeit unter Beweis zu stellen.

1.2.3 DARSTELLUNGSQUALITÄT THEMATISCHER KARTEN

Durch die Möglichkeit des Vektor basierten Zeichnens in MacroMedia Flash wird die Darstellungsqualität der heutigen Rasterdatenformate spätestens dann übertroffen, wenn eine thematische Karte skaliert werden muss. Dies kann für die Anzeige von extrem kleinen Arealen nötig sein, deren Darstellung in Rasterdatenformaten in gleich bleibender Qualität ausschließlich durch eine Vergrößerung der Pixelanzahl und damit auch der Datenmenge erreicht werden könnte. Eine Vektor basierte Graphik kann jedoch verlustfrei skaliert werden, ohne dabei die Datenmenge zu erhöhen.

1.2.4 DATENMENGE EINER ONLINE-KARTE

Die Datenmenge einer Rastergraphik im Internet schwankt je nach dargestelltem Inhalt, da besonders detailreiche Graphiken weniger komprimiert werden können als Detailarme. Des Weiteren spielt die verwendete Farbtiefe der Graphik eine Rolle, da die Datenspeicherung innerhalb eines größeren Farbraumes in einer größeren Datenmenge resultiert.

Für die Visualisierung einer Karte innerhalb der Web-Applikation wird sich diese Datenmenge aus mehreren Teilen zusammensetzen, da zum einen die zur Darstellung notwendigen Module und zum anderen die jeweiligen Geometriedaten vom Server auf den Client-PC transferiert werden müssen. Alle weiteren graphischen Bestandteile einer thematischen Karte



sollen zur Laufzeit des Client-PCs generiert und müssen somit nicht in Form von Daten vom Server geladen werden. Weiterhin müssen zur Visualisierung einer anderen Thematik ausschließlich die entsprechenden statistischen Daten und die Darstellungsoptionen neu geladen werden und nicht wie bei Rasterdatenformaten die gesamte Graphik.

Der verursachte Datentransfer der Web-Applikation sollte in der Regel weiter unter dem von Rastergraphiken bleiben und somit einen Zeitgewinn gegenüber deren Visualisierung erzielen.

1.2.5 KOMMERZIELLER NUTZEN

Ein weiteres Ziel dieser Diplomarbeit soll in der kommerziellen Nutzbarkeit der Web-Applikation liegen. Zwar soll in erster Linie ein lauffähiger Prototyp realisiert werden, jedoch nicht ohne die Anforderungen, die an ein kommerzielles Projekt gestellt werden, zu beachten. Es müssen Möglichkeiten zur Administration der Web-Applikation und zur Dokumentation der Benutzerzugriffe geschaffen werden. Des Weiteren sollte auch die Sicherheit insbesondere der veröffentlichten Daten gewährleistet werden. Hierzu wird eine Nutzerverwaltung benötigt, welche Geometrie- und statistische Daten vor unbefugtem Zugriff schützt, sowie dem Bearbeiter die Möglichkeit gibt, Karten nur für einen bestimmten Nutzerkreis zu publizieren.

1.2.6 RGB-FARBMISCHER

Zweifelsohne besteht die Notwendigkeit Farben innerhalb der Web-Applikation auswählen zu können. Die heute gängigen Zeichenprogramme bieten größtenteils ungenügende Farbmischer, weshalb die Idee entstand einen **Red-Green-Blue** (RGB) -Farbmischer zu entwickeln. Dieser soll im Gegensatz zu den Farbwahlsystemen der üblichen Zeichenprogramme eine intuitive Farbwahl ermöglichen. Ungeübten Benutzern soll durch den Farbmischer die Verwendung einer additiven Farbmischung näher gebracht werden, ebenso wie das Verständnis für den RGB-Farbraum.

1.3 AUFBAU DER ARBEIT

Die vorliegende Arbeit gliedert sich in sechs Kapitel, um der Aufgabenstellung gerecht zu werden, wobei das erste Kapitel die Einleitung mit der Problemstellung und den daraus resultierenden Zielsetzungen beinhaltet.

Im zweiten Kapitel wird eine Bestandsaufnahme der momentanen Möglichkeiten der Publikation einer thematischen Karte im Internet vorgenommen. Diese enthält eine Beschreibung der verschiedenen Veröffentlichungsformen mit ihren unterschiedlichen Datenformaten und neben einigen Beispielen eine kurze Bewertung der jeweiligen Vor- und



Nachteile.

Das dritte Kapitel umfasst die theoretische Konzeption der Web-Applikation und erläutert bestimmte Verfahren, die für den Aufbau dieser eine entscheidende Rolle spielen. Hierbei werden sowohl die interne Datenstruktur mit den dazugehörigen Sicherheitsfragen als auch die Gestaltung der Applikation in Bezug auf Design- und Usability-Vorschriften erläutert. Des Weiteren folgt eine Beschreibung der zu implementierenden statistischen Klassenbildungsmethoden und der thematischen Darstellungsoptionen.

Das vierte Kapitel beschreibt die durch **PHP: Hypertext Preprocessor** (PHP) und **ActionScript** verwirklichten Inhalte der Internetseiten und des realisierten Prototyps der Web-Applikation. Neben den Anforderungen an diesen werden konkrete Funktionalitäten und Problemlösungen erläutert. Abschließend werden die mithilfe von **Hyper Text Markup Language** (HTML) und **JavaScript** umgesetzten Bereiche der Applikation angesprochen. Ein kurzer Abriss der während der Realisierung aufgetretenen Probleme schließt das Kapitel ab.

Kapitel fünf betrachtet zusammenfassend die im Rahmen der Zielsetzungen realisierten Funktionalitäten, wobei in Kapitel sechs ein kurzer Ausblick in die Zukunft gewagt wird. Dort werden Verbesserungen und Erweiterungen der Web-Applikation vorgestellt, die im Rahmen der Diplomarbeit nicht verwirklicht wurden. Des Weiteren werden die kommerzielle Nutzbarkeit bewertet und zukünftige Anstrengungen zur Publikmachung erläutert.

In Kapitel sieben werden die verwendeten Arbeitsmittel kurz aufgelistet, bevor mit den beiden letzten Kapiteln, welche die Verzeichnisse der Literatur sowie der Internetquellen enthalten, die Arbeit abgeschlossen wird.

Teil der Diplomarbeit ist eine CD-ROM, die alle wesentlichen und auch offline lauffähigen Teile der Web-Applikation beinhaltet. Diese ist mit einigen thematischen Karten versehen, die Präsentationszwecken dienen sollen. Des Weiteren ist die schriftliche Ausarbeitung dieser Diplomarbeit in Form einer PDF-Datei auf der CD-ROM enthalten.



2 THEMATISCHE KARTEN IM INTERNET

Im Internet kann die Darstellung von Inhalten auf verschiedene Arten realisiert werden. Speziell für die Visualisierung thematischer Karten eignen sich jedoch nicht alle dieser Techniken, diese zwingend eine graphische Ausgabe erfordern.

Graphische Informationen lassen sich grundsätzlich in Raster- und Vektorgraphiken unterteilen, deren Eigenschaften in Tabelle 1 aufgeführt werden.

	Rasterdaten	Vektordaten
Grundelemente	Pixel	Geometrische Elemente
Objektbezug	eingeschränkt	einfach
Datengewinnung	vorwiegend automatisiert, z. B. Fernerkundung, scannen	Digitalisierung, manuell oder automatisiert
Speicherbedarf	hoch	niedrig
Genauigkeit	Grenze durch Auflösung	beliebig

Tabelle 1: Eigenschaften von Raster- und Vektordaten (Quelle: Eigene Darstellung orientiert an OLBRICH, QUICK und SCHWEIKART 2002, S. 131)

Für eine Vektor basierte Darstellung ist grundsätzlich die Installation eines Zusatzmoduls, eines so genannten PlugIns, auf dem Client-PC notwendig, da alle gängigen Browser ausschließlich die Anzeige einiger weniger Rasterdatenformate unterstützen. Die Verwendung bestimmter Vektordatenformate sollte jedoch von vornherein ausgeschlossen werden, da die zu ihrer Betrachtung notwendigen PlugIns kaum verbreitet sind. Solche Datenformate finden in den folgenden Ausführungen keine Beachtung, da die Unterstützung seitens der Anbieter dieser PlugIns in vielen Fällen bereits wieder eingestellt wurde, bzw. eine Weiterentwicklung nicht geplant ist.

Beispielhaft ist hier das Macromedia FreeHand-PlugIn zu nennen, das eine direkte Anzeige von FreeHand-Dateien in einem Browser ermöglicht und dessen Weiterentwicklung 1999 von Macromedia aufgrund der zunehmenden Verbreitung des Flash-PlugIns eingestellt wurde. Heute existieren weiterhin einige teils namhafte Projekte, wie z. B. 'The Online Atlas of Taiwan' (vgl. <http://sites.inka.de/~W2215/>), deren Betrachtung nur mithilfe dieses PlugIns möglich ist, jedoch wird dieses Zusatzmodul nicht einmal mehr von Macromedia angeboten.

2.1 RASTERDATENFORMATE

Bei Rasterdatenformaten handelt es sich um „Bilder, die aus einer Anhäufung von Punkten bestehen. Jeder Punkt hat eine eigene Positions-Zuweisung in einem Koordinatensystem“ (KOMMER UND MERSIN 2002, S. 262) und wird im Allgemeinen als Pixel bezeichnet. „Pixel ist



die Abkürzung für 'Picture Elements' " (KOMMER UND MERSIN 2002, S. 263) und beschreibt einen rechteckigen Bildpunkt mit einer Farbinformation. Mehrere, in einer Matrix angeordnete Pixel ergeben eine Rastergraphik.

2.1.1 GIF

Das Rasterdatenformat **Graphics Interchange Format** (GIF) wurde erstmals 1987 von 'CompuServe Incorporated' in der Version GIF87a entwickelt. Dieses Datenformat zeichnet sich dadurch aus, dass mehrere Graphiken mit jeweils bis zu 256 indizierten Farben mithilfe der verlustfreien LZW-Komprimierung (nach deren Entwicklern **Lempel-Ziv** und **Welch**) gespeichert werden können, wobei jede Farbe in einer Farbtiefe von 24 Bit vereinbart wird. Als zusätzliche Option kann zwischen einer sequenziellen oder einer verschachtelten (englisch: interlaced) Darstellung gewählt werden. Der Bildaufbau eines 'interlaced GIF' geschieht in vier Durchgängen, wodurch dieser schon nach der Übertragung eines Viertels der Bilddaten beginnt. (vgl. <http://www.w3.org/Graphics/GIF/spec-gif87.txt>)

Die heute gebräuchliche Version GIF89a ist abwärtskompatibel und wurde um zwei wesentliche Optionen erweitert. Zum einen ist es möglich eine der indizierten Farben als Transparenzfarbe zu kennzeichnen und zum anderen eine Animation der eingebetteten Einzelbilder zu erzielen. Hierbei kann der Erzeuger der Datei einstellen, in welchen Abständen die jeweiligen Bilder dargestellt werden sollen. (vgl. http://mitglied.lycos.de/dueblin/grafik/grafik_f.htm) Einige Beispiele für die Darstellung thematischer Karten im Internet durch GIF-Dateien werden im Folgenden aufgeführt.

- Atlas der Tschechischen Republik

(http://www.econ.muni.cz/~maryas/ISKRES/iskres_c.htm)

Ein Projekt der Fakultät für Wirtschaftslehre und Verwaltung der Masaryk Universität Brunn, das ausschließlich demographische Daten in Form von Choroplethenkarten durch statische GIF-Dateien visualisiert. Eine Ausnahme bildet ein animiertes GIF, das die Arbeitslosenquoten aller Quartale der Jahre 1997-1999 darstellt. Der Großteil der Karten ist tschechisch beschriftet, allerdings wird eine kleine Auswahl von englisch Karten innerhalb eines gleichsprachigen Auswahlmenüs angeboten. Die Oberfläche des Projektes und die dargestellten GIF-Dateien sind von minderer Qualität und wirken dilettantisch.

- Atlas von Quebec

(<http://www.atlasduquebec.qc.ca/>)

Ein Projekt unter der Leitung verschiedener kanadischer Universitäten. Federführend scheint die Universität Montreal zu sein, da sie ca. zwei Drittel aller Verantwortlichen stellt. Innerhalb einer durch **Activ Server Pages** (ASP) generierten Web-Oberfläche werden mithilfe von JavaScript mehrere hundert Karten in Form von GIF-Dateien dargestellt. Diese nutzen verschiedene Darstellungsmethoden, wirken graphisch sehr ansprechend und wurden unter größerem Aufwand erstellt, was ebenfalls auf Oberfläche und Navigation zutrifft. Das gesamte Projekt wird ausschließlich in französischer Sprache präsentiert.



- Berlin und Brandenburg in Karten

(<http://www.geog.fu-berlin.de/bb/>)

Auf den Seiten des Institutes für geographische Wissenschaften des Servers der freien Universität Berlin werden ca. 40 von Studenten erstellte thematische Karten angeboten. Alle Karten basieren auf statischen GIF-Dateien, die teilweise innerhalb eines Java-Applets dargestellt werden. Diese Java-Applets generieren über der Karte mehrere sensitive Bereiche (englisch: *imagemaps*), die, sobald sich der Mauszeiger über ihnen befindet (englisch: *rollover*), Zusatzinformationen darstellen und nach erfolgtem Mausklick mit dem Laden einer neuen Seite bzw. eines neuen Frameinhaltes beginnen. Des Weiteren existieren zwei animierte GIF-Dateien, welche jeweils die Transformation einer thematischen Karte in eine Anamorphose darstellen.

Zur Visualisierung werden viele verschiedene Darstellungsmethoden genutzt, wobei die Qualität der einzelnen Karten sehr unterschiedlich ausfällt.

- Online-Version des schwedischen Nationalatlas

(<http://www.sna.se/webbatlas/>)

Ein Projekt des Herausgebers des schwedischen Nationalatlas, das alle Karten der 19 Bände der gedruckten Ausgabe in Form von statischen GIF-Dateien visualisiert. Unterschiedlichste Darstellungsmethoden in mehr als 1000 Karten innerhalb einer durchdachten Oberfläche bieten einen guten Überblick über den Nationalatlas.

Der Großteil dieser Karten entspricht gehobenen Qualitätsansprüchen. Die wenigen Ausnahmen sind aufgrund ihrer jeweiligen Darstellungsmethode in der vordefinierten Pixelgröße nur schwer ansprechend umsetzbar.

Seit einigen Jahren wird die gedruckte Ausgabe des Nationalatlas in englischer Übersetzung publiziert. Für den Webatlas wird seit Anfang des Jahres 2003 bereits der sechste Band in englischer Sprache angeboten.

Der vollständige Webatlas wird zurzeit noch ausschließlich in Schwedisch präsentiert.

Eine weitere Möglichkeit ist die dynamische Erzeugung von GIF-Dateien durch eine Web-Applikation direkt auf einem Web-Server. Dieses so genannte 'GIF-Parsing' wird zurzeit vor allem zur Generierung von kleinen Diagrammen und Text innerhalb einer Graphik genutzt, eine dynamische Kartenerzeugung wäre jedoch theoretisch denkbar.

2.1.2 (JPEG) JFIF

Das Rasterdatenformat **J**PEG **F**ile **I**nterchange **F**ormat (JFIF) erhält seine gängige Bezeichnung **J**oint **P**hotographic **E**xperts **G**roup (JPEG) vom gleichnamigen Kompressionsverfahren und wurde 1990 von 'C-Cube Microsystems' und 'I**n**dependent **J**PEG **G**roup' (IJG) entwickelt.

Dieses Datenformat kann Graphiken mit einer Farbtiefe von 24 Bit (ca. 16,8 Millionen Farben) beinhalten und diese verlustbehaftet komprimieren. Der Grad der Kompression wird vom Erzeuger einer Graphik festgelegt.



Schon die erste Version des JFIF-Datenformates ermöglichte eine progressive Speicherung der Daten, jedoch wurde diese Möglichkeit erst 1996 von den Entwicklern von Web-Browsern entsprechend genutzt. Durch dieses Verfahren kann der Bildinhalt, ähnlich dem Bildaufbau des 'interlaced GIF', mit einer schrittweisen Qualitätsverbesserung angezeigt werden, obwohl die entsprechende Datei nur teilweise geladen wurde. (vgl. <http://www.lrz-muenchen.de/services/software/grafik/grafikformate/>; <http://www.w3.org/Graphics/JPEG/>)
Zwei Beispiele für JFIF-Dateien, die thematische Karten im Internet visualisieren, werden im Folgenden aufgeführt.

- Atlas der Niederlande

(<http://avn.geog.uu.nl/>)

Ein Projekt der Universität Utrecht, das große Teile der 20 Bände der gedruckten Ausgabe des 'Atlas der Niederlande' im Internet visualisiert. Ca. 150 dieser Karten werden in Form von JFIF-Dateien dargestellt, bei denen es sich um schlecht gescannte und nur unzureichend bearbeitete Versionen der gedruckten Karten handelt.

Des Weiteren werden zusätzliche Choroplethenkarten des 'NRC Handelsblad' angeboten, die scheinbar durch eine Software generiert wurden und somit ein einheitliches Gesamtbild haben. Allerdings ist besonders die Bildqualität der Legenden als schlecht zu bezeichnen. Das gesamte Projekt wird ausschließlich in holländischer Sprache präsentiert.

- Hydrologischer Atlas der Schweiz

(http://hydrant.unibe.ch/hades/inhalt/contents_dt.htm)

Ein Projekt des Fachbereiches Geographie der Universität Bern, das zurzeit jedoch nur Kartenausschnitte der gedruckten Ausgabe in Form von JFIF-Dateien anbietet. Die ursprüngliche Gliederung wurde in die Oberfläche übernommen.

2.1.3 PNG

Das **P**ortable **N**etwork **G**raphics-Datenformat (PNG) wurde entwickelt, als die Entwicklergemeinschaft feststellte, dass die Firma 'Unisys' ein bereits 1985 angemeldetes Patent besaß, das den unter anderem in GIF-Dateien verwendeten LZW-Kompressionsalgorithmus schützt. Dieses Recht wurde 1995 eingefordert und seither müssen alle kommerziellen und nichtkommerziellen Softwareentwickler von Applikationen, die GIF- bzw. LZW-TIFF-Dateien lesen oder schreiben können, erhebliche Lizenzgebühren an 'Unisys' abführen. Selbst Webentwickler, die das 'GIF-Parsing' (vgl. Kapitel "2.1.1 GIF" auf Seite 7) ermöglichen, müssen ähnliche Lizenzgebühren bezahlen. Dieser Eintreibung von Lizenzgebühren sollte mit der Entwicklung eines neuen Datenformates entgegengewirkt werden.

(vgl. <http://www.atlasoft.de/png.shtm>; <http://www.w3.org/Graphics/PNG/>)

Das PNG-Datenformat zeichnet sich dadurch aus, dass es nicht nur für eine Nutzung im Internet konzipiert wurde, sondern ebenfalls, um einen Ersatz für das LZW-TIFF zu schaffen, wobei die Möglichkeiten der zu ersetzenden Graphikformate teilweise sogar übertroffen wurden. Eine PNG-Datei kann verschiedene Arten von Farbräumen aufweisen. Eine Möglichkeit besteht in der von GIF-Dateien bekannten Speicherung indizierter Farben, aber



auch Grauskalen und RGB-Farbräume mit 24 oder 48 Bit Farbtiefe sind möglich. Analog zu GIF-Dateien kann eine Transparenzfarbe vereinbart werden, allerdings besteht darüber hinaus die Möglichkeit bis zu 65536 Stufen einer Alphatransparenz bzw. indizierte Alphatransparenzen zu speichern. Die Einbettung einer Gamma- und Farbkorrektur und ein '2D interlacing', ähnlich der progressiven Speicherung einer JFIF-Datei, sind ebenfalls möglich. Die wichtigste Neuerung des PNG-Datenformates ist die Verwendung von verlustfreien, unpatentierten Kompressionsverfahren. Eine Speicherung mehrerer Einzelgraphiken und die damit verbundene Animation einer Datei wurde nicht implementiert, da für diesen Zweck ein eigenständiges Dateiformat namens **Multiple-image Network Graphics** (MNG) entwickelt wurde. (vgl. <http://www.libpng.org/pub/png/slashpng-1999.html>) Dieses konnte sich jedoch bis heute nicht durchsetzen, da es von führenden Softwareentwicklern nicht unterstützt wird, obwohl seit dem Jahre 2001 alle gängigen Web-Browser dieses Format interpretieren können (vgl. <http://www.libpng.org/pub/mng/mngapps.html>). Beispiele für die Nutzung von PNG-Dateien sind nur schwer im Internet zu finden, da diese oftmals innerhalb von Java-Applikationen oder Web-GIS zur Visualisierung genutzt werden und sich dadurch nicht von GIF-Dateien unterscheiden lassen. Ein Beispiel für die Darstellung thematischer Karten im Internet durch PNG-Dateien ist der digitale Atlas der Steiermark (vgl. Kapitel "2.3 Web-GIS" auf Seite 15).

2.1.4 VOR- UND NACHTEILE VON RASTERDATENFORMATEN

Der einzige, jedoch nicht zu verachtende Vorteil von Rasterdatenformate ist, dass diese in jedem Browser ohne die Installation eines PlugIns angezeigt werden können. Die Datenmenge eines solchen Bildformates hängt sehr stark von den Exporteinstellungen des jeweiligen Bearbeiters ab. Dieser muss ein nicht unerhebliches Fachwissen über den Umgang mit Rasterdatenformaten besitzen, um die Datenmenge zu optimieren. Des Weiteren ist zurzeit ein optimaler Export nur aus den Programmen MacroMedia FireWorks und Adobe ImageReady möglich, die aufgrund ihrer hohen Anschaffungskosten jedoch nicht jedem Bearbeiter zur Verfügung stehen.

Interaktivität ist in Rasterdatenformaten nur sehr bedingt realisierbar, da lediglich HTML-Kommandos durch die Verwendung von Imagemaps ausgeführt werden können. Somit ist im Wesentlichen nur das Laden einer HTML-Seite in den Aktuellen bzw. in einen anderen Frame möglich.

Animationen sind durch die Verwendung von animierten GIF-Dateien zwar grundsätzlich realisierbar, jedoch steigen die Datenmengen und die damit verbundenen Ladezeiten solcher Graphiken derart stark an, dass besonders Benutzern von analogen Modems die Inhalte nur sehr langsam dargestellt werden.

Die Möglichkeiten des 'GIF-Parsing' werden in der thematischen Kartographie zurzeit nicht genutzt, obwohl diese dynamische Erzeugung von GIF-Dateien eine Alternative zu den statisch eingebetteten Graphiken bietet. Es wäre theoretisch sogar möglich eine Interaktion mit dem Anwender zu realisieren, die z. B. die Veränderung der Darstellungsoptionen einer Karte zulässt. Diese könnte im Anschluss mithilfe einer Datenbank generiert werden.

Aufgrund der in Kapitel "2.1.1 GIF" auf Seite 7 angesprochenen Lizenzproblematik sollte jedoch ein solches 'Parsing' besser in Form von PNG-Dateien realisiert werden.



2.2 VEKTORDATENFORMATE

„Vektororientierte Graphiken beruhen auf Informationen über Punkte. Ein Anfangspunkt und ein Endpunkt ergeben bereits eine Linie. Eine Linie kann durch weitere Stützpunkte differenziert werden. Linien, die ein geschlossenes Polygon bilden, definieren eine Fläche. [...]. In einer vektororientierten Datei werden alle diese Informationen quasi als eine Art 'Rechenvorschrift' abgelegt. Ein Bild wird also durch mathematische Verfahren beschrieben.“ (OLBRICH, QUICK UND SCHWEIKART 2002, S. 129).

2.2.1 SHOCKWAVE FLASH

Das Datenformat Flash wurde 1993 von Jonathan Gay und der Firma FutureSplash geschaffen, um ein darauf basierendes Zeichenprogramm zu entwickeln, das die beiden Marktführer Adobe Illustrator und Aldus FreeHand übertreffen sollte. Nach einigen gescheiterten Versuchen wurde 1995 das Datenformat für digitale Animationen optimiert. Im Frühjahr 1996 erschien die Software FutureSplash Animator, welche die Produktion animierter Cartoons realisierte. Schon damals wurde versucht Vektor basierte Graphiken in einem Web-Browser zu visualisieren, jedoch mit sehr geringem Erfolg. Im Dezember wurde FutureSplash von Macromedia aufgekauft und der FutureSplash Animator wurde unter dem Namen Macromedia Flash ein zweites Mal veröffentlicht. (vgl. [http://untoldhistory.weblogs.com/stories/storyReader\\$4](http://untoldhistory.weblogs.com/stories/storyReader$4))

Flash ermöglicht die Erstellung von Animationen und Interaktivität auf Internet-Seiten und in Standalone-Projekten (z.B. Multimedia CD-ROM). Es können Vektorgraphiken generiert oder aus anderen Zeichenprogrammen wie z. B. Macromedia FreeHand und Adobe Illustrator importiert werden. Neben Vektor basierten Daten können auch andere Datenformate, wie z. B. Rasterdaten (TIFF, JPG, GIF, u. a.), Audio- (MP3, AIFF, u. a.) und Videoformate (MPG, AVI, u. a.) eingebettet und aufbereitet werden. Durch die seit der Version 4 in Flash integrierte, objektorientierte Skriptsprache ActionScript, stehen immense Gestaltungs-, Animations- und Programmiermöglichkeiten bezüglich interaktiver, dynamischer und multimedialer Ergebnisse zur Verfügung. Vor allem die Darstellung Vektor basierter Daten und die Implementierung von ActionScript haben dazu geführt, dass der Client-PC abhängig von der Art des Flash-Films einen hohen Rechenaufwand leisten muss. Die Flash-Technologie ist weitgehend akzeptiert und mittlerweile in Form des Flash-Players Systembestandteil von Hard- und Softwarelieferanten wie z. B. Microsoft, Netscape, Apple, AOL.

(vgl. <http://www.flashmapped.com/Skript/einleit.html>)

Das Flash-Format wird binär exportiert und die enthaltenen Elemente (Video, Sound, Graphik) werden mit unterschiedlichen Algorithmen komprimiert. Seit der Version 6 besteht zusätzlich die Möglichkeit die gesamte SWF-Datei und damit auch den ActionScript-Quellcode zu komprimieren, wodurch die Dateigröße von Flash-Filmen nochmals erheblich gesenkt werden kann. Des Weiteren handelt es sich um ein so genanntes streamingfähiges Datenformat, wodurch der Start des Abspielens eines Flash-Films ermöglicht wird, obwohl nur ein kleiner Teil der Datei auf den Client-PC transferiert wurde. (vgl. JACOBSEN UND JACOBSEN 2002, S. 1-3)



Die enorme Verbreitung des PlugIns kann auf die geringe Dateigröße (zwischen 466 und 1126 Kilobyte je nach Betriebssystem und Browser) und vor allem auf die Integration des MacroMedia Flash-PlugIns in die Web-Browser von Microsoft und Netscape seit der jeweils vierten Version zurückgeführt werden. Während der Installation des Web-Browsers muss der Anwender zwar entscheiden, ob er die Installation des PlugIns starten möchte, doch wird hierdurch grundsätzlich der Zugang auch ohne das ansonsten notwendige Herunterladen ermöglicht. Da die Entwicklung ausschließlich in der Hand von MacroMedia liegt, wird eine Einheitlichkeit in der Darstellung von Flash-Filmen gewährleistet, welche die verschiedenen Web-Browser in Bezug auf HTML niemals erreicht haben oder erreichen werden.

Zwei Beispiele für die Darstellung thematischer Karten mithilfe von ShockWave Flash werden im Folgenden aufgelistet.

- GeoClip

(http://www.geoclip.net/an/p24_galerie.htm)

Ein kommerzielles Projekt eines französischen Unternehmens, das einige der bisher durchgeführten Projekte präsentiert (vgl. Kapitel "1 Einleitung" auf Seite 1). Hierbei handelt es sich um einen kompakten Karten-Viewer, der die Visualisierung einiger vordefinierter Themen für eine bestimmte Geometrie ermöglicht. Der Betrachter hat die Möglichkeit jeweils ein Hintergrundthema in Form einer Choroplethendarstellung und ein Vordergrundthema durch Kreisscheibendiagramme auszuwählen und kann bestimmte Veränderungen der Darstellungsoptionen vornehmen. Die Oberfläche ist gut durchdacht und ermöglicht dem Benutzer eine intuitive Bedienung.

- Wahlergebnisse für Schottland und Wales

(http://news.bbc.co.uk/1/shared/spl/hi/uk/03/vote_2003/interactive_map/html/default.stm)

Ein Projekt der **British Broadcast Corporation** (BBC) zur Visualisierung der Wahlergebnisse aller schottischen und walisischen Kommunen vom 1. Mai 2003. Die Darstellung der thematischen Karte ist einfach gehalten, jedoch ist die Interaktion im Bereich der Navigation und Informationsvisualisierung sehr gelungen.

2.2.2 SVG

Seit 1998 entwickelt das **World Wide Web Consortium** (W3C) das offene Datenformat SVG in Zusammenarbeit mit Hard- und Softwarekonzernen (z. B. Adobe, Apple, Hewlett Packard, IBM, MacroMedia, Microsoft, Sun, u. a.) und verschiedenen Forschungsanstalten. SVG ist eine Auszeichnungssprache (englisch: markup language) zur Beschreibung zweidimensionaler Graphiken innerhalb von **eXtensible Markup Language** (XML) und ermöglicht die Realisierung von Interaktivität und dynamischer Visualisierung. Darstellung von Text, Vektoren und Rastergraphiken sind durch SVG ebenso möglich, wie die Veränderung von deren Position, Form, Farbe und Transparenz.

(vgl. http://www.carto.net/papers/svg/index_d.shtml; <http://www.w3c.org/Graphics/SVG/About.html>)

Zurzeit gibt es vor allem Probleme mit der Verbreitung der PlugIns, da diese im Gegensatz zum MacroMedia Flash-PlugIn von vielen verschiedenen Softwareentwicklern angeboten werden. Der Defacto-Standard ist der Adobe SVG Viewer 3.0x, der mit einer Dateigröße von 2,5 Megabyte zu den kleineren Vertretern seiner Art gehört. Diese Dateigröße steht in



direktem Zusammenhang mit der geringen Verbreitung, da z. B. Nutzer eines analogen Modems eine sehr hohe Dauer für das Herunterladen des PlugIns einkalkulieren müssen. Des Weiteren ist die Installation in einem Mozilla basierten Web-Browser für den normalen Anwender kaum realisierbar, da sich das PlugIn lediglich in alten Versionen (Netscape 4.xx und Mozilla 0.xx) installieren lässt. In neueren Web-Browsern müssen manuell mehrere Dateien in die entsprechenden PlugIn-Verzeichnisse kopiert werden. Auch nach dieser manuellen Installation führen Aufrufe von SVG-Dateien sehr häufig zu Programmabstürzen. Dieses Problem besteht schon seit der Veröffentlichung von Netscape 6.0 im November 2000, scheint aber von den Entwicklern bis heute nicht beseitigt worden zu sein. Seit Juli 2003 wird von Adobe ein Alpha-Release des Adobe SVG Viewers 6.0 für Entwickler angeboten, das sich zwar weiterhin nicht automatisch in neue Mozilla basierte Web-Browser installieren lässt, aber nach einer manuellen Installation stabil arbeitet.

Durch die teils enormen Dateigrößen der PlugIns und die schlechte Implementierbarkeit in einigen Web-Browsern wurden in den letzten Jahren viele Anwender von deren Verwendung abgehalten.

Ein weiteres Problem ergibt sich aus dem **American Standard Code For Information Interchange (ASCII)** -Format einer SVG-Datei, durch das ein Datenschutz nicht einmal theoretisch möglich wird. Jede betrachtete SVG-Datei kann vom Client-PC gespeichert und in anderen Applikationen genutzt werden. Somit ist die Veröffentlichung von sensiblen Daten nicht möglich, da diese auch von Anwendern mit wenig Fachwissen ausgelesen werden können.

Die dynamische Generierung von Graphiken wird mithilfe von z. B. PHP und MySQL gewährleistet. Hierbei werden die Daten serverseitig berechnet und in Form von statischen Objekten in die SVG-Datei eingebettet. Innerhalb der Datei können diese in Ebenen (englisch: layers) gruppiert und später per JavaScript ein- und ausgeblendet werden.

Im Bereich der universitären Forschung und Entwicklung spielt SVG eine große Rolle. In Europa ist hier besonders die **Eidgenössische Technische Hochschule (ETH)** Zürich zu nennen, die an der Umsetzung vieler europäischer Projekte im Umfeld der Kartographie beteiligt ist. Im Folgenden werden zwei Beispiele für thematische Karten in Form von SVG-Dateien vorgestellt.

- Tirol-Atlas

(<http://tirolatlas.uibk.ac.at/>)

Ein Projekt des Institutes für Geographie der Universität Innsbruck, das vom Land Tirol und der Autonomen Provinz Bozen-Südtirol getragen wird. Zurzeit existieren ungefähr 50 thematische Karten zu verschiedenen Themengebieten, die mithilfe von Kreis(sektoren)diagrammen und Flächenfüllungen visualisiert werden. Eine entsprechende Legende und weitere Objektinformationen sind ebenso vorhanden wie auch ein Zoom- und Pan-Werkzeug. Insgesamt eine gelungene kartographische Umsetzung des analogen Tirol Atlas.

- Choroplethenkarten von Rheinland-Pfalz

(<http://www.i3mainz.fh-mainz.de/dipl/1584/homepage/rpspez/index.htm>)

Im Rahmen einer Diplomarbeit zur Beurteilung der Einsatzmöglichkeiten von SVG an der Fachhochschule Mainz (Institut für raumbezogene Informations- und Messtechnik) wurden vier thematische Choroplethenkarten in SVG erzeugt und mit



einer Legende dargestellt. Das dargestellt Gebiet gliedert sich in die Kreise von Rheinland-Pfalz. Die zugrunde liegenden Daten werden in Form von Diagrammen visualisiert. Zwar nur ein kleines Projekt, aber sehr benutzerfreundlich gestaltet.

2.2.3 PDF

Das Datenformat **P**ortable **D**ocument **F**ormat (PDF) wurde von Adobe entwickelt, um Texte, Schriftsätze und Bildinformationen in einem einheitlichen Dokument zusammenfassen zu können. Es basiert zu großen Teilen auf dem PostScript-Format, wodurch die Visualisierung von Vektor basierten Daten ermöglicht wird. Da sich PDF-Dateien problemlos zwischen verschiedenen Softwareplattformen austauschen und mithilfe eines PlugIns in einem Web-Browser anzeigen lassen, hat dieses Format eine gewisse Popularität erreicht. Eine Besonderheit stellt der optionale Lese-, Druck- und Kopierschutz dar, durch den der Ersteller des Dokuments die Möglichkeit besitzt die enthaltenen Daten wirkungsvoll zu schützen.

(vgl. <http://de.wikipedia.org/wiki/PDF>)

Dieser Schutz wird seit der Version 1.3 durch eine 128-Bit-Verschlüsselung gewährleistet, die bei der Wahl eines entsprechenden Passwortes (nicht zu kurz und möglichst mit Sonderzeichen) eine Weiterverwendung der enthaltenen Daten beinahe unmöglich macht. Die ältere 40-Bit-Verschlüsselung ist mithilfe von frei verfügbaren Programmen relativ einfach zu umgehen.

PDF-Dateien erlauben Verlinkungen in Form von Hyperlinks, wodurch eine begrenzte Interaktion gegeben ist. Im Internet wird eine Vielzahl von Karten in Form von PDF-Dateien angeboten, da deren Generierung über einen kostenlosen, virtuellen Druckertreiber und die Anzeige über ein ebenfalls kostenloses und weit verbreitetes PlugIn ermöglicht wird. Im Folgenden werden einige Beispiele aufgelistet.

- Greater Vancouver Regional District
(<http://www.gvrd.bc.ca/growth/maps.htm>)
Ein gemeinsames Projekt der 21 Stadtverwaltungen der Region Vancouver (Kanada). Im Rahmen eines Überblickes über die Region werden mehrere thematische Karten in Form von PDF-Dateien angeboten. Die Dateigrößen der Karten betragen nur wenige hundert Kilobyte, sodass eine Anzeige im Internet durchaus zügig geschieht.
- Maps of Australia
(<http://www.ga.gov.au/map/images.html>)
Kartenmaterial von 'Geoscience Australia', der australischen Regierungsbehörde für Geowissenschaften und Geoinformationen, dessen Großteil in Form von PDF-Dateien vorliegt. Aufgrund der Dateigrößen von ca. 2,5 - 8 Megabyte ist eine Darstellung im Web-Browser sehr zeitaufwendig. Diese Dateigrößen rechtfertigen sich jedoch durch das Format der Karten (ca. 1m²) und der damit verbundenen Darstellungsgenauigkeit der Inhalte.
- Vereinte Nationen
(<http://www.un.org/Depts/Cartographic/english/htmain.htm>)
Die kartographische Abteilung der Vereinten Nationen bietet eine Vielzahl



topographischer und thematischer Karten an, die ausnahmslos in Form von PDF-Dateien vorliegen. Aufgrund der unterschiedlichen Regionen und Themen variieren die Dateigrößen sehr stark, liegen in der Regel aber unter einem Megabyte.

2.2.4 VOR- UND NACHTEILE VON VEKTORDATENFORMATEN

Zur Visualisierung jedes Vektorformates innerhalb eines Web-Browsers ist die Installation des entsprechenden PlugIns auf dem Client-PC erforderlich. Dies kann durch die oftmals erhebliche Dateigröße und die daraus resultierende Dauer des Herunterladens zu einer geringen Verbreitung des entsprechenden PlugIns führen. Die zu geringe Verbreitung eines PlugIns und der damit verbundene begrenzte Nutzerkreis stellen einen Nachteil dar, der nicht durch die gewonnenen Vorteile aufgewogen werden kann. Von der Verwendung einer Vektorbasierten Darstellung, die durch ein wenig verbreitetes PlugIn gewährleistet wird, kann somit nur abgeraten werden.

Der größte Vorteil Vektor basierter Daten liegt in ihrer Eigenschaft der qualitätsverlustfreien Skalierbarkeit (vgl. Tabelle 1, S. 6). Diese ermöglicht die Darstellung detailreicher Inhalte trotz der durch die heutigen Anzeigeräte (Monitor, Beamer) vorgegebenen Begrenzungen. Des Weiteren wird durch die Verwendung mathematischer Verfahren (vgl. Kapitel "2.2 Vektordatenformate" auf Seite 11) zur Bildwiedergabe (englisch: rendering) die Dateigröße einer Graphik im Allgemeinen erheblich verringert.

Ein weiterer Vorteil wird durch die Implementierung von Programmiersprachen in SVG und Flash erzielt. Hierdurch werden die dynamische Generierung von Inhalten und das Anlegen einer Applikationslogik zur Realisierung fast unbegrenzter Interaktivität ermöglicht.

Allerdings werden durch das Rendering von Vektordaten und die Einbettung von Funktionen auch gewisse Anforderungen an den Client-PC gestellt, die gerade im Falle großer Applikationen ein Problem für langsamere PCs darstellen können.

2.3 WEB-GIS

Als Web-GIS wird ein Karten gestütztes Online-System mit einer Anbindung an das Internet bezeichnet, das „Zugriff auf eine Sachdatenbank hat und auf dieser Grundlage GIS-Operationen selbstständig durchführen kann. Dazu zählen u. a. themenbezogene Abfragen, Suchfunktionen, Flächen-, Streckenermittlung oder die Konstruktion von Pufferzonen“ (DICKMANN 2001, S. 18-19).

Solche Online-Systeme stellen eine Web-Erweiterung der seit mehreren Jahren weit verbreiteten GIS dar, die nur einzelplatz- bzw. netzwerkfähig waren. Diese werden in erster Linie für die Datenanalyse, jedoch in den letzten Jahren auch zunehmend für die Visualisierung von thematischen Karten genutzt. In der Regel wird durch eine solche Web-Erweiterung lediglich die Oberfläche einer GIS-Software im Web-Browser des Client-PCs simuliert, alle Rechenoperationen jedoch auf dem Server ausgeführt. Die Ausgabe der Karte geschieht somit in Form einer statischen Karte mithilfe von Rasterdaten.



In jüngerer Vergangenheit werden jedoch zunehmend auch Vektordatenformate eingesetzt, um weitere GIS-Funktionalitäten und eine gesteigerte Interaktivität zu realisieren. Diese wiederum setzen die Nutzung eines PlugIns (vgl. Kapitel "2.2.4 Vor- und Nachteile von Vektordatenformaten" auf Seite 15) voraus.

Im Folgenden werden zwei Beispiele für die Verwendung von Web-GIS aufgelistet.

- GIMOLUS

(<http://www.gimolus.de>)

„In Zusammenarbeit der Universitäten in Stuttgart, Oldenburg, Würzburg und Duisburg und unter der Förderung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) wird im GIMOLUS-Projekt (GIMOLUS: **GIS**- und **MO**dellbasierte Lernmodule für **U**mweltorientierte **S**tudiengänge) ein internetbasiertes, modulares Lernangebot erstellt. Dieses hat das Ziel, [...] komplexe Zusammenhänge aus umweltorientierten Studiengängen anschaulich zu vermitteln [...]. Die Lernmodule ergänzen die Präsenzveranstaltungen der Zielstudiengänge“ (SCHILL 2003, S. 1).

Im Rahmen des Projektes werden verschiedene GIS-Funktionalitäten in einem Web-GIS erläutert und können mithilfe von interaktiven Übungen nachvollzogen werden. In naher Zukunft soll ebenso ein GIS gestützter Web-Atlas integriert werden.

- Digitaler Atlas der Steiermark

(<http://www.umwelt.steiermark.at/cms/ziel/25636/DE/>)

Ein Projekt des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung, das verschiedene Umweltdaten in Form von durch ein Web-GIS generierten PNG-Dateien beinhaltet. Der Betrachter der Karten kann jedoch nicht auf die GIS-Funktionalitäten zugreifen, sondern lediglich die darzustellenden Themen auswählen. Die Nutzung ist ausschließlich mit einem Microsoft Internet Explorer der Version 5.0 oder höher möglich.

2.3.1 VOR- UND NACHTEILE VON WEB-GIS

Web-GIS unterliegen in Abhängigkeit von ihrer Anzeigeart grundsätzlich denselben Vor- und Nachteilen wie alle Raster- und Vektordatenformate (vgl. Kapitel 2.1.4 auf Seite 10 und Kapitel 2.2.4 auf Seite 15). Ein Vergleich zu anderen Methoden zur Darstellung thematischer Karten im Internet ist schwierig, da im Falle eines Web-GIS ein vollkommen anderer Ansatz besteht. Die Analysefunktionen stehen eindeutig im Vordergrund, wohingegen die Visualisierung in Form von thematischen Karten eine untergeordnete Rolle spielt. Allerdings wird der Visualisierung von den Softwareentwicklern eine immer größere Beachtung geschenkt, da gerade die Ergebnispräsentation im Internet für den Großteil der Anwender besonders wichtig ist.

Ein großer Nachteil entsteht durch den finanziellen Aufwand, der durch den Betrieb eines Web-GIS entsteht. Hierbei muss ein Map-Server mit einem Web-Server kommunizieren können, dessen Hard- und Software in der Regel beträchtliche Anschaffungskosten verursacht. Des Weiteren müssen Lizenzen für die Online-Nutzung erworben werden, durch



welche die Anzahl der Nutzer, die gleichzeitig auf den Map-Server zugreifen können, festgelegt wird. Es besteht im Gegensatz zur reinen Visualisierung durch Raster- oder Vektordatenformate eine Beschränkung der Zugriffe auf diese Karten.



3 THEORETISCHER AUFBAU DER WEB-APPLIKATION

In diesem Kapitel werden grundlegende Überlegungen zur Umsetzung der Web-Applikation erläutert, die während der Realisierung des Prototyps Anwendung fanden und auch im Falle einer Weiterentwicklung zu beachten sind.

3.1 PLATTFORM- UND BROWSERUNABHÄNGIGKEIT

Plattform- und Browserunabhängigkeit sind zwei Schlagworte, die seit einigen Jahren in der Planungsphase jedes Internetprojektes zur Anwendung kommen. Eigentlich sollten diese zu dem Begriff 'Darstellungseinheitlichkeit' zusammengefasst werden, da dieser das eigentliche Ziel besser umschreibt. In der Realität entspricht dies dem Wunschenken eines jeden Web-Designers, doch durch die Vielzahl an Entwicklern von Web-Browsern und deren unterschiedliche Auffassungen von Standards wird die Verwirklichung von Browserunabhängigkeit nahezu unmöglich. Allerdings sollte zumindest der Versuch unternommen werden ein Höchstmaß an Darstellungsähnlichkeit zu erreichen.

Durch die Verwendung des MacroMedia Flash-PlugIns kann jedoch eine beinahe einheitliche Darstellung auf allen gängigen Browser verwirklicht werden, da die Programmierung in der Hand nur eines Entwicklers (MacroMedia) liegt, dessen Bestreben dies ebenfalls ist.

Die Verwendung eines solchen PlugIns birgt allerdings immer die Gefahr, dass der Benutzer eine zu alte oder gar keine Version installiert hat. Zwar nutzen 98,4 Prozent aller Internetnutzer ein MacroMedia Flash-PlugIn (vgl. <http://www.webhits.de/deutsch/index.shtml?webstats.html>), jedoch bleibt unklar welche Version und welches Release auf dem jeweiligen Client-PC installiert ist. MacroMedia selbst ging im Juni 2003 davon aus, dass 87,2 Prozent aller mit dem Internet vernetzten PCs ein Flash-PlugIn der Version 6 (MX) nutzen (vgl. http://www.macromedia.com/software/player_census/flashplayer/version_penetration.html).

3.1.1 PLATTFORMEN (BETRIEBSSYSTEME)

Neben den am weitesten verbreiteten Betriebssystemen Microsoft Windows (9x, NT, ME, 2000, XP), Macintosh OS (9, X) und Linux x86 werden von MacroMedia auch die Betriebssysteme Pocket PC und Sun Solaris (Sparc, Intel) mit Flash-PlugIns versorgt. Somit erfüllen annähernd 100 Prozent der im Internet genutzten Client-PCs diese Voraussetzung, um eine in MacroMedia Flash generierte Web-Applikation zu betrachten (vgl. <http://www.webhits.de/deutsch/index.shtml?webstats.html>).

Die einzige bekannte, plattformabhängige Abweichung liegt in einem Programmierfehler (englisch: bug) aller Macintosh-PlugIns bis zur Version 6.0.79.0 denn diese ignorieren „Unterschiede in den Bildraten zwischen 19 und 30 Bildern pro Sekunde. Alle Filme werden gleichermaßen mit 19 bps [(Bilder pro Sekunde)] abgespielt“ (BLATZ 2002, S. 77). Um diesem



Bug entgegenzuwirken muss die gesamte Web-Applikation mit einer Abspielgeschwindigkeit von mehr als 30 Bildern pro Sekunden angelegt werden. Um anderen Unstimmigkeiten aus dem Wege zu gehen, wurde die maximal mögliche Abspielgeschwindigkeit von 120 Bildern pro Sekunde gewählt.

Da es sich bei der entwickelten Web-Applikation um eine Rechenintensive handelt, wird die Abspielgeschwindigkeit ohnehin durch die Hardware-Ausstattung der jeweiligen Client-PCs begrenzt.

3.1.2 BROWSER

Der Anteil der im Internet genutzten Browser, die auf dem Microsoft Internet Explorer oder auf Mozilla (Netscape Navigator, Mozilla, Opera) basieren beträgt mindestens 99 Prozent (vgl. <http://www.webhits.de/deutsch/index.shtml?webstats.html>). Die Nutzung eines aktuellen Flash-PlugIns in jedem dieser Browser wird von MacroMedia ermöglicht. Somit sollte sich der Kreis der Nutzer der Web-Applikation nicht wesentlich verkleinern. Eine Betrachtung anderer Browser wird im Weiteren nicht vorgenommen.

Die Einbettung von JavaScript in das HTML-Gerüst der Web-Applikation (vgl. Kapitel "4.3 HTML und JavaScript" auf Seite 69) zur Realisierung so genannter PopUp-Fenster und HTML-Sprungmenüs ist zwingend notwendig. Sollte ein Internetnutzer die Eingangsseiten der Web-Applikation betrachten, der die Unterstützung von JavaScript in seinem Browser deaktiviert hat, so werden bestimmte HTML-Elemente keine Funktion mehr erfüllen. Dies sollte durch eine so genannte JavaDetection frühzeitig erkannt und dem Betrachter mitgeteilt werden, die aber zurzeit nicht in die Seiten der Web-Applikation implementiert ist.

Allerdings ist in 98,3 Prozent aller Browser die Unterstützung von JavaScript aktiviert (vgl. <http://www.webhits.de/deutsch/index.shtml?webstats.html>), somit sollte auch dies nicht zu einer gravierenden Beeinträchtigung des Anwenderkreises führen.

3.1.3 FLASHDETECTION

Für die Entwicklung der Web-Applikation wird auf einige Befehle zurückgegriffen, die erst in Flash-PlugIns der Version 6 interpretiert werden können. Daher muss gewährleistet werden, dass bei jedem Aufruf der Applikation eine so genannte FlashDetection ausgeführt wird. Diese Überprüfung des Flash-PlugIns wird nach dem grundsätzlichen Konzept der Firma 'Powerflasher GmbH' (<http://www.PowerFlasher.de>) ausgeführt und um eine Funktion erweitert (vgl. BLATZ 2002, S. 126-134), welche die Releasenummer des Flash-PlugIns ausliest. Dies ist notwendig, da sich die ersten beiden Releases der sechsten Version (6.0.21.0/6.0.23.0) als instabil erwiesen. Zur Vermeidung eventueller Probleme werden alle Versionen des Flash-PlugIns mit einer Releasenummer kleiner 6.0.79.0 (die endgültige sechste Version) abgewiesen.

Sollte ein Flash-PlugIn von der FlashDetection abgelehnt werden, so werden dem User eine entsprechende Fehlermeldung, die aktuelle Version seines Flash-PlugIns und der Link zur MacroMedia Downloadseite angezeigt. Der Microsoft Internet Explorer startet zusätzlich das



so genannte SoftUpdate, das eine direkte Installation des entsprechenden PlugIns ermöglicht. Für Mozilla basierte Browser muss das PlugIn heruntergeladen und installiert werden.

3.2 MODULARITÄT

Seit der fünften Version von Macromedia Flash wird eine Anpassung der Programmiersprache ActionScript an den **European Computer Manufacturers Association-262-Standard (ECMA)** umgesetzt, der die Sprachkonstrukte von JavaScript und JScript formalisiert (vgl. <http://www.nickles.de/c/g/414.htm>). Diese Annäherung wird in der sechsten Version weiter vorangetrieben, um zum einen Entwicklern in anderen Programmiersprachen einen Umstieg zu vereinfachen und zum anderen ActionScript an den allgemeinen **Object Orientated Programming-Standard (OOP)** anzugleichen. (vgl. KANNENGIESSER 2002, S. 21)

Mit dem Wort Modularität werden zwei vollkommen unterschiedliche Konzepte beschrieben, die im Folgenden kurz erläutert werden.

Im Sinne der OOP wird die Modularität zumeist mit dem Begriff 'Kapselung' umschrieben. „Ein Objekt ist eine gekapselte Datenstruktur, die einerseits Datenkomponenten enthält [...], andererseits aber auch alle zu ihrer Bearbeitung dienenden Funktionen. In der allgemeinen objektorientierten Theorie wird nicht von Funktionen, sondern von Methoden gesprochen [...]“ (REGIONALES RECHENZENTRUM FÜR NIEDERSACHSEN / UNIVERSITÄT HANNOVER [HRSG.] 1998, S. 5). Durch diesen Aufbau ist die Nutzung eines Objektes durch andere Programmteile möglich.

Im Sinne der Planung einer Web-Applikation beschreibt der Begriff Modularität die Aufteilung von Inhalten zur Verringerung der Ladezeiten. Das System stellt ausschließlich die Teile einer Applikation bereit, die zwingend notwendig sind oder explizit vom Nutzer angefordert werden. Macromedia Flash ermöglicht dies durch den Befehl 'loadMovie', der die Einbettung eines Moduls (hier einer Macromedia Flash-Datei) zu jedem Zeitpunkt zulässt. (vgl. KERMAN 2001, S. 46)

Das folgende Ablaufdiagramm soll den Aufbau der Web-Applikation verdeutlichen.

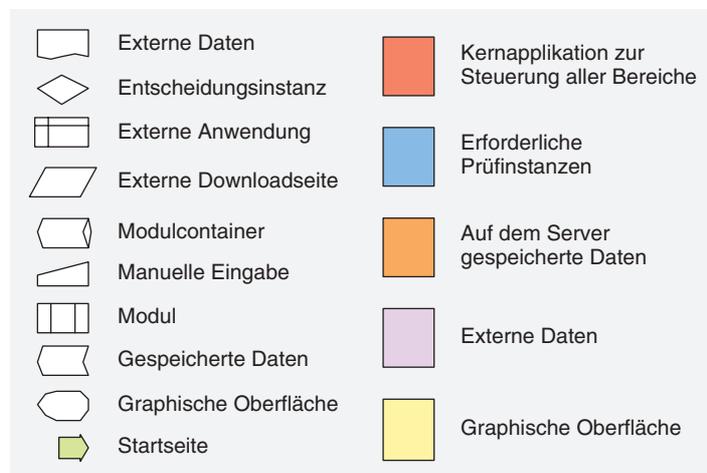


Abbildung 1: Legende des Ablaufdiagrammes in Abbildung 2 (Quelle: Eigene Darstellung)

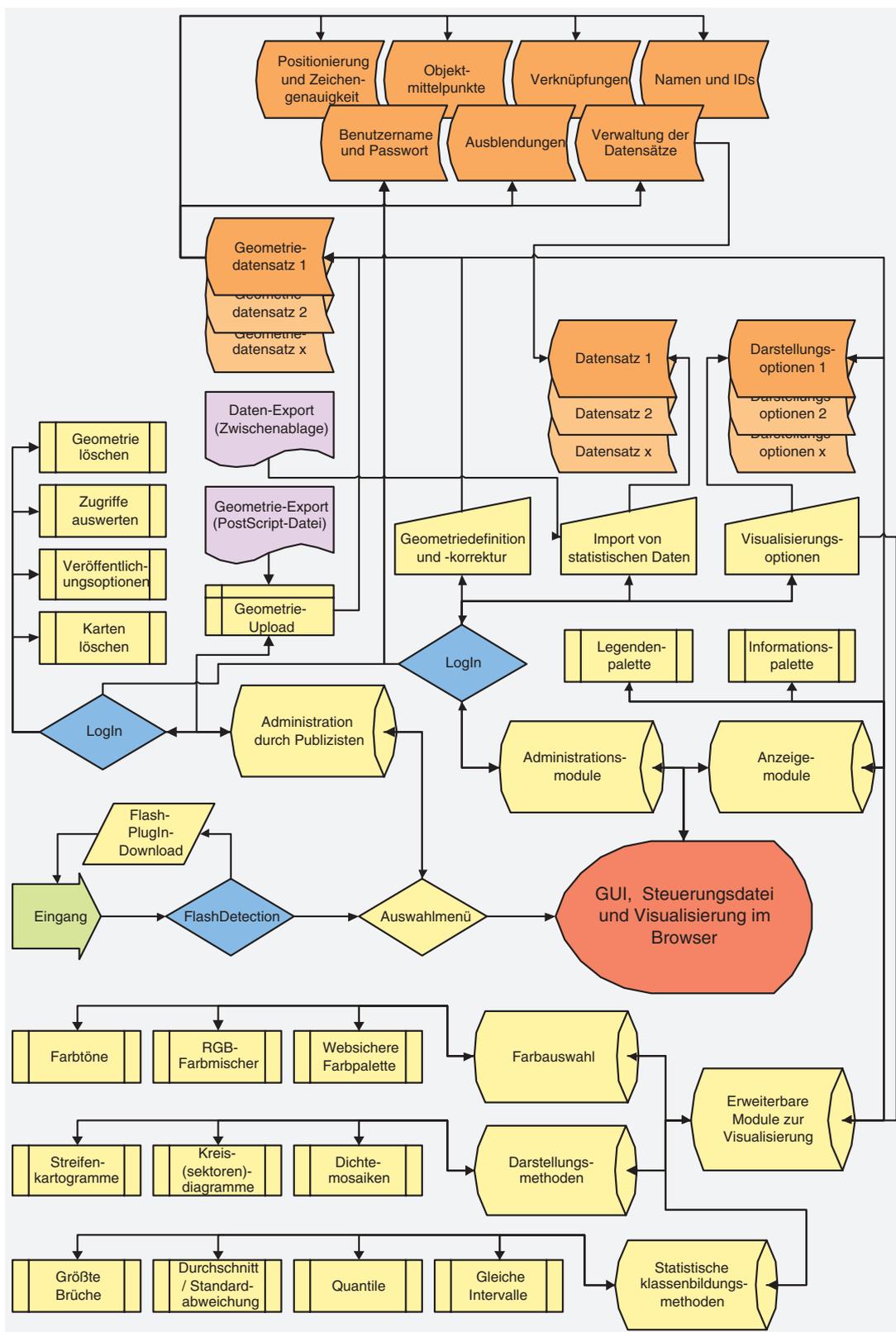


Abbildung 2: Konzeptionelles Ablaufdiagramm des Prototyps der Web-Applikation (Quelle: Eigene Darstellung)



3.2.1 ERWEITERBARKEIT

Durch den modularen Aufbau der Web-Applikation sind Erweiterungen einfach zu realisieren. Es ist möglich, zusätzliche Module zu generieren, die dann dem Projekt zugeführt werden. Besonders bei den Darstellungsmethoden ist dies unerlässlich, da die Weiterentwicklung des Prototyps in diesem Bereich für eine kommerzielle Nutzung notwendig ist.

3.2.2 EINFACHE REALISIERUNG VON ÄNDERUNGEN

Aus dem Konzept der Kapselung von Datenstrukturen ergeben sich Vorteile für die Bearbeitung und Änderung der Programmierung. „Kompetenz und Verantwortlichkeit für die Verarbeitung von Objektdaten sind im Objekt selber konzentriert und nicht mehr über das ganze Programm ‘verschmiert‘“ (REGIONALES RECHENZENTRUM FÜR NIEDERSACHSEN / UNIVERSITÄT HANNOVER [HRSG.] 1998, S. 5).

Besonders innerhalb von MacroMedia Flash realisierte Programmierungen sind schwer organisierbar, da der Quellcode an unterschiedlichen Stellen der Zeitleiste und in verschiedenen Ebenen und Instanzen verschachtelt abgelegt werden muss. Somit ist eine Kapselung erforderlich, um logisch miteinander verknüpfte Funktionen an einem zentralen Ort abzulegen und ein schnelles und komfortables Auffinden auch anderen Bearbeitern zu ermöglichen.

3.3 DATENSTRUKTUR

Um eine einfache Handhabung der entstehenden Daten zu gewährleisten, ist ein Konzept für die Speicherung von Daten unabdingbar, das sich auf beliebig große Datenbestände anwenden lässt. Grundsätzliche Überlegungen zur Datensicherheit (vgl. Kapitel "3.4.4 Datenverschleierung" auf Seite 28) und der Vergabe von Zugriffsrechten innerhalb der Serverstruktur sollten schon in diesem Konzept bedacht werden.

Im Hauptverzeichnis (englisch: root directory) des Web-Servers liegen alle Dateien, die für die Realisierung der FlashDetection, der begleitenden HTML-Seiten und der Web-Applikation notwendig sind. Des Weiteren werden mehrere Unterordner erzeugt, die im Folgenden aufgeführt werden.

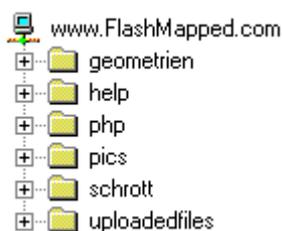


Abbildung 3: Verzeichnisstruktur des Hauptverzeichnisses (Quelle: Ausschnitt eines Screenshots der Software WS FTP Pro Explorer)



- geometrien
Verzeichnis zur Speicherung der Geometrie-, Import- und Visualisierungsdaten.
- help
Verzeichnis zur Speicherung der Hilfe-System-Dateien. (vgl. Kapitel "4.3.2 Hilfe-System" auf Seite 72)
- php
Verzeichnis zur Speicherung der PHP-Dateien, welche die Administration, bzw. die Web-Applikation unterstützen. (vgl. Kapitel "4.1 PHP" auf Seite 49)
- pics
Verzeichnis zur Speicherung von Pixelgraphiken der begleitenden HTML-Dateien.
- schrott
Verzeichnis zur Speicherung von Geometrie-, Import- und Visualisierungsdaten, die durch den jeweiligen Bearbeiter gelöscht wurden.
- uploadedfiles
Verzeichnis zur Speicherung der empfangenen PostScript-Dateien.

3.3.1 WEB-APPLIKATION

Die Web-Applikation gliedert sich in mehrere Module, die in Form von Flash-Dateien im Hauptverzeichnis des Servers abgelegt werden. Durch diese Struktur ist es möglich zwischen einem Anzeige- und einem Bearbeitungsmodus zu unterscheiden, in welchen nur die jeweils notwendigen Module bereitgestellt werden. Diese werden im Folgenden in alphabetischer Reihenfolge aufgeführt.

- anzeigen.swf (im Prototyp ca. 31 Kilobyte)
Modul, das die in Kapitel "4.2.7 Darstellungsoptionen" auf Seite 63 beschriebenen Visualisierungsoptionen einer Karte ermöglicht.
- bezier.swf (im Prototyp ca. 30 Kilobyte)
Kernstück der Applikation, das die Verwaltung aller anderen Module und die Visualisierung der Geometriedaten regelt, sowie die Umsetzung der Darstellungsoptionen und die Erzeugung der Inhalte von Informations- und Legendenpalette realisiert.
- data.swf (im Prototyp ca. 24 Kilobyte)
Modul, das die in Kapitel 4.2.2 auf Seite 58 bis Kapitel 4.2.5 auf Seite 60 beschriebenen Veränderungen der Geometriedaten ermöglicht.
- daten1.swf (200 Byte)
Containermodul zur Einbettung der Geometriedaten.
- daten2.swf (89 Byte)
Containermodul zur Einbettung sonstiger Daten.
- farben.swf (2 Kilobyte)
Containermodul zur Anzeige und Einbettung des Farbmischers.



- farbmischer.swf (im Prototyp ca. 11 Kilobyte)
Modul zur Farbwahl (vgl. Kapitel "4.2.12 Farbmischer" auf Seite 68).
- import.swf (im Prototyp ca. 12 Kilobyte)
Modul, das den in Kapitel "4.2.6 Datenimport" auf Seite 61 beschriebenen Datenimport ermöglicht.
- info.swf (2 Kilobyte)
Modul zur Anzeige der Informationspalette (vgl. Kapitel "4.2.11 Anzeige von Objektinformationen" auf Seite 68).
- legende.swf (2 Kilobyte)
Modul zur Anzeige der Legendenpalette (vgl. Kapitel "4.2.9 Dynamische Legendenerzeugung" auf Seite 67).
- schluss.swf (330 Byte)
Modul für die Kommunikation zwischen Auswahl- und Anzeigeframe (vgl. Kapitel "4.3.1 Karten-Viewer" auf Seite 71).
- zeichnung.swf (183 Byte)
Containermodul zur Anzeige einer dynamischen Zeichnung der Geometrie.

Die Dateien 'data.swf', 'import.swf', 'anzeigen.swf', 'farben.swf', sowie 'farbmischer.swf' sind nur für die Bearbeitung von Karten notwendig. Das Modul zur Anzeige der Legendenpalette 'legende.swf' wird im Bearbeitungsmodus nur im Bedarfsfall geladen. Alle anderen Module werden bei jedem Aufruf geladen, da ohne sie eine Darstellung nicht möglich ist.

3.3.2 GEOMETRIEDATEN

Die Erstellung einer neuen Geometrie löst automatisch die Erzeugung eines Verzeichnisses mit dem benutzerdefinierten Geometrienamen im Verzeichnis 'geometrien' aus. Des Weiteren werden die im Folgenden aufgeführten Dateien und Unterverzeichnisse erstellt.

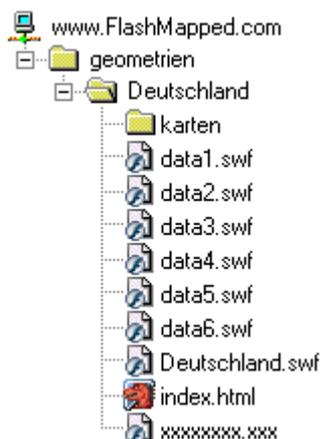


Abbildung 4: Verzeichnisstruktur eines Geometrieverzeichnisses (Quelle: Ausschnitt eines Screenshots der Software WS FTP Pro Explorer)



- karten (Ordner)
Ordner zur Speicherung der Karten. (vgl. Kapitel "3.3.4 Darstellungsoptionen" auf Seite 26)
- data1.swf
Datei zur Speicherung der Positionierung, Skalierung, Rotation und Darstellungsgenauigkeit der Geometriedaten.
- data2.swf
Datei zur Speicherung der ausgeblendeten Objekte. (vgl. Kapitel "4.2.3 Ausblendung von Objekten" auf Seite 59)
- data3.swf
Datei zur Speicherung der verknüpften Objekte. (vgl. Kapitel "4.2.4 Verknüpfung von Objekten" auf Seite 59)
- data4.swf
Datei zur Speicherung der Objektnamen und Objekt-IDs. (vgl. Kapitel "4.2.2 Vergabe von IDs und Objektnamen" auf Seite 58)
- data5.swf
Datei zur Verwaltung der importierten Datensätze. (vgl. Kapitel "4.2.6 Datenimport" auf Seite 61)
- data6.swf
Datei zur Speicherung der Korrekturdaten der Objektmittelpunkte. (vgl. Kapitel "4.2.5 Positionierung von Signaturen" auf Seite 60)
- NamederGeometrie.swf
Datei zur Speicherung der transformierten Geometriedaten mit dem Namen der Geometrie. (vgl. Kapitel "4.1.2 Geometrie-Schnittstelle" auf Seite 50)
- index.html
Datei zur Unterdrückung der Verzeichnisansicht. (vgl. Kapitel "3.4.4 Datenverschleierung" auf Seite 28)
- xxxxxxxx.xxx (Dateiname aus Sicherheitsgründen verändert)
Datei zur Speicherung von Benutzername und Passwort. (vgl. Kapitel "3.4.1 Passwortschutz" auf Seite 27)

3.3.3 STATISTISCHE DATEN

Der Import von statistischen Daten bewirkt die Erzeugung eines Unterverzeichnisses im jeweiligen Geometrieordner aus (vgl. Kapitel "3.3.3 Statistische Daten" auf Seite 25), welches mit einer fortlaufenden Nummerierung einer eindeutigen ID versehen wird, die zusammen mit der benutzerdefinierten Bezeichnung des Datensatzes in der Datei 'data5.swf' (vgl. Kapitel "3.3.2 Geometriedaten" auf Seite 24) gespeichert wird. Die statistischen Daten werden hier in einer Datei namens 'daten.swf' gespeichert. Die Datei 'index.html' zur Unterdrückung der Verzeichnisansicht wird ebenfalls automatisch in diesen Ordner kopiert (vgl. Kapitel "3.4.4 Datenverschleierung" auf Seite 28).

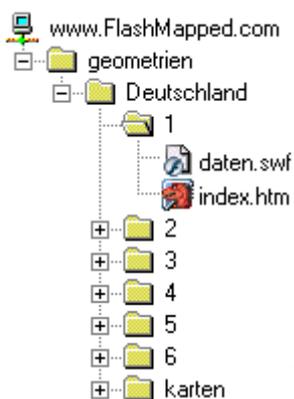


Abbildung 5: Verzeichnisstruktur eines Geometrieverzeichnis mit statistischen Daten (Quelle: Ausschnitt eines Screenshots der Software WS FTP Pro Explorer)

3.3.4 DARSTELLUNGSOPTIONEN

Die Erstellung einer neuen Karte löst automatisch die Erzeugung eines Unterordners im Verzeichnis 'karte' der entsprechenden Geometrie aus. Dessen Name wird mithilfe einer Zufallszahl festgelegt. Des Weiteren werden die im Folgenden aufgeführten Dateien erstellt.

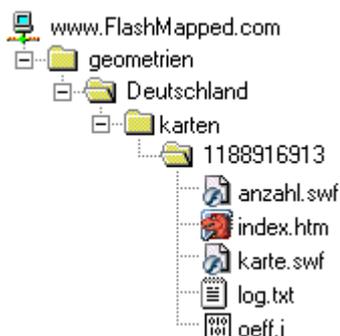


Abbildung 6: Verzeichnisstruktur eines Kartenverzeichnisses (Quelle: Ausschnitt eines Screenshots der Software WS FTP Pro Explorer)

- **anzahl.swf**
Datei zur Speicherung der Anzahl der Kartenaufrufe. (vgl. Kapitel "6.2 Kommerzieller Nutzen" auf Seite 81)
- **index.html**
Datei zur Verhinderung der Verzeichnisansicht. (vgl. Kapitel "3.4.4 Datenverschleierung" auf Seite 28)
- **karte.swf**
Datei zur Speicherung der Darstellungsoptionen und anderer Kartendaten.
- **log.txt**
Datei zur Speicherung von Serverdatum, Serverzeit, Browserbezeichnung, IP-Adresse und Hostname jedes Kartenaufwurfes. (vgl. Kapitel "6.2 Kommerzieller Nutzen" auf Seite 81)



- oeff.i (optional)
Im Falle der Existenz dieser Datei ist die Karte öffentlich zugänglich.

3.4 SICHERHEIT DER WEB-APPLIKATION

Für die Realisierung dieser Web-Applikation müssen bestimmte Voraussetzungen geschaffen werden, welche die Sicherheit von sensiblen Daten gewährleisten und die Bearbeitungsrechte der Geometriedaten ausschließlich dem Publizisten zusichern. Des Weiteren muss darauf geachtet werden, dass die Applikationslogik und deren Funktionalitäten vor einer Verwendung durch Dritte geschützt werden. Im Folgenden werden einige Mechanismen aufgezeigt, die einen solchen Schutz bieten.

3.4.1 PASSWORTSCHUTZ

Für die Bearbeitung von Geometriedaten und die Veröffentlichung von Karten muss der Benutzer sich durch einen Benutzernamen und ein Passwort identifizieren. Diese Daten werden mithilfe eines PHP-Skriptes an die Web-Applikation übermittelt und sollten somit vor unbefugtem Zugriff ausreichend geschützt sein. Eine Verschlüsselung wird im Prototyp nicht umgesetzt, jedoch muss diese im Falle einer kommerziellen Nutzung implementierbar sein.

3.4.2 PHP

PHP wird zur Speicherung und Administration der Daten der Web-Applikation verwendet. Der Inhalt einer PHP-Datei auf einem Web-Server kann grundsätzlich nicht eingesehen werden, wodurch sich PHP besonders für die Verwaltung sensibler Daten eignet.

„Die GET- sowie die POST-Methode sind Bestandteile des Hypertext Transfer Protocols (HTTP), der eigentlichen Sprache des Web.

Eine Methode ist ein HTTP-Befehl, der die erste Zeile einer Client-Anforderung einleitet. Es gibt zwei Methoden, die die Art der Bearbeitung eines Formulars definieren“ (SCHMID UND CARTUS 2001, S. 66). Die Methode 'GET' generiert einen Anfragestring mit allen zu übergebenden Variablen. Ein solcher String weist das folgende Format auf.

```
http://URLname/Dateiname?variable_1=1&variable_2=2
```

Dieser Aufruf, der auch direkt in die Navigationsleiste eines Browsers eingegeben werden kann, übergibt die Variablen 'variable_1' (=1) und 'variable_2' (=2) an die Datei 'Dateiname' des **U**niform **R**esource **L**ocator (URL) 'URLname'. Dem vorangestellten Fragezeichen können durch ein &-Zeichen getrennte Variablen angehängt werden. Dies empfiehlt sich jedoch nicht für sensible Daten, da diese einfach ausgelesen werden können.

„Das Versenden von Daten über das Internet mittels der Methode POST ist der sicherere Weg.



[...]. Die Methode POST verwendet keinen Anfragestring; daher hat der Beobachter keine Möglichkeiten, die Daten zu sehen, selbst nicht unter Zuhilfenahme des Browsercache“ (SANDERS UND WINSTANLEY 2001, S. 35). „Im Gegensatz zur GET-Methode befinden sich die gesendeten Daten bei dieser Methode im Body-Abschnitt“ (SCHMID UND CARTUS 2001, S. 67).

3.4.3 ZUGRIFFSRECHTE

Auf einem Web-Server mit UNIX basiertem Betriebssystem ist es möglich Zugriffsrechte für Dateien und Verzeichnisse zu vergeben, die Lese-, Schreib- und Ausführbarkeitsrechte (englisch: read, write, execute) explizit für den Eigentümer (englisch: owner), eine Gruppe (englisch: group) und alle andere (englisch: other) regeln. Dies kann durch ein FTP-Programm mithilfe des Befehles 'chmod' geschehen (vgl. Abbildung 7, S. 28) oder durch ein entsprechendes PHP-Skript. (vgl. <http://www.linuxfibel.de/access.htm>)

Rein theoretisch könnte für alle sensiblen Daten vereinbart werden, dass ausschließlich die Web-Applikation Zugriffsrecht (in der Funktion des Eigentümers) auf die entsprechenden Dateien und Verzeichnisse erhält. (vgl. DuBOIS 2002, S. 474-477)

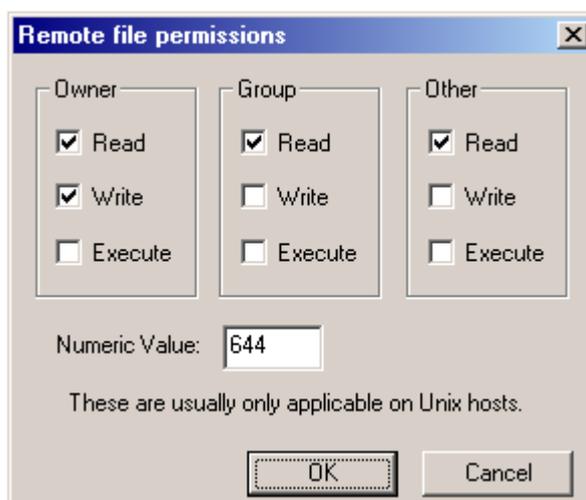


Abbildung 7: Zugriffsrechte einer Datei des Web-Servers (Quelle: Ausschnitt eines Screenshots der Software WS FTP Pro)

Leider bietet Macromedia Flash noch nicht die Möglichkeit zur Identifikation beim Dateizugriff auf einem Web-Server und wird somit als 'other' eingestuft, wodurch ein derartiger Datenschutz zurzeit nicht realisierbar ist.

3.4.4 DATENVERSCHLEIERUNG

Das Navigieren innerhalb der Verzeichnisstruktur eines Web-Servers ist ein gängiges Mittel, um versteckte Dateien aufzufinden und einen Überblick über die Struktur einer Applikation zu erlangen. Dies kann mit einem Web-Browser geschehen, der die automatisch erzeugten



Verzeichnisübersichten des Web-Servers nutzt.

Um diese Art der unerwünschten Navigation zu unterbinden, wird in jedes erzeugte Verzeichnis die Datei 'index.html' kopiert. Eine Datei dieses Namens wird vom Web-Server als so genannte Startseite erkannt und angezeigt, sobald das entsprechende Verzeichnis aufgerufen wird. Somit wird zum einen die Verzeichnisübersicht unterdrückt und zum anderen durch eine Weiterleitung zur Startseite der Domain <http://www.flashmapped.com> der Browser veranlasst diese anzuzeigen. Der Aufbau der Datei wird im Folgenden kurz erläutert.

```
// Beginn einer HTML-Datei.
<HTML>
// Beginn des Headers und Vereinbarung des HTML-Titels.
<HEAD><TITLE>Raus hier!</TITLE>
// Automatisches Neuladen der URL „http://www.flashmapped.com“
// nach einer Wartezeit von null Sekunden.
<META HTTP-EQUIV="Refresh" CONTENT="0 ;
      URL=http://www.flashmapped.com">
// Ende des Headers und der HTML-Datei
</HEAD></HTML>
```

Da alle Daten zur Darstellung einer Karte in Form von ASCII-Dateien gespeichert werden, ist die Anzeige dieser Dateiinhalte im Web-Browser möglich. Zur Unterdrückung dieser Anzeige werden alle ASCII-Dateien mit der Endung '.swf' versehen. Beim Aufruf einer solchen Datei initialisiert der Browser das MacroMedia Flash-PlugIn, das wiederum diese Datei nicht interpretieren kann.

Allerdings kann durch die Speicherung der Datei auf dem Client-PC deren Inhalt mit einem Texteditor angezeigt werden. Dieses Verfahren bietet keinen wirklichen Datenschutz, realisiert aber dennoch eine Datenverschleierung.

3.4.5 ACTIONSCRIPT OBFUSCATOR

Einige Softwareentwickler haben sich darauf spezialisiert Programme zu entwickeln, die eine Konvertierung der enthaltenen ActionScript-Programmierung einer MacroMedia Flash-Datei in ihren ursprünglichen Zustand ermöglicht (englisch: decompile). Somit ist Verwendung fremden Quelltextes in eigenen Projekten, bzw. die Nachahmung ganzer Applikationen leicht zu realisieren. Die zwei bekanntesten Programme sind 'Burak's Action Script Viewer' und 'Sothink SWF Decompiler'.

Um diese Verwendung fremder Quellcodes zu erschweren, wurde von der Firma 'Genable' ein Programm namens 'ActionScript Obfuscator' entwickelt, welches die Verschleierung von



ActionScript zum Ziel hat. Anhand einiger Beispiele soll in Tabelle 2 die Funktionsweise dieser Software demonstriert werden, die sich zurzeit nur auf die Namensgebung innerhalb von ActionScript auswirkt.

Veränderter Typ	Quellcode (Original)	Quellcode (Verschleierung)
Funktionsnamen	function randomWord()	function -1()
Parameternamen	(uppercase, wordlength)	(1, 2)
Lokale Variablennamen	var result = " ";	var +1=" ";
Globale Variablennamen	globalvar = 47.3;	+2=47.3;

Tabelle 2: Lexikalische Veränderungen des Quellcodes durch die Software 'Genable ActionScript Obfuscator'. (Quelle: Eigene Darstellung orientiert an <http://www.genable.com/aso/preview.html>)

Im Folgenden wird der dekomplizierte Quellcode einer Funktion, die mit dem 'ActionScript Obfuscator' verschleiert wurde, aufgeführt. Dieser kann nur mit sehr viel Erfahrung und Engagement nachvollzogen und in anderen Projekten genutzt werden.

Der kommentierte Originalquellcode der Funktion 'BCTPL' ist in Kapitel "4.2.1 Transformation kubischer Bézierkurven zu Polygonzügen" auf Seite 54 zu finden.

```
function (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9){
    var +19;
    var +20;
    var +21;
    var +2;
    var +4;
    var +22;
    var +23;
    var +24;
    var +25;
    var +26;
    9++;
    if (1 == 7){
        +19 = Math.abs(1 - 3);
        +20 = Math.abs(1 - 5);
    }else if(2 == 8) {
        +19 = Math.abs(2 - 4);
        +20 = Math.abs(2 - 6);
    }else{
        +21 = (8 - 2) / (7 - 1);
        +2 = 2 - +21 * 1;
        +4 = 4 - -1 / +21 * 3;
        +22 = 6 - -1 / +21 * 5;
        +23 = (+4 - +2) / (+21 + 1 / +21);
        +24 = +21 * +23 + +2;
        +25 = (+22 - +2) / (+21 + 1 / +21);
        +26 = +21 * +25 + +2;
        +19 = Math.sqrt(Math.pow(+23 - 3, 2) + Math.pow(+24 - 4, 2));
        +20 = Math.sqrt(Math.pow(+25 - 5, 2) + Math.pow(+26 - 6, 2));
    }
    gr = 2;
    if (+19 < st && +20 < st){
```



```

        _level0.anzahlbs = _level0.anzahlbs++;
        temp = 7;
        _level0["polylinereg_" + x][xy2] = temp;
        temp = 8;
        xy2++;
        _level0["polylinereg_" + x][xy2] = temp;
        xy2++;
        if (7 < _level1.karte_r){
            _level1.karte_r = 7;
        }
        if (8 < _level1.karte_u){
            _level1.karte_u = 8;
        }
    }else{
        var +27 = (1 + 3) / 2;
        var +28 = (2 + 4) / 2;
        var +29 = (5 + 7) / 2;
        var +30 = (6 + 8) / 2;
        var +31 = (3 + 5) / 2;
        var +32 = (4 + 6) / 2;
        var +33 = (+27 + +31) / 2;
        var +34 = (+28 + +32) / 2;
        var +35 = (+29 + +31) / 2;
        var +36 = (+30 + +32) / 2;
        var +37 = (+33 + +35) / 2;
        var +38 = (+34 + +36) / 2;
        BCTPL(1, 2, +27, +28, +33, +34, +37, +38, 9);
        BCTPL(+37, +38, +35, +36, +29, +30, 7, 8, 9);
    }
}
BCTPL = function (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9);

```

Die Macromedia Flash-Dateien, welche für die Realisierung der Web-Applikation wichtigen Quellcode enthalten, sollten mit der Software 'ActionScript Obfuscator' verschleiert werden, um vor allem die entwickelten Neuschöpfungen vor unbefugten Zugriff zu schützen, da die Möglichkeit einer kommerziellen Nutzung eng mit der Einzigartigkeit der Web-Applikation verknüpft ist (vgl. Kapitel "6.2 Kommerzieller Nutzen" auf Seite 81).

3.4.6 BACKUP-DATEIEN

Zur Verwirklichung einer einfachen Fehlersuche und der Vermeidung von Datenverlusten während der Entwicklungsphase des Prototyps wurde ein Backup-System entwickelt und in alle PHP-Dateien installiert, die Veränderungen an Daten vornehmen können. Dieses System erstellt vor jeder Änderung eine Sicherheitskopie der entsprechenden Datei, wodurch die jeweils drei letzten Zustände dieser verfügbar bleiben. Somit ist das Nachvollziehen von Änderungen und daraus entstandenen Fehlern, sowie eine Wiederherstellung von überschriebenen Daten möglich.

Diese Möglichkeit muss auch im Falle einer kommerziellen Nutzung bestehen, da ein Datenverlust sowohl durch einen Applikationsfehler als auch durch falsche Bedienung des Publizisten entstehen kann.



3.5 USABILITY

„Der Begriff der Usability wurde Ende der Siebziger- bzw. Anfang der Achtzigerjahre des 20. Jahrhunderts in der Informatik geprägt, um den Begriff nutzerfreundlich zu ersetzen, der als zu vage und zu subjektiv empfunden wurde“ (SCHWEIBENZ UND THISSEN 2003, S. 39). „Usability wird gemäß Teil 11 der Norm ISO 9241 'ERGONOMISCHE ANFORDERUNGEN FÜR BÜROTÄTIGKEITEN MIT BILDSCHIRMGERÄTEN' der internationalen Organisation für Standardisierung folgendermaßen definiert: » Usability eines Produktes ist das Ausmaß, in dem es von einem bestimmten Benutzer verwendet werden kann, um bestimmte Ziele in einem bestimmten Kontext effektiv, effizient und zufriedenstellend zu erreichen. « (ISO 9241-11: 1998)“ (SCHWEIBENZ UND THISSEN 2003, S. 34).

Das Wort Usability setzt sich aus den englischen Begriffen für Nützlichkeit (englisch: usefulness) und Nutzen (englisch: utility) zusammen und wird im Allgemeinen verwendet, um die Bedienbarkeit einer Software zu bewerten. (SCHWEIBENZ UND THISSEN 2003, S. 39)

Für die Bewertung einer Web-Applikation gelten normalerweise andere Maßstäbe als für herkömmliche Programme, jedoch liegt dies an den unterschiedlichen Auffassungen darüber, wie sich eine Web-Applikation definiert. Der hier vorgestellte Prototyp der Web-Applikation kann durchaus als Software eingestuft werden.

Der Nutzer einer Software im herkömmlichen Sinne ist im Normalfall bereit sich mit dem Produkt vertraut zu machen und entstehende Probleme durch das Studium des Handbuchs oder die Verwendung der jeweiligen Supportmöglichkeiten zu minimieren. Im Gegensatz dazu ist ein Internetnutzer durch die Flut an angebotenen Informationen daran gewöhnt eine Internetseite, deren Bedienung er nicht innerhalb der ersten Minute verstanden hat, zu verlassen. (vgl. NIELSEN 2000, S. 10)

3.5.1 DESIGN

Das Design der Web-Applikation spielt während der Entwicklung des Prototyps eine untergeordnete Rolle, da die Funktionalität im Vordergrund steht. Allerdings sollten gewisse Regeln beachtet werden, um eine spätere leichte Änderbarkeit zu gewährleisten.

Zwei Grundregel für das Design einer Internetseite sind der einfache Aufbau und die primäre Darstellung der relevanten Inhalte (englisch: content). Der Nutzer muss die für ihn wichtigen Teile der Navigation schnell auffinden und verstehen können. Des Weiteren sollten die Inhalte, deren Visualisierung sich der Besucher einer Web-Seite erhofft, prozentual einen möglichst großen Anteil der Fläche des Browserfensters ausmachen. (vgl. NIELSEN 2000, S. 18 und S. 97)

Aufgrund dieser allgemein gültigen Regeln wird die Visualisierung der Web-Applikation innerhalb eines möglichst großen JavaScript PopUp-Fenster realisiert (vgl. Kapitel "4.3.1 Karten-Viewer" auf Seite 71), da die Ausblendung von Menü- und Navigationsleisten des Browsers nur in einem solchen Fenster möglich ist.

Die Farbgebung einer publizierten Karte kann von dem jeweiligen Bearbeiter frei bestimmt werden, allerdings ist die Hintergrundfarbe durch die Web-Applikation vorgegeben. Diese muss neutral wirken, um einen Blick des Betrachters nicht vom Inhalt der Karte abzulenken



(vgl. Abbildung 8, S. 34).

In einer Umfrage unter 1888 Personen, die sich zu ihrer persönlichen Farbempfindung zu insgesamt 200 Begriffen äußerten, wurde die Farbe Grau vor allem mit den Folgenden assoziiert. (Die Angabe in Klammern stellt den prozentualen Anteil aller Befragten dar, die diese Meinung teilten.) (vgl. HELLER 1999, S. 217-241)

- Das Alte (57%)
- Gleichgültigkeit (52%)
- Langeweile (45%)
- Einsamkeit (33%)
- Das Angepasste (33%)
- Das Alter (32%)
- Das Biedere / Die Biederkeit (32%)
- Neutralität (31%)
- Die Heimlichkeit (29%)
- Das Mittelmäßige (29%)
- Die Einfachheit (27%)
- Gefühllosigkeit (26%)
- Sachlichkeit (22%)
- Funktionalität (21%)
- Leere (21%)

Diese Assoziationen sind zumeist leicht negativ behaftet, weshalb Grau auch als „die Farbe ohne Charakter [bezeichnet wird]. Im Grau ist das vollkommene Weiß beschmutzt, die Kraft des Schwarz gebrochen. Grau ist nicht die goldene Mitte, nur Mittelmäßigkeit“ (HELLER 1999, S. 217).

Jedoch stärken besonders die Assoziationen mit den Begriffen Gleichgültigkeit, Langeweile, Neutralität, Einfachheit, Sachlichkeit und Funktionalität die Farbe Grau als gute Wahl für die Darstellung des Hintergrundes.

3.5.2 GUI - GRAPHISCHE BENUTZEROBERFLÄCHE

Das **G**raphical **U**ser **I**nterface (GUI) ist der Bereich der Web-Applikation, der die Kommunikation und die Interaktion mit dem Benutzer ermöglicht.

Die einzelnen Bestandteile der Web-Applikation werden als frei schwebende Paletten generiert, da sich diese Art der Oberflächengestaltung seit vielen Jahren bewährt hat und dem User die Möglichkeit gibt, diese nach seinen Vorstellungen auf dem Bildschirm anzuordnen. Außerdem können sie auf Wunsch geschlossen oder ein- bzw. ausgeblendet werden. Dem Anwender soll auf diesem Wege das Gefühl vermittelt werden sich in einer vertrauten Programmumgebung zu befinden.

Die Oberflächen der verschiedenen Paletten sollen ein einheitliches Design erhalten, das jedoch im Gegensatz zum Hintergrund der Web-Applikation farbig gestaltet sein darf. Eine Farbe, die im Zusammenspiel mit Grau gut harmonisiert, aber nicht zu intensiv oder dominant wirkt, ist ein helles, leicht grünstichiges Beige, weshalb für die Gestaltung der Paletten des



Prototyps diese Farbe gewählt wird, wobei Schaltflächen und Palettenleisten etwas intensiver eingefärbt werden, um deren schnelle Auffindbarkeit zu gewährleisten.

Diese Farbkombination wird im Allgemeinen als gedämpft (englisch: subdued) angesehen, weshalb sie auf Internetseiten oftmals Verwendung findet, wenn Kunst präsentiert wird. So wird die Aufmerksamkeit des Betrachters nicht vom wesentlichen Inhalt (der Karte) abgelenkt aber dennoch ein ansprechendes Umfeld für die Präsentation geschaffen. (vgl. BOYLE 2001, S. 106-113)

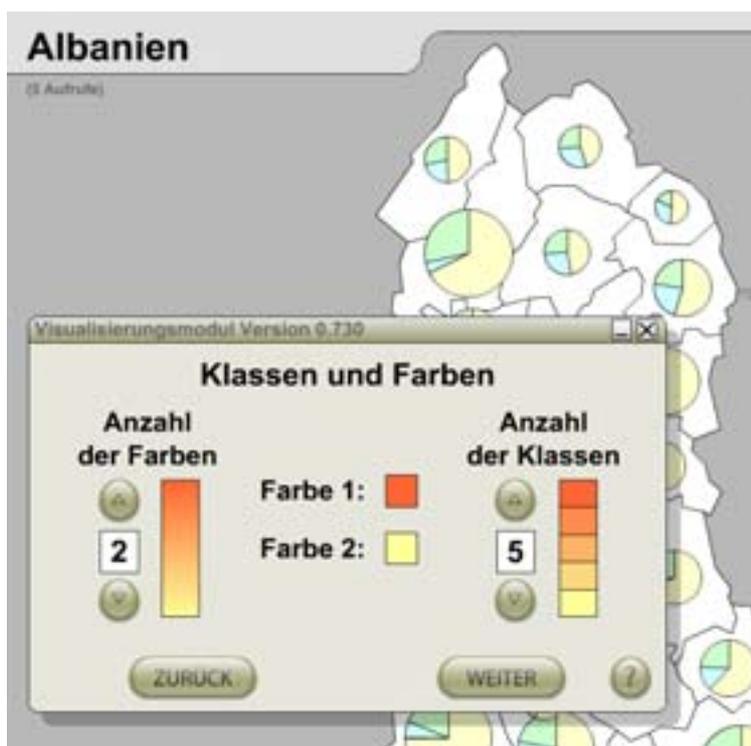


Abbildung 8: Die graphische Oberfläche der Web-Applikation (Quelle: Ausschnitt eines Screenshots der Web-Applikation)

Es ist ebenfalls darauf zu achten, dass die Gestaltung nicht zu sehr an die Oberfläche eines Windows- oder Macintosh-Betriebssystem erinnert, da ein Großteil der Anwender dem ihnen jeweils weniger vertrauten Betriebssystem äußerst skeptisch gegenübersteht. Dies zeigten schon die ersten Versionen der Palettengestaltung innerhalb einer kleinen Testgruppe von Freunden und Bekannten.

Alle Teile der Web-Applikation zur Bearbeitung von Geometriedaten und zur Erstellung einer Karte (vgl. Kapitel "4.2.2 Vergabe von IDs und Objektnamen" auf Seite 58 - Kapitel "4.2.7 Darstellungsoptionen" auf Seite 63) wurden in Form von Dialogelementen realisiert.

Die Gestaltung dieser Dialogelemente orientiert sich an Teil 10 der Norm ISO 9241, deren wesentliche Gesichtspunkte im Folgenden erläutert werden. Die Auflistung ist THISEN 2000 entnommen:

- „Aufgabenangemessenheit
Der Dialog sollte der Aufgabe angemessen sein, d.h., er sollte den Benutzer bei der Erledigung seiner Aufgabe optimal unterstützen und ihn nicht durch die Beschäftigung mit dem Dialogsystem selbst unnötig belasten.



- **Selbstbeschreibungsfähigkeit**
Der Dialog sollte in jedem seiner Schritte unmittelbar klar und verständlich sein. Bei Bedarf sollte der Nutzer Hilfen aufrufen können, die ihm den Zweck und die Möglichkeiten des Dialoges erläutern. Die Sprache und Tiefe der Informationen sollte an das Vorwissen und die Bedürfnisse des Nutzers angepaßt sein.
- **Steuerbarkeit**
Der Dialog sollte steuerbar sein, d.h., daß der Nutzer die Geschwindigkeit seines Ablaufs bestimmt und nicht der Computer. Bei längeren Dialogen sollten Eingaben rückgängig gemacht werden können.
- **Erwartungskonformität**
Der Dialog sollte den Erwartungen des Nutzers entsprechen. Diese Erwartungen ergeben sich aus seinen Arbeitsabläufen oder den Erfahrungen, die er im Umgang mit dem System bereits gewonnen hat. Sämtliche Dialoge sollten konsistent sein und dem Benutzer nicht dazu zwingen, sich immer wieder neu darauf einzustellen.
- **Fehlerrobustheit**
Der Dialog sollte fehlerrobust sein, d.h., der Computer sollte bei Fehleingaben des Nutzers keine unkontrollierbaren Reaktionen zeigen, sondern ihn auf den Fehler hinweisen bzw. diesen korrigieren. Bei mehreren Korrekturmöglichkeiten sollten diese dem Benutzer als Alternativen angeboten werden." (THISSEN 2000, S. 155)

Die Merkmale dieser ISO-Norm sollen in allen Dialogelementen umgesetzt werden.

3.6 STATISTISCHE KLASSENBILDUNGSMETHODEN

Das Ziel einer thematischen Karte muss sein, die dargestellte Information so einfach wie möglich zu visualisieren, um dem Nutzer eine bestimmte Aussage zu vermitteln. (vgl. DENT 1996, S. 98)

Unklassifizierte Daten können innerhalb einer Karte z. B. durch Signaturen abgebildet werden, deren Ausmaß sich an einer Skala orientiert. Der Betrachter einer solchen Karte kann mithilfe einer simplen Messung den Wert jedes Objektes errechnen. Jedoch kann nur schwer ein Eindruck der räumlichen Verteilung der zugrunde liegenden Daten vermittelt werden, da die großen Werte klar das Gesamtbild dominieren. Aus diesem Grund werden relative Daten (z. B. die Einwohnerdichte) meist in Form von klassifizierten Flächenfarben in so genannten Dichtemosaike (englisch: choroplethic maps) (vgl. Kapitel "3.7.1 Dichtemosaik" auf Seite 43) dargestellt. Die Betrachtung einer solchen Karte vermittelt einen unmittelbaren Eindruck der räumlichen Verteilung.

„Die kartographische Aufbereitung zwingt zu mehr oder weniger generalisierenden Eingriffen in das Zahlenwerk durch zwei wichtige Entscheidungen: (α) Die Wahl der Bezugsfläche und - besonders bei Relativdarstellungen - (β) die Bildung von Wertgruppen“ (HAKE 1994, S. 434). Die richtige Interpretation der visualisierten Werte ist also nur durch eine sinnvolle Klassifikation möglich, da der Betrachter nicht die zugrunde liegenden Daten der Objekte kennt, sondern die Objekte lediglich den einzelnen Klassen zuordnen kann. Somit liegt die



Verantwortung für die richtige Aussage einer Karte in der Hand des Bearbeiters. Um eine gelungene Klassifizierung der dargestellten Werte zu unterstützen, soll der Publizist zwischen mehreren vordefinierten Klassenbildungsmethoden wählen und gegebenenfalls deren Ergebnisse nach seinen Vorstellungen verändern können.

Im Folgenden werden vier statistische Klassenbildungsmethoden erläutert, die im Prototyp der Web-Applikation umgesetzt werden.

3.6.1 GLEICHE INTERVALLE

Diese Klassenbildungsmethode unterteilt den gesamten Wertebereich des darzustellenden Datensatzes in eine bestimmte Anzahl von gleich großen Klassen. Im ersten Schritt muss hierfür die so genannte Klassenbreite bestimmt werden, deren Berechnung mit der folgenden Formel erfolgt.

$$\text{Klassenbreite } (\varphi) = \frac{(\text{Maximalwert} - \text{Minimalwert})}{\text{Klassenanzahl}}$$

Wie in Tabelle 3 zu sehen erfolgt die Berechnung der Klassengrenzen durch das wiederholte Addieren der Klassenbreite zum Minimalwert der Datenreihe. (vgl. SLOCUM 1999, S. 61-67)

	Untergrenze der Klasse	Obergrenze der Klasse
1. Klasse	Minimalwert	Minimalwert + 1 * φ
2. Klasse	Minimalwert + 1 * φ	Minimalwert + 2 * φ
3. Klasse	Minimalwert + 2 * φ	Minimalwert + 3 * φ
...
x. Klasse	Minimalwert + (x-1) * φ	Minimalwert + x * φ

Tabelle 3: Ermittlung der Ober- und Untergrenzen der Klassen bei Verwendung der Klassenbildungsmethode 'Gleiche Intervalle'. (Quelle: Eigene Darstellung)

3.6.2 QUANTILE

Die zugrunde liegenden Daten werden durch diese Klassenbildungsmethode in eine bestimmte Anzahl von Klassen unterteilt, wobei im Idealfall in jeder Klasse die gleiche Anzahl von Werten auftritt. Jedoch kann es durch Wertgleichheit und eine nicht durch die Klassenanzahl teilbare Datenmenge zu einer Verschiebung dieser idealisierten Verteilung kommen. Unter anderen Namen, wie z. B. Quartile (vier Klassen) oder Quintile (fünf Klassen) ist diese Klassenbildungsmethode ebenfalls bekannt. Diese Namen beziehen sich auf die



Anzahl der Unterteilungen die vorgenommen werden.

In einem ersten Schritt wird die Anzahl der Daten innerhalb einer Klasse mit folgender Formel berechnet.

$$\text{Anzahl der Werte einer Klasse } (\delta) = \frac{\text{Anzahl aller Werte}}{\text{Klassenanzahl}}$$

Zur Verteilung der Daten müssen diese aufsteigend sortiert werden. Tabelle 4 zeigt die Berechnung der Klassengrenzen durch das wiederholte Addieren der Anzahl der Werte einer Klasse, wobei diese als δ dargestellt wird. (vgl. SLOCUM 1999, S. 67-69)

	Untergrenze der Klasse	Obergrenze der Klasse
1. Klasse	Minimalwert	$(1 * \delta)$. Wert
2. Klasse	$(1 * \delta + 1)$. Wert	$(2 * \delta)$. Wert
3. Klasse	$(2 * \delta + 1)$. Wert	$(3 * \delta)$. Wert
...
x. Klasse	$((x-1) * \delta + 1)$. Wert	$(x * \delta)$. Wert

Tabelle 4: Ermittlung der Ober- und Untergrenzen der Klassen bei Verwendung der Klassenbildungsmethode 'Quantile'. (Quelle: Eigene Darstellung)

Aus dieser Klassifizierung ergibt sich eine unterbrochene Skala, da die Bereiche zwischen den angrenzenden Unter- und Obergrenzen zweier Klassen keiner dieser beiden zugeordnet werden können. Dies kann den Betrachter einer Karte, besonders wenn es sich um einen Laien handelt, leicht irritieren. Deshalb wird im Prototyp auf eine solche unterbrochene Klassifizierung verzichtet und die entsprechenden Grenzwerte aus den Werten der jeweils angrenzenden Unter- und Obergrenzen gemittelt. Somit ist auch eine spätere Optimierung (Kapitel "4.2.8 Optimierung von Klassengrenzen" auf Seite 66) zur Vereinfachung der Legende möglich.

3.6.3 DURCHSCHNITT - STANDARDABWEICHUNG

Der Durchschnitt (arithmetischer Mittelwert) und die Standardabweichung sind zwei Kenngrößen der beschreibenden Statistik, die Informationen über eine Stichprobe liefern. Mit folgender Formel wird der Durchschnitt berechnet, wobei 'x' für die Werte des Datensatzes (Stichprobe) und 'n' für die Anzahl aller Werte steht.

$$\text{Durchschnitt } (\bar{x}) = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n x_i$$



Die Standardabweichung ist ein Streuungsmaß, das die Verteilung der Werte innerhalb eines Datensatzes beschreibt und wie folgt berechnet wird. (vgl. BOSCH 1985, S. 59 und S. 61)

$$\text{Standardabweichung } (s_x) = \pm \sqrt{\frac{1}{n-1} * \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Tabelle 5 zeigt die Berechnung der Klassengrenzen durch das wiederholte Addieren bzw. Subtrahieren der Standardabweichung zum bzw. vom Durchschnitt am Beispiel einer Klassenbildung mit fünf Klassen.

	Untergrenze der Klasse	Obergrenze der Klasse
1. Klasse	$-\infty$	$\bar{x} - 2 * s_x$
2. Klasse	$\bar{x} - 2 * s_x$	$\bar{x} - 1 * s_x$
3. Klasse	$\bar{x} - 1 * s_x$	$\bar{x} + 1 * s_x$
4. Klasse	$\bar{x} + 1 * s_x$	$\bar{x} + 2 * s_x$
5. Klasse	$\bar{x} + 2 * s_x$	$+\infty$

Tabelle 5: Ermittlung der Ober- und Untergrenzen der Klassen bei Verwendung der Klassenbildungsmethode 'Durchschnitt - Standardabweichung'. (Quelle: Eigene Darstellung orientiert an SLOCUM 1999, S. 69)

Sollte der gesamte Definitionsbereich einer Klasse außerhalb des Wertebereiches eines Datensatzes liegen, so wird diese wie in Abbildung 9 auf Seite 40 zu sehen nicht angezeigt. (vgl. SLOCUM 1999, S. 69)

Dieses Verfahren lässt sich nur auf ungerade Klassenanzahlen anwenden, jedoch soll dem Nutzer die Anwendung auf Gerade ebenfalls ermöglicht werden. Hierfür wird der Wertebereich, der in Tabelle 5 durch die dritte (mittlere) Klasse abgedeckt wird, in zwei Klassen unterteilt die sich wie folgt errechnen.

	Untergrenze der Klasse	Obergrenze der Klasse
3. Klasse (A)	$\bar{x} - 1 * s_x$	\bar{x}
3. Klasse (B)	\bar{x}	$\bar{x} + 1 * s_x$

Tabelle 6: Ermittlung der Ober- und Untergrenzen der beiden mittleren der Klassen bei Verwendung der Klassenbildungsmethode 'Durchschnitt - Standardabweichung' und gerader Klassenanzahl. (Quelle: Eigene Darstellung)

Dies entspricht zwar nicht der standardmäßigen Verwendung dieses statistischen Verfahrens, jedoch ist eine solche Abwandlung im kartographischen Sinne durchaus anwendbar.



3.6.4 GRÖSSTE BRÜCHE

Diese Klassenbildungsmethode definiert sich durch das Auffinden der größten Abstände zwischen zwei benachbarten Werten innerhalb des Wertebereiches eines Datensatzes. Hierfür werden zuerst alle Daten aufsteigend sortiert und im Anschluss die sich ergebenden Abstände zwischen benachbarten Werten errechnet. Diese müssen dann wiederum absteigend geordnet werden, um das Auffinden der größten Abstände zu ermöglichen, wobei die begrenzenden Werte der Abstände die Ober- und Untergrenzen der Wertebereiche der benachbarten Klassen darstellen. Die so ermittelten 'größten Brüche' müssen dabei immer ihren jeweiligen Ursprungsdaten zuzuordnen sein, um die Bestimmung der Klassengrenzen zu ermöglichen. Dieses Verfahren soll in Tabelle 7 anhand eines Beispieldatensatzes für die Bildung von vier Klassen erläutert werden. (vgl. SLOCUM 1999, S. 69-70)

Beispieldatensatz	5, -5, 9, 27, 15, 3, -1, 9, 25, 0, 9, 6, 7, 4, 7
1. Aufsteigende Sortierung	-5, -1, 0, 3, 4, 5, 6, 7, 7, 9, 9, 9, 15, 25, 27
2. Errechnung der Abstände	4, 1, 3, 1, 1, 1, 1, 0, 2, 0, 0, 6, 10, 2
3. Absteigende Sortierung	10, 6, 4, 3, 2, 2, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 0
4. Wertebereiche für vier Klassen	$[(-5)-(-5)]$, $[(-1)-(9)]$, $[(15)-(15)]$, $[(25)-(27)]$

Tabelle 7: Ermittlung der größten Abstände zwischen zwei benachbarten Werten innerhalb des Wertebereiches eines Datensatzes bei Verwendung der Klassenbildungsmethode 'Größte Brüche'. (Quelle: Eigene Darstellung)

Wie schon im Rahmen der Erläuterung der Quantile (vgl. Kapitel "3.6.2 Quantile" auf Seite 36) erwähnt, wird auch bei dieser Art der Klassenbildung auf eine unterbrochene Klassifizierung verzichtet, um den ungeübten Kartenleser nicht zu überfordern und eine Optimierung der Klassengrenzen zu ermöglichen. Der vierte Schritt des in Tabelle 7 beschriebenen Ablaufs wird deshalb durch den in Tabelle 8 ersetzt.

Beispieldatensatz	5, -5, 9, 27, 15, 3, -1, 9, 25, 0, 9, 6, 7, 4, 7
...	...
4. Grenzwerte für vier Klassen bestimmen	(-3), (12), (20)

Tabelle 8: Ermittlung der Grenzwerte bei Verwendung der Klassenbildungsmethode 'Größte Brüche' (Quelle: Eigene Darstellung)

In Abbildung 24 auf Seite 64 wird dieser Sachverhalt durch ein Histogramm anschaulich verdeutlicht.



3.6.5 VOR- UND NACHTEILE DIESER KLASSENBILDUNGSMETHODEN

Anhand eines konkreten Beispieldatensatzes (vgl. Kapitel "3.6.4 Grösste Brüche" auf Seite 39) sollen im Folgenden dessen statistische Kenngrößen in Tabelle 9 aufgezeigt und die Auswirkungen der verschiedenen Klassenbildungsmethoden (fünf Klassen) in Abbildung 9 anschaulich erläutert werden.

Beispieldatensatz	5, -5, 9, 27, 15, 3, -1, 9, 25, 0, 9, 6, 7, 4, 7
Wertebereich	$[(-5)-(27)]$
Durchschnitt	8 (= 120 / 15)
Standardabweichung	$\sim 6,571$ (= 92 / 14)

Tabelle 9: Beispieldatensatz mit statistischen Kenngrößen (Quelle: Eigene Darstellung)

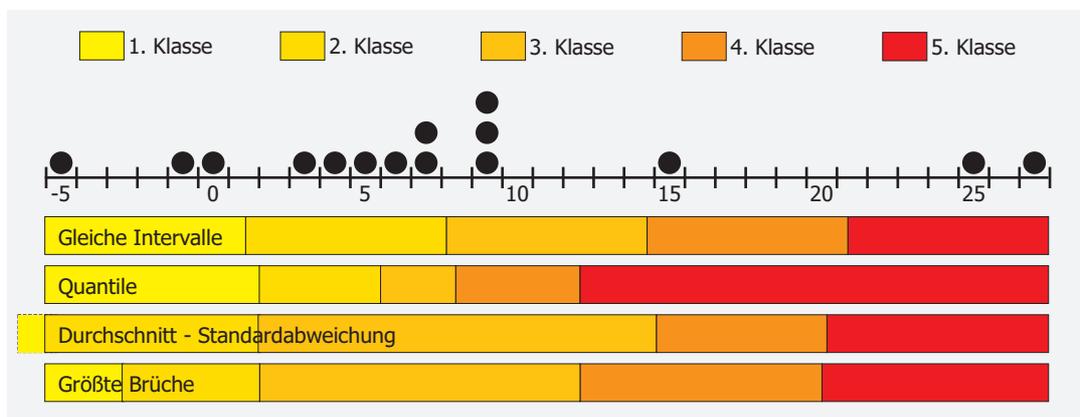


Abbildung 9: Werteverteilung und Klassenbildung mit vier unterschiedlichen Methoden (Quelle: Eigene Darstellung orientiert an SLOCUM 1999, S. 65)

Ob die Verwendung einer bestimmten Klassenbildungsmethode eine gute oder schlechte Wahl ist, hängt im Wesentlichen von der werteverteilung des jeweiligen Datensatzes ab, aber auch von der Aussage, welche der Bearbeiter durch die Visualisierung zum Ausdruck bringen möchte. Ein wichtig Rolle spielt auch die vorgegebene Klassenanzahl, da diese besonders bei der 'Grösste Brüche'-Methode an die Verteilung der Werte innerhalb des Datensatzes angepasst werden muss.

Die Vor- und Nachteile der vier implementierten Klassenbildungsmethoden werden im Folgenden aufgelistet.

- **Gleiche Intervalle:**
 - + Sehr einfache Berechnung
 - + Darstellung ist sehr verständlich
 - + Unterbrochene Klassifizierung ist nicht möglich
 - Darstellung gibt die wirkliche Verteilung der Werte schlecht wieder
 - Klassen ohne Werte können entstehen
 - Brüche werden nicht berücksichtigt



- **Quantile:**

- + Sehr einfache Berechnung
- + Gleichmäßige Farbverteilung
- + Besonders geeignet für wertende Gruppierungen
- Darstellung gibt die wirkliche Verteilung der Werte schlecht wieder
- Brüche werden nicht berücksichtigt
- Unterbrochenen Klassifizierung ist möglich

- **Durchschnitt - Standardabweichung:**

- + Darstellung gibt die wirkliche Verteilung gut wieder
- + Unterbrochene Klassifizierung ist nicht möglich
- + Besonders eine gerade Klassenanzahl stellt den Durchschnitt gut dar
- Nur statistisch 'normal verteilte' Datensätze sind gut darstellbar
- Klassen können entstehen, die außerhalb des Wertebereiches liegen
- Statistische Vorbildung wird vorausgesetzt

- **Größte Brüche:**

- + Darstellung gibt die wirkliche Verteilung sehr gut wieder
- + Brüche werden sehr gut dargestellt
- Unterbrochene Klassifizierung ist möglich
- Natürliche Gruppierung wird nicht dargestellt

3.6.6 ANWENDUNGSBEREICH DER KLASSENBILDUNGSMETHODEN

Grundsätzlich gilt, dass die Verteilung der Werte eines Datensatzes die Verwendung bestimmter Klassenbildungsmethoden erlaubt oder verbietet. Es handelt sich also immer um Einzelfälle, die auch als solche betrachtet werden müssen. Jedoch werden statistische Klassenbildungsmethoden oftmals zur Verwirklichung bestimmter Ziele genutzt. Diese Ziele der einzelnen Klassenbildungsmethoden sollen im Folgenden aufgelistet werden.

- Gleiche Intervalle

Gleich große Klassen sind für den ungeübten Kartenbetrachter leicht nachzuvollziehen, da keine schlecht verständlichen Unterschiede der einzelnen Klassengrößen auftreten. Dies gilt insbesondere für die Verwendung gerader Werte für die Klassengrenzen (z. B. 0-100, 100-200, 200-300). Des Weiteren lässt sich die Verteilung der Werte eines Datensatzes leicht erkennen. (SLOCUM 1999, S. 67)

- Quantile

Die Klassifizierung in gleiche Mengen darzustellender Werte wird vor allem für die Darstellung wertender Inhalte genutzt. Wenn z. B. die 50 Bundesstaaten der USA nach ihrer jeweiligen Lebensqualität in fünf Klassen eingeteilt werden sollen, bietet sich dieses Verfahren an, da der Betrachter die Zuordnung schnell erfassen kann, ohne die zugrunde liegenden Daten betrachten zu müssen. (SLOCUM 1999, S. 69)



- **Durchschnitt - Standardabweichung**
Diese Klassenbildungsmethode führt zu sehr guten Ergebnissen, wenn eine Verteilung von Werten im Verhältnis zu ihrem Durchschnitt aufgezeigt werden soll. Bei der Verwendung einer geraden Klassenanzahl kann eine Unterteilung aller dargestellten Werte in Über- und Unterdurchschnittliche auf den ersten Blick erfasst werden. Des Weiteren lässt sich leicht feststellen, in welchem Maße die visualisierten Werte 'statistisch normal verteilt' sind. Das Erkennen von so genannten positiven und negativen Ausreißern ist ebenfalls leicht möglich. (SLOCUM 1999, S. 69)
Ein gutes Beispiel für die Verwendung dieser Klassenbildungsmethode wäre z. B. die Darstellung der durchschnittlichen Lebenserwartung in sechs Klassen.
- **Größte Brüche**
Durch die Verwendung dieses Verfahrens wird ein guter Überblick über die Gruppierung der Werte innerhalb eines Datensatzes ermöglicht. Wenn die Anzahl der Klassen entsprechend der Anzahl der auftretenden Gruppen im Datensatz gewählt wird, kann dem Betrachter die Verteilung der Werte leicht vermittelt werden. Ein besonderer Vorteil liegt darin, dass ein ungeübter Publizist, durch die Wahl einer ungeeigneten Klassenbildungsmethode, logisch gruppierte Datenblöcke nicht in verschiedene Klassen aufsplitten kann. Z. B. der in Abbildung 9 auf Seite 40 dargestellte Datensatz kann durch dieses Verfahren gut klassifiziert werden, da sich seine Verteilung in mehrere zum Teil weit gestreute Gruppen in den gebildeten Klassen widerspiegelt.

3.7 DARSTELLUNGSMETHODEN

Nach IMHOF wird zwischen drei verschiedenen Gefügegruppen thematischer Darstellungsmethoden unterschieden, wobei zwei dieser Gruppen für die weitere Betrachtung nicht von Bedeutung sind, da sie nicht in den Prototyp implementiert werden. Diese beiden Gruppen sind 'Gefüge vorwiegend grundrisslich gestalteter oder grundrisslich bezogener Vorkommnisse' und 'komplexe Gefüge'. Im Weiteren werden ausschließlich 'Gefüge zur Darstellung statistischer Werte, so genannte statistische Karten' behandelt, da diese Gruppe die Darstellungsmethoden thematischer Karten mit der größten Verbreitung beinhaltet. (vgl. IMHOF 1972, S. 104-106)

Diese werden oftmals „als Kartogramme bezeichnet [...]. Hier finden sich Aussagen über Art oder Gattung (Qualitäten) stets in Verbindung mit solchen über deren Werte oder Mengen (Quantitäten). Hauptanliegen solcher Darstellungen ist das Vermitteln von Mengenwerten.“ (IMHOF 1972, S. 105)

Zu dieser Gruppe gehören nach IMHOF folgende Darstellungsmethoden:

(Im folgenden Zitat wird der Verfasser des Buches 'Multilingual dictionary of technical terms in cartography' EMIL MEYNEN mit E. M. abgekürzt.)

- „6. Streuung von Wertpunkten und Wertsignaturen
Punkt- und Signaturenkartogramme, nach E. M.: Punktkarten, Punktstreuungskarten.



- 7. Dichtemosaiken
Flächenkartogramme, englisch: choropleth maps. Nach E. M. Gebietsstufenkarten.
- 8. Andere statistische Mosaiken
Unter anderem auch die Streifenmosaikarten oder Streifendiagrammkarten oder Streifenkartogramme.
- 9. Gefüge von Orts- und Gebietsdiagrammen
oder Orts- und Gebietsdiagrammkarten
Orts- und Gebietsdiagrammkarten.
- 10. Gefüge von Banddiagrammen
Banddiagrammkarten. E. M. unterscheidet hierbei [sic] Bandkarten und Banddiagrammkarten.“ (Imhof 1972, S. 105-106)

Die unter 6. und 10. beschriebenen Darstellungsmethoden werden nicht in den Prototyp implementiert, da sich diese nicht unmittelbar auf z. B. administrative Fläche beziehen lassen. Deshalb werden im Folgenden nur die unter 7., 8. und 9. aufgelisteten und in der Web-Applikation realisierten Darstellungsmethoden näher erläutert.

3.7.1 DICHEMOSAİK

Dichtemosaike stellen einen quantitativen Flächenbezug eines bestimmten Gebietes in Form einer Flächenfüllung mithilfe einer Farbe oder einer Schraffur dar (vgl. WILHELMY 1990, S. 221-222).

„Als » Dichte « bezeichnet man die Anzahl der fraglichen Einzelobjekte pro Flächeneinheit, z. B. 1 km², und zwar stets ausgemittelt für ein bestimmt umgrenztes Bezugsareal. Somit handelt es sich stets um relative Werte. [...]. [Die] Objekt-Anzahl dividiert durch die Anzahl der km² des Areals ergibt dessen » relative Dichte «.“ (IMHOF 1972, S. 164)

„Die einzelnen Mosaikfelder sollen stets durch Linien eingefasst werden, selbst da, wo gleichfarbige oder gleichgerasterte Flächenstücke aneinander stoßen. Damit wird deutlich gezeigt, daß der Stufenwert sich auf die linear eingefasste Fläche als Ganzes bezieht, nicht aber wirklichen lokalen Streuungen entspricht. [...]. Es sind lediglich Abgrenzungslinien administrativer oder anderer Areale.“ (IMHOF, S. 165)

In der Web-Applikation soll nur die Flächenfüllung mittels einer Farbe realisiert werden, da die Generierung einer Schraffur ungleich aufwendiger ist. Des Weiteren ergeben sich aus der gesteigerten Anzahl von Objekten weitere Probleme (vgl. Kapitel "4.4.3 Fehler des Flash-PlugIns" auf Seite 76). Da es sich um eine reine Online-Visualisierung einer thematischen Karte handelt, muss auf Aspekte wie z. B. die Verwendung in Schwarz-Weiß-Medien keine Rücksicht genommen werden.



Abbildung 10: Dichtemosaik (Quelle: Eigene Darstellung)

3.7.2 STREIFENKARTOGRAMM

„Einen Sonderfall bilden die Streifendiagramme (Streifenkartogramme, statistische Mosaiken [...]), bei denen die einzelnen parallelen Streifen jeweils eine bestimmte Qualität (z. B. Art der landwirtschaftlichen Nutzung) angeben. Die Streifenbreite ist ein Maß für den relativen Anteil der einzelnen Qualität an der gesamten Bezugsfläche.“ (HAKE und GRÜNREICH 1994, S. 433)

„Die Summe der Streifenbreiten einer jeden Serie soll in allen Bezugsarealen gleich groß sein. Sie entspricht = 100%.

Die Summe aller Streifenflächen ein- und derselben Gattung ergibt deren totale Anbaufläche. Dies gilt sowohl für jede einzelne Bezugsfläche, als auch für das ganze Mosaik. Mit einiger Genauigkeit trifft dies aber nur zu, wenn das Streifengefüge relativ zu den Dimensionen der einzelnen Bezugsareale sehr schmal gegliedert ist, so daß sich jede Streifengattung in allen Teilen des Arealen genügend oft wiederholt. Breite Streifen in kleinen Arealen führen zu völlig falschen Quantitätsbildern.“ (IMHOFF, S. 180)

Im Falle des Streifenkartogrammes ist es besonders wichtig den Publizisten auf solche Voraussetzungen bei der Verwendung dieser Darstellungsmethode hinzuweisen.



Abbildung 11: Streifenkartogramm (Quelle: Eigene Darstellung)



3.7.3 KREIS(SEKTOREN)DIAGRAMM

„Kartodiagramme sind kartographische Darstellungen absoluter (selten relativer) Zahlenwerte in qualitativer oder quantitativer Aufgliederung durch Diagramme in topographischer oder chorographischer Lage mit Grenzen der Bezugsflächen [...]“ (WILHELMY 1990, S. 218). „Die Signaturen müssen in den jeweiligen Schwerpunkten der Flächen positioniert werden [(vgl. Kapitel "4.2.5 Positionierung von Signaturen" auf Seite 60)], um zu verdeutlichen, dass sie sich auf das jeweilige Flächenstück und nicht auf eine bestimmte Örtlichkeit beziehen“ (WILHELMY 1990, S. 219).

In „Sektoren aufgeteilte Kreisscheiben finden sich in Gebietsdiagrammkarten sehr oft. Es handelt sich hier um die gebräuchlichste und anschaulichste Form von Diagrammkarten. [...]. Durch die Flächen der Kreisscheiben und ihrer Sektoren gelangen die absoluten Mengen, durch die Sektorenwinkel die relativen (prozentualen) Anteile zur Darstellung. Sehr gut ist hierbei auch die visuelle Einlagerung der Diagramme in ihre Areale“ (IMHOF 1972, S. 186-187).

Die Größe der Kreissektorendiagramme muss statisch gewählt werden, wenn keine Aussage über die Quantitäten gemacht werden soll. Die Darstellung einer einzigen Wertspalte erfolgt durch so genannte Kreisdiagramme, die dann aber zwingend die Wiedergabe von Quantitäten erfordert. Im Falle der hier realisierten Web-Applikation werden ausschließlich so genannte Kartodiagramme oder Gebietssignaturen realisiert.



Abbildung 12: Kreissektorendiagramm mit quantitativer Aussage (Quelle: Eigene Darstellung)

3.8 FARBMISCHER

Ein so genannter Farbmischer gibt dem Nutzer einer bestimmten Software die Möglichkeit Farben zu definieren. Abhängig von der Software können verschiedene Optionen zur Verfügung stehen, wie die Wahl des Farbraumes, Veränderungen der Helligkeit, der Sättigung und der Transparenz, sowie die Wahl von abgeleiteten Farbtönen. (vgl. MACROMEDIA, INC. [HRSG.], S. 158-162)

Für eine Web-Applikation ist nur der RGB-Farbraum von Interesse, da die Darstellung der Karte ausschließlich auf einem Monitor bzw. Projektor geschieht. Für die hier vorgestellte Applikation soll ein RGB-Farbmischer zur Farbwahl realisiert werden, der das additive Farbmischsystem direkt in ein Zahlenmodell umsetzt.



3.8.1 RGB-FARBMISCHER VERSCHIEDENER ZEICHENPROGRAMME

Die Gestaltung des RGB-Farbmischers sollte sich an den Farbmischern der Markt führenden Zeichenprogramme orientieren, um den Benutzern der Web-Applikation eine gewohnte Arbeitsumgebung zur Verfügung zu stellen. Abbildung 13 zeigt einige dieser Farbmischer.

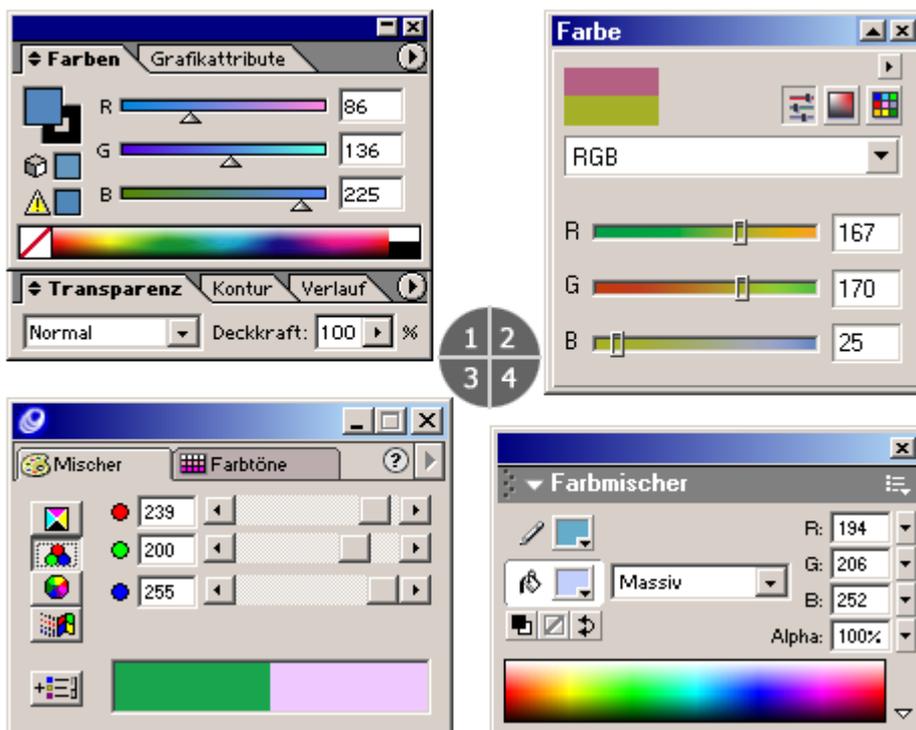


Abbildung 13: RGB-Farbmischer aus den Programmen Adobe Illustrator 10.0 (1), Corel Draw 11.0 (2), Macromedia FreeHand 10.0 (3) und Macromedia Flash MX (4) (Quelle: Screenshots aus verschiedenen Zeichenprogrammen)

Bei eingehender Betrachtung dieser RGB-Farbmischer lassen sich schnell einige Gemeinsamkeiten finden. So wird die Wahl der drei Farbwerte für Rot, Grün und Blau jeweils über Schieberegler ermöglicht, wobei Adobe Illustrator (1) und Macromedia Flash (4) eine Vorauswahl innerhalb eines Bandes anbieten, welches eine Grobansicht des gesamte Farbspektrum des RGB-Farbraumes anzeigt. Im Farbmischer des Programmes Macromedia Flash (4), das hauptsächlich die Erstellung von Inhalten für das Internet zum Ziel hat, wird zusätzlich die Palette der websicheren Farben als Auswahlfeld generiert, sobald der Anwender eines der Farbfelder für Füll- oder Linienfarbe anklickt.

Eine Neuerung im Vergleich zu vorangegangenen Versionen der beiden Zeichenprogramme Adobe Illustrator (1) und Corel Draw (2) ist die Anzeige eines Farbverlaufes innerhalb der Tonwertumfangleisten. Dieser Farbverlauf zeigt dem Benutzer, welche Veränderung er mit dem jeweiligen Schieberegler erreichen kann.

Zusammenfassend bleibt festzustellen, dass die gängigen Farbmischer nicht an die Bedürfnisse der Anwender angepasst sind, da das Verständnis für die additive Farbmischung ein gewisses Maß an Vorwissen und Abstraktionsfähigkeit vom Benutzer erfordert. Da jedoch die wenigsten Menschen praktische Erfahrungen im Umgang mit RGB-Farben haben, sondern ihre Erfahrungen sich durch die Verwendung von z. B. Buntstiften und Wasserfarben auf die subtraktive Farbmischung (z. B. **Cyan-Magenta-Yellow-Key** (CMYK)) begrenzen, ist z. B. die



Mischung der Farbe Gelb (Rot: 255, Grün: 255, Blau: 0) ein Vorgang, der in den meisten Fällen nur durch Ausprobieren bewerkstelligt werden kann.

Die oben angesprochene Neuerung in den RGB-Farbmischern von Adobe und Corel zeigen, dass den Entwicklern diese Problematik ebenfalls bewusst geworden ist. In der Web-Applikation wird jedoch keines der gezeigten Systeme Verwendung finden, da dem Anwender ein leicht bedienbarer Farbmischer angeboten werden soll, der zusätzlich das Verständnis für das RGB-Farbmodell fördert.

3.8.2 DIDAKTISCHER NUTZEN DES RGB-FARBMISCHERS

Eine RGB-Farbe wird durch drei Werte bestimmt, die jeweils einen Definitionsraum von 0 bis 255 aufweisen. Diese 256 möglichen Werte begründen sich in der Verwendung von einem Byte bzw. acht Bit pro Farbe. Die daraus resultierende mögliche Farbtiefe entspricht 24-Bit. Dies entspricht etwa 16,8 Millionen (= 256^3) unterschiedlichen RGB-Farben.

Der Farbmischer der Web-Applikation soll dem Nutzer eine Vorstellung des RGB-Farbraumes vermitteln, damit dieser dessen Aufbau verinnerlichen und das somit gewonnene Wissen auch in anderen Applikationen für sich nutzen kann.

Der RGB-Farbraum kann mithilfe von drei Achsen (R, G, B) dreidimensional dargestellt werden. Da alle Achsen den gleichen Definitionsbereich aufweisen, ist die Visualisierung in Form eines Würfels nahe liegend. In den acht Ecken eines solchen Farbwürfels liegen die in Tabelle 10 aufgelisteten Farben.

Farbname	Farbwert Rot	Farbwert Grün	Farbwert Blau
Rot	255	0	0
Grün	0	255	0
Blau	0	0	255
Gelb	255	255	0
Zyan	0	255	255
Magenta	255	0	255
Schwarz	0	0	0
Weiß	255	255	255

Tabelle 10: RGB-Farbwerte der acht Ecken des Farbwürfels (Quelle: Eigene Darstellung)

Die Kanten eines solchen Farbwürfels sollten mit den jeweils auftretenden Farbverläufen versehen werden, um dem Anwender die Lage bestimmter Farben innerhalb des Würfels zu verdeutlichen und eine sichere Orientierung zu gewährleisten. Der dreidimensionale Eindruck des Farbwürfels muss durch verschiedene Elemente unterstützt werden. Hierdurch soll das räumliche Verständnis für dieses Farbmodell gefördert werden. Die aktuell gewählte Farbe soll durch eine Kugel an der entsprechenden Position innerhalb des Würfels dargestellt werden, die wiederum von drei Linien, welche die gegenüberliegenden Seiten des Würfels



verbinden, geschnitten wird.

Die drei Kanten, die Schwarz mit den Farben Rot, Grün und Blau verbinden, werden mit Schieberegler versehen, durch die der jeweilige Farbwert beeinflusst werden kann. Eine Eingabe der RGB-Farbwerte soll ebenfalls ermöglicht werden.

Des Weiteren soll auch die Möglichkeit bestehen, verschiedene Farbtöne (in 10%-Schritten) der gewählten Farbe sowie alle websicheren Farben direkt auszuwählen. Die Farbtöne sollen zusätzlich mit ihrem jeweiligen Farbwert in hexadezimaler Schreibweise versehen werden. Hierdurch kann sich der Benutzer mit dieser Art der Farbdefinition vertraut machen, die besonders im Internet durch die Verwendung von HTML häufig benötigt wird.

Durch die ständig aktualisierte Position der Kugel innerhalb des Würfels, soll dem Anwender die von ihm verursachte Veränderung eines Farbwertes unmittelbar demonstriert werden.

Ein solcher Farbwürfel könnte auch in den in Kapitel "3.8.1 RGB-Farbmischer verschiedener Zeichenprogramme" auf Seite 46 genannten Zeichenprogrammen die Erzeugung von RGB-Farben erheblich vereinfachen.

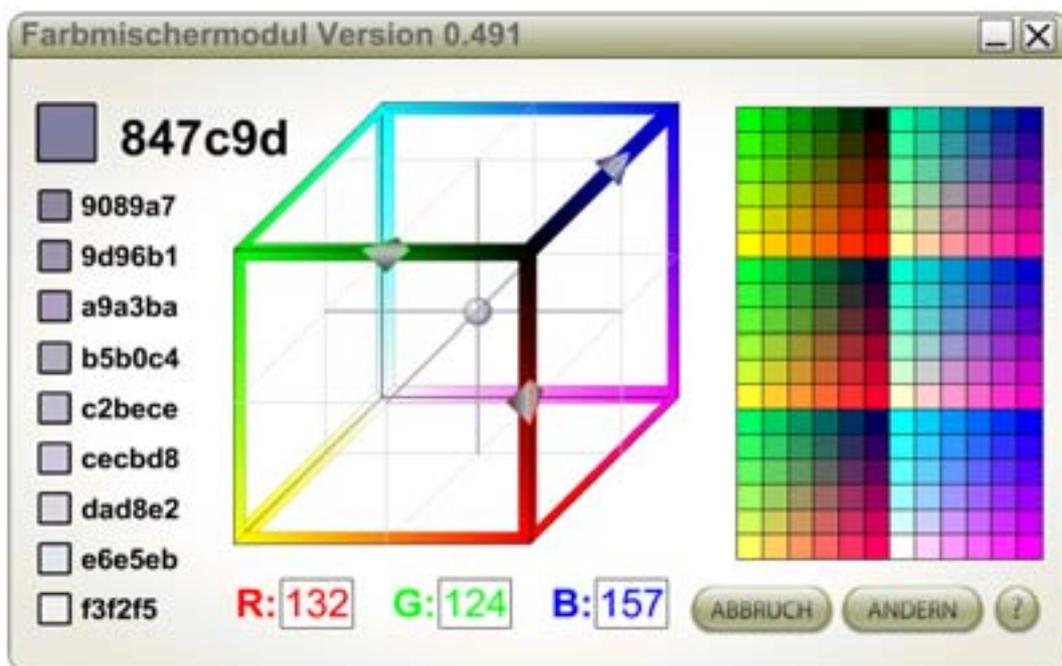


Abbildung 14: Palettenfenster zur Farbwahl (Quelle: Ausschnitt eines Screenshots der Web-Applikation)



4 PRAKTISCHE AUSFÜHRUNG

Der Schwerpunkt dieser Diplomarbeit liegt in der praktischen Ausführung. Es soll ein weitestgehend lauffähiger Prototyp einer Web-Applikation entstehen und nicht eine theoretische Abhandlung des Themas 'Dynamische Online-Visualisierung thematischer Karten im Internet.

Die kommerzielle Nutzung dieser Applikation spielt bei der Programmierung nur eine untergeordnete Rolle. Allerdings wird darauf geachtet, dass z.B. Logfiles bei jedem Kartenaufruf aktualisiert werden und die Ersteller von Karten selbst darüber entscheiden können, ob ihre erzeugten Publikationen öffentlich verfügbar sind oder nur ein ausgewählter Personenkreis Zugang zu diesen erhält. Somit kann eine spätere kommerzielle Nutzung einfach realisiert werden, z. B. durch ein Abrechnungssystem auf der Grundlage der Kartenaufrufe.

Insgesamt wurden in MacroMedia Flash, PHP, HTML und JavaScript ca. 10.000 Zeilen Quellcode angelegt.

4.1 PHP

„PHP ('PHP: **H**ypertext **P**reprocessor') ist eine serverseitig interpretierte, in HTML eingebettete Skriptsprache“ (http://www.phpcenter.de/was_ist/), die vor allem zur dynamischen Wiedergabe von Inhalten im Internet eingesetzt wird. Zum Einsatz kommt sie häufig in Verbindung mit Datenbanken und wurde in den letzten Jahren konsequent in diese Richtung weiterentwickelt. PHP kann aber auch zur Schnittstellenprogrammierung, zur **C**ommon **G**ateway **I**nterface (CGI) -Programmierung, zur Verwaltung von Dateisystemen und Applikationen und zu anderen Aufgaben herangezogen werden.

4.1.1 DATEI-UPLOAD

Der Upload der Geometriedatei aus dem Web-Browser wird durch PHP realisiert, obwohl dieser als Perl-CGI durch die dort verfügbaren Funktionen einfacher zu programmieren gewesen wäre. Allerdings sind die PHP-Funktionen zur Datenspeicherung im Zusammenspiel mit MacroMedia Flash erheblich stabiler. Somit wurde die Entscheidung zugunsten einer einheitlichen Verwendung von PHP gefällt, um eine spätere Einbindung der Applikation auf einem anderen Server zu vereinfachen.

Leider wird der Datei-Upload von PHP innerhalb eines geschützten, serverinternen Bereichs ausgeführt was zur Folge hat, dass die Datei erst im Anschluss daran für eine weitere Verarbeitung zugänglich ist. Nach zahlreichen Testläufen wurde jedoch deutlich, dass die Schnittstelle selbst bei großen PostScript-Dateien von bis zu zwei Megabyte selten länger als drei Sekunden benötigt, um ihre Arbeit abzuschließen. Somit kann die entstehende



Verzögerung als vernachlässigbar eingestuft werden.

Eine weitere Einschränkung entsteht durch den Web-Account beim Provider Netbeat, da dieser den Datei-Upload auf den Standardwert von zwei Megabyte beschränkt. Dies ist eine Einstellung, die vom Serveradministrator beliebig manipuliert werden kann, jedoch aus Sicherheitsgründen bei den meisten kommerziellen Providern unverändert bleibt.

4.1.2 GEOMETRIE-SCHNITTSTELLE

Die Geometrie-Schnittstelle ist zuständig für die Überführung Vektor basierter Daten in ein für die Applikation verwertbares Format. Diese wurde in PHP realisiert und übernimmt sowohl den Upload der Geometriedatei, als auch die Speicherung der entstandenen Daten.

Eine grundlegende Überlegung besteht darin ein Datenformat zu finden, das zum einen aus jedem gängigen Zeichenprogramm exportiert und zum anderen auch für die Zwecke der Applikation transformiert werden kann. Hierbei scheiden alle binären- und komprimierten Datenformate aus, da der Aufwand für die Programmierung einer Schnittstelle, die eine Transformation in ASCII-Daten, bzw. eine Dekomprimierung gewährleistet, zu groß gewesen wäre. Die standardmäßigen Datenformate der drei Markt führenden Zeichenprogramme Adobe Illustrator, MacroMedia FreeHand und Corel Draw werden alle komprimiert und sind damit für diesen Zweck nicht geeignet.

Eine Alternative bietet sich durch die seit vielen Jahren gängige Seitenbeschreibungssprache PostScript, die ursprünglich als Druckerschnittstelle entwickelt wurde und auch in heutigen Druckern weiterhin zum Einsatz kommt. Seit mehreren Jahren hat dieses Format für die Erzeugung von PDF-Dokumenten weiter an Bedeutung gewonnen. Somit ist gewährleistet, dass jeder PC, auf dem ein PostScript fähiger Druckertreiber installiert ist, dieses Format erzeugen kann. Des Weiteren bieten viele Programme einen direkten PostScript-Export an. Sollte ein System weder durch einen installierten Druckertreiber noch durch die genutzte Software in der Lage sein PostScript-Daten zu erzeugen, so kann man auf der Internetseite von Adobe (<http://www.adobe.de/support/downloads/main.html>) einen virtuellen PostScript-Treiber (Adobe PS) für Macintosh- und Windows-PCs herunterladen, der den Export solcher Daten ermöglicht. Hierbei werden ca. 50-300 Kilobyte ASCII-Daten in die PostScript-Datei geschrieben, die für die Applikation keinen Nutzen haben. Diese Datenmenge muss dennoch auf den Server geladen werden, bevor sie von der Schnittstelle wieder verworfen wird. Hierdurch entsteht unnötiger Datentransfer, der zum einen eine Mehrbelastung des Servers und zum anderen eine längere Dauer des Uploads verursacht.

Voraussetzung für die erfolgreiche Transformation einer Geometrie ist, dass jede Region aus einem in sich geschlossenen Pfad besteht. Einzellinien können nachträglich keinem Objekt mehr zugeordnet werden, da das PostScript-Format weder IDs noch Namen von Objekten enthält.

Das Datenformat SVG bietet sich ebenfalls als Exportformat an, da in diesem die Geometrie in Form von ASCII-Daten und beinahe keine weiteren für diese Applikation unnötigen Daten enthalten sind. Dieses Dateiformat lässt sich jedoch standardmäßig nur aus den Zeichenprogrammen Adobe Illustrator und Corel Draw exportieren. Innerhalb des



Programmes MacroMedia FreeHand muss zusätzliche Software verwendet werden, um SVG-Dateien zu erzeugen. Die exportierten Dateien sind aber in ihrem Aufbau sehr uneinheitlich und somit für eine Transformation nur eingeschränkt geeignet.

4.1.2.1 DAS POSTSCRIPT-DATEIFORMAT

Das PostScript-Dateiformat enthält verschiedene für die Applikation relevante Daten. Im Folgenden sollen die Wichtigsten genannt und deren Bedeutungen kurz erläutert werden.

- Header (z.B. '%!PS-Adobe-3.1')
Der Header wird von der Schnittstelle genutzt, um zu verifizieren, dass es sich um ein gültiges PostScript-Format handelt. Von der Schnittstelle werden nur Daten akzeptiert, die von einem Treiber der seit 1997 aktuellen Version 3 erzeugt wurden. Dabei darf das Format selbst auch älteren Ursprungs sein. Somit werden auch Daten in den Formaten PostScript-Level1 und -Level2 akzeptiert. Da es nicht gelang, einen Treiber einer älteren Version zu organisieren, wurde deren Verwendung vorsichtshalber ausgeschlossen, um das damals beklagte 'Treiber-Fiasko' (vgl. <http://www.heise.de/ct/97/06/055/>) zu vermeiden.
- Creator (z.B. '%%Creator: FreeHand 10.0')
Der Creator wird von der Schnittstelle genutzt, um sicherzustellen, dass es sich um ein PostScript-Format handelt, das nicht von Esri ArcView geschrieben wurde. Daten, die von dieser Software erzeugt wurden, dienen nur noch der Umwandlung in ein PDF oder dem Druck, da die zu zeichnenden Elemente in Einzelteile zerschnitten und in willkürlicher Reihenfolge exportiert wurden. Somit ist es nicht mehr möglich diese ihrem ursprünglichen Objekt zuzuordnen.
- 'm'- oder 'mo'-Kommando (z.B. '123 456.589 mo')
Dieses Kommando bewegt (englisch: move) die aktuelle Zeichenposition zu den vorangestellten X- und Y-Koordinaten, die sich auf den Nullpunkt des Zeichenbereichs beziehen, der in der linken oberen Ecke liegt. Positive Werte bewirken eine Bewegung nach rechts, bzw. nach unten.
- 'L'- oder 'li'-Kommando (z.B. '123.456 589 li')
Hier wird eine Gerade (englisch: line) von der aktuellen Zeichenposition zu den vorangestellten X- und Y-Koordinaten gezeichnet, die sich ebenfalls auf den Nullpunkt beziehen.
- 'C'- oder 'cv'-Kommando (z.B. '60 40.9 70 40.9 80 50.1 cv')
Dieses Kommando zeichnet eine kubische Bézierkurve (englisch: cubic bezier curve) von der aktuellen Zeichenposition zum Letzten der drei vorangestellten X- und Y-Koordinatenpaare. Die beiden ersten Koordinatenpaare beschreiben die Ankerpunkte, die mithilfe des Start- und Endpunktes die Tangente der Kurve festlegen. Die Start- und Endpunkte einer Kurve werden auch als Stützpunkte bezeichnet.



- 'h'-Kommando
Das 'h'-Kommando zeigt an, dass das zuvor beschriebene Objekt durch das Folgende versteckt (englisch: hide) wird. Dieses Verfahren wird im Allgemeinen als 'Ausstanzen' bezeichnet.

Weiterhin gibt es eine größere Anzahl von Kommandos, die Anfang und Ende eines Pfades oder einer Füllung anzeigen. Diese werden jedoch von verschiedenen Programmen recht unterschiedlich eingesetzt. Die meisten Zeichenprogramme orientieren sich allerdings am Vorbild des PostScript-Erfinders Adobe.

4.1.2.2 DIE AUFBEREITUNG DER GEOMETRIEDATEN

Um es MacroMedia Flash möglich zu machen die relevanten Geometriedaten zu verarbeiten, werden diese durch die Geometrie-Schnittstelle in Form von ASCII-Daten in einer Datei gespeichert. Hierbei werden sämtliche Zeichenkommandos, die zur Erstellung eines Objektes nötig sind, in leicht abgewandelter Form in einer Variable abgelegt.

Diese Variable kann drei unterschiedliche Inhalte haben. Aufgrund der Herkunft der Daten sind diese eng mit der Art der Datenspeicherung im PostScript-Format verwandt. Bewegungen werden durch ein führendes 'M', Linien durch ein 'L' und kubische Bézierkurven durch ein 'C' eingeleitet. Diese Voranstellung des jeweiligen Kommandos gewährleistet eine einfache Datenverarbeitung in MacroMedia Flash.

Des Weiteren werden alle Koordinaten der PostScript-Datei aus ihrem ursprünglichen Koordinatensystem in das von MacroMedia Flash überführt, um die gesamte Geometrie später zentriert auf dem Bildschirm darstellen zu können. Die Anzahl aller zu zeichnenden Objekte wird ebenfalls in dieser Datei vereinbart, um MacroMedia schon während des Ladevorgangs eine prozentuale Ausgabe der bereits geladenen Objekte zu ermöglichen.

4.1.3 DATENSPEICHERUNG

Durch PHP können auf dem Server Verzeichnisse und Dateien erzeugt werden, deren Inhalt beliebig verändert werden kann. Somit stellt die Speicherung von Daten beliebigen Typs kein Problem dar und erfolgt in Form von ASCII-Daten, die in einer für MacroMedia Flash lesbaren Form geschrieben werden. Um diese Lesbarkeit zu gewährleisten, müssen Variablen in der folgenden Art und Weise angelegt werden.

```
&variablenname1=variablenwert1&  
&variablenname2=variablenwert2,variablenwert3,variablenwert4&
```

Die vorangestellten &-Zeichen zeigen MacroMedia Flash beim Import an, dass es sich um eine Variable handelt. Das abschließende &-Zeichen ist laut MacroMedia-Referenz nicht erforderlich, doch zeigten viele Versuche in der Vergangenheit, dass im Datenaustausch mit bestimmten Browsern Probleme auftreten, wenn dieses Zeichen nicht angehängt wird. Der Inhalt einer solchen Variable wird von MacroMedia Flash grundsätzlich als Zeichenkette



(englisch: string) interpretiert. Dieser Datentyp kann jedoch durch verschiedene Funktionen innerhalb der Software nachträglich in andere Datentypen konvertiert werden. Es ist ebenfalls möglich eine solche Zeichenkette anhand eines bestimmten Zeichens in ein Feld (englisch: array) aufzuteilen.

Die Übergabe eines Arrays von Macromedia Flash an ein PHP-Skript ist nicht möglich. Daher müssen unter erheblichem Aufwand alle Einträge eines zu speichernden Arrays in einzelne Variablen transformiert werden und nach jedem weiteren Lesevorgang in ein Array zurückgewandelt werden.

Zusätzliche Schwierigkeiten verursacht die Tatsache, dass bei allen gängigen Providern durch PHP erzeugte Verzeichnisse und Dateien einen anderen Besitzer haben, als den Betreiber des Accounts und außerdem die Vergabe von Zugriffsrechten eingeschränkt wird. Somit ist ein komfortabler Zugriff auf die Verzeichnisstruktur durch z. B. das **F**ile **T**ransfer **P**rotocol (FTP) nicht möglich. Die einzige Möglichkeit durch PHP erzeugte Verzeichnisse und Dateien zu durchsuchen, zu kopieren oder zu löschen besteht darin, mithilfe von weiteren PHP-Skripten zu arbeiten. Dies führt gerade während der Entwicklungs- und Testphase zu Verzögerungen und einer erheblichen Steigerung des Arbeitsaufwandes.

4.1.4 ADMINISTRATION

Um eine sinnvolle Administration des Projekts zu gewährleisten, wurden verschiedenen Funktionen in PHP programmiert, von denen manche dem Publizisten von Karten und andere ausschließlich dem Betreiber des Projekts zugänglich sind.

Publizisten können beispielsweise die Logfiles ihrer Karten betrachten, in denen jeder Zugriff auf eine bestimmte Karte mit Datum, Uhrzeit, Browserart und -version, IP-Adresse, sowie Hostname gespeichert wird. Des Weiteren ist es auch möglich eine Einzelne oder alle Karten einer Geometrie zu löschen. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, eine Geometrie mitsamt ihrer Karten aus dem öffentlichen Bereich zu entfernen und zu einem späteren Zeitpunkt wiederherzustellen.

Der Betreiber der Web-Applikation erhält ebenfalls Zugriff auf all diese Funktionen und zusätzlich die nötigen Rechte, um eine Geometrie mit ihren Karten endgültig zu löschen. Diese Möglichkeiten sind im Hinblick auf eine kommerzielle Nutzung notwendig.

Innerhalb der Applikationsoberfläche ist es für den Publizisten ebenso möglich, nachträgliche Änderungen an den Darstellungsoptionen einer Karte durchzuführen. Hierzu gehören vor allem die Korrektur von Farben, sowie der Klassenanzahl und -bildungsmethode, der Signaturgröße, der Legendenüberschriften und des Veröffentlichungsnamens einer Karte.



4.2 ACTIONSCRIPT

Die Web-Applikation ist in MacroMedia Flash MX realisiert worden, um den praktischen Beweis zu erbringen, dass diese Entwicklungsumgebung grundsätzlich zur Verwirklichung solcher Projekte genutzt werden kann.

Im Folgenden sollen einige der Funktionalitäten erläutert werden, welche für diese Web-Applikation notwendig sind.

4.2.1 TRANSFORMATION KUBISCHER BÉZIERKURVEN ZU POLYGONZÜGEN

Da MacroMedia Flash in der Version MX um ein Zeichen- **A**pplication **P**rogramming **I**nterface (API) erweitert wurde, ist es nun möglich dynamische Zeichenoperationen zu programmieren. Im Gegensatz zu allen gängigen Zeichenprogrammen arbeitet MacroMedia Flash jedoch nicht mit kubischen, sondern mit quadratischen Bézierkurven. Diese beiden Kurventypen sind zueinander inkompatibel, da die Kubischen über zwei Ankerpunkte, Quadratische jedoch nur über einen definiert werden. Somit ist es nötig, kubische Bézierkurven in Polygonzüge zu transformieren, um diese für MacroMedia Flash darstellbar zu machen. Die folgende Abbildung soll die Unterschiede zwischen diesen beiden Kurventypen verdeutlichen.

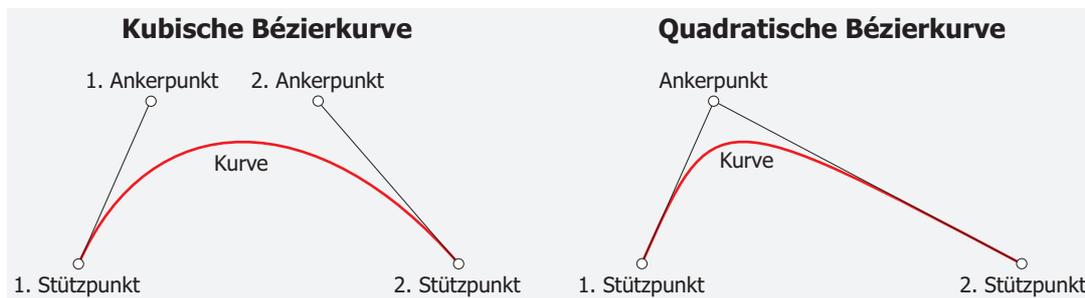


Abbildung 15: Unterschiede im Aufbau von Bézierkurven (Quelle: Eigene Darstellung)

Die Mitte einer kubischen Bézierkurve kann mathematisch berechnet werden. Das Ergebnis dieser Berechnung besteht aus einem Punkt der Bézierkurve und der Kurventangente an diesem. Daraus lassen sich zwei kubische Bézierkurven, die zusammengesetzt ein deckungsgleiches Bild der ursprünglichen Kurve ergeben, ableiten. Dieses Verfahren kann rekursiv ausgeführt werden, bis die gewünschte Genauigkeit erreicht wird, welche wiederum durch ein Abbruchkriterium beschrieben werden muss.

Das einfachste und oft verwendete Abbruchkriterium ist die Tiefe der Rekursion. Hierbei wird die Anzahl der Durchläufe des Algorithmus statisch begrenzt. Dieses Verfahren birgt jedoch mehrere Nachteile, denn durch den Abstand der Stützpunkte zueinander und die Abstände zwischen Stütz- und Ankerpunkten können kubische Bézierkurven in Größe und Form beliebig variieren. Hierauf kann ein solches Abbruchkriterium nicht reagieren, da z. B. bei einer rekursiven Tiefe von '3' eine Kurve immer in 8 Kurvensegmente (1. Durchlauf = 2 Kurven, 2. Durchlauf = 4 Kurven, 3. Durchlauf = 8 Kurven) geteilt wird, wie in Abbildung 16 zu sehen ist. Somit werden besonders große und ausladende Kurven eventuell nicht ausreichend genau berechnet, um eine ansprechende Darstellung zu gewährleisten. Im Gegensatz dazu werden



kleine und vor allem geringfügig ausladende Kurven, für deren Darstellung wenige Linien ausreichend sind, ebenfalls in 8 Segmente geteilt, was einen unnötigen Rechenaufwand des Client-PCs und damit einen Zeitverlust verursacht. Weiterhin würden im späteren Verlauf der Applikation ebenfalls erhöhte Latenzzeiten auftreten, da die dargestellten Objekte von unnötig hoher Genauigkeit sind. Auch innerhalb einer Kurve können Probleme entstehen, wenn diese unterschiedlich geformte Teilbereiche aufweist.

Nach verschiedenen Versuchen mit unterschiedlichen Abbruchkriterien fiel die Entscheidung zugunsten des Abstands der beiden Ankerpunkte zu einer imaginären Geraden durch die beiden Stützpunkte. Der Vorteil dieses Kriteriums liegt vor allem in der dynamischen Rekursion, die vor jeder Teilung eines Kurvensegmentes überprüft, ob die Entfernung der beiden Ankerpunkte zu der angenommenen Geraden innerhalb der erlaubten Toleranz liegt und gegebenenfalls die weitere Ausführung des Algorithmus verhindert. Somit können bestimmte Bereiche einer Kurve öfter unterteilt werden als andere, was eine minimierte Rechendauer zur Folge hat. Dieser Sachverhalt soll durch die folgende Abbildung verdeutlicht werden.

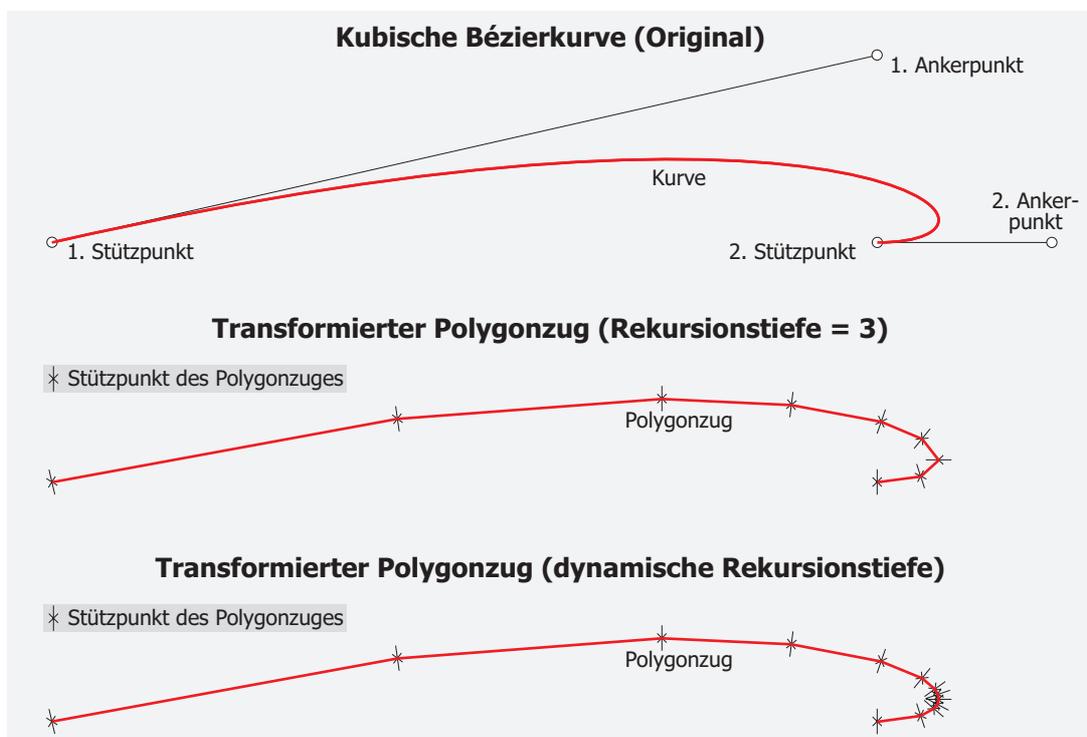


Abbildung 16: Darstellung der Transformationsergebnisse (Quelle: Eigene Darstellung)

Der Publizist kann im Nachhinein dieses Abbruchkriterium manipulieren und das Ergebnis seiner Einstellung durch eine Neuberechnung der Geometrie direkt am Bildschirm überprüfen.

Im Folgenden wird die Funktion vorgestellt, welche die dynamisch rekursive Transformation von kubischen Bézierkurven realisiert.

```

////////////////////////////////////
// Funktion zur Transformation einer kubischen
// Bézierkurve in einen Polygonzug
////////////////////////////////////
    
```



```
// px1, py1 = Koordinaten des ersten Stützpunktes
// px2, py2 = Koordinaten des ersten Ankerpunktes
// px3, py3 = Koordinaten des zweiten Ankerpunktes
// px4, py4 = Koordinaten des zweiten Stützpunktes
/////////////////////////////////////////////////////////////////
BCTPL = function (px1, py1, px2, py2, px3, py3, px4, py4)
{
  // Variablen, die nur innerhalb dieses Funktions-
  // durchlaufes gültig sind, werden definiert
  ///////////////////////////////////////////////////////////////////
  var abst2;
  var abst3;
  var m1;
  var y1;
  var y2;
  var y3;
  var schnx2;
  var schny2;
  var schnx3;
  var schny3;
  ///////////////////////////////////////////////////////////////////
  // Berechnung der Abstände der Ankerpunkte zu
  // der Geraden durch die beiden Stützpunkte
  ///////////////////////////////////////////////////////////////////
  // Überprüfung, ob die X-Koordinaten der Stützpunkte identisch sind
  if (px1 == px4)
  {
    // Kürzester Abstand zwischen erstem Ankerpunkt
    // und der Geraden durch beide Stützpunkte
    abst2 = Math.abs(px1-px2);
    // Kürzester Abstand zwischen zweitem Ankerpunkt
    // und der Geraden durch beide Stützpunkte
    abst3 = Math.abs(px1-px3);
  }
  // Überprüfung, ob die Y-Koordinaten der Stützpunkte identisch sind
  else if (py1 == py4)
  {
    // Kürzester Abstand zwischen erstem Ankerpunkt
    // und der Geraden durch beide Stützpunkte
    abst2 = Math.abs(py1-py2);
    // Kürzester Abstand zwischen zweitem Ankerpunkt
    // und der Geraden durch beide Stützpunkte
    abst3 = Math.abs(py1-py3);
  }
  // Falls weder die X- noch die Y-Koordinaten
  // der Stützpunkte identisch sind
  else
  {
    // Steigung vom ersten zum zweiten Stützpunkt
    m1 = -(py4-py1)/(px4-px1);
    // Schnittpunkt der Steigungsgerade mit der Y-Achse
    // durch den ersten Stützpunkt (Gerade 1)
    y1 = py1+(m1*px1);
    // Schnittpunkt der Gegensteigungsgerade mit der Y-Achse
    // durch den ersten Ankerpunkt (Gerade 2)
    y2 = py2+((-1/m1)*px2);
```



```

// Schnittpunkt der Gegensteigungsgerade mit der Y-Achse
// durch den zweiten Ankerpunkt (Gerade 3)
y3 = py3+((-1/ml)*px3);
// X-Koordinate des Schnittpunkts von Gerade 1 und Gerade 2
schnx2 = (y2-y1)/-(m1+(1/ml));
// Y-Koordinate des Schnittpunkts von Gerade 1 und Gerade 2
schny2 = -(m1*schnittx2)+y1;
// X-Koordinate des Schnittpunkts von Gerade 1 und Gerade 3
schnx3 = (y3-y1)/-(m1+(1/ml));
// Y-Koordinate des Schnittpunkts von Gerade 1 und Gerade 3
schny3 = -(m1*schnittx3)+y1;
// Kürzester Abstand zwischen erstem Ankerpunkt
// und der Geraden durch beide Stützpunkte
abst2 = Math.sqrt(Math.pow(schnx2-px2,2)+Math.pow(schny2-py2,2));
// Kürzester Abstand zwischen zweitem Ankerpunkt
// und der Geraden durch beide Stützpunkte
abst3 = Math.sqrt(Math.pow(schnx3-px3,2)+Math.pow(schny3-py3,2));
}
////////////////////////////////////
// Abbruchkriterium
////////////////////////////////////
// Wenn beide Abstände geringer sind, als die vom User
// definiert Toleranz (st) wird der zweite Stützpunkt als
// nächster Punkt des Polygonzuges zurückgeliefert.
////////////////////////////////////
if (abst2 < st && abst3 < st)
{
////////////////////////////////////
// Rückgabe der X- und Y-Koordinaten
////////////////////////////////////
_level10["polylinereg_"+x][xy2] = px4;
_level10["polylinereg_"+x][xy2+1] = py4;
// Position des Zeigers für die nächsten Koordinaten wird verändert
xy2 += 2;
}
////////////////////////////////////
// Weiterteilen, falls mindestens einer der beiden Abstände
// die vom User gewährte Toleranz überschreitet
////////////////////////////////////
else
{
////////////////////////////////////
// Die zu übergebenen X- und Y-Koordinaten der beiden
// neuen kubischen Bézierkurven werden berechnet
////////////////////////////////////
var ppx2 = (px1+px2)/2;
var ppy2 = (py1+py2)/2;
var ppx6 = (px3+px4)/2;
var ppy6 = (py3+py4)/2;
var tempx = (px2+px3)/2;
var tempy = (py2+py3)/2;
var ppx3 = (ppx2+tempx)/2;
var ppy3 = (ppy2+tempy)/2;
var ppx5 = (ppx6+tempx)/2;
var ppy5 = (ppy6+tempy)/2;
var ppx4 = (ppx3+ppx5)/2;
var ppy4 = (ppy3+ppy5)/2;
}
}

```



```

////////////////////////////////////
// Rekursiver Aufruf der dieser Funktion für
// die beiden neuen kubischen Bézierkurven
////////////////////////////////////
BCTPL(px1, py1, pp1, pp2, pp3, pp4, pp5, pp6, pp7, pp8, pp9, pp10);
BCTPL(pp1, pp2, pp3, pp4, pp5, pp6, pp7, pp8, pp9, pp10, px4, py4);
}
}

```

4.2.2 VERGABE VON IDS UND OBJEKTNAMEN

Jedem Objekt wird durch die Geometrie-Schnittstelle eine eindeutige ID zugeordnet. Da in PostScript-Dateien alle Objekte in der Reihenfolge der ursprünglichen Anordnung des Zeichenprogramms (von der hintersten zur vordersten Ebene) gespeichert werden, erhalten diese auch ihre internen IDs in jener Reihenfolge.

Der User muss aber die Möglichkeit haben, für jedes Objekt eine beliebige ID zu vergeben, damit er seine Datenbestände möglichst einfach an diese anbinden kann. Diese IDs werden auch bei der Verknüpfung von Objekten genutzt, da die kleinste ID der zu verknüpfenden Objekte gleichzeitig die des neuen Objektes darstellt. Des Weiteren kann auch ein Name zugeordnet werden, um dem späteren Betrachter einer Karte weitere Informationen über die Geometrie zu vermitteln.

Zur besseren Kontrolle der vorgenommenen Einstellung werden alle Objekte der aktuellen Geometrie in einer Liste aufgeführt und gegebenenfalls Informationen über ihren derzeitigen Zustand bezüglich angewendeter Verknüpfungs- und Ausblendungseinstellungen angezeigt.



Abbildung 17: Palettenfenster zur Vergabe von IDs und Namen (Quelle: Ausschnitt eines Screenshots der Web-Applikation)

Diese nachträglich generierten IDs und Objektnamen werden in einer zusätzlichen Datei gespeichert und bei jedem Aufruf einer Geometrie den entsprechenden Objekten zugeordnet.



4.2.3 AUSBLENDUNG VON OBJEKTEN

Es kann notwendig sein, dass bestimmte Objekte einer Geometrie nachträglich gelöscht werden müssen. Diese zu löschenden Objekte können durch Fehler der Geometrie-Schnittstelle entstanden sein, aber eventuell auch durch die Erkenntnis des Publizisten, dass bestimmte Objekte für die Bildschirmdarstellung der Geometrie unnötig oder zu klein sind. Einige beispielhafte Ausblendungen werden in der folgenden Abbildung des entsprechenden Palettenfensters dargestellt.



Abbildung 18: Palettenfenster zur Ausblendung von Objekten (Quelle: Ausschnitt eines Screenshots der Web-Applikation)

Gelöschte Objekte müssen allerdings auch bei jedem weiteren Aufruf der Geometrie geladen werden, jedoch werden deren Transformation und Visualisierung unterdrückt. Ein dauerhaftes Löschen wäre in bestimmten Fällen von Vorteil, ließe sich aber nicht mehr rückgängig machen und würde somit bei einer fehlerhaften Nutzung die Geometriedaten dauerhaft unbrauchbar machen. Auch für diese Objektinformationen wird eine zusätzliche Datei angelegt.

4.2.4 VERKNÜPFUNG VON OBJEKTEN

Aufgrund des Aufbaus administrativer Einheiten ist es möglich, dass mehrere Objekte zu einem Einzigen zusammengefasst werden müssen. Dies wird z. B. nötig, wenn Inseln (z. B. Spiekeroog und Baltrum) einem Bundesland (z. B. Niedersachsen) angeschlossen werden müssen.

In Zeichenprogrammen ist dies durch eine Gruppierung oder eine so genannte 'Verschmelzung' problemlos realisierbar. Da aber in einer PostScript-Datei alle Objekte unabhängig voneinander gespeichert werden, sind derartige Informationen nach dem Import von Geometriedaten nicht mehr verfügbar. Somit muss die Möglichkeit zur Verknüpfung von Objekten gegeben sein. In der folgenden Abbildung wird das entsprechende Palettenfenster mit einer beispielhaften Verknüpfung gezeigt.



Abbildung 19: Palettenfenster zur Verknüpfung von Objekten (Quelle: Ausschnitt eines Screenshots der Web-Applikation)

Bei jedem Aufruf der Geometrie werden die vom Publizisten erstellten Verknüpfungen geladen und während des Zeichenvorgangs berücksichtigt.

4.2.5 POSITIONIERUNG VON SIGNATUREN

Diese spielt bei der Veröffentlichung einer Karte eine wesentlich Rolle, da eine automatische Positionierung von Signaturen oftmals unschöne und unverständliche Ergebnisse hervorbringt. Bedingt wird dies dadurch, dass sich Signaturen gegenseitig überdecken oder nicht im visuellen Mittelpunkt eines Objektes liegen.

In MacroMedia Flash besteht das Problem einer automatischen Positionierung vor allem darin, dass es nur unter hohem Aufwand möglich ist, den Schwerpunkt einer Fläche zu errechnen, der grundsätzlich eine gute Annäherung an den visuellen Mittelpunkt darstellt. Deshalb muss das geometrische Zentrum des Objektes zum Mittelpunkt erklärt werden, das jedoch häufig sogar außerhalb dieses Objektes liegt, welches sich im Verfahren begründet, durch das dieser Mittelpunkt ermittelt wird. Hierzu wird jeweils der Durchschnitt der kleinsten und größten Ausdehnung in horizontaler- bzw. vertikaler Richtung errechnet. In der folgenden Abbildung sollen die unterschiedlichen Ergebnisse verdeutlicht werden.

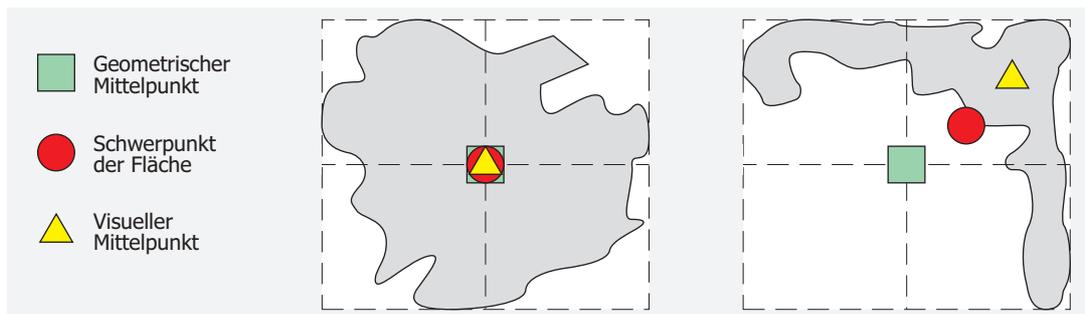


Abbildung 20: Mittelpunkte unterschiedlich geformter Objekte (Quelle: Eigene Darstellung)



Um dem Publizisten einer Karte die Möglichkeit zu geben, eine kartographisch anspruchsvolle Positionierung zu verwirklichen, können mithilfe so genannter Targets per 'Drag&Drop' die Mittelpunkte aller Objekte korrigiert werden. Die folgende Abbildung stellt diese Veränderung der Position der Objektmittelpunkte dar.

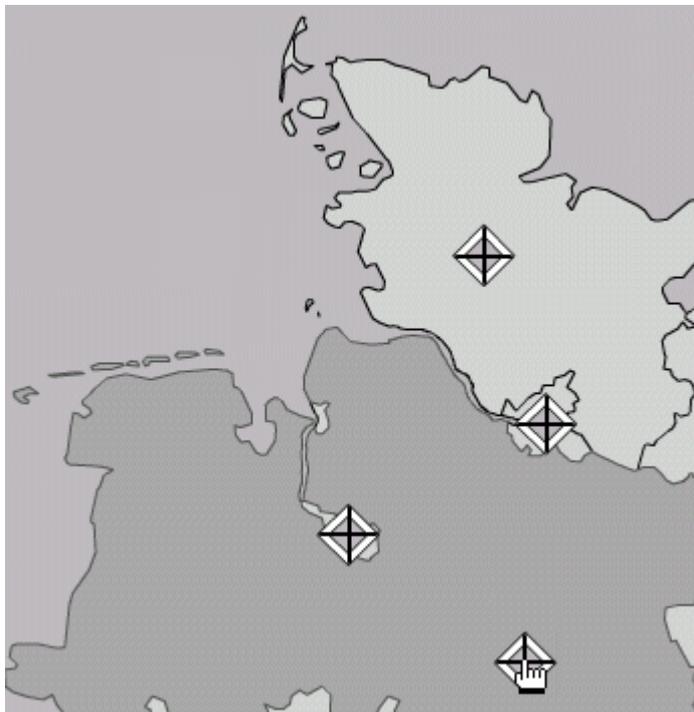


Abbildung 21: Veränderung der Position von Objektmittelpunkten (Quelle: Ausschnitt eines Screenshots der Web-Applikation)

Der entstehende Unterschied zwischen geometrischem Mittelpunkt und der Positionierung des Publizisten wird in einer zusätzlichen Datei gespeichert und im Falle der Zeichnung von Signaturen wieder eingelesen und angewendet.

4.2.6 DATENIMPORT

Die Möglichkeit Datensätze direkt aus einem Tabellenkalkulationsprogramm zu importieren wird durch die Zwischenablage des jeweiligen Betriebssystems geboten. Dieses Verfahren wird im Allgemeinen 'Copy&Paste' genannt.

Die relevanten Daten einer Tabelle müssen markiert und anschließend kopiert werden.



Folgende Tabelle zeigt einen Beispieldatensatz aus einem Tabellenkalkulationsprogramm. Die erste Spalte, welche die Bezeichnungen der Objekte enthält, ist für die Web-Applikation nicht relevant, da die Zuordnung ausschließlich mithilfe der IDs realisiert wird.

	Ernte 2002 (Daten in 1000t, bzw. 1000hl)					
Bezeichnung	ID	Getreide	Kartoffeln	Zuckerrüben	Obst (Marktofst)	Weinmost
Baden-Württemberg	1	3640,0	269,0	1484,0	419,0	2684,0
Bayern	2	7394,0	2095,0	5273,0	52,0	446,0
Berlin	3	9,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Brandenburg	4	2719,0	346,0	597,0	36,0	0,0
Bremen	5	9,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Hamburg	6	9,3	0,0	0,0	27,0	0,0
Hessen	7	1992,0	153,0	1109,0	14,0	302,0
Mecklenburg-Vorpommern	8	3835,0	555,0	1357,0	23,0	0,0
Niedersachsen	9	6663,0	4948,0	6369,0	150,0	0,0
Nordrhein-Westfalen	10	4927,0	1298,0	4046,0	83,0	2,0
Rheinland-Pfalz	11	1460,0	311,0	1450,0	73,0	6635,0
Saarland	12	144,0	6,0	0,0	2,0	8,0
Sachsen	13	2323,0	284,0	944,0	95,0	19,0
Sachsen-Anhalt	14	3577,0	556,0	2619,0	22,0	20,0
Schleswig-Holstein	15	2440,0	187,0	744,0	20,0	0,0
Thüringen	16	2254,0	105,0	610,0	24,0	20,0

Tabelle 11: Beispieldatensatz eines Tabellenkalkulationsprogramms (Quelle: Eigene Darstellung)

Im Anschluss muss der Inhalt der Zwischenablage in das entsprechende Fenster des Importmoduls der Web-Applikation eingefügt werden. Grundvoraussetzung für einen erfolgreichen Datenimport ist, dass die erste Spalte des Datensatzes die zur Zuordnung benötigten IDs enthält. Zur besseren Kontrolle der importierten Daten wird das Ergebnis wie in der folgenden Abbildung zu sehen unmittelbar angezeigt. Die hierbei angezeigten Namen stammen nicht aus dem importierten Datensatz, sondern werden von der Web-Applikation aus den für die Geometrie vereinbarten IDs und Objektnamen erzeugt.



Abbildung 22: Palettenfenster des Datenimports zur Kontrolle des importierten Beispieldatensatzes (Quelle: Ausschnitt eines Screenshots der Web-Applikation)



Somit können fehlerhafte Daten umgehend verworfen und gegebenenfalls im Tabellenkalkulationsprogramm korrigiert werden.

Durch international unterschiedliche Dezimaltrenn- und Ziffergruppierungszeichen kann es zu Problemen mit der Überführung der Daten kommen. Grundsätzlich sollte auf eine Ziffergruppierung verzichtet werden, da eine Unterscheidung von einer Dezimalzahl und einer ziffergruppierten Ganzzahl nicht möglich ist.

4.2.7 DARSTELLUNGSOPTIONEN

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurden drei verschiedene Darstellungsmethoden umgesetzt, jedoch nicht ohne spätere Erweiterungen außer Acht zu lassen. Es besteht die Möglichkeit, die Web-Applikation um andere Methoden zur Visualisierung zu bereichern. Dies wird besonders im Bereich der Signaturen im Falle einer kommerziellen Nutzung notwendig. Im Folgenden werden die implementierten Darstellungsmethoden kurz vorgestellt.

4.2.7.1 DICHEMOSAİK

Trotz der trivialen Art der Darstellung muss der Publizist eine Reihe von Einstellungen vornehmen, um ein ansprechendes Dichtemosaik zu gestalten. Hierzu gehören die Anzahl der zu bildenden Klassen und die Auswahl der Farben (vgl. Abbildung 23, S. 64). Der Benutzer kann entscheiden, ob ein ein-, zwei- oder dreipoliger Farbverlauf für die Farben der einzelnen Klassen zugrunde gelegt werden soll. Für jeden Pol muss mithilfe des Farbmischers (vgl. Kapitel "4.2.12 Farbmischer" auf Seite 68) eine Farbe definiert werden, jedoch geschieht die Berechnung der Farbwerte jeder einzelnen Klasse im Anschluss automatisch.

Außerdem müssen die entsprechenden Klassengrenzen definiert werden. Um eine sinnvolle Visualisierung zu unterstützen, werden dem Bearbeiter einer Karte mehrere Hilfsmittel zur Verfügung gestellt. Zum einen wird der gesamte Wertebereich der gewählten Wertespalte dargestellt und mit einem Histogramm versehen, dessen Aufgliederung manipuliert werden kann. Zum anderen werden die Bereiche der Klassen in ihren jeweiligen Farben dargestellt und die Klassengrenzen können per 'Drag&Drop' verändert werden. Außerdem ist es möglich zwischen vier vordefinierten, statistischen Klassenbildungsmethoden (vgl. Kapitel "3.6 Statistische Klassenbildungsmethoden" auf Seite 35) zu wählen und schon zu diesem Zeitpunkt das Aussehen der endgültigen Karte zu testen. (vgl. Abbildung 24, S. 64)



Abbildung 23: Palettenfenster zur Festlegung von Farben- und Klassenanzahl, sowie Farbtönen eines Dichtemo- saikes (Quelle: Ausschnitt eines Screenshots der Web-Applikation)

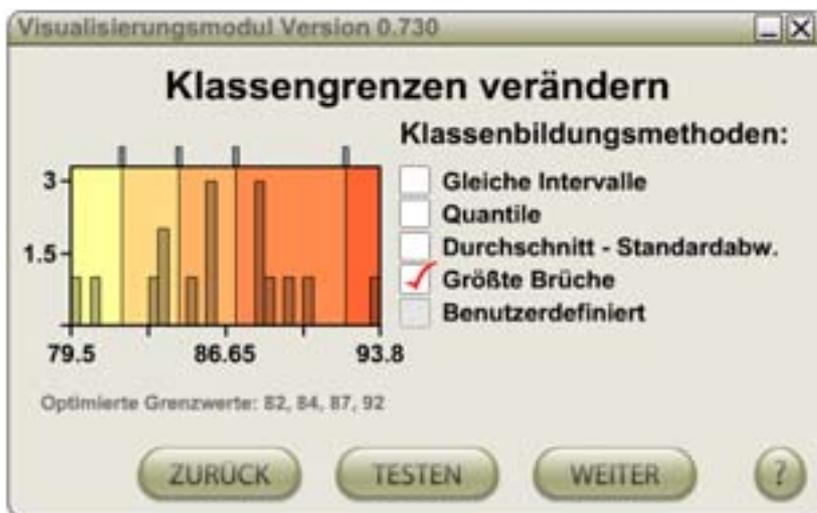


Abbildung 24: Palettenfenster der statistischen Klassenbildungsmethoden eines Dichtemo- saikes (Quelle: Ausschnitt eines Screenshots der Web-Applikation)

4.2.7.2 STREIFENKARTOGRAMM

Die Einstellungsmöglichkeiten beim Streifenkartogramm beschränken sich auf ein Minimum. Für jede dargestellte Wertespalte muss eine Farbe mithilfe des Farbmischer (vgl. Kapitel "4.2.12 Farbmischer" auf Seite 68) angegeben werden. Im Anschluss können die Breite und die Winkelung der Bänder definiert und über die Anzeige von Haarlinien zwischen den einzelnen Streifen eines Bandes entschieden werden. Wie aus der folgenden Abbildung ersichtlich, erhält der Benutzer zu jeder Zeit Rückmeldung über das Aussehen eines Teilabschnitts eines Bandes und kann das endgültige Aussehen der Karte testen.



Abbildung 25: Palettenfenster der Darstellungsoptionen eines Streifenkartogrammes (Quelle: Ausschnitt eines Screenshots der Web-Applikation)

4.2.7.3 KREIS(SEKTOREN)DIAGRAMM

Auch hier beschränken sich die Einstellungsmöglichkeiten auf ein Minimum. Für jede dargestellte Wertespalte muss eine Farbe mithilfe des Farbmischers (vgl. Kapitel "4.2.12 Farbmischer" auf Seite 68) angegeben werden. Einstellungen bezüglich der Größe der Signaturen und der Generierung von umschließenden Haarlinien können getroffen werden. Des Weiteren muss zwischen einem statischen oder wertabhängigen Flächeninhalt entschieden werden, wobei im letzteren Fall dieser der Summe aller dargestellten Werte einer Signatur entspricht. Bei Kreisdiagrammen (nur eine darzustellende Wertespalte) entfällt diese Einstellungsmöglichkeit, da solche Diagramme zwingend einen wertabhängigen Flächeninhalt erforderlich machen. Der Publizist wird jederzeit über die jeweils größten und kleinsten Ausmaße auf der Grundlage des gewählten Datensatzes, sowie das aktuelle Erscheinungsbild der Signaturen informiert und kann das Aussehen der endgültigen Karte testen.



Abbildung 26: Palettenfenster der Darstellungsoptionen eines Kreis(sektoren)diagrammes (Quelle: Ausschnitt eines Screenshots der Web-Applikation)

4.2.8 OPTIMIERUNG VON KLASSENGRENZEN

Bei der Ermittlung der Klassengrenzen können durch den Einsatz von verschiedenen statistischen Klassenbildungsmethoden Werte auftreten, die für die spätere Anzeige innerhalb einer Legende unbrauchbar sind. Durch einfaches Runden dieser Werte könnte dieses Problem zwar behoben werden, allerdings könnten hierdurch einzelne Daten in angrenzende Klassen verschoben werden, welches eine Verfälschung des Ergebnisses zur Folge haben würde.

Um dies zu verhindern, wird ein Algorithmus entwickelt, der die Grenzwerte von der vierten Nachkommastelle gegebenenfalls bis zur siebten Vorkommastelle durchsucht und jeweils kontrolliert, ob eine Anpassung des Wertes möglich ist, ohne einen Wert des Datensatzes in eine andere Klasse zu verschieben. Sollte die Möglichkeit bestehen eine kontrollierte Stelle auf- und abzurunden, so wird der dem ursprünglichen Klassengrenzwert nähere Rundungswert gewählt.

Dieses Verfahren ist im Falle bestimmter statistischer Klassenbildungsmethoden als zweifelhaft zu bezeichnen. Z. B. ist es möglich, dass trotz der gewählten Klassenbildungsmethode 'Gleiche Intervalle' nicht alle Klassen in der Legende einen gleich großen Definitionsraum aufweisen. Dies wurde jedoch bewusst in Kauf genommen, da durch diese Anpassung der Klassengrenzen keine Veränderung in der Darstellung einer Karte geschieht. Der gewonnene Vorteil einer Legende mit möglichst geraden Werten als Klassenober- und -untergrenze überwiegt hier klar die Nachteile, die eher theoretischer Natur sind.



4.2.9 DYNAMISCHE LEGENDENERZEUGUNG

Die Legende ist ein grundlegender Bestandteil jeder Karte, durch die es dem Betrachter erst möglich wird, den dargestellten Inhalt richtig zu interpretieren. Der Aufbau der Web-Applikation sieht vor, dass der Publizist einer Karte die Möglichkeit hat, ein Thema mittels Flächenfüllung oder Signaturen darzustellen oder diese beiden Darstellungsmethoden zu kombinieren. Somit muss die Legendenerzeugung dynamisch auf die Thematik der Karte reagieren können, um die jeweils geforderte Legende zu erzeugen. Durch die mögliche Kombination von zwei Darstellungsmethoden wird es erforderlich, dass bei der Veröffentlichung nicht nur der Titel der Karte, sondern auch Legendenüberschriften für jedes dargestellte Thema vereinbart werden können.

In der Legende werden alle dargestellten Inhalte, wie Farben, verwendete Klassengrenzen und Bezeichnungen der Werte erläutert. Signaturen werden beispielhaft und wenn erforderlich mit ihren Entsprechungswerten dargestellt. Im Falle eines Streifenkartogrammes wird ein exemplarischer Ausschnitt eines Bandes in seiner tatsächlichen Breite und Winklung visualisiert, um dem Betrachter das Verständnis der Darstellung zu erleichtern.

Im Fuß der Legende wird abschließend das Datum der Veröffentlichung und der letzten Bearbeitung sowie ein Copyright aufgeführt, das zurzeit allerdings noch grundsätzlich dem Betreiber der Web-Applikation zufällt, um rechtliche Probleme zu vermeiden.

4.2.10 TOOLTIPS

Um dem Benutzer eine leichtere Handhabung der Web-Applikation zu ermöglichen, wurden den meisten Schaltflächen (englisch: buttons) so genannte Tooltips zugeordnet. Diese Tooltips werden von den meisten Betriebssystemen verwendet, um zusätzliche Informationen anzuzeigen, sobald der User eine gewisse Zeit mit dem Mauszeiger über einem Objekt verharret. MacroMedia Flash bietet diese Möglichkeit bei der Erzeugung von Schaltflächen nicht standardmäßig an, wodurch eine umständliche Realisierung erforderlich wurde.

Die Zeitspanne, die der Benutzer mit dem Mauszeiger über einer Schaltfläche verweilen muss, um das Tooltip-Ereignis auszulösen, beträgt 150 Millisekunden. Nach einer Dauer von weiteren 250 Millisekunden, die jedoch durch die aktuelle Abspielgeschwindigkeit des MacroMedia Flash-Films beeinflusst werden kann, wird dann die Information der entsprechenden Schaltfläche angezeigt. Die folgende Abbildung zeigt einen solchen Tooltip.



Abbildung 27: Anzeige des Tooltips einer Schaltfläche (Quelle: Ausschnitt eines Screenshots der Web-Applikation)

Dieses Verfahren wird angewendet, um dem Benutzer das Gefühl einer gewohnten Arbeitsumgebung zu vermitteln.



4.2.11 ANZEIGE VON OBJEKTINFORMATIONEN

Durch einen Mausklick auf ein beliebiges Objekt der Geometrie wird die Informations-Palette geöffnet, in welcher der Name und die ID des angewählten Objektes angezeigt werden. Sollte bereits ein Datensatz geladen sein, so werden, wie in der folgenden Abbildung zu sehen, dessen Bezeichnung und alle dem Objekt zugeordneten Informationen aufgeführt.



Abbildung 28: Palettenfenster zur Anzeige von Objektinformationen (Quelle: Ausschnitt eines Screenshots der Web-Applikation)

4.2.12 FARBMISCHER

Der Farbmischer wird innerhalb der Web-Applikation an den Stellen verfügbar gemacht, an denen der Publizist Farben definieren kann. Das Kernstück ist der bereits angesprochene Farbwürfel (vgl. Kapitel "3.8 Farbmischer" auf Seite 45), der einen dreidimensionalen Eindruck des RGB-Farbraumes vermitteln soll. Dieser besteht aus den zwölf Kanten des Würfels, die in Form von angedeuteten Winkeln dargestellt werden und mit den Farbverläufen der jeweiligen Achsen gefüllt sind. Der Nullpunkt liegt in der oberen, linken Ecke der dem Betrachter zugewandten Seite des Farbwürfels, um die uneingeschränkte Sicht auf die Schieberegler zu gewährleisten. Diese Schieberegler können per 'Drag&Drop' auf ihren jeweiligen Achsen bewegt werden, wodurch der entsprechende Farbwert beeinflusst wird. Die aktuelle Position im RGB-Farbraum wird durch einen Kreis visualisiert, der mit einem radialen Verlauf von Weiß zum gewählten Farbwert gefüllt ist und an der entsprechenden Stelle des Farbraumes visualisiert wird. Die radiale Füllung sorgt dabei für den dreidimensionalen Eindruck einer Kugel, die sich innerhalb des Farbwürfels befindet. Zur Verdeutlichung der Lage dieser Kugel im Farbraum wird sie zusätzlich von drei Achsen, die jeweils die gegenüberliegenden Seiten des Farbwürfels verbinden, geschnitten. Außerdem werden drei, den Würfel umspannende Haarlinien an den entsprechenden Positionen gezeichnet.

Die aktuellen Rot-, Grün- und Blauwerte werden unterhalb des Farbwürfels in dezimaler Schreibweise angezeigt und können durch die Eingabe des Benutzers geändert werden. Am linken Rand werden die Farbtöne des aktuellen Farbwertes mit ihren jeweiligen Farbwerten in hexadezimaler Schreibweise in 10%-Schritten angezeigt, die durch einen Mausklick auswählbar sind. Im Anschluss an eine solche Auswahl erscheint hinter dem 100%-Farbton ein weiteres Farbfeld, das den vorherigen 100%-Farbton enthält. Dieses Farbfeld bietet die Möglichkeit zum letzten gewählten Farbton zurückzukehren. Durch die gleichzeitige Anzeige



von dezimalen und hexadezimalen Farbwerten kann der Bearbeiter die gewählten Farbwerte gegebenenfalls auch für eine spätere Verwendung innerhalb beliebiger Umgebungen nutzen. Am rechten Rand wird die Palette der websicheren Farben dargestellt. Diese Farbfelder sind ebenfalls durch einen Mausklick auswählbar und ermöglichen dem Benutzer eine schnelle Vorauswahl, bzw. die von ihm gewählten Farben auf die Websicheren zu beschränken.

Es spielt bei der Wahl einer Farbe keine Rolle auf welchem Wege diese gewählt oder verändert wird, da nach jeder abgeschlossenen Aktion die Schieberegler, die Position der Kugel, die Farbtöne und die Farbwerte in hexadezimaler und dezimaler Schreibweise aktualisiert werden.

Um eine möglichst farbgetreue Anzeige zu ermöglichen, wurde der Farbwürfel im Gegensatz zu allen anderen Paletten mit einem weißen Hintergrund versehen. Die folgende Abbildung zeigt das realisierte Modul zur Farbwahl.

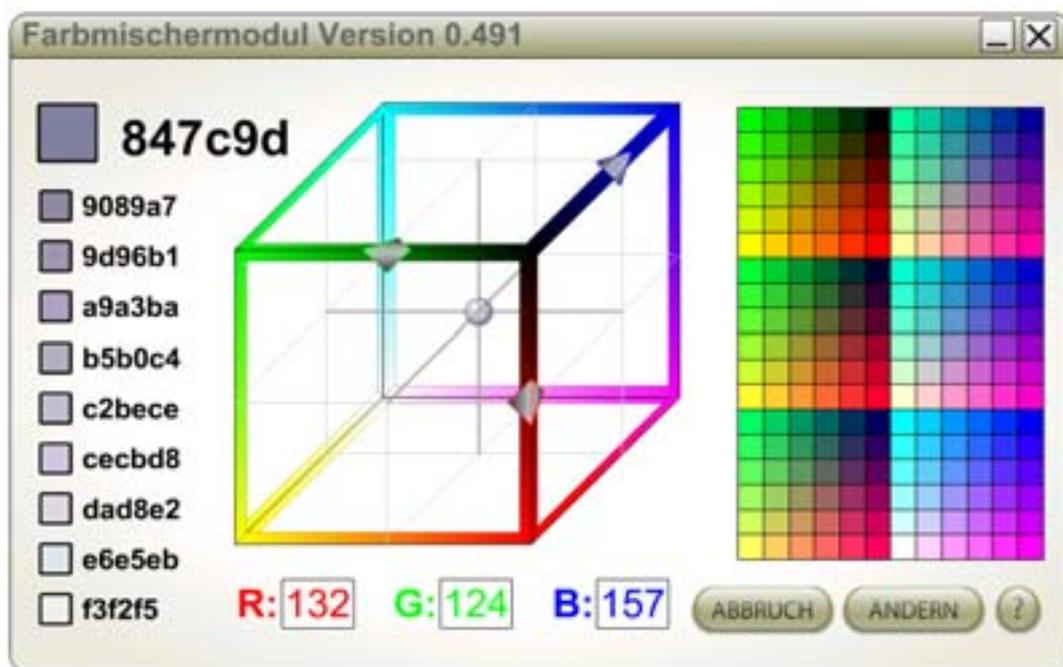


Abbildung 29: Palettenfenster zur Farbwahl (Quelle: Ausschnitt eines Screenshots der Web-Applikation)

4.3 HTML UND JAVASCRIPT

„Bei HTML (Hyper Text Markup Language) handelt es sich um eine Sprache, die mit Hilfe von SGML (Standard Generalized Markup Language) definiert wird. SGML ist als ISO-Norm 8879 festgeschrieben. [...].

HTML ist eine so genannte Auszeichnungssprache (Markup Language) und hat die Aufgabe, die logischen Bestandteile eines textorientierten Dokuments zu beschreiben (wie Überschriften, Textabsätze, Listen, Tabellen oder Grafikreferenzen). Eine der wichtigsten Eigenschaften von HTML ist die Möglichkeit, Verweise zu definieren. Verweise ('Hyperlinks') können zu anderen Stellen im eigenen Projekt führen, aber auch zu beliebigen anderen Adressen im World Wide Web und sogar zu Internetadressen, die nicht Teil des Web sind“



(<http://www.osthus.de/Service/Glossar/HTML/>).

HTML ist der Grundbaustein einer Internetseite. Andere Elemente, wie z. B. Macromedia Flash-Dateien, können durch HTML in eine Seite eingebunden und mit Parametern versorgt werden.

Aufgrund der erforderlichen Dynamik durch sich ständig ändernde Geometrien und neu publizierte Karten ist es notwendig den Großteil der HTML-Dateien durch PHP zu erzeugen. JavaScript wird verwendet, um so genannte 'PopUp-Fenster' zu generieren. Ein solches Fenster hat den Vorteil, dass es ohne die Menüleisten eines Browserfensters erzeugt werden kann und somit eine größere Visualisierungsfläche bietet. Dies ist besonders auf Bildschirmen mit einer geringen Auflösung von Vorteil, da sich auf diesen die statische Größe der Menüleisten besonders negativ bemerkbar macht. Des Weiteren werden Sprungmenüs mit JavaScript generiert, deren Aussehen dem von HTML-Listen gleicht, die jedoch direkt auf eine getroffene Auswahl reagieren.

Das nachfolgende JavaScript-Funktion 'launchwin' ermittelt die aktuelle Auflösung des Client-PC und erstellt ein Vollbildfenster ohne Menüleisten.

```
<script LANGUAGE="JavaScript">var javascript_version = 1.0;</SCRIPT>
<script LANGUAGE="JavaScript1.1"> javascript_version = 1.1;</SCRIPT>
<script LANGUAGE="JavaScript"><!--
var newwin;
// Funktion zum Öffnen eines PopUp-Fensters
// winurl ist die im Fenster zu öffnende Adresse
// winname ist der browserinterne Name des neuen Fensters
function launchwin(winurl,winname)
{
// Browserversion wird abgefragt
var bversion = parseInt(navigator.appVersion);
// Browsername wird abgefragt
var bname = navigator.appName;
// Für Browser der Version '4' oder höher
if (bversion>=4)
{
// screen.width gibt die aktuelle Bildschirmbreite an
// screen.height gibt die aktuelle Bildschirmhöhe an
winfeatures='width='+ (screen.width-10)+' ,height='+ (screen.height-
30)+' ,screenX=0,screenY=0,fullscreen=0,dependent=0,directories=0,
location=0,menubar=0,resizable=1,scrollbars=0,toolbar=0,left=0,
top=0';
}
// Für Browser der Version '3' oder tiefer
else
{
winfeatures='dependent=0,directories=0,location=0,menubar=0,resiz
able=1,scrollbars=0,toolbar=0';
}
// Das PopUp-Fenster wird generiert
newwin = window.open(winurl,winname,winfeatures);
// Für JavaScript der Version '1' oder höher
if(javascript_version > 1.0)
{
setTimeout('newwin.focus();',250);
}
//--></SCRIPT>
```



4.3.1 KARTEN-VIEWER

Der Karten-Viewer wird in einem JavaScript PopUp-Fenster realisiert, das aus drei HTML-Frames besteht, und empfängt mindestens eine Variable, in welcher die darzustellende Geometrie vereinbart wird. Gegebenenfalls wird auch noch die ID der ausgewählten Karte übermittelt.

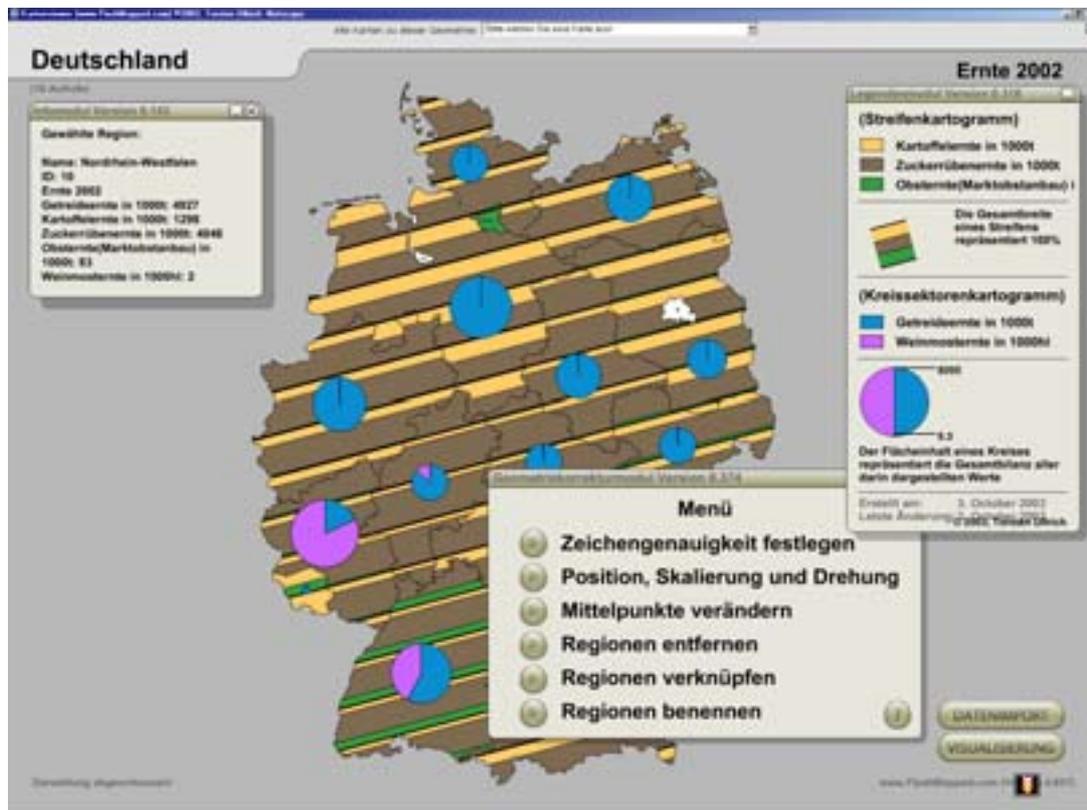


Abbildung 30: Oberfläche des Karten-Viewers (Quelle: Screenshot der Web-Applikation)

Beinahe die gesamte Fläche mit Ausnahme der oberen 23 Pixel steht nun dem Anzeigeframe und damit der Macromedia Flash-Datei zur Verfügung, welche die entsprechende Geometrie und die weiteren Module darstellt.

Am oberen Bildrand liegt ein 23 Pixel hoher Frame, der wiederum in einen linken Auswahl- und einen 18 Pixel breiten rechten Verbindungsframe unterteilt ist. Der Auswahlframe beinhaltet ein Sprungmenü, das alle verfügbaren Karten der ausgewählten Geometrie enthält. Wird dort eine Karte ausgewählt, so wird der Verbindungsframe neu geladen. Dieser enthält eine Macromedia Flash-Datei, in der lediglich eine Schaltfläche zum Schließen des JavaScript PopUp-Fensters angezeigt wird. Für den Nutzer unsichtbar wird der Macromedia Flash-Datei im Anzeigeframe über eine 'LocalConnection' die ID der ausgewählten Karte übermittelt. Eine solche 'LocalConnection' kann nur zwischen zwei Macromedia Flash-Dateien und nicht zwischen HTML- und Macromedia Flash-Dateien aufgebaut werden.

Der Umweg über das Neuladen eines zusätzlichen Frames ergibt also aus mehreren Gründen einen Sinn. Müsste zur Anzeige einer neuen Karte jedes Mal der Anzeigeframe neu geladen werden, so müsste auch die Geometrie bei jedem Aufruf neu transformiert und gezeichnet werden. Des Weiteren müsste eine Macromedia Flash-Datei mit einer Größe von 30.990 Bytes



geladen werden, wobei die MacroMedia Flash-Datei im Verbindungsframe lediglich eine Größe von 330 Bytes hat.

Hier wird also ein erheblicher Geschwindigkeitsvorteil erzielt, der die Wartezeit verkürzt und damit der Nutzerfreundlichkeit dient.

4.3.2 HILFE-SYSTEM

Das Hilfe-System wird über eine einheitlich gestaltete Schaltfläche in Form eines Buttons mit einem Fragezeichen an verschiedenen Stellen der Web-Applikation gestartet. Es wird ein JavaScript PopUp-Fenster in der Mitte des Bildschirms geöffnet, welches das entsprechende Hilfe-Dokument anzeigt. Mithilfe von PHP wird kontrolliert, ob das angeforderte Dokument verfügbar ist und im Falle eines fehlenden Dokumentes eine Standardfehlermeldung zurückgeliefert.

Die Hilfe soll zusätzliche Informationen über die aktuellen Entscheidungsprozesse bereitstellen. Dabei wurde ein besonderes Augenmerk auf die Benutzer gelegt, die nicht aus dem Bereich der Kartographie stammen. Für einen solchen Laien können Begriffe wie Streifenkartogramm oder Dichtemosaik derart abschreckend wirken, dass die Publikation einer Karte schon im Ansatz scheitert. Es werden aber auch zusätzliche Funktionen, die nicht auf Anhieb in der Oberfläche zu erkennen sind, erläutert und einzelne Vorgänge detailliert beschrieben. Der folgende Screenshot zeigt ein solches Hilfe-PopUp.



Abbildung 31: PopUp-Fenster zur Anzeige des Hilfe-Systems (Quelle: Screenshot des PopUp-Fensters)



4.4 PROBLEME

Im Rahmen der Realisierung dieser Diplomarbeit sind verschiedene Probleme aufgetreten, deren Herkunft außerhalb des Einflussbereiches des Entwicklers liegt. In den meistens Fällen konnten sie durch teils unschöne, teils unpraktikable Verfahren gelöst werden, von denen der Großteil zulasten der Prozessorleistung des Client-PCs und damit des flüssigen Ablaufs der Web-Applikation geht.

Die Existenz anderer Probleme kann lediglich akzeptiert und dem späteren Nutzer als Hilfestellung zur Vermeidung eben dieser vermittelt werden, da sie z. B. im Falle der Darstellungsfehler des Flash-PlugIns nicht einmal auf anderen Wegen umgangen werden können. Einige Probleme aus verschiedenen Bereichen dieser Diplomarbeit sollen im Folgenden näher erläutert werden.

4.4.1 ZEILENENDEN AUF VERSCHIEDENEN PLATTFORMEN

Die Art und Weise ein Zeilenende zu kennzeichnen unterscheidet sich auf PCs mit verschiedenen Betriebssystemen. Während Windows- oder DOS-PCs ein `\r\n` (hexadezimal: `'0d0a'`) und UNIX-PCs ein `\n` (hexadezimal: `'0a'`) nutzen, um ein Zeilenende zu kennzeichnen, verwenden Macintosh-PCs nur ein `\r` (hexadezimal: `'0d'`).

(vgl. <http://docs.kde.org/de/HEAD/kdebase/kate/document-menu.html>).

Die durch PHP verwirklichte Geometrie-Schnittstelle versteht die Macintosh-Variante nicht als Zeilenende, wodurch es nötig wird, jede Datei auf ihre Herkunft zu überprüfen und gegebenenfalls alle `\r` durch `\n` zu ersetzen. Da allerdings das Betriebssystem nicht in der Datei vermerkt wird, muss auf eine Notlösung zurückgegriffen werden.

PHP verwendet das Kommando `fgets` um eine bestimmte Anzahl Zeichen, bis zum ersten Auftreten eines Zeilenendes, einzulesen. Wenn diese Zeichenanzahl mit einem Wert von 1024 definiert wird, sollte garantiert sein, dass diese Anzahl das erste zu erwartende Zeilenende überschreitet.

Sollte die zurückgelieferte Zeichenanzahl 1024 entsprechen, so kann davon ausgegangen werden, dass es sich um eine Macintosh-Datei handelt und das Ersetzen der Zeilenenden kann eingeleitet werden.

Seit der PHP-Version 4.3.0 gibt es aus diesem Grund den neuen PHP-Systemwert `'auto_detect_line_endings'`, der im Falle seiner Aktivierung dieses Problem behebt (<http://de3.php.net/filesystem>). Dieser Wert ist aber standardmäßig deaktiviert und muss vom jeweiligen Serveradministrator explizit eingeschaltet werden. Leider scheint sich diese Neuerung noch nicht bis zu den großen, deutschen Webspaces-Providern herumgesprochen zu haben, da auch nach mehrfacher Anfrage keiner diese neue Möglichkeit nutzt.



4.4.2 UNEINHEITLICHKEIT DES POSTSCRIPT-FORMATES

Wie schon in der Beschreibung des PostScript-Formates angedeutet exportieren leider nicht alle Programme PostScript-Daten auf die gleiche Art und Weise. „PostScript kann in unterschiedlichen Dialekten vorkommen. QuarkXpress spricht beispielsweise einen anderen PostScript-Dialekt als Macromedia FreeHand oder Adobe Illustrator“ (RUNK 2000, S. 15). Kleinere Unterschiede wie z. B. verschiedene Kommandos für denselben Befehl sind relativ einfach durch die Schnittstelle abzufangen, jedoch gibt es auch Differenzen in der Speicherung von Objekten. In den beiden Beispielen wird jeweils ein Kreis mit einer 1 Pixel breiten, schwarzen Außenlinie und einer roten Füllung gezeichnet.

PostScript-Auszug aus Adobe Illustrator 10.0:

```
// Treiberversion
%!PS-Adobe-3.1
[...]
// Erstellungsprogramm
%%Creator: Adobe Illustrator(R) X
[...]
newpath
gsave % PSGState
// Zeichenbereich wird festgelegt
0 0 mo
0 842 li
595 842 li
595 0 li
clp
[1 0 0 1 0 0 ] concat
%ADOBEGINCLIENTINJECTION: BeginPageContent "AI10"
%ADOENDCLIENTINJECTION: BeginPageContent "AI10"
// Füllung wird gezeichnet
460.356 386.849 mo
460.356 451.913 407.919 504.657 343.233 504.657 cv
278.548 504.657 226.11 451.913 226.11 386.849 cv
226.11 321.786 278.548 269.041 343.233 269.041 cv
407.919 269.041 460.356 321.786 460.356 386.849 cv
false sop
// Farbe der Füllung wird festgelegt
0 1 1 0 cmyk
f
// Linienbreite wird festgelegt
1 lw
0 lc
0 lj
4 ml
[] 0 dsh
true sadj
// Außenlinie wird gezeichnet
460.356 386.849 mo
460.356 451.913 407.919 504.657 343.233 504.657 cv
278.548 504.657 226.11 451.913 226.11 386.849 cv
226.11 321.786 278.548 269.041 343.233 269.041 cv
407.919 269.041 460.356 321.786 460.356 386.849 cv
cp
```



```
// Farbe der Füllung wird festgelegt
0 0 0 1 cmyk
s
```

PostScript-Auszug aus MacroMedia FreeHand 10.0:

```
// Treiberversion
%!PS-Adobe-3.1
[...]
// Erstellungsprogramm
%%Creator: FreeHand 10.0
[...]
n
[] 0 d
3.863708 M
1 w
0 j
0 J
false setoverprint
0 i
false eomode
[0 0 0 1]vc
vms
// Objekt wird gezeichnet
1874.6535 2026.231 m
1874.6535 2085.8785 1923.0059 2134.231 1982.6534 2134.231 C
2042.301 2134.231 2090.6535 2085.8785 2090.6535 2026.231 C
2090.6535 1966.5835 2042.301 1918.231 1982.6534 1918.231 C
1923.0059 1918.231 1874.6535 1966.5835 1874.6535 2026.231 C
// Farbe der Füllung wird festgelegt
[0 1 1 0]vc
f
// Linienbreite wird festgelegt
1.0001 w
3.863693 M
// Farbe der Außenlinie wird festgelegt
[0 0 0 1]vc
S
```

Adobe Illustrator beschreibt zuerst die Geometrie der Füllung des Kreises und anschließend die Geometrie der Außenlinie. Somit wird das Objekt zweimal gezeichnet. Im Gegensatz dazu beschreibt MacroMedia FreeHand die Geometrie der Füllung und weist im Anschluss eine Außenlinie zu. Aus diesem Grunde wurde für die Schnittstelle die Einschränkung gemacht, dass der Bearbeiter der Geometriedaten alle Objekte ohne Füllung exportieren muss.

Viel größere Unterschiede entstehen allerdings bei so genannten 'ausgestanzten Objekten'. Diese werden beim Export aus Adobe Illustrator mit dem oben beschriebenen 'h'-Kommando begonnen. MacroMedia FreeHand unterscheidet hier im Aufbau der Datei zwischen Linien und Kurven und exportiert grundlegend verschiedene PostScript-Daten. Besteht der ausgestanzte Teil ausschließlich aus Kurven, so verarbeitet die Schnittstelle auch diese Daten ordnungsgemäß. Zum jetzigen Zeitpunkt entstehen allerdings bei auszustanzenden Objekten, die u. a. aus Linien bestehen, immer wieder Fehler, deren Ursache noch nicht geklärt ist.



Unterschiede in der Speicherung von Farbwerten, Linienbreiten und Maßeinheiten werden von der Schnittstelle ignoriert, da diese für die weitere Verwendung der Geometriedaten nicht von Bedeutung sind.

4.4.3 FEHLER DES FLASH-PLUGINS

Auch in diesem Kapitel sollen wiederum nur Probleme, die im Rahmen dieser Diplomarbeit entstanden sind aufgezeigt werden. Es handelt sich um Zeichen- und Rechenfehler, die durch die Handhabung des Verfahrens zur Kantenglättung (englisch: anti-aliasing) von MacroMedia Flash entstehen. Zu den beiden folgenden Problemen ließen sich leider keine Stellungnahmen von MacroMedia erhalten.

Die Berechnung des Anti-Aliasing von Linien in Abhängigkeit von ihrem Darstellungswinkel wird vom Flash-PlugIn in verschiedenen Winkelbereichen scheinbar unterschiedlich gehandhabt. So werden annähernd waagerechte Linien ($\sim \pm 20^\circ$) relativ pixelig dargestellt, annähernd senkrechte ($\sim \pm 20^\circ$) jedoch mit sehr weichen Übergängen. Linien, die absolut horizontal, bzw. vertikal dargestellt werden, wirken grundsätzlich randscharf, wobei die vertikalen scheinbar eher zu weichen Kanten neigen. Hierdurch entsteht der Verdacht, dass das MacroMedia Flash-PlugIn ausschließlich die Berechnung eines horizontalen Anti-Aliasing vornimmt.

In der Praxis lässt sich dieses Phänomen dadurch belegen, dass vertikale Linien in ihrer Darstellung ca. den fünffachen Zeitaufwand der Darstellung einer horizontalen Linie benötigen. Dies wirkt sich auf die auftretenden Latenzzeiten bei der Anzeige eines Streifenkartogrammes sehr negativ aus. Noch schlimmer allerdings ist, dass die Berechnung des Anti-Aliasing bei jeder Änderung des Bildinhaltes für den gesamten MacroMedia Flash-Film neu berechnet wird, was wiederum zu einer allgemeinen Erhöhung der Ansprechzeiten innerhalb der Web-Applikation führt.

Ein weiteres Problem des Anti-Aliasing besteht im Zusammenhang mit maskierten Objekten. Solche Objekte zeigen nur einen bestimmten Teil ihres Inhaltes an, der zuvor mit einer Maske definiert wurde. Das MacroMedia Flash-PlugIn berechnet die Kantenglättung auch für Objekte, deren Darstellung durch eine Maske unterdrückt wird. Hierdurch entsteht ebenfalls eine unnötige Hauptprozessorlast des Client-PCs.

Im Falle dieser Web-Applikation bewirkt das Anti-Aliasing eine Aufhellung der Kantenpixel, da für den Hintergrund ein heller Grauton gewählt wurde. Diese Aufhellung fließt in die Anzeige des Bildinhaltes ein, auch wenn die entsprechenden Objekte, die außerhalb einer Maske liegen, nicht dargestellt werden. Somit entstehen vor allem bei der Darstellung von Streifenkartogrammen, die aus dunklen Farbentönen bestehen, eine Vielzahl von hellen Linien, die ein unschönes Gesamtergebnis hervorrufen. Die folgende Abbildung soll diesen Sachverhalt verdeutlichen.

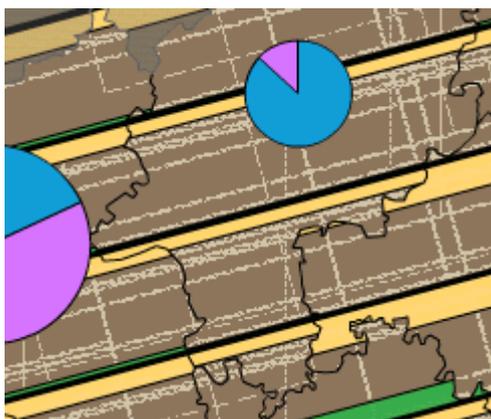


Abbildung 32: Darstellungsfehler innerhalb der Darstellung eines Streifenkartogrammes (Quelle: Ausschnitt eines Screenshots der Web-Applikation)

4.4.4 JAVASCRIPT

Zeitweise ergaben sich Probleme bei der Übergabe besonders langer Parameter an JavaScript-Funktionen. Es kann vorkommen, dass ein langer JavaScript-Link einfach nicht ausgeführt wird. Allerdings ist dieses Phänomen nicht einheitlich reproduzierbar, wodurch die Vermutung entsteht, dass nicht einzig die Länge der Parameter das Problem verursacht. Es tritt ausschließlich im Microsoft Internet Explorer auf und wird auf mehreren Internetseiten beschrieben und in verschiedenen Foren diskutiert. Dort ist man sich darüber einig, dass es zurzeit keine Lösung, außer der Verkürzung der Parameter, für dieses Problem gibt.

4.4.5 WÜNSCHENSWERTE ÄNDERUNGEN IN ZUKÜNFTIGEN MACROMEDIA FLASH-VERSIONEN

Sicherlich ließen sich tausende wünschenswerte Änderungen an Methoden und Funktion sowie Standards aufführen, jedoch sollen lediglich Probleme in Bezug auf die neue Zeichen-API von Macromedia Flash aufgezeigt werden, die problemlos durch den Entwickler zu korrigieren wären.

Die Umsetzung des Befehls 'setlinestyle' (Definition des Aussehens einer Linie) ist zu kritisieren, da die erforderlichen Parameter Linienbreite, Linienfarbe und Linientransparenz zwar den Einstellungsmöglichkeiten der statischen Macromedia Flash-Umgebung entsprechen, jedoch der Datentyp der Linienbreite falsch übernommen wurde. In der statischen Umgebung ist es möglich die Linienbreite mithilfe einer positiven Gleitkommazahl (englisch: float) anzugeben, die Zeichen-API erlaubt jedoch nur eine positive Ganzzahl (englisch: integer).

Durch diesen Umsetzungsfehler wurde es erforderlich die Generierung eines Streifenkartogrammes nicht durch einzelne Linien sondern durch Rechtecke, die wiederum aus jeweils vier Linien und einer Füllung bestehen, zu verwirklichen. Dies bedeutet einen größeren Rechenaufwand des Client-PCs während des Zeichenvorgangs und im späteren



Verlauf der Web-Applikation eine Erhöhung der Latenzzeiten, da die Anzahl der darzustellenden Objekte ansteigt.

Ein weiteres Problem entsteht dadurch, dass eine Umsetzung der 'freien Transformation' nicht vollständig erfolgt ist. Die Skalierung und Rotation von dynamisch gezeichneten Objekten wurde zwar ermöglicht, jedoch ist die Positionierung des Objektmittelpunktes nicht implementiert worden. Somit liegt der Mittelpunkt jedes Objektes, der zugleich das Zentrum der Rotation darstellt, immer in der linken, oberen Ecke des Macromedia Flash-Films.

Um eine Drehung um den geometrischen Mittelpunkt eines Objektes zu verwirklichen, müssen mehrere trigonometrische Funktionen herangezogen werden, um die ordnungsgemäße Positionierung des Objektes zu gewährleisten. Dies belastet den Hauptprozessor des Client-PCs unnötig und verzögert dementsprechend die Darstellung.



5 ABSCHLIESSENDE BETRACHTUNG

Im Rahmen der Diplomarbeit wurde ein lauffähiger Prototyp der angestrebten Web-Applikation geschaffen, welcher grundsätzlich die dynamische Generierung thematischer Karten im Internet ermöglicht. Die schnelle und qualitativ ansprechende Veröffentlichung von bereits in Zeichenprogrammen bestehenden Geometrien und dazugehöriger statistischer Daten ist somit innerhalb kürzester Zeit realisierbar. Zwar wurden bisher nur wenige Darstellungsmethoden implementiert, jedoch ist die Visualisierung vielfältiger Inhalte theoretisch möglich.

Besonders in den Bereichen der Darstellungsqualität, des Datentransfervolumens und der interaktiven Informationsvermittlung ist der Prototyp den heutzutage im Internet verbreiteten Visualisierungen von thematischen Karten in Form von Rasterdatenformaten weit überlegen. Des Weiteren wird das vorausgesetzte technische Wissen im Umgang mit Zeichenprogrammen, das zur Generierung von thematischen Karten notwendig ist, auf ein Minimum begrenzt, da lediglich die Geometrien erstellt werden müssen.

Allerdings wird auch in Zukunft die inhaltliche Qualität einer thematischen Karte vom Fachwissen des jeweiligen Publizisten abhängen, da diesem zwar gewisse Hilfestellungen während der Generierung gegeben werden können, jedoch die automatische Vermeidung von logischen Fehlern ein Anspruch ist, dem nicht entsprochen werden kann. Einer solchen Web-Applikation sowie auch jeder anderen Software ist es insbesondere nicht möglich die (relative oder absolute) Art von statistischen Daten zu erkennen und somit logische Fehler des Bearbeiters von vornherein zu verhindern.

Der Einsatz des Prototyps ist auch für ungeübte Benutzer und kartographische Laien problemlos möglich sein, wodurch einer kommerziellen Nutzung im Internet und der Verwendung als Lehrmodul in Schulen und/oder verschiedenen Studiengängen der Geographie grundsätzlich nichts mehr im Wege steht.



6 AUSBLICK

Abschließend sollen noch zwei Punkte angesprochen werden, die im Rahmen der Diplomarbeit keine oder nur sehr wenig Beachtung gefunden haben. Es wurde zwar darauf geachtet, dass die folgenden Aspekte mit geringem Aufwand realisierbar sind, jedoch war eine vollständige Implementierung innerhalb dieser Arbeit nicht möglich. Besonders die kommerzielle Nutzung ist erst dann sinnvoll umsetzbar, wenn notwendige Erweiterungen der Web-Applikation realisiert worden sind.

6.1 WÜNSCHENSWERTE ERWEITERUNGEN

Aufgrund der begrenzten Zeit, die zur Anfertigung einer Diplomarbeit vorgesehen ist, bleiben bestimmte Module der Web-Applikation vorerst unvollständig oder unverwirklicht. Außerdem wird es im Rahmen einer solchen Applikation immer neue Ideen und Ansätze zur Problemlösung geben. Auch durch die Weiterentwicklung des Flash-PlugIns können vielleicht Module realisiert werden, deren Umsetzung zurzeit unmöglich scheint.

Einige wünschenswerte Erweiterungen sollen im Folgenden aufgelistet und kurz erläutert werden.

- **Mehrsprachigkeit**
Die Applikation wurde so aufgebaut, dass die Integration anderer Sprachen mit geringem Aufwand möglich ist. In einem ersten Schritt soll eine englische, französische und spanische Version folgen. Bei entsprechendem Bedarf kann auch die Implementierung weiterer Sprachen durch andere Bearbeiter realisiert werden.
- **Darstellungsmethoden**
Die Bereitstellung weiterer Darstellungsmethoden ist notwendig, um eine kommerzielle Nutzung effizienter zu machen. Unter anderem ist besonders die Umsetzung von Stab- und Balkendiagrammen in einem weiteren Modul wünschenswert.
- **Navigation innerhalb des Internetauftritts**
Da der Internetauftritt im momentanen Zustand noch recht rudimentär ist und bestimmte Bereiche nicht verlinkt sind, muss dieser übersichtlich strukturiert werden, um dem Benutzer eine intuitive Bedienung zu ermöglichen. Besonders die Administration durch die Publizisten soll in mehrere Bereiche aufgeteilt und mit einem Navigationsmenü versehen werden. Des Weiteren soll Eigenwerbung durch Beschreibung und beispielhafte Vorstellung der Web-Applikation erstellt werden, um potenzielle Kunden über deren Möglichkeiten zu informieren.
- **Komprimierung der gespeicherten Daten**
Sinnvoll wäre eine Komprimierung der zurzeit in Form von ASCII-Dateien gespeicherten Daten (vgl. Kapitel "3.3 Datenstruktur" auf Seite 22). Hierdurch lässt sich



eine erhebliche Verringerung des Datenvolumens und damit auch der Transferzeiten erreichen. Des Weiteren würde dies gleichzeitig eine höhere Sicherheit der Geometriedaten zur Folge haben.

- Passwort-Verschlüsselung

Der Schutz von Passwörtern ist momentan sehr gering, da diese lediglich in einer versteckten Datei gespeichert werden. Diesem muss durch eine entsprechende Verschlüsselungstechnologie entgegengewirkt werden.

6.2 KOMMERZIELLER NUTZEN

Schon mit dem Prototyp könnte eine kommerzielle Nutzung begonnen werden, da dieser bereits alle grundsätzlichen Bestandteile einer lauffähigen Web-Applikation beinhaltet. Hierfür wäre dann wie bei der Vermarktung anderer Software eine genaue Bestimmung der Zielgruppe notwendig, da nur so auf deren Bedürfnisse und Wünsche eingegangen werden kann. Im Falle der hier vorgestellten Web-Applikation besteht die Zielgruppe z. B. aus statistischen Ämtern und anderen Institutionen, die mit der Visualisierung thematischer Karten im Internet beschäftigt sind. Auch Publizisten von Online-Atlanten könnten deren Veröffentlichungen innerhalb dieses Projektes anstreben. Der Einsatz zu Lehrzwecken an Schulen und Universitäten ist bereits möglich, wobei der Umfang der zu vermittelnden Lehrinhalte durch eine konsequente Weiterentwicklung noch gesteigert werden kann.

Um die Zielgruppe an diese neue Möglichkeit der dynamischen Visualisierung thematischer Karten im Internet heranzuführen, müssen vor allem zwei Dinge gewährleistet werden. Zum einen muss der allgemeine Bekanntheitsgrad gesteigert, zum anderen die Aufmerksamkeit der Zielgruppe durch Publikationen in entsprechenden Fachzeitschriften gewonnen werden. Da mögliche Kunden durch die Nutzung der Web-Applikation keine unmittelbaren Kosten für den Betreiber verursachen, kann ein grundsätzliches Ziel dieser Diplomarbeit - die preiswerte Publikation thematischer Karten im Internet - problemlos erreicht werden.

Die Bezahlung des angebotenen Dienstes kann auf verschiedene Arten realisiert werden. Z. B. ist ein Fixpreis für die Veröffentlichung jeder Geometrie und/oder Karte denkbar, eventuell auch ein gestaffeltes Preissystem je nach Anzahl der Kartenaufrufe. Diese Möglichkeiten sind sehr vielseitig und können erst zu einem späteren Zeitpunkt genauer geprüft werden. Vonseiten der Web-Applikation steht einer kommerziellen Nutzung und der damit notwendigen Dokumentation aller Zugriffe nichts im Wege. Jedoch wird in diesem frühen Stadium des Prototyps eine kostenlose Nutzung das geeignetste Mittel zur Steigerung des Bekanntheitsgrades darstellen. Ein Umstieg auf eine spätere kostenpflichtige Nutzung kann dann jederzeit erfolgen.



7 VERWENDETE ARBEITSMITTEL

Die folgende Auflistung soll einen Überblick über die verwendete Hard- und Software geben, die zur Erstellung dieser Diplomarbeit verwendet wurde. Der genutzte PC arbeitet auf dem Betriebssystem Microsoft Windows Me.

7.1 HARDWARE

Für die Rechenleistung relevante Komponenten:

- ASRock K7S8X
(Hauptplatine)
- SiS 746FX
(Chipsatz)
- AMD K7 XP 2600+
(**C**entral **P**rocessing **U**nit (CPU))
- 512 Megabyte Infineon DDR-PC-333 CL 2.5
(**R**andom **A**ccess **M**emory (RAM))
- AGP nVIDIA GeForce 2MX/MX400
(**G**raphic **P**rocessing **U**nit (GPU))

7.2 SOFTWARE

Primär genutzte Software für die Entwicklung der Web-Applikation und die schriftliche Ausarbeitung der Diplomarbeit:

- ActionScript Obfuscator
(Quelltextschutzprogramm)
- Adobe FrameMaker 6.0
(DTP- und Textverarbeitungsprogramm)
- MacroMedia DreamWeaver MX
(HTML-Editor)
- MacroMedia Flash MX
(Flash-Entwicklungsprogramm)
- Helios Textpad 4.5
(Texteditor)



Sekundär genutzte Software für Datenerstellung, graphische Aufbereitung und Testvorgänge im Rahmen dieser Diplomarbeit:

- Adobe Acrobat 5.0
(PDF-Erstellungs- und Bearbeitungsprogramm)
- Adobe Illustrator 10.0
(Zeichenprogramm)
- Adobe ImageReady 7.0
(Bildbearbeitungsprogramm)
- Adobe PhotoShop 7.0
(Bildbearbeitungsprogramm)
- Apache 1.3.14 mit PHP 4.3.2 und Tomcat 4.0.2
(Web-Server)
- Corel Draw 11.0
(Zeichenprogramm)
- Hex WorkShop 2.54
(Hexadezimal Editor)
- HyperSnap 4.5
(Screenshot-Erstellungsprogramm)
- Kewbee Flash PlugIn Switcher 2.1
(PlugIn Verwaltungsprogramm)
- MacroMedia FreeHand 10.0
(Zeichenprogramm)
- Microsoft Excel 2002
(Tabellenkalkulationsprogramm)
- Microsoft Internet Explorer 5.0 und 5.5
(Browser)
- Mozilla 1.4
(Browser)
- Mozilla Firebird 0.6.1
(Browser)
- Netscape Navigator 4.78, 6.23 und 7.02
(Browser)
- Opera 7.2
(Browser)
- Visio 2000 Professional
(Diagramm-Erstellungsprogramm)
- WS FTP Pro 7.01
(Datentransferprogramm)



8 LITERATURVERZEICHNIS

- BLATZ, Carlo und die Powerflasher 2002: Flash MX professionell. Fortgeschrittene Workshops aus der Praxis. Bonn.
- BOSCH, Karl 1985: Training Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik. 12./13. Schuljahr. 1. Auflage. Stuttgart.
- BOYLE, Cailin 2001: Color Harmony for the web. Zürich.
- DENT, Borden D. 1996: Cartography. Thematic Map Design. Fourth Edition. Dubuque, Bogota, Boston.
- DICKMANN, Frank 2001: Web-Mapping und Web-GIS. Braunschweig. (= Das Geographische Seminar)
- DUBOIS, Paul 2002: MySQL & Perl Developer's Guide. Webanwendungen programmieren mit Perl DBI, mod_perl und CGI. Übersetzt von Reder Translations. München.
- HAKE, Günter und Dietmar GRÜNREICH 1994: Kartographie. 7., völlig neu bearbeitete und erweiterte Auflage. Berlin, New York. (= De Gruyter Lehrbuch)
- HELLER, Eva 1999: Wie Farben wirken. Farbpsychologie, Farbsymbolik, Kreative Farbgestaltung. Reinbek bei Hamburg.
- IMHOF, Eduard 1972: Thematische Kartographie. Berlin, New York. (= Lehrbuch der Allgemeinen Geographie. Band 10)
- JACOBSEN, Dov und Jesse JACOBSEN 2002: Flash and XML. A Developer's Guide. Indianapolis.
- KANNENGIESSER, Matthias 2002: ActionScript. Das Praxishandbuch. Poing.
- KERMAN, Phillip 2001: ActionScripting in FLASH™. Indianapolis.
- KOMMER, Isolde und Tilly MERSIN 2002: Typographie und Layout für digitale Medien. Hrsg. von Ralf Lankau. München, Wien.
- NIELSEN, Jakob 2000: Designing Web Usability: The Practice of Simplicity. Hrsg. von David Dwyer. Indianapolis.
- OLBRICH, Gerold, Michael QUICK und Jürgen SCHWEIKART 2002: Desktop Mapping. Grundlagen und Praxis in Kartographie und GIS. 3., überarbeitete und erweiterte Auflage. Berlin, Heidelberg, New York.
- REGIONALES RECHENZENTRUM FÜR NIEDERSACHSEN / UNIVERSITÄT HANNOVER [HRSG.] 1998: C++ für C-Programmierer. Begleitmaterial zu Vorlesung/Kursen. 10., veränderte Auflage. Hannover.
- MACROMEDIA, INC. [HRSG.] 1998: Macromedia FreeHand™ 8. Mit FreeHand arbeiten. San Francisco.
- RUNK Claudia, 2000: Acrobat 4.0 und PDF 1.3. Webseiten, Kataloge, CD-ROMs. Bonn.
- SANDERS, William B. und Mark WINSTANLEY 2001: Serverseitige Flash-Programmierung. Übersetzt aus dem Amerikanischen von Thorsten Graf. Bonn.



- SCHILL, Dorothee 2003: Entwicklung von GIS-gestützten interaktiven Lernmodulen für das Internet. Karlsruhe. (= Diplomarbeit im Studiengang Kartographie und Geomatik an der Fachhochschule Karlsruhe)
- SCHMID, Egon und Christian CARTUS 2001: PHP4. Dynamische Webauftritte professionell realisieren. München.
- SCHWEIBENZ, Werner und Frank THISSEN 2003: Qualität im Web. Benutzerfreundliche Webseiten durch Usability Evaluation. Berlin, Heidelberg, New York.
- SLOCUM, Terry A. 1999: Thematic cartography and visualization. Upper Saddle River, New Jersey.
- THISSEN, Frank 2000: Screen-Design-Handbuch. Effektiv informieren und kommunizieren mit Multimedia. Berlin, Heidelberg, New York.
- WILHELMY, Herbert 1990: Kartographie in Stichworten. 5., überarbeitete Auflage. Unterägeri. (= Hirts Stichwortbücher)



9 VERZEICHNIS DER INTERNETQUELLEN

Die im Folgenden aufgelisteten Internetquellen wurden im Oktober 2003 letztmals auf ihre Aktualität geprüft.

<http://www.netbeat.de>

Webseite des Web-Hosters und Providers Netbeat

<http://www.eMc3.fr>

Webseite des französischen Unternehmens eMc3

<http://www.GeoClip.net>

Webseite des französischen Unternehmens eMc3

<http://sites.inka.de/~W2215/>

Webseite des 'Online Atlas of Taiwan'

<http://www.w3.org/Graphics/GIF/spec-gif87.txt>

Referenzseite des World Wide Web Consortium zum GIF-Datenformat

http://mitglied.lycos.de/dueblin/grafik/grafik_f.htm

Vortrag von Dominik Döblin und Daniel Brodbeck zum Thema 'Graphiken in HTML-Dokumenten'

http://www.econ.muni.cz/~maryas/ISKRES/iskres_c.htm

Webseite des 'Atlas der Tschechischen Republik'

<http://www.atlasduquebec.qc.ca/>

Webseite des 'Atlas von Quebec'

<http://www.geog.fu-berlin.de/bb/>

Webseite des Institutes für geographische Wissenschaften der freien Universität Berlin zum Thema 'Berlin und Brandenburg in Karten'

<http://www.sna.se/webbatlas/>

Webseite des 'Schwedischen Nationalatlas'

<http://www.lrz-muenchen.de/services/software/grafik/grafikformate/>

Webseite des Leibniz-Rechenzentrum der Bayerischen Akademie der Wissenschaften zum Thema 'Graphikformate'

<http://www.w3.org/Graphics/JPEG/>

Webseite des World Wide Web Consortium zum Thema 'JPEG JFIF'

<http://avn.geog.uu.nl/>

Webseite des 'Atlas der Niederlande'

http://hydrant.unibe.ch/hades/inhalt/contents_dt.htm

Webseite des 'Hydrologischen Atlas der Schweiz'

<http://www.atalasoftware.de/png.shtm>

Webseite der Firma Atalasoftware zum Thema 'PNG'

<http://www.w3.org/Graphics/PNG/>

Webseite des World Wide Web Consortium zum Thema 'PNG'



<http://www.libpng.org/pub/png/slashpng-1999.html>

Webseite von Greg Roelofs zur Geschichte des Datenformates PNG

<http://www.libpng.org/pub/mng/mngapps.html>

PNG-Referenzseite zum Thema 'MNG'

[http://untoldhistory.weblogs.com/stories/storyReader\\$4](http://untoldhistory.weblogs.com/stories/storyReader$4)

Webseite mit einer Geschichte von Jonathan Gay, dem Erfinder der ShockWave Flash-Formates, zur Entstehung desselben

<http://www.flashmapped.com/Skript/einleit.html>

Webseite eines Flash-Schulungsskriptes von Ansgar Jöbkes und Torsten Ullrich

http://www.geoclip.net/an/p24_galerie.htm

Webseite der Firma eMc3 mit einem Überblick über deren Projekte

http://news.bbc.co.uk/1/shared/spl/hi/uk/03/vote_2003/interactive_map/html/default.stm

Webseite der BBC zur Wahl in Schottland und Wales

http://www.carto.net/papers/svg/index_d.shtml

Webseite von Andreas Neumann und André M. Winter zum Thema 'Kartographie im Internet auf Vektorbasis, mit Hilfe von SVG nun möglich'

<http://www.w3c.org/Graphics/SVG/About.html>

Webseite des World Wide Web Consortium zum Thema 'SVG'

<http://tirolatlas.uibk.ac.at/>

Webseite des 'Tirol-Atlas'

<http://www.i3mainz.fh-mainz.de/dipl/1584/homepage/rpspez/index.htm>

Webseite von Daniel Simonis mit Kartenbeispielen seiner Diplomarbeit

<http://de.wikipedia.org/wiki/PDF>

Webseite der Wikipedia-Enzyklopädie zum Thema 'PDF'

<http://www.gvrd.bc.ca/growth/maps.htm>

Webseite des 'Greater Vancouver Regional District'

<http://www.ga.gov.au/map/images.html>

Webseite der 'Geoscience Australia', der australischen Regierungsbehörde für Geowissenschaften und Geoinformationen, mit einigen zum Download angebotenen Karten

<http://www.un.org/Depts/Cartographic/english/htmain.htm>

Webseite der kartographischen Abteilung der Vereinten Nationen

<http://www.gimolus.de>

Webseite des GIMOLUS-Projektes

<http://www.umwelt.steiermark.at/cms/ziel/25636/DE/>

Webseite des 'Digitalen Atlas der Steiermark'

<http://www.webhits.de/deutsch/index.shtml?webstats.html>

Webseite der Firma Webhits mit aktuellen Internetnutzer-Statistiken

http://www.macromedia.com/software/player_census/flashplayer/version_penetration.html

Webseite der Firma MacroMedia zum Thema 'Verbreitung der Flash-PlugIns'



<http://www.PowerFlasher.de>

Webseite der Firma Powerflasher GmbH

<http://www.nickles.de/c/g/414.htm>

Webseite der Wissensdatenbank Nickles zum Thema 'ECMA-262-Standard'

<http://www.linuxfibel.de/access.htm>

Webseite des Saxonica Bildungsinstitutes zum Thema 'Server-Zugriffsrechte'

<http://www.genable.com/aso/preview.html>

Webseite der Firma Genable zur Software 'ActionScript Obfuscator'

http://www.phpcenter.de/was_ist/

Webseite zum Thema 'PHP'

<http://www.adobe.de/support/downloads/main.html>

Downloadseite der Firma Adobe

<http://www.heise.de/ct/97/06/055/>

Webseite des Heise-Verlag zum Thema 'Adobe PostScript 3'

<http://www.osthus.de/Service/Glossar/HTML/>

Webseite der Firma Osthus GmbH zum Thema 'HTML'

<http://docs.kde.org/de/HEAD/kdebase/kate/document-menu.html>

Webseite des 'KDE Project' zum Thema 'Zeilenenden auf verschiedenen Plattformen'

<http://de3.php.net/filesystem>

Webseite der 'PHP Group' zum Thema 'Zeilenenden auf verschiedenen Plattformen'